Branimir K. Hackenberger
Tamara Đerđ

Znamo li što jedemo?

Vodič za građane kroz proizvodnju, kontrolu i provjeru zdravstvene ispravnosti hrane

TERRA VERITAS

Program građanske znanosti
udruge TERRA VERITAS

SCIOM · Osijek · 2027.

Znamo li što jedemo?
Vodič za građane kroz proizvodnju, kontrolu i provjeru zdravstvene ispravnosti hrane

Autori
prof. dr. sc. Branimir K. Hackenberger
Odjel za biologiju, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Zavod za kvantitativnu ekologiju
Cara Hadrijana 8A, 31000 Osijek
mob. 098 338 998, hackenbergerb@gmail.com

dr. sc. Tamara Đerđ
Odjel za biologiju, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Zavod za kvantitativnu ekologiju
Cara Hadrijana 8A, 31000 Osijek

Izdavač
SCIOM d.o.o., Fruškogorska 5, 31000 Osijek, www.sciom.hr

Godina izdanja 2027.

Licenca elektroničkih izdanja Creative Commons Imenovanje, Nekomercijalno, Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna (CC BY-NC-SA 4.0), https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.hr

Program građanske znanosti

Knjiga je dio programa građanske znanosti udruge TERRA VERITAS, udruge za građansku znanost i zaštitu prirode i okoliša, info@terraveritas.eu

TERRA VERITAS

Prateća web stranica https://terraveritas.eu, gdje će biti objavljeni obrasci, proračunska tablica izloženosti i baza rezultata programa građanske znanosti udruge TERRA VERITAS

Kako citirati
Hackenberger, B. K. i Đerđ, T. (2027.). *Znamo li što jedemo? Vodič za građane kroz proizvodnju, kontrolu i provjeru zdravstvene ispravnosti hrane.* SCIOM, Osijek.

Knjiga ne zamjenjuje službenu kontrolu hrane, liječnički savjet ni pravni savjet. Rezultat kućnog testa nije dokaz, nego razlog za daljnju provjeru. Propisi i granične vrijednosti navedeni su prema stanju u listopadu 2026.; prije primjene treba provjeriti važeće izmjene.

Slog u XeLaTeX-u.

Sadržaj

Kako koristiti ovu knjigu vi

Zašto ova knjiga 1

I. dio Od polja do tanjura **7**

1 Što je zdravstveno ispravna hrana 9

2 Put hrane 19

3 Načini proizvodnje 29

4 Okoliš kao izvor opasnosti 39

5 Opasnosti iz same proizvodnje 51

II. dio Tko pazi na našu hranu **65**

6 Sustav službenih kontrola 67

7 Samokontrola proizvođača 78

8 Kako nastaju granične vrijednosti 88

9 Što se ne traži 98

III. dio Građanin istraživač kod kuće **107**

10 Osnove građanske znanosti 109

11 Čitanje deklaracije 121

12 Osjetilna procjena 131

13 Jednostavne kućne provjere 142

14 Komercijalni brzi testovi 165

15 Vlastiti vrt, kokoši i bunar 176

IV. dio Građanin istraživač u trgovini i na tržnici **189**

16 Prava i granice 191

17 Promatranje uvjeta prodaje 199

18 Prijevare s hranom 208

19 Kako prijaviti sumnju 219

V. dio Uzorkovanje i slanje uzoraka na analizu **229**

20 Uzorak je pola rezultata 231

21 Pribor, čistoća i slijepe probe 242

22 Uzorkovanje po vrsti hrane 250

23 Lanac nadzora 263

24 Odabir laboratorija 274

25 Kako čitati analitičko izvješće 284

26 Uzorkovanje u zajednici 295

VI. dio Procjena opasnosti i rizika **305**

27 Opasnost, izloženost i rizik 307

28 Izračunajte vlastitu izloženost 315

29 Smjese i dugotrajna izloženost niskim dozama 326

30 Osjetljive skupine 334

31 Nesigurnost i vjerojatnost 342

VII. dio Od podatka do promjene **351**

32 Odgovorna objava rezultata 353

Znati znači birati 364

A Obrazac terenske bilježnice i zapisnika o uzorkovanju 368

B Kontrolne liste za kupovinu, hladnjak i tržnicu 373

C Tablica uzorkovanja po matricama 377

D Akreditirani laboratoriji u Hrvatskoj 382

E Granične vrijednosti za najvažnije onečišćivače 388

F Radni list za izračun izloženosti 397

G Popis E-brojeva 404

H Kome se obratiti. 415

I Pojmovnik i popis kratica. 421

J Literatura i izvori za daljnje čitanje 433

Odgovori na pitanja za provjeru znanja 455

Kazalo pojmova 463

Kako koristiti ovu knjigu

Svako poglavlje ima isti ritam. Počinje kratkom pričom iz stvarnog života, nastavlja se objašnjenjem, zatim slijedi praktični zadatak, a završava provjerom znanja. Zbog toga se knjiga može čitati redom, ali i koristiti kao priručnik za radionice, pri čemu se pojedino poglavlje uzme kao jedan susret.

Poglavlja se oslanjaju na stalne okvire. Svaki okvir ima svoju boju i ikonu, pa ih je lako pronaći i kad se knjiga samo prelistava.

Pokušajte sami

Kućni pokus ili mjerenje

Popis pribora, postupak, što zabilježiti i kako tumačiti rezultat. Uz svaki pokus stoje i njegove granice.

Mit ili činjenica

MIT

Česta zabluda o hrani.

ŠTO KAŽU PODACI

Što o njoj kažu podaci i izvori.

Granice metode

Što metoda ne može pokazati i kada treba laboratorij.

Izračun

Riješeni numerički primjer izloženosti ili rizika, korak po korak.

Iz prakse

Kratka studija slučaja iz Hrvatske ili Europske unije, uz izvor.

Odgovornost

Etička i pravna pitanja građanina istraživača.

Na kraju svakog poglavlja stoji pojmovnik s novim pojmovima i nekoliko pitanja za provjeru znanja. Odgovori su na kraju knjige. Obrasci iz priloga A do C i radni list iz priloga F mogu se umnožavati za osobnu i nekomercijalnu uporabu.

Tri poruke provlače se kroz cijelu knjigu.

1. Opasnost nije isto što i rizik. Ono što je u hrani prisutno nije nužno štetno, a ono što se ne traži ne znači da ga nema.
2. Građanin može puno napraviti sam, ali mora znati granice kućnih metoda i kada je potreban laboratorij.
3. Dobro uzet i dokumentiran uzorak vrijedi više od deset loše uzetih.

Zašto ova knjiga

Dva pitanja

Ekotoksikolog najveći dio radnog vijeka provodi s pokusnim organizmima, uzorcima tla i vode, modelima i tablicama. Javnost ga rijetko treba. Godina 2026. je za mene bila drukčija. Građani i novinari pitali su me o otpadu i o PFAS (per-i polifluoroalkilne tvari) u Lici, posebno o vodi iz bunara u okolici Gospića. Savjetovao sam građane koji su mjesecima trpjeli smrad sa stočne farme i građane koji su gledali kako se otpadne vode ispuštaju u kanal pokraj njihovih kuća. Držao sam predavanja, među njima i ono pod naslovom „Hrvatske priče o otpadu".

Pitanja su dolazila u različitim oblicima, telefonom, porukom, nakon predavanja, u novinarskim upitnicima. Kad sam ih kasnije razvrstao, većina se svela na dva.

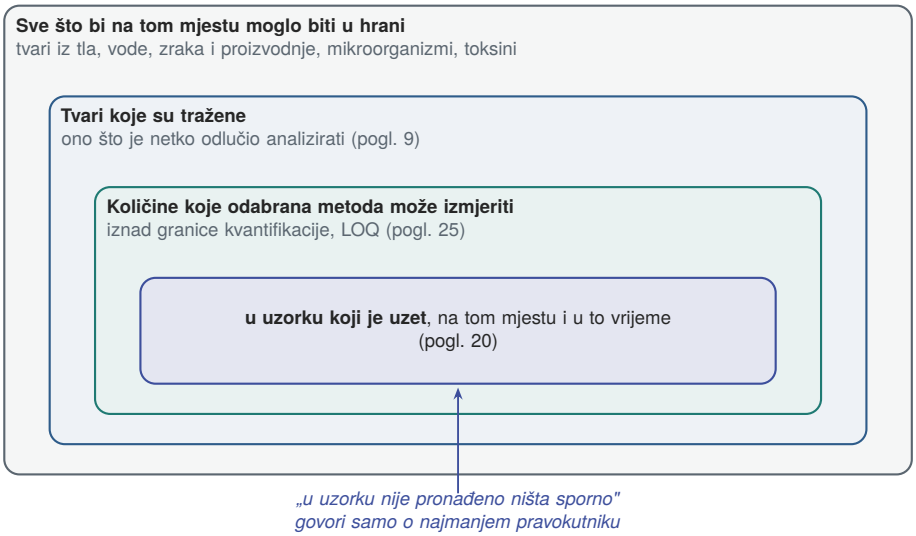
Prvo pitanje glasi „Je li to opasno?". Postavljali su ga roditelji koji djeci kuhaju na vodi iz bunara, vlasnici kokoši koje kopaju po dvorištu blizu odlagališta, ljudi koji uz kanal uzgajaju povrće. Drugo pitanje glasi „Što da uzmem i gdje da pošaljem?". To pitanje postavljaju ljudi koji su već odlučili da žele znati, ali ne znaju kako. Koliko vode, u kakvu bocu, kojem laboratoriju, po kojoj cijeni, i kako će čitati nalaz kad stigne.

Oba pitanja su razumna i oba su teža nego što izgledaju. Na prvo se ne može odgovoriti s „da" ili „ne", jer odgovor ovisi o tome koliko tvari ima, koliko je čovjek unosi, koliko dugo i tko je taj čovjek. Na drugo se ne može odgovoriti jednom rečenicom, jer pogrešno uzet uzorak daje rezultat koji ništa ne znači, a ponekad i rezultat koji zavarava. Svaki put kad sam odgovarao, zapisivao sam objašnjenja koja sam morao ponavljati. Od tih zapisa je nastala ova knjiga.

Pitanja koja nitko ne postavlja

Uz dva glasna pitanja postoje i tiša, koja građani rijetko postave, a stručnjaci rijetko spomenu. Je li ta tvar uopće tražena? Koja je bila granica detekcije? Je li uzorak uzet tamo gdje je onečišćenje najvjerojatnije ili tamo gdje je bilo najlakše? Tko je platio analizu i tko je odlučio što će se analizirati?

Rečenica „u uzorku nije pronađeno ništa sporno" zvuči umirujuće. Ona, međutim, govori samo o tvarima koje su tražene, metodom koja je odabrana, u uzorku koji je uzet. Ako nitko nije tražio PFAS u jajima iz dvorišta, nalaz bez PFAS ne postoji, a ni nalaz s njima. Zbog toga knjiga ima zasebno poglavlje o tome što se rutinski ne traži (pogl. 9). Slika 1 prikazuje koliko je uzak prostor na koji se ta rečenica odnosi.



Slika 1. Nalaz bez spornih tvari odnosi se samo na tražene tvari, u količinama koje odabrana metoda može izmjeriti, u jednom uzetom uzorku. O svemu izvan najmanjeg pravokutnika takav nalaz ne govori ništa.

Jednako je važno i obrnuto. Kad se u hrani pronađe tvar kojoj ime zvuči opasno, to još ne znači da je hrana štetna. Moderna analitika mjeri milijardite dijelove grama. U gotovo svakoj namirnici se može pronaći nešto, a pitanje je koliko, u odnosu na što i uz koju nesigurnost.

Zašto knjiga o hrani

Otpad, ispušni plinovi, gnojiva, stari transformatori i požari na odlagalištima nisu priče o hrani na prvi pogled. Ipak, tvari iz okoliša najvećim dijelom do čovjeka dolaze hranom i vodom. Kadmij iz tla ulazi u lisnato povrće, dioksini iz dima i pepela u jaja kokoši koje kopaju po zemlji, PFAS iz onečišćene podzemne vode u vodu za piće i u povrće koje se njome zalijeva. Kako se to događa i u kojim namirnicama treba tražiti, opisano je u I. dijelu knjige (pogl. 4).

Hrana je ujedno područje na kojem građanin može najviše napraviti sam. Može pročitati deklaraciju, izmjeriti temperaturu u hladnjaku, uočiti prekid hladnog lanca u trgovini, voditi bilješke o podrijetlu jaja i povrća. Može i uzeti uzorak i poslati ga u laboratorij, ako zna kako.

Tri poruke

Kroz cijelu knjigu provlače se tri poruke. Navedene su i u odjeljku „Kako koristiti ovu knjigu", a ovdje ih objašnjavam.

Opasnost nije isto što i rizik

Opasnost je svojstvo tvari ili mikroorganizma da može naštetiti. **Rizik** je vjerojatnost da će šteta doista nastati i koliko će biti ozbiljna. Isti propis koji uređuje sigurnost hrane u Europskoj uniji te dvije riječi definira odvojeno (Europski parlament i Vijeće 2002.). Kadmij je opasan, ali rizik od kadmija u salati ovisi o tome koliko ga u salati ima, koliko salate jedete i koliko kadmija unosite iz drugih izvora. Zato ono što je u hrani prisutno nije nužno štetno, a ono što se ne traži ne znači da ga nema. Kako se rizik procjenjuje i kako možete sami izračunati vlastitu izloženost, objašnjava VI. dio (pogl. 27 do 31).

Građanin može puno, ali ne sve

Kućne metode imaju vrijednost. Termometar u hladnjaku će otkriti problem koji nijedan laboratorij neće otkriti, jer laboratorij ne stoji u Vašoj kuhinji. Test trake za nitrate će dati okvirnu sliku, a pažljiva fotografija s mjerilom će biti dokaz koji se ne može osporiti. Ali nijedna kućna metoda ne mjeri olovo, dioksine, ostatke pesticida ili aflatoksine u koncentracijama koje propisi uređuju. Osjetila to ne mogu, a ni većina brzih testova. Knjiga uz svaku kućnu metodu navodi i njezine granice (III. dio, pogl. 10 do 15).

Dobar uzorak vrijedi više od deset loših

Laboratorijska analiza stoji između nekoliko desetaka i nekoliko stotina eura. Ako je uzorak uzet u nečistu posudu, bez zapisa o mjestu i vremenu, i ako je dva dana stajao u toplom automobilu, taj novac je potrošen uzalud. Dobro uzet, označen i dokumentiran uzorak može postati razlog da inspekcija dođe na teren. Loše uzet uzorak može postati razlog da se ozbiljna sumnja odbaci. Uzorkovanju je posvećen V. dio (pogl. 20 do 26).

Kome je knjiga namijenjena

Knjigu sam pisao za ljude koji žele razumjeti, a ne samo dobiti presudu. To su građani koji se pitaju što jedu i piju, potrošačke i ekološke udruge, mali proizvođači i obiteljska poljoprivredna gospodarstva koja žele znati što se od njih traži i zašto, učitelji i nastavnici, studenti te novinari koji pišu o hrani i okolišu. Za čitanje nije potrebno predznanje iz kemije ni biologije. Kad se neki stručni pojam prvi put pojavi, objašnjen je u tekstu i u pojmovniku na kraju poglavlja.

Knjiga ne zamjenjuje službenu kontrolu hrane, liječnički savjet ni pravni savjet. Ako sumnjate da Vam je hrana naškodila, obratite se liječniku. Ako sumnjate da je hrana na tržištu neispravna, prijavite to nadležnoj inspekciji (pogl. 19).

Što možete očekivati

Nakon čitanja trebali biste znati nekoliko konkretnih stvari. Znat ćete kako hrana nastaje i na kojim mjestima u nju mogu ući opasnosti, od tla i vode za navodnjavanje do kuhinjske daske. Znat ćete koje provjere možete napraviti sami i što one ne mogu pokazati. Znat ćete kada je opravdano poslati uzorak u laboratorij, kako ga uzeti, kako ga označiti, u čemu ga prenijeti i kako odabrati laboratorij koji je za tu analizu akreditiran. Kad nalaz stigne, znat ćete pročitati što znači „manje od granice kvantifikacije", što je mjerna nesigurnost i kako rezultat usporediti s graničnom vrijednošću. Konačno, znat ćete iz koncentracije u hrani izračunati okvirnu vlastitu izloženost i usporediti je s vrijednostima koje su postavila stručna tijela.

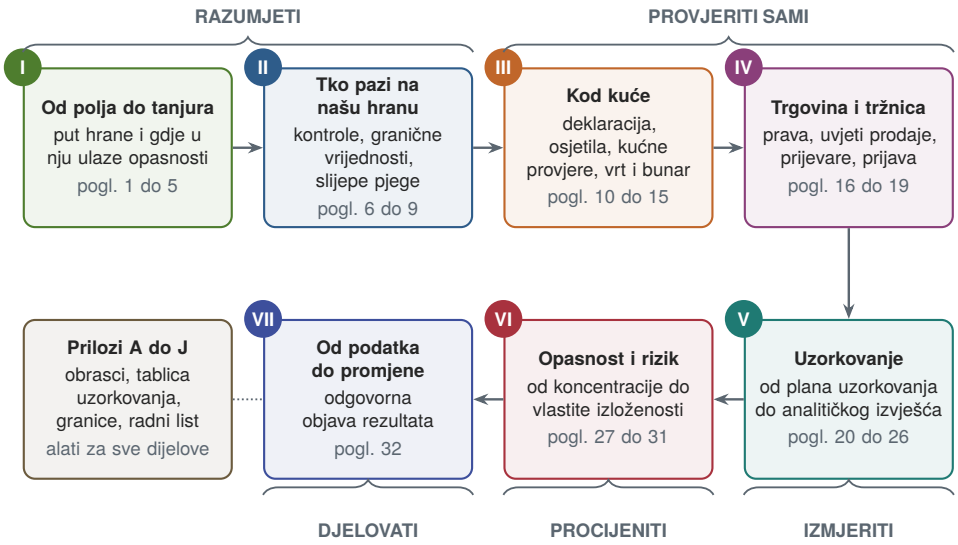
Nijedan od tih koraka ne traži skupu opremu. Traži strpljenje, urednost i spremnost da se zapiše i ono što se čini nevažnim. Iskustvo s tribina pokazuje da su upravo ti zapisi najčešće ono što nedostaje kad se građanin obrati instituciji. Inspektor koji dobije prijavu s datumom, serijom proizvoda, fotografijom i temperaturom vitrine ima s čime raditi. Inspektor koji dobije prijavu „meso iz trgovine je bilo pokvareno" teško može učiniti više od rutinskog obilaska.

Knjiga namjerno ne radi nekoliko stvari. Ne rangira trgovine, robne marke ni proizvođače i ne daje popise „dobrih" i „loših" proizvoda. Takvi popisi zastarijevaju brže od knjige, a pojedinačni nalaz rijetko govori o cijeloj proizvodnji. Ne nudi ni jelovnike ni prehrambene savjete, jer je to posao nutricionista i liječnika. Ne tvrdi da je hrana u Hrvatskoj općenito sigurna ili općenito nesigurna. Takva tvrdnja bi trebala podatke kakvi za mnoge tvari i mnoga mjesta ne postoje, a jedan od ciljeva knjige je da ih bude više.

Kako čitati ovu knjigu

Knjiga ima sedam dijelova, koji prate put od pitanja do djelovanja.

- **I. dio, Od polja do tanjura** (pogl. 1 do 5) objašnjava što je zdravstveno ispravna hrana, kojim putem hrana stiže do nas i gdje u nju ulaze opasnosti iz okoliša i iz same proizvodnje.
- **II. dio, Tko pazi na našu hranu** (pogl. 6 do 9) opisuje službene kontrole, samokontrolu proizvođača, podrijetlo graničnih vrijednosti i slijepe pjege sustava.
- **III. dio, Građanin istraživač kod kuće** (pogl. 10 do 15) uvodi građansku znanost i opisuje deklaraciju, osjetilnu procjenu, kućne provjere i brze testove, uz vrt, kokoši i bunar.
- **IV. dio, Građanin istraživač u trgovini i na tržnici** (pogl. 16 do 19) govori o pravima potrošača, uvjetima prodaje, prijevarama i prijavi sumnje.
- **V. dio, Uzorkovanje i slanje uzoraka na analizu** (pogl. 20 do 26) vodi od plana uzorkovanja do čitanja analitičkog izvješća.
- **VI. dio, Procjena opasnosti i rizika** (pogl. 27 do 31) pokazuje kako se iz koncentracije u hrani dolazi do procjene rizika i kako se misli o nesigurnosti.



Slika 2. Sedam dijelova knjige kao put od pitanja do djelovanja. Boje dijelova iste su kao u zaglavljima poglavlja, a prilozi sadrže obrasce i tablice koji se koriste u svim dijelovima.

- **VII. dio, Od podatka do promjene** (pogl. 32) bavi se odgovornom objavom rezultata.

Slika 2 prikazuje taj put. Prva četiri dijela pomažu razumjeti sustav i provjeriti ono što se može provjeriti bez laboratorija, a posljednja tri vode od uzorka preko procjene rizika do objave.

Dijelovi se mogu čitati redom, ali i pojedinačno. Tko želi odmah uzeti uzorak, može početi od V. dijela, a pojmove koje tamo ne razumije potražiti u kazalu. Ipak preporučujem da prije prve analize pročitate barem pogl. 8 o graničnim vrijednostima i pogl. 27 o razlici između opasnosti i rizika, jer bez njih je nalaz teško protumačiti.

Svako poglavlje ima isti ritam, opisan u odjeljku „Kako koristiti ovu knjigu". Počinje kratkom pričom, nastavlja se objašnjenjem s okvirima, a završava praktičnim zadatkom, pojmovnikom i pitanjima za provjeru znanja. Priče na početku poglavlja su zamišljene svakodnevne scene. Okviri „Iz prakse" opisuju samo stvarne, javno dokumentirane slučajeve, uz izvor. Prilozi na kraju knjige sadrže obrasce, kontrolne liste, tablicu uzorkovanja, pregled graničnih vrijednosti i radni list za izračun izloženosti (prilozi A do J).

Propisi se mijenjaju. Granične vrijednosti i brojevi u knjizi su navedeni prema stanju u listopadu 2026., a uz svaki stoji izvor, pa ga možete sami provjeriti u važećem tekstu.

Knjiga i udruga TERRA VERITAS

Knjiga je dio programa građanske znanosti udruge TERRA VERITAS, koja djeluje na području cijele Hrvatske. Cilj programa je da mjerenja koja građani rade prema protokolima iz ove knjige ne završe u ladici, nego u zajedničkoj, otvorenoj bazi rezultata. Pojedinačni nalaz rijetko mijenja nešto. Stotinu nalaza uzetih na isti način, s istim metapodacima, na različitim mjestima i u različito vrijeme, može pokazati obrazac koji nitko nije tražio.

Zato protokoli u knjizi traže više zapisivanja nego što bi pojedincu bilo potrebno. Datum, mjesto, podrijetlo, serija, temperatura, fotografija s mjerilom. Ti podaci nisu birokracija, nego uvjet da se Vaš rezultat može usporediti s tuđim. Obrasci iz priloga A i radni list iz priloga F bit će dostupni i na pratećoj web stranici udruge https://terraveritas.eu, gdje će biti objavljena i baza rezultata. Kako se uzorkovanje organizira u zajednici i kako se dijele troškovi, opisuje pogl. 26, a kako se rezultati objavljuju bez izazivanja panike i bez lažnog mira, pogl. 32.

Sudjelovanje u programu je dobrovoljno. Knjiga se može koristiti i bez njega, a svaki čitatelj koji pažljivo uzme jedan uzorak već radi ono zbog čega je knjiga napisana.

Na kraju uvoda

Na pitanje „je li to opasno" ova knjiga neće dati gotov odgovor za svaki slučaj. Dat će Vam alat da odgovor potražite sami, da znate koje podatke tražiti i kada je potreban stručnjak. Na pitanje „što da uzmem i gdje da pošaljem" dat će razmjerno precizan odgovor, s masama uzoraka, posudama, rokovima i popisom laboratorija.

Ako nakon čitanja budete postavljali bolja pitanja, i sebi i institucijama, knjiga je ispunila svrhu.

Branimir K. Hackenberger
Osijek, listopad 2026.

I. DIO

Od polja do tanjura

Kako hrana nastaje, kojim putem stiže do nas i na kojim mjestima u nju mogu ući opasnosti iz okoliša i iz same proizvodnje.

POGLAVLJE 1

Što je zdravstveno ispravna hrana

U OVOM POGLAVLJU

- Zašto „zdrava", „zdravstveno ispravna", „sigurna" i „kvalitetna" hrana nisu sinonimi.
- Kako propisi Europske unije i Zakon o hrani definiraju nesigurnu hranu.
- Kada je hrana „štetna za zdravlje", a kada „neprikladna za prehranu ljudi".
- Što je sljedivost i zašto je važna kad nešto pođe po zlu.

RUČAK KOD BAKE

Nedjeljni ručak. Na stolu su juha od domaće kokoši, salata iz vrta i kupovni sok s natpisom „bez dodanog šećera". Unuk studira biologiju i pita zna li itko koliko kadmija ima u toj salati, jer vrt je dvadesetak metara od ceste. Baka se ljuti. Sve na stolu je domaće i zdravo, osim soka, koji je, kaže, „kemija". Otac odgovara da je sok barem kontroliran, a za vrt nitko ništa ne zna. Majka primjećuje da se juha od jučer cijelu noć hladila na štednjaku.

Svatko za stolom govori o nečem drugom. Baka govori o tome je li hrana hranjiva i poznata. Unuk govori o onečišćenju iz okoliša. Otac govori o nadzoru. Majka govori o mikroorganizmima koji se razmnožavaju u toploj juhi. Sva četiri pitanja su opravdana, ali traže četiri različita odgovora.

1.1 Četiri riječi koje se miješaju

U svakodnevnom govoru riječi „zdrava", „zdravstveno ispravna", „sigurna" i „kvalitetna" često znače isto, otprilike „hrana koju je dobro jesti". U propisima i u znanosti one znače različite stvari, a te razlike nisu cjepidlačenje. O njima ovisi tko je za što odgovoran i što se uopće može provjeriti.

- **Sigurna hrana** je pravni pojam. Hrana je sigurna ako nije štetna za zdravlje i ako je prikladna za prehranu ljudi. Odluku o tome donose nadležna tijela na temelju propisa.
- **Zdravstveno ispravna hrana** je izraz koji se u Hrvatskoj desetljećima koristio za isto što europski propisi zovu sigurnom hranom. I danas se nalazi u hrvatskim propisima, pa i u službenom hrvatskom prijevodu Uredbe (EZ) br. 178/2002.

- **Zdrava hrana** nije pravni pojam. Riječ je o prehrambenoj vrijednosti i o tome kako hrana, kao dio ukupne prehrane, utječe na zdravlje kroz godine.
- **Kvalitetna hrana** je hrana koja ispunjava propisane ili dogovorene zahtjeve za sastav, podrijetlo, način proizvodnje ili osjetilna svojstva. Kvaliteta je ono što kupac plaća, a sigurnost je ono što zakon traži.

Tablica 1.1 sažima razlike. U ovoj knjizi izraze „zdravstveno ispravna" i „sigurna" koristimo kao sinonime, u skladu s hrvatskom praksom.

Tablica 1.1. Četiri pojma koji se u govoru miješaju.

Pojam	Na što se odnosi	Tko odlučuje	Primjer
Sigurna, zdravstveno ispravna	Nije štetna za zdravlje i prikladna je za prehranu ljudi	Nadležna tijela prema propisima o hrani	Jaja s udjelom dioksina ispod najveće dopuštene količine
Zdrava	Prehrambena vrijednost i učinak prehrane na zdravlje kroz dulje razdoblje	Nutricionistička struka, preporuke zdravstvenih organizacija	Povrće, mahunarke, cjelovite žitarice
Kvalitetna	Sastav, podrijetlo, način proizvodnje, osjetilna svojstva	Propisi o kakvoći, specifikacije, certifikacijska tijela	Med bez dodanog šećernog sirupa, proizvod sa zaštićenom oznakom izvornosti
Neprikladna za prehranu	Hrana koju ljudi ne bi trebali jesti, iako ne mora biti otrovna	Nadležna tijela	Pljesniv kruh, hrana bez dokaza o podrijetlu

Najvažnije je shvatiti da su to neovisne osi. Hrana može biti zdrava i nesigurna istodobno. Riba je dobar izvor bjelančevina i masnih kiselina, ali velike grabežljive ribe nakupljaju metilživu, pa stručna tijela preporučuju umjerenost osjetljivim skupinama (EFSA CONTAM Panel 2012.). Hrana može biti sigurna, a ne biti zdrava. Slatkiš bez ijedne nedopuštene tvari je siguran u pravnom smislu, ali to ne znači da ga je dobro jesti svaki dan. Hrana može biti kvalitetna prema svojoj specifikaciji, a nesigurna zbog onečišćenja koje nije dio specifikacije. Proizvod s oznakom izvornosti nije zaštićen od kadmija u tlu na kojem je uzgojen.

1.2 Što kaže propis

Temeljni propis o hrani u Europskoj uniji je Uredba (EZ) br. 178/2002, često zvana „opći zakon o hrani" (Europski parlament i Vijeće 2002.). Ona se izravno primjenjuje i u Hrvatskoj. Hrvatski Zakon o hrani iz 2023. godine ne ponavlja njezine definicije, nego određuje nadležna tijela, obveze subjekata i postupke te razrađuje kada se hrana smatra nesigurnom (Hrvatski sabor 2023.b). Do listopada 2026. taj zakon nije mijenjan (Hrvatski sabor 2023.b).

Što je hrana

Prema članku 2. Uredbe, **hrana** je „svaka tvar ili proizvod, prerađen, djelomično prerađen ili neprerađen, a namijenjen je prehrani ljudi ili se može očekivati da će ga ljudi konzumirati" (Europski parlament i Vijeće 2002.). Hrana uključuje i piće, žvakaću gumu i vodu koja se namjerno dodaje tijekom proizvodnje. Hrana za životinje nije hrana u tom smislu, ali je uređena istim propisom, jer ono što pojedu kokoši i krave završava u jajima i mlijeku (pogl. 4).

Kada hrana nije sigurna

Članak 14. Uredbe počinje kratkom rečenicom. „Nesigurnu hranu nije dozvoljeno stavljati na tržište." Zatim kaže da je hrana nesigurna ako je **štetna za zdravlje** ili **neprikladna za prehranu ljudi** (Europski parlament i Vijeće 2002.). Te dvije kategorije zvuče slično, ali znače različito.

Pri odlučivanju je li hrana štetna za zdravlje uzimaju se u obzir tri stvari (Europski parlament i Vijeće 2002.).

1. Izravni, kratkoročni i dugoročni učinci, ne samo na osobu koja hranu jede, nego i na buduće generacije.
2. Mogući kumulativni toksični učinci, dakle učinci tvari koje se u tijelu nakupljaju ili djeluju zajedno.
3. Posebna osjetljivost određene skupine potrošača, ako je hrana namijenjena toj skupini, na primjer dojenčadi.

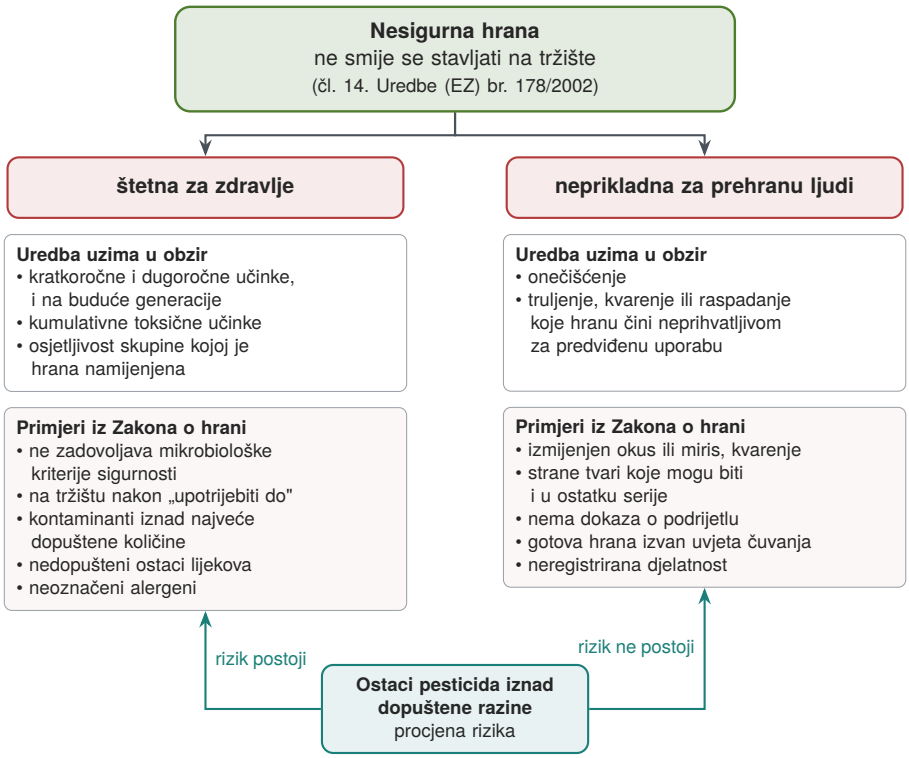
Hrana je neprikladna za prehranu ljudi ako je za predviđenu uporabu neprihvatljiva zbog onečišćenja ili zbog truljenja, kvarenja ili raspadanja (Europski parlament i Vijeće 2002.). Pljesniv kruh ne mora sadržavati opasne mikotoksine, a u juhi s dlakom nema ničeg otrovnog. Obje su ipak neprikladne, jer ih razuman potrošač ne bi htio jesti.

Uredba propisuje još dva pravila koja će Vam trebati kasnije. Prvo, ako je nesiguran dio jedne serije, smatra se da je nesigurna cijela serija, osim ako detaljna procjena ne pokaže suprotno. Drugo, usklađenost s propisima ne sprečava nadležna tijela da djeluju ako postoji razlog za sumnju u sigurnost hrane (Europski parlament i Vijeće 2002.). Hrana koja zadovoljava sve propisane granice nije time automatski izvan svake sumnje.

Kako to razrađuje hrvatski Zakon o hrani

Članak 12. Zakona o hrani nabraja konkretne slučajeve za obje kategorije (Hrvatski sabor 2023.b). Kao hranu štetnu za zdravlje Zakon navodi, među ostalim, hranu koja

- ne udovoljava mikrobiološkim kriterijima sigurnosti hrane,
- se nalazi na tržištu nakon datuma „upotrijebiti do",
- sadrži kontaminante iznad najvećih dopuštenih količina,
- sadrži ostatke veterinarskih lijekova protivno propisima,
- sadrži ostatke pesticida u količini koja je, prema procjeni rizika, rizična za zdravlje,



Slika 1.1. Dvije kategorije nesigurne hrane. Gornji okviri sažimaju što Uredba (EZ) br. 178/2002 uzima u obzir, a donji navode dio primjera iz članka 12. Zakona o hrani. Ostaci pesticida iznad dopuštene razine pripadaju jednoj ili drugoj kategoriji ovisno o ishodu procjene rizika. (Europski parlament i Vijeće 2002.; Hrvatski sabor 2023.b)

- je zapakirana u ambalažu za koju je dokazano da otpušta štetne tvari,
- sadrži alergene koji nisu označeni.

Kao hranu neprikladnu za prehranu ljudi Zakon navodi, među ostalim, hranu koja

- je zbog izmijenjenog okusa, mirisa, truljenja ili kvarenja neprihvatljiva,
- sadrži strane tvari za koje se može sumnjati da su i u ostatku serije,
- nema dokaza o podrijetlu ili sljedivosti,
- je gotova hrana zatečena izvan propisanih uvjeta čuvanja,
- sadrži ostatke pesticida iznad dopuštene količine, ali prema procjeni ne predstavlja rizik za zdravlje,
- potječe iz neregistrirane djelatnosti poslovanja s hranom.

Slika 1.1 povezuje obje razine propisa. Usporedite na njoj dvije stavke o pesticidima. Ista tvar, u količini iznad propisane granice, može hranu učiniti štetnom za zdravlje ili samo neprikladnom za prehranu, ovisno o tome što pokaže procjena rizika.

To je pravni izraz misli koja se provlači kroz cijelu knjigu. Prekoračenje granice nije isto što i dokazana šteta, a poštivanje granice nije isto što i potpuna bezopasnost. Zašto je tako, objašnjava pogl. 8.

Zanimljiva je i posljednja stavka. Hrana iz neregistrirane djelatnosti se smatra neprikladnom za prehranu ljudi bez obzira na to što u njoj jest ili nije (Hrvatski sabor 2023.b). Zakon time ne tvrdi da je takva hrana otrovna, nego da za nju ne postoji nadzor ni sljedivost. O tome više u pogl. 3, gdje se govori o oznaci „domaće".

? Mit ili činjenica

MIT

Ako se proizvod prodaje u trgovini, netko ga je laboratorijski provjerio.

ŠTO KAŽU PODACI

Uredba (EZ) br. 178/2002 primarnu odgovornost za sigurnost hrane stavlja na subjekte u poslovanju s hranom. Oni moraju osigurati da hrana ispunjava zahtjeve propisa u svakoj fazi koju nadziru, a države članice provjeravaju jesu li ti zahtjevi ispunjeni (Europski parlament i Vijeće 2002.). Službene kontrole temelje se na procjeni rizika i na uzorcima, a ne na analizi svake serije (Europski parlament i Vijeće 2017.). Većina proizvoda na policama nikada nije bila u državnom laboratoriju. Sigurnost se postiže sustavom samokontrole proizvođača i nadzorom tog sustava (pogl. 6 i 7).

1.3 Opasnost i rizik u jeziku propisa

Uredba (EZ) br. 178/2002 definira i dva pojma na kojima počiva cijela ova knjiga. **Opasnost** je „biološki, kemijski ili fizički agens u hrani ili hrani za životinje ili stanje hrane ili hrane za životinje s mogućnošću štetnog djelovanja na zdravlje". **Rizik** je „funkcija vjerojatnosti štetnog učinka na zdravlje i težina tog učinka, koji je posljedica opasnosti" (Europski parlament i Vijeće 2002.).

Opasnost je dakle svojstvo, a rizik je procjena. Salmonela u sirovom jajetu je opasnost. Rizik ovisi o tome koliko je jaja onečišćeno, koliko se bakterija razmnoži dok jaje stoji na toplom, hoće li se jaje dobro skuhati i tko će ga pojesti. Isto vrijedi za kemijske tvari. Kadmij je opasnost, a rizik ovisi o koncentraciji, količini hrane i trajanju unosa.

Iste definicije propisuju i da se **procjena rizika** sastoji od četiri koraka, a to su identifikacija opasnosti, karakterizacija opasnosti, procjena izloženosti i karakterizacija rizika (Europski parlament i Vijeće 2002.). Ta četiri koraka objašnjena su na svakodnevnim primjerima u pogl. 27, a u pogl. 28 ćete ih primijeniti na vlastitu prehranu.

Razlikovanje opasnosti i rizika nije samo stručna finesa. Kad novinski naslov kaže „u medu pronađen otrov", on govori o opasnosti. Kad čitatelj pita „smijem li jesti med", on pita o riziku. Dobar odgovor na drugo pitanje uvijek traži brojeve koje naslov ne sadrži.

1.4 Predostrožnost i pravo na informaciju

Uredba (EZ) br. 178/2002 sadrži još tri načela koja građaninu istraživaču trebaju znati.

Prvo, propisi o hrani temelje se na **analizi rizika**, koja ima tri sastavnice, a to su procjena rizika, upravljanje rizikom i obavješćivanje o riziku (Europski parlament i Vijeće 2002.). Procjenu rizika rade znanstvenici, na temelju dostupnih dokaza, neovisno i transparentno. Upravljanje rizikom je odluka nadležnih tijela, koja uzima u obzir procjenu, ali i druge čimbenike, poput izvedivosti nadzora i troškova. Ta podjela objašnjava zašto se granica u propisu ponekad razlikuje od vrijednosti koju je predložila znanstvena procjena (pogl. 8).

Drugo, kad postoji mogućnost štetnog djelovanja, a znanstvena nesigurnost ustraje, mogu se poduzeti privremene mjere radi zaštite zdravlja dok se ne prikupe dodatni podaci. To je **načelo predostrožnosti**. Mjere moraju biti razmjerne i moraju se preispitati kad stignu nove informacije (Europski parlament i Vijeće 2002.). Načelo predostrožnosti ne znači da se zabranjuje sve što nije dokazano sigurnim, nego da nesigurnost nije razlog za nedjelovanje kad su znakovi ozbiljni.

Treće, propisi o hrani imaju za cilj zaštititi interese potrošača i spriječiti prijevare, patvorenje hrane i svaki drugi postupak koji može potrošača dovesti u zabludu (Europski parlament i Vijeće 2002.). Kad postoji opravdana sumnja da hrana može predstavljati rizik za zdravlje, javne službe moraju o tome obavijestiti javnost, navesti o kojoj se hrani radi, kakav je rizik i koje se mjere poduzimaju (Europski parlament i Vijeće 2002.). To je pravni temelj javnih obavijesti o povlačenju proizvoda s tržišta, koje objavljuju nadležna tijela (pogl. 6 i 19).

Za građanina to znači dvije stvari. Ima pravo znati kad nadležna tijela sumnjaju u sigurnost hrane. Ali i obratno, sumnja koju sam izrazi javno, bez provjerenih podataka, može izazvati štetu koju propisi nastoje spriječiti kad je izazivaju proizvođači. O odgovornoj objavi rezultata govori pogl. 32.

? Mit ili činjenica

MIT

Prirodno je sigurno, a opasne su samo tvari koje je napravio čovjek.

ŠTO KAŽU PODACI

Neki od najjačih poznatih kancerogena u hrani su prirodni. Aflatoksine stvaraju plijesni na kukuruzu, kikirikiju i orašastim plodovima, a EFSA (Europska agencija za sigurnost hrane) aflatoksin B1 svrstava među genotoksične kancerogene, za koje se ne može odrediti podnošljiv unos (EFSA CONTAM Panel 2020.a). Kadmij i arsen su prirodni elementi, a u hranu dolaze i iz stijena na kojima je tlo nastalo (EFSA CONTAM Panel 2009.; EFSA CONTAM Panel 2024.). Podrijetlo tvari ne govori ništa o njezinoj opasnosti. Opasnost određuju svojstva tvari, a rizik količina koju unosimo.

1.5 Zdrava hrana

Za „zdravu hranu" ne postoji pravna definicija. Postoje preporuke za zdravu prehranu, a one govore o cjelini, a ne o pojedinačnoj namirnici. Svjetska zdravstvena organizacija preporučuje, među ostalim, dovoljno voća i povrća, ograničen unos slobodnih šećera, soli i zasićenih masti te raznolikost prehrane (World Health Organization 2020.).

Ono što propisi uređuju jesu tvrdnje. Proizvođač ne smije na proizvod napisati da „jača imunitet" ili „čuva srce" osim ako je takva zdravstvena tvrdnja odobrena na razini Europske unije i ako proizvod ispunjava uvjete za nju. Isto vrijedi za prehrambene tvrdnje poput „bez dodanog šećera" ili „izvor vlakana" (Europski parlament i Vijeće 2006.). Pridjev „zdravo" u reklami, na plakatu tržnice ili u razgovoru s prodavačem ne jamči ništa.

Za ovu knjigu važno je jedno. Pitanje je li hrana zdrava i pitanje je li hrana sigurna rješavaju se različitim alatima. Prvo pitanje traži nutricionista i podatke o cjelokupnoj prehrani. Drugo pitanje traži podatke o opasnostima u konkretnoj namirnici i o tome koliko je te namirnice pojedeno. Knjiga se bavi drugim pitanjem.

1.6 Kvalitetna hrana

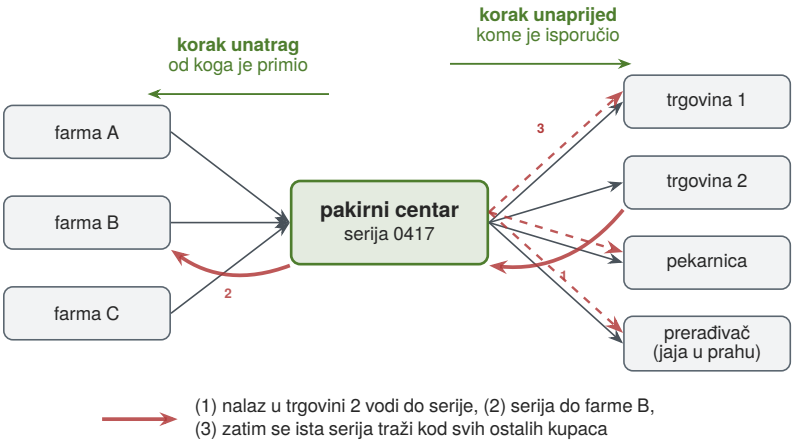
Kvaliteta je skup svojstava za koje kupac očekuje da ih proizvod ima. Za neke proizvode ta svojstva propisuje zakon. Med, na primjer, ne smije sadržavati dodane sastojke, a propisi određuju i granice za sastav, poput udjela vode (Vijeće Europske unije 2001.). Za druge proizvode svojstva određuju dobrovoljne specifikacije, kao kod zaštićenih oznaka izvornosti ili nacionalne oznake „Dokazana kvaliteta" (pogl. 3).

Povreda kvalitete nije nužno povreda sigurnosti. Med razrijeđen šećernim sirupom je patvoren i potrošač je prevaren, ali takav med ne mora biti štetan za zdravlje. Maslinovo ulje lošije kategorije prodano kao ekstra djevičansko je prijevara, a ne trovanje. Prijevare s hranom obrađuje pogl. 18. Ipak, prijevara i sigurnost se dodiruju. Tko je spreman krivotvoriti podrijetlo, rijetko pazi na ostalo, a patvoreni proizvod često nema sljedivost.

1.7 Sljedivost

Kad se u hrani otkrije opasnost, prvo pitanje je odakle je došla i kamo je još otišla. Zato Uredba (EZ) br. 178/2002 traži **sljedivost**, odnosno „mogućnost ulaženja u trag hrani, hrani za životinje, životinji za proizvodnju hrane ili tvari […] kroz sve faze proizvodnje, prerade i distribucije" (Europski parlament i Vijeće 2002.).

Pravilo je jednostavno, a poznato je kao „korak unatrag, korak unaprijed". Svaki subjekt mora znati od koga je primio sirovinu i kome je isporučio proizvod, i te podatke na zahtjev dati nadležnim tijelima (Europski parlament i Vijeće 2002.). Lanac se tako može slijediti od police do farme i od farme do svih polica (slika 1.2). Nijedan subjekt ne mora poznavati cijeli lanac. Dovoljno je da svaki zna svoja dva susjedna koraka, pa se cijeli put sastavlja korak po korak.



Slika 1.2. Načelo „korak unatrag, korak unaprijed". Pakirni centar zna od koje je farme primio jaja iz serije i kojim je kupcima tu seriju isporučio. Kad se u jednoj trgovini otkrije problem, trag vodi unatrag do farme, a zatim unaprijed do svih ostalih kupaca iste serije. Farme, serija i kupci su zamišljeni. (Europski parlament i Vijeće 2002.)

Za građanina istraživača sljedivost ima praktično značenje. Oznaka serije (lota) na ambalaži, naziv i adresa subjekta, datum i oznaka odobrenog objekta kod hrane životinjskog podrijetla nisu sitni tisak bez svrhe. To su podaci s kojima inspekcija može pronaći ostatak serije. Uzorak ili prijava bez tih podataka gubi najveći dio vrijednosti (pogl. 11 i 23).

Iz prakse · Trag kroz lanac

Kako sljedivost radi u praksi, dobro je pokazao slučaj fipronila u jajima 2017. godine, opisan u pogl. 2. Nedopušteno sredstvo korišteno na farmama nesilica pronađeno je ne samo u svježim jajima, nego i u jajima u prahu i u mesu i masti kokoši nesilica (EFSA 2018.). Bez zapisa o tome kamo su jaja s pojedinih farmi otišla, takve proizvode ne bi bilo moguće pronaći i povući.

Praktični zadatak · Četiri pitanja za tri namirnice

Odaberite tri namirnice iz svoje kuhinje, jednu kupljenu u trgovini, jednu s tržnice ili od susjeda i jednu iz vlastitog vrta ili domaćinstva, ako je imate. Za svaku u bilježnicu zapišite odgovore na četiri pitanja.

1. Tko je odgovoran za to da je ova namirnica sigurna? Postoji li subjekt s imenom i adresom?
2. Mogu li iz podataka koje imam pronaći seriju i podrijetlo? Što nedostaje?
3. Tvrdi li netko (deklaracija, prodavač, reklama) da je namirnica zdrava ili kvalitetna? Na čemu se ta tvrdnja temelji?

4. Koje opasnosti mogu zamisliti za ovu namirnicu, i od koga bih saznao jesu li provjerene?

Usporedite odgovore za tri namirnice. Za koju znate najviše, a za koju najmanje? Zadržite bilješke, jer ćete se na njih vratiti u pogl. 10 i 11.

Zapamtiti

Sigurnost, zdravlje i kvaliteta hrane su tri različita pitanja. Propis kaže da je hrana nesigurna ako je štetna za zdravlje ili neprikladna za prehranu ljudi, a o riziku odlučuju koncentracija, količina i osoba koja hranu jede.

Pojmovnik poglavlja

Sigurna (zdravstveno ispravna) hrana. Hrana koja nije štetna za zdravlje i prikladna je za prehranu ljudi.

Štetna za zdravlje. Hrana koja može imati kratkoročne ili dugoročne štetne učinke na zdravlje, uključujući kumulativne učinke i učinke na osjetljive skupine.

Neprikladna za prehranu ljudi. Hrana koja je neprihvatljiva zbog onečišćenja, kvarenja ili drugog razloga, iako ne mora biti otrovna.

Opasnost. Biološki, kemijski ili fizički agens ili stanje hrane koje može štetno djelovati na zdravlje.

Rizik. Vjerojatnost štetnog učinka i njegova težina.

Sljedivost. Mogućnost praćenja hrane i njezinih sastojaka kroz sve faze proizvodnje, prerade i distribucije.

Subjekt u poslovanju s hranom. Fizička ili pravna osoba odgovorna za ispunjavanje zahtjeva propisa o hrani u poslovanju koje nadzire.

Provjera znanja

1. Može li hrana biti zdrava i nesigurna istodobno? Navedite primjer.
2. Koje su dvije kategorije nesigurne hrane prema članku 14. Uredbe (EZ) br. 178/2002?
3. Što se, osim izravnih učinaka, uzima u obzir pri odlučivanju je li hrana štetna za zdravlje?
4. Zašto ostatak pesticida iznad propisane granice ne čini hranu uvijek štetnom za zdravlje?
5. Koja je razlika između opasnosti i rizika?

6. Zašto je oznaka serije na ambalaži važna građaninu koji prijavljuje sumnju?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 2

Put hrane

U OVOM POGLAVLJU

- Koje faze hrana prolazi od polja i staje do tanjura.
- Na kojim mjestima u lanac ulaze kemijske, biološke i fizičke opasnosti.
- Zašto je kuhinja posljednja, ali često presudna kritična točka.
- Što građanin može vidjeti i zabilježiti u svakoj fazi.

JEDNA ČAŠA MLIJEKA

Zamislite čašu mlijeka na kuhinjskom stolu. Prije tri dana bila je u kravi na farmi u istočnoj Hrvatskoj. Krava je jela silažu od kukuruza koji je prošlog ljeta rastao u suši, i sijeno s livade uz lokalnu cestu. Pila je vodu iz bunara na farmi. Mlijeko je izmuzeno strojem, ohlađeno u spremniku na farmi, a zatim cisternom prevezeno u mljekaru. Ondje je pomiješano s mlijekom stotinjak drugih farmi, pasterizirano i napunjeno u ambalažu. Hladnjačom je stiglo u skladište trgovačkog lanca, pa u trgovinu, gdje je dva sata stajalo na paleti prije nego što je složeno u hladnjak. Vi ste ga kupili, stavili u vrećicu s ostalom kupovinom i odnijeli kući autobusom.

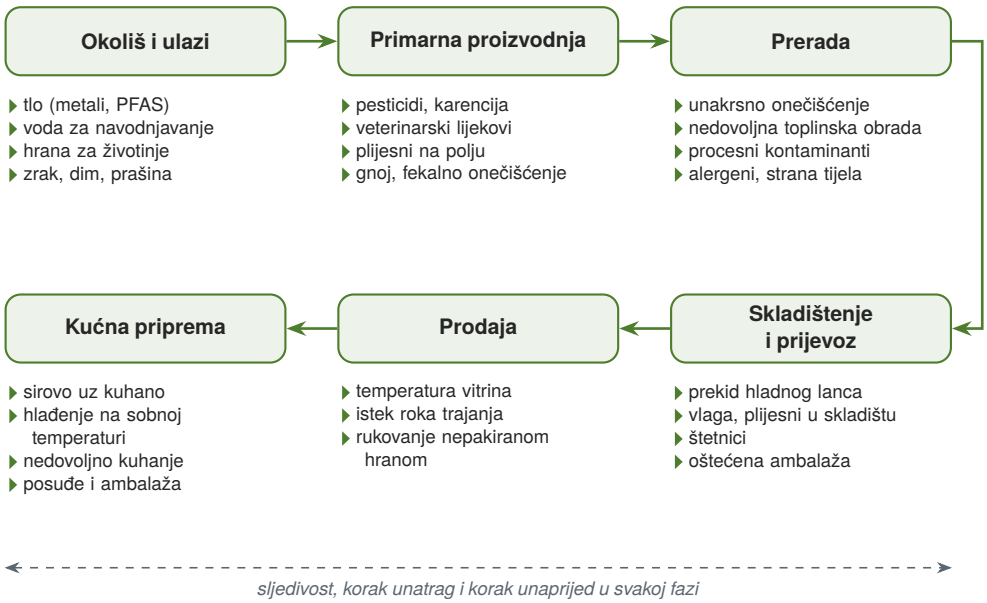
U toj priči ima barem deset mjesta na kojima je nešto moglo poći po zlu. Većinu nikada nećete vidjeti. Neka ipak možete.

2.1 Lanac od polja do tanjura

Uredba (EZ) br. 178/2002 govori o **fazama proizvodnje, prerade i distribucije**, koje počinju primarnom proizvodnjom, a završavaju skladištenjem, prijevozom, prodajom ili opskrbom krajnjeg potrošača (Europski parlament i Vijeće 2002.). U te faze ulaze i proizvodnja i distribucija hrane za životinje. Propis tako izrijekom priznaje ono što zna svaki poljoprivrednik. Ono što pojede životinja dio je lanca hrane.

Lanac se obično crta kao niz koraka (slika 2.1). Okoliš i ulazi (tlo, voda, zrak, sjeme, gnojiva, hrana za životinje) hrane primarnu proizvodnju. Slijede prerada, skladištenje i prijevoz, prodaja i, na kraju, kućna priprema. U svakoj fazi opasnost može ući u hranu, može se umnožiti ili se može ukloniti. Mjesto na kojem se opasnost može spriječiti, ukloniti ili smanjiti na prihvatljivu razinu zovemo **kritičnom točkom**. Kad je takvo mjesto

u sustavu samokontrole proizvođača formalno određeno i nadzirano, govori se o kritičnoj kontrolnoj točki u sustavu HACCP (analiza opasnosti i kritične kontrolne točke, engl. *Hazard Analysis and Critical Control Points*) (pogl. 7).



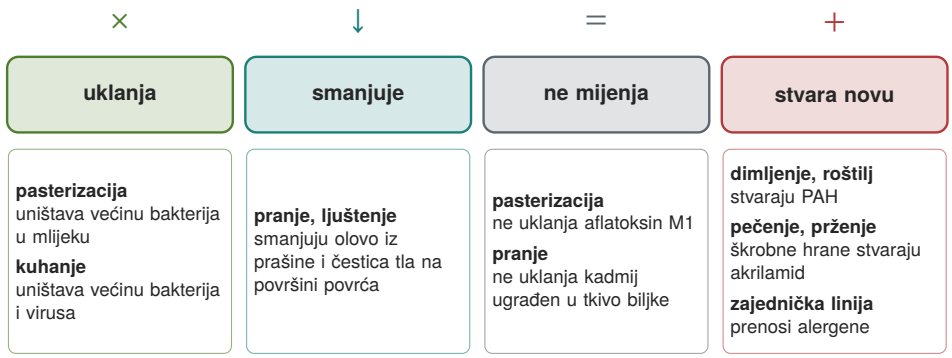
Slika 2.1. Put hrane od okoliša do tanjura i tipične opasnosti koje ulaze u pojedinoj fazi. Popis nije iscrpan; svaka namirnica ima svoje kritične točke.

Opasnosti se dijele u tri skupine. **Kemijske opasnosti** su metali, PFAS, dioksini, ostaci pesticida i lijekova, mikotoksini, tvari iz ambalaže. **Biološke opasnosti** su bakterije, virusi, paraziti i plijesni. **Fizičke opasnosti** su strana tijela, poput stakla, kamenčića, metalnih strugotina ili kostiju. Kemijske opasnosti najčešće ulaze rano, na polju ili u staji, i uglavnom se ne mogu ukloniti kasnijom obradom. Biološke opasnosti mogu ući u bilo kojoj fazi i, za razliku od kemijskih, mogu se umnožiti, ali se mogu i uništiti, primjerice kuhanjem. Taj odnos objašnjava zašto se nadzor kemijskih opasnosti usmjerava na izvor, a nadzor bioloških na cijeli lanac.

2.2 Primarna proizvodnja

Primarna proizvodnja je, prema definiciji, „proizvodnja, obrađivanje ili uzgoj primarnih proizvoda, uključujući žetvu, berbu ili pobiranje plodova, mužnju i uzgoj životinja prije klanja", a uključuje i lov, ribolov i sakupljanje divljih plodova i biljaka (Europski parlament i Vijeće 2002.).

U toj fazi ulazi najveći dio kemijskih opasnosti. Biljka uzima iz tla ono što joj tlo ponudi, uključujući kadmij, a životinja s hranom i vodom unosi ono što u njima ima. O tim putevima govori pogl. 4. U istoj fazi primjenjuju se sredstva za zaštitu bilja i veterinarski lijekovi. Za oboje vrijedi isto pravilo. Između posljednje primjene i berbe, klanja ili



Slika 2.2. Četiri moguća učinka prerade na opasnost, s primjerima iz ovog poglavlja. Isti postupak može jednu opasnost ukloniti, a drugu ostaviti netaknutom, kao pasterizacija kod bakterija i aflatoksina M1. (Bilandžić i sur. 2014.a; Europska komisija 2023.g; EFSA CONTAM Panel 2015.)

mužnje mora proći propisano vrijeme, koje se zove **karencija**, kako bi ostaci pali ispod dopuštene razine (pogl. 5).

Na polju počinju i neke biološke opasnosti. Plijesni roda *Fusarium* napadaju klasove i klipove još dok rastu, a stajski gnoj i onečišćena voda za navodnjavanje mogu na povrće prenijeti bakterije crijevnog podrijetla. Zato pravila higijene obvezuju i primarne proizvođače. Uredba (EZ) br. 852/2004 traži da poduzmu mjere protiv onečišćenja iz zraka, tla, vode, hrane za životinje, gnojiva, sredstava za zaštitu bilja i veterinarskih lijekova te da vode evidenciju o njihovoj uporabi (Prilog I., dio A, odjeljak II., točka 3.(a), i odjeljak III., točke 7. do 9.) (Europski parlament i Vijeće 2004.b).

Primarna proizvodnja je ujedno faza u kojoj je nadzor najrjeđi. Polja, staje i pčelinjaci su raspršeni na tisućama lokacija. Uzorak se češće uzima kasnije u lancu, iz mljekare, klaonice ili trgovine, gdje se proizvodi mnogih gospodarstava pomiješaju. To ima dvije posljedice. Miješanje razrjeđuje onečišćenje s jedne farme, pa se ono rjeđe otkrije. Kad se ipak otkrije, trag do izvora vodi kroz sljedivost (pogl. 1).

2.3 Prerada

Prerada može opasnost ukloniti, smanjiti, ostaviti nepromijenjenom ili stvoriti novu. Primjere iz ovog odjeljka sažima slika 2.2.

Pasterizacija uništava većinu bakterija u mlijeku, ali ne uklanja aflatoksin M1, koji u mlijeko dolazi iz hrane za životinje i nalazi se i u trajnom mlijeku (Bilandžić i sur. 2014.a) (pogl. 5). Pranje i ljuštenje smanjuju olovo koje je na površinu povrća stiglo s prašinom, ali ne i kadmij koji je biljka ugradila u tkivo. Zato propisi najveće dopuštene količine olova i kadmija u povrću primjenjuju nakon pranja i odvajanja jestivog dijela (Europska komisija 2023.g).

Neke opasnosti nastaju tijekom same prerade. Dimljenje i pečenje na otvorenom plamenu stvaraju PAH (policiklički aromatski ugljikovodici), za koje propisi postavljaju posebne

granice u dimljenom mesu i ribi (Europska komisija 2023.g). Pečenje i prženje namirnica bogatih škrobom stvara akrilamid (EFSA CONTAM Panel 2015.). Takve tvari zovemo **procesnim kontaminantima**.

U preradi se lako događa i **unakrsno onečišćenje**, prijenos bakterija sa sirove namirnice na gotovu preko ruku, noževa, dasaka ili radnih površina. Isti mehanizam prenosi i alergene. Linija na kojoj se ujutro proizvodi čokolada s lješnjacima, a poslijepodne čokolada bez njih, se mora temeljito očistiti između dviju proizvodnji, inače druga čokolada može sadržavati tragove lješnjaka.

Za preradu vrijedi obveza samokontrole. Svaki subjekt u poslovanju s hranom osim primarne proizvodnje mora uspostaviti postupke utemeljene na načelima HACCP (Europski parlament i Vijeće 2004.b). Kako to izgleda u maloj sirani i kod pčelara, objašnjava pogl. 7.

2.4 Skladištenje i prijevoz

Skladištenje i prijevoz su rijetko u središtu pozornosti, a u njima se događa mnogo toga.

Za lako kvarljivu hranu presudna je temperatura. Bakterije se u toplini razmnožavaju, a hlađenje ih usporava, ali ih ne uništava. Neprekinut niz hlađenih faza od proizvođača do potrošača zovemo **hladnim lancem**. Ako se taj niz prekine, primjerice kad paleta s jogurtima stoji na suncu ispred trgovine, posljedice se ne vide odmah. Proizvod može izgledati i mirisati uredno do isteka roka, a broj bakterija ipak biti veći od onoga s kojim je proizvođač računao kad je rok određivao.

Za suhu hranu presudna je vlaga. Žitarice, kukuruz, orašasti plodovi, kakao i kava koji se skladište vlažni ili u prostoru u kojem se kondenzira vodena para se mogu naknadno zaraziti plijesnima koje stvaraju mikotoksine, poput ohratoksina A (EFSA CONTAM Panel 2020.b). Za razliku od fuzarijskih toksina, koji nastaju na polju, ti toksini nastaju u skladištu i mogu se spriječiti sušenjem i provjetravanjem.

Prijevoz dodaje još jednu opasnost, a to su prethodni tereti. Cisterna koja je prevozila nešto drugo, nedovoljno očišćen kamion ili kontejner mogu hranu onečistiti tvarima koje u njoj nitko ne bi tražio.

2.5 Prodaja

Prodaja je faza u kojoj lanac prvi put dolazi pod Vaše oči. Temperatura vitrine, stanje ambalaže, rok trajanja i način na koji se rukuje nepakiranom hranom mogu se promatrati i bilježiti.

Na ambalaži postoje dvije vrste roka. Oznaka „upotrijebiti do" se stavlja na mikrobiološki lako kvarljivu hranu, a oznaka „najbolje upotrijebiti do" na hranu koja nakon tog datuma gubi kakvoću, ali ne postaje odmah opasna (Europski parlament i Vijeće 2011.b). Razlika ima i pravne posljedice. Zakon o hrani hranu koja se nalazi na tržištu nakon datuma „upotrijebiti do" smatra štetnom za zdravlje (Hrvatski sabor 2023.b).

Što smijete u trgovini promatrati, fotografirati i zapisati, a što ne, objašnjava IV. dio knjige (pogl. 16 i 17).

2.6 Kućna priprema

Posljednja faza lanca odvija se u Vašoj kuhinji, gdje nema inspektora. Podaci o trovanjima hranom pokazuju da je to važna faza.

U Europskoj uniji je 2024. godine prijavljeno 6558 izbijanja bolesti prenosivih hranom, s 62.481 oboljelih, 3336 hospitalizacija i 53 smrti (EFSA i ECDC 2025.a). Izbijanja koja zahvaćaju samo jedno kućanstvo su bila najčešće prijavljivana vrsta izbijanja u osam država članica, među kojima je i Hrvatska (EFSA i ECDC 2025.a). Kod izbijanja s jakim dokazima koja su se dogodila u kućanstvu, najčešće prijavljen čimbenik bila je nedovoljna toplinska obrada, u 40 % slučajeva (EFSA i ECDC 2025.a). Ti brojevi ovise o tome kako države prijavljuju podatke i ne mogu se izravno uspoređivati među državama, ali pokazuju da se mnogo toga odlučuje kod kuće.

Svjetska zdravstvena organizacija je sažela kućnu higijenu hrane u pet pravila (World Health Organization 2006.a).

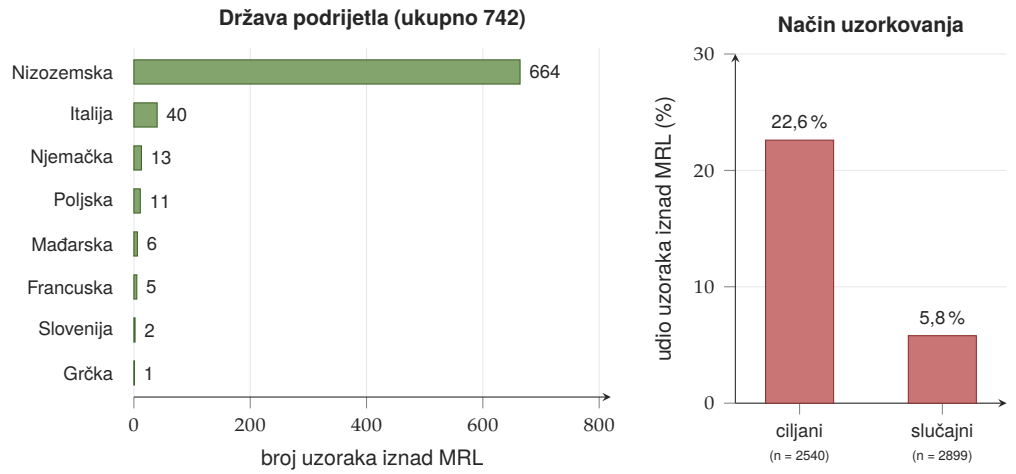
1. Održavajte čistoću ruku, površina i pribora.
2. Odvajajte sirovu hranu od kuhane i gotove.
3. Hranu temeljito kuhajte, posebno meso, perad, jaja i plodove mora.
4. Hranu držite na sigurnoj temperaturi. Kuhanu hranu ne ostavljajte na sobnoj temperaturi dulje od dva sata, a hladite je ispod 5 °C ili držite toplom iznad 60 °C.
5. Koristite sigurnu vodu i neoštećene, svježe namirnice.

Juha iz uvodne priče prvog poglavlja, koja se cijelu noć hladila na štednjaku, je prekršila četvrto pravilo. Neke bakterije, poput *Bacillus cereus* i *Clostridium perfringens*, stvaraju spore koje preživljavaju kuhanje i ponovno klijaju dok se hrana sporo hladi. Prema europskim podacima, neodgovarajuće vrijeme i temperatura čuvanja bili su najčešći čimbenik izbijanja uzrokovanih toksinima tih bakterija (EFSA i ECDC 2025.a).

Hladnjak je kućni dio hladnog lanca. Hladnjak koji je prepun, čija se vrata često otvaraju ili u koji se stavlja topla hrana teško održava temperaturu ispod 5 °C, koju preporučuje Svjetska zdravstvena organizacija (World Health Organization 2006.a). Termometar u hladnjaku stoji nekoliko eura i daje podatak koji se ne može dobiti ni na jedan drugi način. Kako ga postaviti i kako bilježiti mjerenja, opisuje pogl. 13.

Kuhinja je i mjesto na kojem se lanac nastavlja za druge. Hrana koju pripremate za obiteljsko slavlje, školsku priredbu ili humanitarnu akciju putuje dalje, do ljudi koji ne znaju kako je pripremljena. Za takve prilike pravila iz ovog odjeljka vrijede dvostruko, a posebno pravilo o hlađenju velikih količina hrane.

U kuhinji ulaze i neke kemijske opasnosti. Posuđe, posude i folije otpuštaju u hranu male količine svojih sastojaka, posebno kad se zagrijavaju ili dolaze u dodir s kiselom ili masnom hranom (pogl. 5).



Slika 2.3. Uzorci jaja i mesa kokoši s ostacima iznad najveće dopuštene razine u praćenju od rujna do studenog 2017. Gotovo devet desetina spornih uzoraka potječe iz jedne države, a ciljani uzorci su bili sporni gotovo četiri puta češće od slučajnih. (EFSA 2018.)

Iz prakse · Fipronil u jajima, 2017.

Belgijska tijela su u srpnju 2017. otkrila u jajima ostatke fipronila, insekticida koji nije dopušten za uporabu na životinjama koje služe za proizvodnju hrane. Pokazalo se da je sredstvo s fipronilom korišteno na farmama nesilica protiv crvene kokošje grinje. Milijuni jaja su povučeni s tržišta (EFSA 2018.).

Države su u naknadnom praćenju, od rujna do studenog 2017., dostavile rezultate za 5439 uzoraka, koje je objedinila EFSA. Ostaci iznad najveće dopuštene razine su pronađeni u 742 uzorka, i to u 601 uzorku svježih jaja, 134 uzorka masti kokoši nesilica, pet uzoraka mišićnog tkiva i dva uzorka jaja u prahu. Od 742 sporna uzorka, 664 potječu iz Nizozemske, a ostali iz sedam drugih država članica (EFSA 2018.).

Slučaj dobro pokazuje put kroz lanac. Opasnost je ušla u primarnoj proizvodnji, preko nedopuštenog sredstva za suzbijanje grinja. Iz jaja je prešla u prerađene proizvode, a iz kokoši nesilica, nakon klanja, u meso. Velik dio spornih uzoraka je pronađen ciljanim uzorkovanjem kod proizvođača za koje se znalo ili sumnjalo da su sredstvo koristili (EFSA 2018.). Od 2540 ciljanih uzoraka granicu je prelazilo 574, a od 2899 slučajnih njih 168 (slika 2.3). Bez sljedivosti takvo ciljanje ne bi bilo moguće.

2.7 Voda i uvoz, dvije poveznice lanca

Slika 2.1 prikazuje lanac kao jednu liniju. U stvarnosti u njega sa strane ulaze još dvije stvari koje se lako zaborave.

Prva je **voda**. Voda je sastojak gotovo svake prerađene hrane, koristi se za pranje sirovina, čišćenje opreme, hlađenje i pripremu leda. Zato propisi o higijeni traže da voda koja dolazi u dodir s hranom u objektima za njezinu preradu bude voda za piće (Europski parlament i Vijeće 2004.b). Kakvoću vode za piće uređuje posebna direktiva, s graničnim vrijednostima za mikrobiološke i kemijske pokazatelje (Europski parlament i Vijeće 2020.). U primarnoj proizvodnji su zahtjevi blaži, a voda za navodnjavanje i pojenje dolazi iz bunara, rijeka i kanala. Tu se lanac hrane izravno spaja s onečišćenjem podzemnih i površinskih voda (pogl. 4 i 15). Ako u kućanstvu koristite vodu iz vlastitog bunara, ona je istodobno voda za piće i sastojak hrane, a za njezinu kakvoću odgovorni ste sami.

Druga je **uvoz**. Velik dio hrane na našim policama, ili njezinih sastojaka, dolazi izvan Europske unije. Pošiljke iz trećih zemalja se provjeravaju na graničnim kontrolnim postajama, a učestalost provjera ovisi o procijenjenom riziku za pojedinu vrstu hrane i podrijetlo (Europski parlament i Vijeće 2017.). Kad se za neku kombinaciju hrane i države pokaže da je problematična, učestalost se povećava, a uvoznik mora priložiti potvrdu o analizi. Tako je bilo sa sezamom iz Indije nakon otkrića etilen-oksida 2020. godine (pogl. 5). Udio nesukladnih uzoraka u pojačanim kontrolama uvoza je u europskom praćenju ostataka pesticida bio dvostruko veći nego u nacionalnim programima (EFSA 2026.).

Za građanina to znači da podatak o podrijetlu nije samo pitanje domoljublja ili kakvoće. On govori o tome koji je sustav nadzora pratio hranu u prvim fazama lanca i koliko je dug put koji je hrana prošla. Pravila o navođenju podrijetla na deklaraciji objašnjava pogl. 11.

2.8 Što građanin vidi u lancu

Vratite se na sliku 2.1. Od šest faza, građanin bez posebnih dopuštenja izravno vidi dvije, prodaju i vlastitu kuhinju. Za ostale četiri ima samo posredne podatke s deklaracije, od prodavača ili iz javnih izvješća.

To nije razlog za odustajanje, nego razlog za preciznost. U prodaji možete zabilježiti temperaturu vitrine, stanje ambalaže, rok trajanja, seriju i vrijeme. U kuhinji možete izmjeriti temperaturu hladnjaka i provjeriti koliko dugo kuhana hrana stoji na stolu. Za vlastiti vrt, kokoši i bunar nalazite se u ulozi primarnog proizvođača i vidite i prvu fazu (pogl. 15). Ako imate dopuštenje proizvođača, i farma ili sirana mogu postati mjesto promatranja.

Najvažnije je razlikovati opažanje od zaključka. Zapis „vitrina s mesom pokazivala je 9 °C u 17:20, termometar trgovine, fotografija 0143" je opažanje. Zapis „meso u toj trgovini je pokvareno" je zaključak koji opažanje ne podupire. Prvi zapis ima vrijednost za inspekciju, za bazu rezultata i za Vas same kad se za mjesec dana budete pitali što ste vidjeli. Drugi zapis može biti netočan i može Vas dovesti u neugodan položaj ako ga javno ponovite (pogl. 16 i 32).

Opažanja iz pojedinih faza lanca dobivaju na vrijednosti kad se ponavljaju. Jedno mjerenje temperature vitrine govori o jednom trenutku. Deset mjerenja u različite dane i u različito doba dana govori o tome kako se trgovina ponaša. Kako planirati takva ponovljena opažanja, opisuje pogl. 10.

Granice metode · Što se ne vidi

Promatranjem lanca mogu se uočiti uvjeti koji pogoduju opasnosti, poput tople vitrine ili oštećene ambalaže. Sama opasnost se uglavnom ne vidi. Hladnjak na 12 °C ne znači da je jogurt u njemu onečišćen, a hladnjak na 4 °C ne znači da nije. Kemijske opasnosti iz rane faze lanca, poput kadmija, dioksina ili ostataka pesticida, se ne mogu uočiti ni u jednoj kasnijoj fazi bez laboratorijske analize (pogl. 12).

Pokušajte sami

Nacrtajte put jedne namirnice

SVRHA

Rekonstruirati lanac jedne namirnice i odrediti koje faze možete dokumentirati, a koje ne.

PRIBOR

Jedna pakirana namirnica životinjskog podrijetla (mlijeko, jogurt, jaja ili meso), bilježnica, mobitel s fotoaparatom.

POSTUPAK

1. Fotografirajte sve strane ambalaže.
2. S ambalaže prepišite naziv i adresu subjekta, oznaku odobrenog objekta (ovalni identifikacijski znak s oznakom države i brojem objekta, Europski parlament i Vijeće 2004.c), seriju, rok trajanja, podrijetlo i upute o čuvanju.
3. U bilježnici nacrtajte šest faza sa slike 2.1. Uz svaku fazu napišite sve što o njoj znate za ovu namirnicu i odakle to znate.
4. Za faze o kojima ne znate ništa zapišite pitanje koje biste postavili proizvođaču.

ŠTO BILJEŽITI

Datum i mjesto kupnje, sve podatke s ambalaže, temperaturu police ili hladnjaka u trgovini ako ste je primijetili, vrijeme od kupnje do stavljanja u Vaš hladnjak.

KAKO TUMAČITI

Faze uz koje stoje samo pitanja jesu slijepe pjege. One nisu znak da nešto nije u redu, nego mjesta na kojima ovisite o tuđem nadzoru. Usporedite crtež s nekim tko je odabrao drugu namirnicu.

GRANICE

Deklaracija ne govori o primarnoj proizvodnji ništa osim, u nekim slučajevima, o podrijetlu. Ovaj zadatak ne govori ništa o tome je li namirnica sigurna.

⚠ **Sigurnost.** Ne ulazite na farme, u skladišta ni pogone bez dopuštenja vlasnika.

Zapamtiti

Kemijske opasnosti uglavnom ulaze rano u lanac i kasnije se ne mogu ukloniti. Biološke opasnosti mogu ući u bilo kojoj fazi, mogu se umnožiti i mogu se uništiti, pa je posljednja faza, kuhinja, često presudna.

Pojmovnik poglavlja

Primarna proizvodnja. Uzgoj biljaka i životinja, žetva, berba, mužnja, lov, ribolov i sakupljanje divljih plodova, do klanja ili prve prerade.

Kritična točka. Mjesto u lancu na kojem se opasnost može spriječiti, ukloniti ili smanjiti na prihvatljivu razinu.

Karencija. Propisano vrijeme između posljednje primjene pesticida ili lijeka i berbe, klanja ili mužnje.

Hladni lanac. Neprekinut niz hlađenih faza skladištenja, prijevoza i prodaje lako kvarljive hrane.

Unakrsno onečišćenje. Prijenos mikroorganizama ili alergena s jedne namirnice na drugu preko ruku, pribora ili površina.

Procesni kontaminant. Štetna tvar koja nastaje tijekom prerade, na primjer pri dimljenju, pečenju ili prženju.

Provjera znanja

1. Zašto propisi o hrani obuhvaćaju i hranu za životinje?
2. Navedite po jedan primjer kemijske, biološke i fizičke opasnosti.
3. Zašto pasterizacija ne rješava problem aflatoksina M1 u mlijeku?
4. Koja je razlika između oznaka „upotrijebiti do” i „najbolje upotrijebiti do”?

5. Zašto se kuhana juha ne smije sporo hladiti preko noći na štednjaku?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 3

Načini proizvodnje

U OVOM POGLAVLJU

- Po čemu se razlikuju konvencionalna, integrirana i ekološka proizvodnja.
- Što stoji iza znaka Europske unije za ekološku proizvodnju i iza oznake kontrolnog tijela.
- Što jamče oznake izvornosti, „Dokazana kvaliteta" i natpis „domaće", a što ne jamče.
- Zašto ekološki proizvod nije zaštićen od onečišćenja iz okoliša.

TRI JABUKE

Subota ujutro, tržnica i trgovina u istoj ulici. Na štandu jabuke bez ikakve oznake, uz rukom pisan natpis „domaće, neprskano". U trgovini dvije vrste u plastičnim pliticama. Jedna ima zeleni list sastavljen od zvjezdica i šifru koja počinje s HR, druga nema ništa osim zemlje podrijetla. Ekološke jabuke su gotovo dvostruko skuplje.

Kupac stoji i računa. Za što točno plaća razliku? Je li „neprskano" s tržnice isto što i zeleni list iz trgovine? A ako je voćnjak s tržnice uz autocestu, a ekološki uz rijeku u koju se ispušta otpadna voda, koja je jabuka „čišća"?

Na ta pitanja ne odgovara cijena, ni boja ambalaže, ni prodavač. Odgovaraju propisi, kontrolna tijela i, za dio pitanja, samo laboratorij.

3.1 Tri načina proizvodnje

Poljoprivredna proizvodnja u Europskoj uniji se obično opisuje kroz tri načina. Granice među njima nisu oštre, a sva tri podliježu istim propisima o sigurnosti hrane. Ista najveća dopuštena količina kadmija u pšenici vrijedi za konvencionalnu, integriranu i ekološku pšenicu (Europska komisija 2023.g), a iste najveće dopuštene razine ostataka pesticida vrijede za svu hranu na tržištu (Europski parlament i Vijeće 2005.). Razlike su u pravilima proizvodnje, a ne u graničnim vrijednostima za gotov proizvod.

Konvencionalna proizvodnja

Konvencionalna proizvodnja je naziv za proizvodnju koja koristi sva sredstva dopuštena propisima, uključujući sintetska sredstva za zaštitu bilja, mineralna gnojiva i, u stočarstvu, odobrene veterinarske lijekove. To nije proizvodnja „bez pravila". Sredstvo za zaštitu bilja se smije koristiti samo ako je odobreno, samo na usjevima za koje je odobreno i uz poštivanje karencije. Ostaci u hrani ne smiju prijeći najveće dopuštene razine (Europski parlament i Vijeće 2005.).

Od 2014. godine svi profesionalni korisnici pesticida u Europskoj uniji moraju primjenjivati opća načela **integrirane zaštite bilja** (Europski parlament i Vijeće 2009.). Ta načela traže da se najprije koriste preventivne mjere, poput plodoreda, otpornih sorti i higijene, da se štetnici prate i da se kemijska sredstva primjenjuju tek kad zaraza prijeđe prag štetnosti, i to ona s najmanjim učinkom na zdravlje i okoliš. Koliko se ta načela u praksi doista provode, drugo je pitanje, ali pravno su obvezna za sve.

Integrirana proizvodnja

Integrirana proizvodnja ide korak dalje. Proizvođač dobrovoljno preuzima strože tehnološke upute za pojedinu kulturu, vodi detaljnu evidenciju i podliježe nadzoru. U Hrvatskoj je integrirana proizvodnja uređena pravilnikom iz 2012., izmijenjenim 2014., koji propisuje upisnik proizvođača, nadzor i znak za označavanje proizvoda (Ministarstvo poljoprivrede 2012.). Je li proizvođač upisan u upisnik i smije li koristiti znak, možete pitati samog proizvođača ili Ministarstvo poljoprivrede.

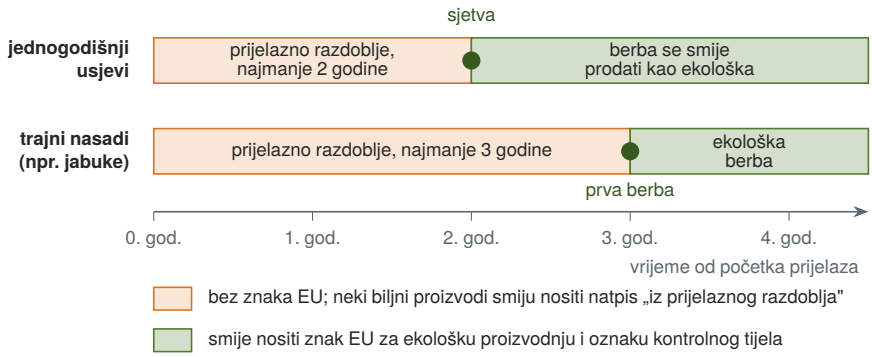
Za kupca je važno znati da integrirana proizvodnja nije ekološka. U njoj se smiju koristiti sintetska sredstva za zaštitu bilja, ali uz više ograničenja i uz bolji nadzor nego što traži minimum propisa.

Ekološka proizvodnja

Ekološka proizvodnja je jedini od tri načina koji je u cijeloj Europskoj uniji uređen posebnom uredbom, Uredbom (EU) 2018/848 (Europski parlament i Vijeće 2018.). Ta uredba propisuje pravila proizvodnje, nadzor, označivanje i uvoz. Izrazi „ekološki", „biološki", „organski" i njihove skraćenice, poput „eko" i „bio", se smiju koristiti samo za proizvode koji su proizvedeni u skladu s tom uredbom (Europski parlament i Vijeće 2018.). Netko tko na svoje jabuke napiše „bio", a nije u sustavu kontrole, krši propis.

Najvažnija pravila su sljedeća.

- Smiju se koristiti samo sredstva za zaštitu bilja, gnojiva i drugi proizvodi koji su odobreni za ekološku proizvodnju. Većina sintetskih pesticida i mineralnih dušičnih gnojiva nije dopuštena.
- Prije nego što se biljni proizvodi smiju prodavati kao ekološki, parcela mora proći **prijelazno razdoblje**. Ono traje najmanje dvije godine prije sjetve, odnosno najmanje tri godine prije prve berbe kod trajnih nasada (Europski parlament i Vijeće 2018.).



Slika 3.1. Najkraće prijelazno razdoblje za jednogodišnje usjeve i trajne nasade. Dok traje prijelaz, proizvodnja se vodi po ekološkim pravilima i pod nadzorom, ali proizvod ne smije nositi znak Europske unije za ekološku proizvodnju. (Europski parlament i Vijeće 2018.)

- Prerađena hrana smije nositi ekološku oznaku u nazivu samo ako je najmanje 95 % masenog udjela sastojaka poljoprivrednog podrijetla ekološko (Europski parlament i Vijeće 2018.).
- Svaki subjekt podliježe nadzoru kontrolnog tijela, koje izdaje certifikat.

Prijelazno razdoblje objašnjava zašto proizvođač koji danas prijeđe na ekološka pravila ne može već iduće sezone prodavati ekološke proizvode (slika 3.1).

3.2 Što piše na ekološkom proizvodu

Pretpakirana ekološka hrana proizvedena u Europskoj uniji mora imati tri podatka (Europski parlament i Vijeće 2018.).

1. **Znak Europske unije za ekološku proizvodnju**, zeleni list sastavljen od zvjezdica. Taj znak je službena potvrda da je proizvod u skladu s uredbom (Europski parlament i Vijeće 2018.).
2. **Brojčana oznaka kontrolnog tijela** koje nadzire subjekta koji je obavio zadnju operaciju u proizvodnji ili pripremi. Za Hrvatsku oznaka počinje s HR, nastavlja se riječju koja upućuje na ekološku proizvodnju i završava brojem kontrolnog tijela. Propisani oblik je HR-EKO-00, gdje su posljednje dvije znamenke broj tijela. Brojeve dodjeljuje Ministarstvo poljoprivrede, koje vodi i upisnik ovlaštenih kontrolnih tijela (Ministarstvo poljoprivrede 2022.a).
3. Mjesto uzgoja poljoprivrednih sirovina, u obliku „uzgojeno u EU-u", „uzgojeno izvan EU-a" ili „uzgojeno u EU-u/izvan EU-a", ili s imenom države ako su sve sirovine iz nje (Europski parlament i Vijeće 2018.).

Nacionalni i privatni znakovi se smiju koristiti uz znak Europske unije (Europski parlament i Vijeće 2018.). Hrvatska ima nacionalni znak za ekološke proizvode, čiji izgled i uvjete uporabe propisuje Pravilnik o kontrolnom sustavu ekološke poljoprivrede iz 2022. Znak je okrugao. Na zelenom rubu su bijeli natpisi „HRVATSKI" i „PROIZVOD" te s

obje strane po pet zvjezdica, a u sredini je zelenom bojom rukopisnim slovima ispisana riječ EKO. Znak se ne smije koristiti za proizvode iz prijelaznog razdoblja (Ministarstvo poljoprivrede 2022.a). Nacionalni znak ne zamjenjuje znak Europske unije, nego mu se dodaje (Ministarstvo poljoprivrede 2022.a).

Proizvod iz prijelaznog razdoblja ne smije nositi znak Europske unije. Neki biljni proizvodi se smiju označiti izrazom „iz prijelaznog razdoblja" (Europski parlament i Vijeće 2018.). Ako takav proizvod vidite na tržnici, to je pošten podatak, a ne ekološki proizvod.

3.3 Što ekološka oznaka jamči, a što ne

Ekološka oznaka je jamstvo o *načinu proizvodnje*. Ona kaže da je proizvođač koristio samo dopuštena sredstva, da je parcela prošla prijelazno razdoblje, da je vodio evidenciju i da ga je kontrolno tijelo provjerilo. To je vrijedan podatak, i za okoliš i za kupca.

Ekološka oznaka nije jamstvo o *sastavu proizvoda* u smislu odsutnosti svih onečišćivača. Tri su razloga.

Onečišćenje iz okoliša ne pita za certifikat

Kadmij u tlu, olovo u prašini uz cestu, dioksini iz dima, PFAS u podzemnoj vodi i stari PCB (poliklorirani bifenili) u tlu jednako ulaze u ekološku i u konvencionalnu biljku ili životinju. Ekološki proizvođač ne smije koristiti sintetske pesticide, ali ne može utjecati na ono što je u tlo stiglo prije njega ili što donose vjetar i voda. Uredba o ekološkoj proizvodnji ne propisuje posebne, strože granice za kontaminante iz okoliša, pa za ekološku hranu vrijede iste najveće dopuštene količine kao i za ostalu (Europski parlament i Vijeće 2018.; Europska komisija 2023.g).

Kod životinja razlika može ići i u suprotnom smjeru. Ekološki uzgoj traži da kokoši imaju pristup ispustu na otvorenom (Europski parlament i Vijeće 2018.). Kokoš koja kopa po zemlji unosi i čestice tla, a s njima i dioksine, PCB i metale koji su u tom tlu (Waegeneers i sur. 2009.). Nizozemsko istraživanje kokoši koje se drže na otvorenom je pokazalo da su jaja s pojedinih farmi prelazila tada važeću granicu za dioksine (pogl. 4) (Kijlstra i sur. 2007.). To ne znači da su jaja iz ispusta lošija, nego da njihova kakvoća više ovisi o tlu po kojem kokoši hodaju.

Nedopuštena tvar može doći izvana

Ekološki proizvod može sadržavati i ostatke pesticida, iako ih proizvođač nije koristio. Zanošenje sa susjedne parcele, onečišćena oprema ili prijevoz, ili prijevara u lancu nabave mogu unijeti tvar koja u ekološkoj proizvodnji nije dopuštena. Uredba zato traži da subjekti poduzmu mjere opreza, a nadležna tijela da provedu istragu kad god prime potkrijepljenu informaciju o prisutnosti nedopuštene tvari. Dok istraga traje, proizvod se ne smije prodavati kao ekološki (Europski parlament i Vijeće 2018.). Jedinstven prag na razini Europske unije iznad kojeg proizvod automatski gubi ekološki status nije propisan,

a države koje su imale takva nacionalna pravila smiju ih zadržati (Europski parlament i Vijeće 2018.).

Prosjek nije pojedinačni proizvod

Sustavni pregled i meta-analiza 343 recenzirana znanstvena rada je pokazala da ekološki uzgojeni usjevi u prosjeku sadrže manje kadmija i rjeđe imaju ostatke pesticida od konvencionalnih (Barański i sur. 2014.). Isto pokazuje i europsko praćenje. U nacionalnim programima za 2024. godinu 80,4 % od 5939 uzoraka ekoloških proizvoda nije imalo mjerljivih ostataka, a nesukladno je bilo 0,4 %, prema 1,8 % u svim uzorcima tih programa (EFSA 2026.) (slika 5.1). To su prosjeci mnogih uzoraka i usporedbi. Za pojedinu jabuku s pojedinog voćnjaka više govori tlo na kojem je rasla nego oznaka na pakiranju.

Iz prakse · Etilen-oksid u sezamu, i u ekološkim proizvodima

Belgija je u rujnu 2020. kroz sustav RASFF (sustav brzog uzbunjivanja za hranu i hranu za životinje) prijavila ostatke etilen-oksida u sezamu iz Indije. Etilen-oksid je kao pesticid u Europskoj uniji zabranjen. Svrstan je među mutagene, kancerogene i reproduktivno toksične tvari. Slijedili su opsežno praćenje i testiranje, a do kraja siječnja 2021. bilo je 477 obavijesti o toj tvari. Povučeni su i proizvodi koji su sadržavali sporni sezam, poput humusa, kruha i umaka (Laaninen 2021.).

Izvješće istraživačke službe Europskog parlamenta navodi da su pogođeni bili i konvencionalni i ekološki proizvodi (Laaninen 2021.). Kao moguće objašnjenje navodi se fumigacija sjemenki etilen-oksidom radi uništavanja salmonele, prije izvoza. Ekološki status sirovine nije zaštitio od postupka koji je obavljen negdje drugdje u lancu. Više o slučaju u pogl. 5.

3.4 Oznake podrijetla i kvalitete

Na hrani se, uz ekološku oznaku, mogu naći oznake koje govore o podrijetlu, tradiciji ili posebnim svojstvima. One se često miješaju s oznakama sigurnosti, a nisu to.

Zaštićene oznake Europske unije

Europska unija štiti nazive proizvoda povezanih s određenim područjem ili tradicijom. Tu zaštitu od 2024. uređuje Uredba (EU) 2024/1143 (Europski parlament i Vijeće 2024.b). Postoje tri vrste oznaka.

- **Zaštićena oznaka izvornosti** (ZOI) traži da se sve faze proizvodnje odvijaju na određenom području i da svojstva proizvoda bitno ili isključivo proizlaze iz tog područja, uključujući prirodne i ljudske čimbenike.
- **Zaštićena oznaka zemljopisnog podrijetla** (ZOZP) traži da se barem jedna faza proizvodnje odvija na određenom području i da se kakvoća, ugled ili druga značajka proizvoda bitno može pripisati njegovu zemljopisnom podrijetlu.

- **Zajamčeno tradicionalni specijalitet** (ZTS) ne govori o području, nego o tradicionalnom sastavu ili načinu proizvodnje.

Definicije ZOI i ZOZP su u članku 46. Uredbe (Europski parlament i Vijeće 2024.b). Paški sir i Neretvanska mandarina, na primjer, nose oznaku ZOI, a Krčki pršut i Lički krumpir oznaku ZOZP (Ministarstvo poljoprivrede 2025.).

Svaki zaštićeni naziv ima **specifikaciju**, dokument koji propisuje sirovinu, područje, način proizvodnje i svojstva gotovog proizvoda. Nadzor nad poštivanjem specifikacije provode ovlaštena tijela. Ono što oznaka jamči je sukladnost sa specifikacijom. Specifikacija opisuje kako se pršut soli i suši ili od kojeg mlijeka se sir radi. Ona ne propisuje granice za kontaminante iz okoliša, jer za njih vrijede opći propisi.

Dokazana kvaliteta

Dokazana kvaliteta je dobrovoljni nacionalni sustav kvalitete poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda (Ministarstvo poljoprivrede 2020.). Proizvođači za pojedinu skupinu proizvoda zajednički izrađuju specifikaciju s posebnim svojstvima, koja nadilaze zakonski minimum. Sukladnost provjerava ovlašteno kontrolno tijelo, akreditirano prema normi HRN EN ISO/IEC 17065, koje izdaje potvrdu o sukladnosti (Ministarstvo poljoprivrede 2020.).

Znak postoji u dvije inačice. Inačica s imenom države se smije koristiti samo ako je država proizvodnje odnosno prerade ista kao država podrijetla glavnog sastojka, dakle sastojka koji čini više od polovice proizvoda. Ako to nije tako, koristi se inačica bez imena države (Ministarstvo poljoprivrede 2020.). Za kupca je to koristan podatak. Znak „Dokazana kvaliteta" bez imena države ne govori ništa o podrijetlu sirovine.

Kao i kod zaštićenih oznaka, jamstvo se odnosi na svojstva iz specifikacije. Koja su to svojstva, može se pročitati u specifikaciji objavljenoj na stranicama Ministarstva poljoprivrede. Specifikacija za konzumna jaja, na primjer, traži obvezno cijepljenje pilenki protiv salmonele i propisuje da od dana nesenja do otpreme jaja na prodajna mjesta ne smije proći više od osam dana (Ministarstvo poljoprivrede 2022.b).

„Domaće"

Riječ „domaće" na tržnici, u oglasu ili na etiketi izaziva povjerenje, ali iza nje ne stoje specifikacija i ovlašteno kontrolno tijelo, kao iza ekološke oznake ili ZOI. Za nju vrijedi opće pravilo da informacije o hrani ne smiju dovoditi u zabludu, ni o podrijetlu, ni o načinu proizvodnje, ni o svojstvima koja proizvod nema (Europski parlament i Vijeće 2011.b).

Važnije je pitanje tko proizvod prodaje. Obiteljsko gospodarstvo koje je registrirano kao subjekt u poslovanju s hranom može male količine svojih proizvoda prodavati izravno potrošačima, uz uvjete propisane za takvu prodaju. Za proizvode životinjskog podrijetla ti su uvjeti u Pravilniku o registraciji i odobravanju objekata te o registraciji subjekata u poslovanju s hranom (Ministarstvo poljoprivrede 2021.). Hrana iz neregistrirane djelatnosti se prema Zakonu o hrani smatra neprikladnom za prehranu ljudi (Hrvatski sabor

2023.b). Razlog nije pretpostavka da je takva hrana lošija, nego to da za nju ne postoji ni nadzor ni sljedivost (pogl. 1).

Za građanina istraživača „domaće" je podatak o tome tko je proizvođač, a ne o tome što je u proizvodu. Jaja s dvorišta mogu biti izvrsna, a mogu sadržavati i više dioksina od jaja iz trgovine, ovisno o tlu po kojem kokoši kopaju (pogl. 4 i 15). Prodaja „domaćih" proizvoda koji to nisu je česta prijevara, o kojoj govori pogl. 18.

Tablica 3.1. Što pojedine oznake jamče, a što ne. Sažetak; za pojedinosti vidi tekst.

Oznaka	Propisuje	Jamči	Ne jamči
Znak EU za ekološku proizvodnju	Uredba (EU) 2018/848	Proizvodnju prema pravilima ekološke proizvodnje, nadzor kontrolnog tijela, najmanje 95 % ekoloških sastojaka	Odsutnost kontaminanata iz okoliša; potpunu odsutnost ostataka nedopuštenih tvari
Nacionalni ekološki znak	Pravilnik Ministarstva poljoprivrede	Isto kao znak EU, uz koji se koristi	Isto kao znak EU
ZOI, ZOZP	Uredba (EU) 2024/1143	Sukladnost sa specifikacijom, povezanost s područjem	Posebne granice za onečišćivače; ekološku proizvodnju
ZTS	Uredba (EU) 2024/1143	Tradicionalni sastav ili postupak	Podrijetlo s određenog područja
Dokazana kvaliteta	Pravilnik, NN 18/20	Svojstva iz specifikacije; s imenom države i podrijetlo glavnog sastojka	Podrijetlo, ako na znaku nema imena države; odsutnost onečišćivača
„Domaće"	Nema posebnog značenja; vrijedi zabrana dovođenja u zabludu	Ništa samo po sebi	Registraciju, nadzor, sljedivost, sastav

3.5 Kako birati

Ako oznake ne jamče odsutnost onečišćenja, kako onda birati? Odgovor ovisi o tome koja Vas opasnost brine, a za različite opasnosti su različite i strategije.

Ako Vas brinu ostaci pesticida, ekološki proizvodi su razuman izbor, jer se u njihovoj proizvodnji ne smije koristiti većina sintetskih pesticida, a u prosjeku rjeđe sadrže ostatke (Barański i sur. 2014.). Pritom treba imati na umu da su ostaci u konvencionalnoj hrani u velikoj većini uzoraka ispod propisanih granica (pogl. 5).

Ako Vas brinu onečišćivači iz okoliša, oznaka načina proizvodnje pomaže malo. Više pomaže raznolikost. Tko svaki dan jede povrće iz istog vrta, jaja istih kokoši i ribu iz istog jezera, svu izloženost veže uz jedno mjesto. Ako je to mjesto čisto, nema problema. Ako nije, izloženost je mnogo veća nego kod nekoga tko istu vrstu hrane kupuje iz različitih izvora. To nije razlog da se odustane od vlastitog vrta, nego razlog da se za vrt na sumnjivom mjestu jednom provjeri tlo (pogl. 15).

Ako Vas brine prijevara, pomaže oznaka s nadzorom treće strane, dakle ekološka oznaka, zaštićena oznaka ili „Dokazana kvaliteta". Iza svake od njih stoji kontrolno tijelo koje se može pitati i kojem se može prijaviti sumnja. Za „domaće" bez imena i registracije takva adresa ne postoji.

Ako Vas brine sve, pomaže Vam podatak. Fotografija deklaracije, serija, mjesto i datum kupnje i, kad postoji razlog, analiza u laboratoriju. Pitanje „koja je jabuka čišća" iz uvodne priče se ne može riješiti oznakama ni cijenom, ali može dobro uzetim uzorkom (V. dio).

Odgovornost · Prodajete li jaja susjedima

Mnogi uzgajivači koji imaju višak jaja, povrća ili meda daju ga ili prodaju susjedima i poznanicima. Zakon o hrani hranu iz neregistrirane djelatnosti poslovanja s hranom svrstava među hranu neprikladnu za prehranu ljudi (Hrvatski sabor 2023.b). Postoje pojednostavljena pravila za male količine primarnih proizvoda životinjskog podrijetla koje proizvođač izravno prodaje potrošačima. Prema članku 6. Pravilnika o registraciji i odobravanju objekata, upis nije potreban za objekt u kojem se proizvodi do 50 jaja dnevno, ako se jaja prodaju krajnjem potrošaču na mjestu proizvodnje ili u vlastitoj turističkoj ponudi. Isto vrijedi za pčelinje proizvode s vlastitog pčelinjaka koji se prodaju na mjestu proizvodnje. Za veće količine i za prodaju na tržnici upis je obvezan (Ministarstvo poljoprivrede 2021.). Pravilnik posebno ne uređuje poklanjanje, pa se u nejasnim slučajevima savjetujte s nadležnom veterinarskom službom ili pravnikom.

Ako želite prodavati, raspitajte se kod nadležnih službi kako se registrirati. Ako sudjelujete u programu građanske znanosti i analizirate vlastita jaja, imajte na umu da nalaz iznad granice ne obvezuje samo Vas. Ako ste jaja davali drugima, odgovorno je obavijestiti ih (pogl. 32).

Mit ili činjenica

MIT

Ekološka hrana je bez kemije, pa je ne treba provjeravati.

ŠTO KAŽU PODACI

Ekološka proizvodnja zabranjuje većinu sintetskih pesticida i gnojiva, ali kontaminanti iz okoliša ulaze u ekološke proizvode jednako kao u ostale, a za njih vrijede iste granice (Europski parlament i Vijeće 2018.; Europska komisija 2023.g). Ekološki proizvodi su bili među povučenim proizvodima u slučaju etilen-oksida u sezamu (Laaninen 2021.), a jaja kokoši s ispustom mogu imati više dioksina ako je tlo onečišćeno (Kijlstra i sur. 2007.). Uz to, „kemija" je sve, i voda i vitamin C. Pitanje nije ima li kemije, nego koje tvari i u kojoj količini.

Praktični zadatak · Lov na oznake

U jednoj trgovini i na jednoj tržnici pronađite po tri proizvoda s različitim oznakama (ekološki znak, ZOI ili ZOZP, „Dokazana kvaliteta", „domaće" ili neka privatna oznaka). Za svaki proizvod zapišite i fotografirajte sljedeće.

1. Točan tekst oznake i, za ekološke proizvode, oznaku kontrolnog tijela i mjesto uzgoja.
2. Kod znaka „Dokazana kvaliteta", ima li ime države.
3. Kod ZOI i ZOZP, puni zaštićeni naziv. Kod kuće potražite specifikaciju i zapišite tri svojstva koja ona propisuje.
4. Kod „domaćih" proizvoda, ima li prodavač istaknute podatke o registraciji.

Na kraju u jednoj rečenici napišite što svaka oznaka jamči. Usporedite s tablicom 3.1.

Zapamtiti

Ekološke oznake i oznake kvalitete jamče način proizvodnje i sukladnost sa specifikacijom, a ne odsutnost onečišćenja iz okoliša. Za sve načine proizvodnje vrijede iste granice za kontaminante i ostatke pesticida.

Pojmovnik poglavlja

Konvencionalna proizvodnja. Proizvodnja koja koristi sva sredstva dopuštena propisima, uključujući sintetske pesticide i mineralna gnojiva.

Integrirana zaštita bilja. Pristup koji daje prednost preventivnim mjerama i praćenju, a kemijska sredstva primjenjuje tek kad zaraza prijeđe prag štetnosti; obvezan za sve profesionalne korisnike pesticida u EU.

Ekološka proizvodnja. Proizvodnja prema Uredbi (EU) 2018/848, uz dopuštena sredstva, prijelazno razdoblje i nadzor kontrolnog tijela.

Prijelazno razdoblje. Razdoblje od najmanje dvije, odnosno tri godine tijekom kojeg se parcela vodi po ekološkim pravilima, a proizvodi se još ne smiju prodavati kao ekološki.

Specifikacija. Dokument koji propisuje sirovine, područje, postupak i svojstva proizvoda sa zaštićenom oznakom ili oznakom kvalitete.

Zaštićena oznaka izvornosti. Naziv proizvoda čije sve faze proizvodnje se odvijaju na određenom području i čija svojstva proizlaze iz tog područja.

Provjera znanja

1. Vrijede li za ekološku hranu strože granice za kadmij od onih za konvencionalnu?
2. Koja tri podatka moraju biti na pretpakiranom ekološkom proizvodu iz EU?
3. Zašto jaja kokoši s ispustom mogu sadržavati više dioksina od jaja kokoši u zatvorenom?
4. Što znači znak „Dokazana kvaliteta" bez imena države?
5. Što jamči natpis „domaće"?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 4

Okoliš kao izvor opasnosti

U OVOM POGLAVLJU

- Kojim putevima onečišćivači iz tla, vode i zraka ulaze u hranu.
- Što treba znati o olovu, kadmiju, živi, arsenu, PFAS, dioksinima, PCB i PAH.
- Što je faktor prijenosa iz tla u biljku i o čemu ovisi.
- Kako onečišćivači iz hrane za životinje i iz tla prelaze u jaja, mlijeko i meso.

VRT IZA KUĆE

Obitelj je kupila staru kuću na rubu grada. Uz kuću je vrt koji je prethodni vlasnik obrađivao četrdeset godina, a iza vrta je kokošinjac. Stotinjak metara dalje prolazi županijska cesta. Na kraju ulice je napuštena radionica u kojoj su se, kažu susjedi, nekad popravljali transformatori. Netko je prije petnaestak godina na livadi iza radionice palio kabele da dođe do bakra.

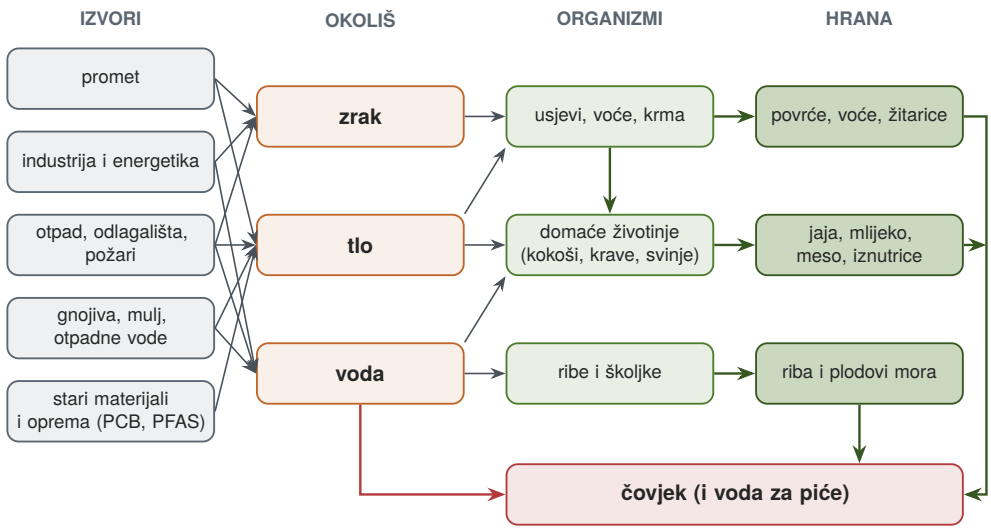
Prvog proljeća su posadili salatu, mrkvu i krumpir i kupili šest kokoši. Jaja su bila izvrsna. Tek kad je kći pošla u vrtić, majka se zapitala odakle dolazi sve ono što ne vidi. Što je ostalo u tlu od ceste, radionice i paljenja kabela? Prelazi li iz tla u mrkvu? A u jaja? Treba li nešto analizirati i, ako treba, što?

4.1 Tlo, voda i zrak kao putevi

Onečišćivači iz okoliša nastaju u prometu, industriji, energetici, gospodarenju otpadom i poljoprivredi, a neki potječu iz materijala koji se odavno više ne proizvode. Do hrane dolaze kroz tri medija, a to su zrak, tlo i voda (slika 4.1).

Zrak prenosi plinove i čestice. Čestice se talože na lišće i na tlo. Olovo iz starog benzina, dioksini iz nekontroliranog spaljivanja i PAH iz izgaranja tako stižu daleko od izvora, ali najviše ih ostaje u blizini.

Tlo pamti. Metali se ne razgrađuju, a dioksini, PCB i mnogi PFAS se razgrađuju desetljećima. Ono što je u tlo stiglo prije pedeset godina može i danas biti ondje. Iz tla onečišćivači prelaze u biljke preko korijena, na biljke prskanjem čestica tla kišom, a u životinje gutanjem tla i hrane koja raste na njemu.



Slika 4.1. Pojednostavljeni putevi onečišćivača iz okoliša u hranu. Iz zraka se tvari talože na biljke, iz tla ulaze kroz korijen ili gutanjem tla, a iz vode navodnjavanjem i pojenjem. Debljim strelicama označen je prijelaz u hranu, uključujući krmu za životinje. Isti onečišćivač često stiže s više strana istodobno.

Voda nosi otopljene tvari. Podzemna voda iz bunara, voda za navodnjavanje, voda za pojenje stoke i voda u kojoj žive ribe i školjke mogu prenijeti onečišćenje s mjesta na kojem je nastalo na mjesto na kojem ga nitko ne očekuje. Neke tvari, poput kratkolančanih PFAS, su dobro topljive u vodi i lako putuju podzemljem (Ghisi i sur. 2019.).

Važna su još dva pojma. **Bioakumulacija** je nakupljanje tvari u organizmu, jer je unos brži od izlučivanja. Kadmij se, na primjer, nakuplja u bubrezima, gdje se zadržava godinama (EFSA CONTAM Panel 2009.). **Biomagnifikacija** je porast koncentracije uz hranidbeni lanac, od plijena prema grabežljivcu. Metilživa se tako nakuplja u velikim grabežljivim ribama poput sabljarke, morskog psa i tune (EFSA CONTAM Panel 2012.). Zato propis za te vrste dopušta veću koncentraciju žive nego za ostale ribe, jer bi niža granica isključila gotovo sav ulov, a stručna tijela osjetljivim skupinama preporučuju da ih jedu rjeđe (Europska komisija 2023.g; EFSA CONTAM Panel 2012.).

4.2 Metali

Četiri metala i polumetala imaju u sigurnosti hrane posebno mjesto, a to su olovo, kadmij, živa i arsen. Svi se prirodno nalaze u stijenama i tlu, a ljudske djelatnosti povećavaju njihovu koncentraciju u okolišu. Glavni izvori u prehrani i referentne vrijednosti EFSA su sažeti u tablici 4.1.

Olovo

Olovo djeluje na živčani sustav u razvoju, na bubrege i na krvni tlak. Najosjetljivija su nerođena djeca, dojenčad i mala djeca. EFSA je 2010. zaključila da za olovo nije moguće odrediti podnošljiv unos ispod kojeg nema učinka, pa je raniji podnošljivi tjedni unos povučen. Umjesto njega se koriste referentne doze, od kojih je najniža 0,50 μg/kg tjelesne mase dnevno, za razvojnu neurotoksičnost kod djece (EFSA CONTAM Panel 2010.a).

Olovo u biljke slabo ulazi preko korijena. Veći dio olova na povrću potječe od prašine i čestica tla na površini lista, pa pranje i ljuštenje pomažu (Kabata-Pendias 2011.). Zato propisane najveće dopuštene količine vrijede nakon pranja i odvajanja jestivog dijela (Europska komisija 2023.g). Izvori olova u kućanstvu su i stare olovne cijevi te neka keramika s neodgovarajućom glazurom, o čemu govori pogl. 5. Divljač odstrijeljena olovnim streljivom može sadržavati krhotine olova u mesu oko rane, jer se zrno pri udaru raspada na sitne čestice (Green i Pain 2019.).

Kadmij

Kadmij se nakuplja u bubrezima i oštećuje ih, a utječe i na kosti. Biološki poluživot kadmija u ljudskom tijelu iznosi od 10 do 30 godina (EFSA CONTAM Panel 2009.). Podnošljivi tjedni unos (TWI) koji je odredila EFSA iznosi 2,5 μg/kg tjelesne mase (EFSA CONTAM Panel 2009.). Odrasla osoba od 70 kg smije, dakle, tjedno unijeti oko 175 μg kadmija bez očekivanog štetnog učinka.

Za razliku od olova, kadmij lako prelazi iz tla u biljku, posebno u kiselim tlima i u lisnatom povrću, žitaricama i krumpiru (Kabata-Pendias 2011.). U tlo dospijeva iz industrije, izgaranja, otpada i fosfatnih mineralnih gnojiva, koja ga sadrže kao prirodnu primjesu (Kabata-Pendias 2011.). Žitarice, povrće i krumpir doprinose najvećim dijelom unosu kadmija u Europi, jer se jedu svakodnevno, iako koncentracija u njima nije visoka (EFSA CONTAM Panel 2009.). Pušači unose dodatnu količinu kadmija duhanskim dimom.

Živa

Živa u hrani postoji u dva važna oblika. **Metilživa** nastaje u vodenim sustavima djelovanjem mikroorganizama, biomagnificira se u ribama i djeluje na živčani sustav u razvoju. Njezin podnošljivi tjedni unos iznosi 1,3 μg/kg tjelesne mase, izraženo kao živa. Za anorgansku živu, koja dolazi iz drugih namirnica, podnošljivi tjedni unos iznosi 4 μg/kg tjelesne mase (EFSA CONTAM Panel 2012.).

Riba je u prehrani istodobno izvor metilžive i vrijednih hranjivih tvari. Zato preporuke ne glase „ne jedite ribu", nego „birajte vrste i količinu". Male plave ribe pri dnu hranidbenog lanca, poput srdele, sadrže manje žive od velikih grabežljivaca (EFSA CONTAM Panel 2012.). Prema EFSA-i, jedan do dva obroka ribe tjedno, a u trudnoći do tri ili četiri, povezani su s boljim razvojem živčanog sustava djeteta nego prehrana bez ribe (EFSA NDA Panel 2014.). Vrste s visokim sadržajem metilžive treba ograničiti, jer se s njima podnošljivi tjedni unos dosegne već nakon jednog do dva obroka (EFSA Scientific Committee 2015.).

Arsen

Arsen u hrani također postoji u dva oblika. **Anorganski arsen** je kancerogen za ljude i uzrokuje rak kože, pluća i mokraćnog mjehura. Organski oblici, kojih ima mnogo u ribi i plodovima mora, su uglavnom mnogo manje toksični. Za anorganski arsen EFSA nije odredila podnošljiv unos, nego referentnu dozu od 0,06 μg/kg tjelesne mase dnevno, a rizik procjenjuje usporedbom te doze s izloženošću (MOE) (EFSA CONTAM Panel 2024.). Kako se ta usporedba radi, objašnjava pogl. 28.

Glavni izvori anorganskog arsena u europskoj prehrani su riža i proizvodi od riže, ostale žitarice i voda za piće (EFSA CONTAM Panel 2024.). Riža ga uzima više od drugih žitarica jer raste na poplavljenim poljima, u kojima je arsen pokretljiviji. Zato propis za rižu i proizvode od riže, a posebno za one namijenjene dojenčadi i maloj djeci, propisuje posebne granice (Europska komisija 2023.g).

4.3 Postojani organski onečišćivači

Druga velika skupina onečišćivača iz okoliša su organske tvari koje se u okolišu sporo razgrađuju. Većina ih je topljiva u mastima, pa se nakupljaju u masnom tkivu životinja i u masnim namirnicama.

PFAS

PFAS su velika skupina umjetnih tvari, od nekoliko tisuća spojeva, s izrazito čvrstom vezom ugljika i fluora. Ta veza ih čini otpornima na vodu, mast i toplinu, pa se koriste u neprianjajućem posuđu, vodoodbojnoj odjeći, ambalaži za hranu, pjenama za gašenje požara i u industriji. Ista veza ih čini gotovo nerazgradivima u okolišu (EFSA CONTAM Panel 2020.c).

EFSA je 2020. godine odredila skupni podnošljivi tjedni unos od 4,4 ng/kg tjelesne mase za zbroj četiriju PFAS, a to su PFOA, PFNA, PFHxS i PFOS. Kritični učinak na kojem se ta vrijednost temelji je smanjen imunosni odgovor na cijepljenje kod djece (EFSA CONTAM Panel 2020.c). Prema istoj procjeni, dio europskog stanovništva premašuje tu vrijednost, a najveći doprinos izloženosti daju riba, voće i proizvodi od voća te jaja i proizvodi od jaja (EFSA CONTAM Panel 2020.c).

Za jaja je propisana najveća dopuštena količina od 1,7 μg/kg za zbroj četiriju PFAS (Europska komisija 2023.g). To je jedan od razloga zbog kojih su jaja iz dvorišta u blizini onečišćenih lokacija dobar kandidat za analizu (pogl. 15).

Na što treba paziti pri tumačenju nalaza? Skupni TWI pokriva samo četiri spoja. Kratkolančani PFAS, poput PFBS, nisu u njemu, iako ih se u vodi i okolišu često nalazi. Kratkolančani spojevi su bolje topljivi u vodi i lakše prelaze u nadzemne dijelove biljaka, dok se dugolančani više zadržavaju u korijenu (Ghisi i sur. 2019.). Nalaz s visokim udjelom kratkolančanih spojeva se zato ne može jednostavno usporediti s TWI za četiri spoja, a nalaz s malim zbrojem četiriju spojeva ne znači da drugih PFAS nema. Laboratorij treba pitati koje spojeve određuje (pogl. 24).

Dioksini i PCB

Dioksini je skupni naziv za poliklorirane dibenzo-p-dioksine i dibenzofurane. Ne proizvode se namjerno. Nastaju pri izgaranju u prisutnosti klora, posebno pri nekontroliranom spaljivanju otpada, plastike i kabela, te u nekim industrijskim procesima. PCB su, naprotiv, proizvođeni namjerno, kao izolacijska ulja u transformatorima i kondenzatorima, u bojama i brtvilima. Njihova proizvodnja je odavno zabranjena, ali i dalje izlaze iz starih građevina, opreme i odlagališta (EFSA CONTAM Panel 2018.b).

Dioksini i dio PCB, koji se zovu dioksinima slični PCB, djeluju istim mehanizmom, ali različitom jačinom. Zato se njihove koncentracije preračunavaju u TEQ (toksični ekvivalent), tako da se koncentracija svakog spoja pomnoži njegovim faktorom toksične ekvivalencije i zbroji. Rezultat se izražava kao pikogrami TEQ po gramu masti ili po kilogramu tjelesne mase.

EFSA je 2018. odredila podnošljivi tjedni unos od 2 pg TEQ po kilogramu tjelesne mase za zbroj dioksina i dioksinima sličnih PCB. Kritični učinak je smanjena kakvoća sjemena kod muškaraca koji su bili izloženi u djetinjstvu (EFSA CONTAM Panel 2018.b). Prema toj procjeni, unos velikog dijela europskog stanovništva premašuje novu vrijednost (EFSA CONTAM Panel 2018.b). Glavni izvori su masne namirnice životinjskog podrijetla, riba, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi te meso.

Za jaja su propisane dvije granice, 2,5 pg TEQ po gramu masti za dioksine i 5,0 pg TEQ po gramu masti za zbroj dioksina i dioksinima sličnih PCB (Europska komisija 2023.g). Granica je izražena po masti, jer se te tvari nalaze u žumanjku.

PAH

PAH nastaju pri nepotpunom izgaranju organske tvari. U hranu ulaze na dva načina. Iz okoliša se talože na lisnato povrće i žitarice, posebno uz prometnice i izvore dima. Tijekom pripreme nastaju pri dimljenju, pečenju na roštilju i sušenju dimom. Neki od njih, a najpoznatiji je benzo[a]piren, su genotoksični kancerogeni. EFSA je 2008. zaključila da je zbroj četiriju spojeva, nazvan PAH4, bolji pokazatelj njihove prisutnosti od samog benzo[a]pirena (EFSA CONTAM Panel 2008.b).

Za dimljeno meso i dimljene mesne proizvode najveća dopuštena količina benzo[a]pirena iznosi 2,0 μg/kg, a zbroja PAH4 12,0 μg/kg (Europska komisija 2023.g). Način dimljenja utječe na rezultat. U slavonskoj kobasici je zbroj 16 PAH-ova bio najviši kod kobasica u prirodnom crijevu dimljenih u tradicionalnoj pušnici, dva metra od otvorene vatre, a najniži kod kobasica u kolagenskom crijevu dimljenih u industrijskoj komori. Benzo[a]piren je u svim uzorcima bio ispod granice kvantifikacije (Mastanjević i sur. 2019.). U hercegovačkoj kobasici dimljenoj na tradicionalan način u prirodnom crijevu prosječna koncentracija benzo[a]pirena je bila 7,79 μg/kg, gotovo četiri puta više od najveće dopuštene količine u Europskoj uniji (Mastanjević i sur. 2020.).

Tablica 4.1. Važniji onečišćivači iz okoliša, glavni izvori u prehrani i referentne vrijednosti EFSA. Primjeri najvećih dopuštenih količina (NDK) prema Uredbi (EU) 2023/915; potpun pregled je u prilogu E. Kratica tm označava tjelesnu masu.

Tvar	Važniji izvori u prehrani	Kritični učinak, referentna vrijednost	Primjer NDK
Olovo	Žitarice, povrće, voda iz starih cijevi, divljač	Razvoj živčanog sustava; 0,50 μg/kg tm dnevno ($BMDL_{01}$)	Mlijeko 0,020 mg/kg; lisnato povrće 0,30 mg/kg
Kadmij	Žitarice, povrće, krumpir, iznutrice, školjke	Bubrezi; TWI 2,5 μg/kg tm	Lisnato povrće 0,10 mg/kg
Metilživa	Riba, posebno velike grabežljive vrste	Razvoj živčanog sustava; TWI 1,3 μg/kg tm	Riba 0,50 mg/kg, grabežljive vrste 1,0 mg/kg
Anorganski arsen	Riža i proizvodi od riže, žitarice, voda za piće	Rak kože, pluća, mjehura; 0,06 μg/kg tm dnevno ($BMDL_{05}$)	Bijela riža 0,15 mg/kg
PFAS (zbroj 4)	Riba, voće, jaja	Imunosni odgovor na cijepljenje; TWI 4,4 ng/kg tm	Jaja 1,7 μg/kg
Dioksini i dl-PCB	Masna hrana životinjskog podrijetla, riba, jaja	Kakvoća sjemena; TWI 2 pg TEQ/kg tm	Jaja 5,0 pg TEQ/g masti
PAH	Dimljena i pečena hrana, žitarice, ulja	Genotoksična kancerogenost; procjena izloženošću (MOE)	Dimljeno meso, PAH4 12,0 μg/kg

Izvori (EFSA CONTAM Panel 2010.a; EFSA CONTAM Panel 2009.; EFSA CONTAM Panel 2012.; EFSA CONTAM Panel 2024.; EFSA CONTAM Panel 2020.c; EFSA CONTAM Panel 2018.b; EFSA CONTAM Panel 2008.b; Europska komisija 2023.g).

4.4 Voda za piće

Voda za piće je u ovoj knjizi poseban slučaj. Ona je hrana u pravnom smislu nakon točke na kojoj se provjerava njezina sukladnost, a uz to je sastojak gotovo svake kuhane namirnice (Europski parlament i Vijeće 2002.). Njezinu kakvoću u Europskoj uniji uređuje Direktiva (EU) 2020/2184 (Europski parlament i Vijeće 2020.).

Ta direktiva postavlja dvije vrijednosti za PFAS. „Zbroj PFAS" obuhvaća dvadeset određenih spojeva, među kojima su i kratkolančani, poput PFBS, a njegova vrijednost parametra iznosi 0,10 μg/L. „PFAS ukupno" obuhvaća sve per-i polifluoroalkilne tvari, a vrijednost iznosi 0,50 μg/L (Europski parlament i Vijeće 2020.). Države članice su morale osigurati sukladnost s tim vrijednostima do 12. siječnja 2026. Za olovo vrijednost parametra iznosi

10 μg/L, a najkasnije do 12. siječnja 2036. se mora spustiti na 5 μg/L (Europski parlament i Vijeće 2020.).

Zanimljivo je usporediti vodu i hranu. Za vodu su kratkolančani PFAS dio propisane vrijednosti, dok skupni podnošljivi unos za hranu pokriva samo četiri dugolančana spoja (EFSA CONTAM Panel 2020.c). Nalaz iz bunara i nalaz iz jaja se zato uspoređuju s različitim mjerilima, i to treba znati prije nego što se donese zaključak.

Direktiva dopušta državama da iz svojih pravila izuzmu individualnu opskrbu vodom, ako je prosječna potrošnja manja od 10 m^3 na dan ili ako se opslužuje manje od 50 osoba, osim kad je opskrba dio komercijalne ili javne djelatnosti (Europski parlament i Vijeće 2020.). Privatni bunar jedne obitelji zato najčešće nitko službeno ne nadzire. Hrvatski Zakon o vodi za ljudsku potrošnju iz 2023. tu mogućnost koristi. Prema članku 5. on se ne primjenjuje na vodu iz lokalnih vodovoda i individualne vodoopskrbe s prosječnom potrošnjom manjom od 10 m^3 na dan ili za manje od 50 osoba, osim kad se uz nju obavlja komercijalna ili javna djelatnost (Hrvatski sabor 2023.d). Ako pijete vodu iz vlastitog bunara, Vi ste taj koji odlučuje hoće li i kada biti analizirana (pogl. 15 i 22).

4.5 Iz tla u biljku

Koliko onečišćivača iz tla prijeđe u biljku, opisuje **faktor prijenosa** (TF). To je omjer koncentracije u biljci i koncentracije u tlu, obično oboje izraženo na suhu tvar.

$$\mathrm{TF} = \frac{C_{\mathrm{biljka}}}{C_{\mathrm{tlo}}}$$

Faktor prijenosa 0,1 znači da biljka ima desetinu koncentracije koju ima tlo. Faktor prijenosa veći od 1 znači da biljka tvar nakuplja.

Faktor prijenosa nije stalan broj. On ovisi o četiri skupine čimbenika (Kabata-Pendias 2011.).

1. **Tvar.** Kadmij i cink prelaze lakše, olovo i krom teže. Kratkolančani PFAS prelaze lakše od dugolančanih (Ghisi i sur. 2019.). Dioksini i PCB se jako vežu za čestice tla, pa ih većina biljaka korijenom slabo usvaja. Poznata iznimka su biljke iz porodice tikava, poput tikvica i bundeva, koje ih korijenom usvajaju i prenose u stabljiku, listove i plodove (Hülster i sur. 1994.; Urbaniak i sur. 2016.).
2. **Tlo.** U kiselom tlu su metali pokretljiviji. Organska tvar i glina ih vežu. Isto tlo s istom ukupnom koncentracijom kadmija može dati vrlo različite koncentracije u salati, ovisno o pH.
3. **Biljka.** Lisnato povrće, poput salate i špinata, i neke žitarice uzimaju više kadmija od plodovitog povrća, poput rajčice ili graha.
4. **Dio biljke.** Korijen obično sadrži više od lista, a list više od ploda ili sjemena.

Iz toga slijedi praktičan zaključak. Analiza tla govori koliko tvari ima, ali ne govori koliko će je biti u povrću. Za procjenu rizika iz vrta korisno je analizirati i tlo i povrće, a uz tlo izmjeriti i pH (pogl. 15 i 22).

Izračun · Od kadmija u tlu do kadmija u salati

Zamislite vrt u kojem je laboratorij u tlu izmjerio 0,6 mg/kg kadmija na suhu tvar. Brojevi u ovom primjeru služe samo za ilustraciju postupka.

1. Koncentracija u suhoj tvari lista

Pretpostavimo faktor prijenosa za salatu u tom tlu od 0,5. Tada je $C_{\text{list, s. t.}} = 0{,}5 \times 0{,}6 = 0{,}30$ mg/kg suhe tvari.

2. Preračun na svježu masu

Najveće dopuštene količine za povrće su izražene na svježu masu (Europska komisija 2023.g). Salata ima mnogo vode. Ako pretpostavimo da suha tvar čini 5 % mase, koncentracija u svježoj salati iznosi $0{,}30 \times 0{,}05 = 0{,}015$ mg/kg.

3. Usporedba s granicom

Najveća dopuštena količina kadmija u lisnatom povrću je 0,10 mg/kg (Europska komisija 2023.g). Izračunana vrijednost je oko šest puta niža.

4. Što ako je tlo kiselo

Ako je u kiselom tlu faktor prijenosa pet puta veći, dakle 2,5, koncentracija u svježoj salati iznosi 0,075 mg/kg, što je tri četvrtine granice. Ista ukupna količina kadmija u tlu je dala pet puta različit rezultat.

Pouka

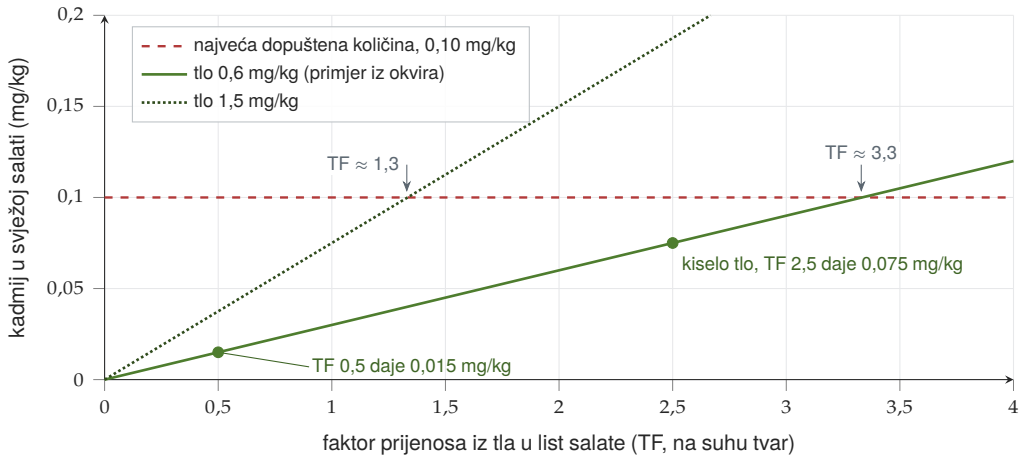
Pogreška u pretpostavci o udjelu suhe tvari ili o faktoru prijenosa mijenja rezultat jednako kao pogreška u mjerenju. Ovakav izračun služi za odluku treba li analizirati povrće, a ne umjesto analize.

Slika 4.2 prikazuje isti izračun za sve faktore prijenosa od 0 do 4. Uz 0,6 mg/kg kadmija u tlu salata bi dosegla najveću dopuštenu količinu tek pri faktoru prijenosa oko 3,3, a uz 1,5 mg/kg već pri oko 1,3. Granicu dakle ne određuje samo tlo, nego tlo zajedno s biljkom i uvjetima u kojima raste.

4.6 Iz hrane za životinje i tla u jaja, mlijeko i meso

Životinja je filtar, ali propustan. Ono što pojede, popije ili proguta s tlom djelomično izluči, a djelomično zadrži i prenese u jaja, mlijeko i meso. Udio unesene količine koji se pojavi u proizvodu zovemo **stopom prijenosa**. Za tvari topljive u mastima ta stopa može biti visoka, a tvar se koncentrira u masnom dijelu proizvoda, u žumanjku, mliječnoj masti ili masnom tkivu.

Za aflatoksin, koji krava unese s krmom, stopa prijenosa iz aflatoksina B1 u hrani u aflatoksin M1 u mlijeku u prosjeku iznosi od 1 do 2 %, a kod krava visoke mliječnosti može doseći oko 6 % (Zentai i sur. 2023.). Taj put se detaljnije opisuje u pogl. 5.



Slika 4.2. Kadmij u svježoj salati u ovisnosti o faktoru prijenosa, uz pretpostavku da suha tvar čini 5 % mase salate. Pune točke su dva slučaja iz okvira „Od kadmija u tlu do kadmija u salati". Brojevi služe samo za objašnjenje; granica je najveća dopuštena količina za lisnato povrće. (Europska komisija 2023.g)

Kod kokoši je poseban put gutanje tla. Kokoši koje se drže na otvorenom kljucaju i kopaju po zemlji i s hranom unose čestice tla. Ako su u tlu dioksini, PCB, PFAS ili metali, dio njih prelazi u jaja (Waegeneers i sur. 2009.). Jaja su pritom dobar **bioindikator**, jer kokoš svakodnevno „uzorkuje" površinu dvorišta i rezultat sažme u žumanjku.

Iz prakse · Dioksini u jajima kokoši s ispustom, Nizozemska

Nizozemski istraživači su analizirali jaja s 34 farme na kojima kokoši imaju ispust na otvorenom. Koncentracije dioksina su se kretale od 0,4 do 8,1 pg TEQ po gramu masti jajeta, s prosjekom od 2,2 pg TEQ po gramu masti. Na devet farmi je koncentracija bila iznad tada važeće granice od 3 pg TEQ po gramu masti, a kad se pribroje dioksinima slični PCB, jaja s deset farmi su bila nesukladna (Kijlstra i sur. 2007.).

Autori su pronašli statistički značajnu vezu između veličine jata i koncentracije dioksina. Najvjerojatnije objašnjenje je da kokoši u manjim jatima provode više vremena na ispustu i unose više tla. Na jednoj farmi je ograničavanje ispusta spustilo koncentraciju ispod granice (Kijlstra i sur. 2007.).

Za vlasnike nekoliko kokoši u dvorištu to je važan podatak. Malo jato i dugo vrijeme na otvorenom znače da kakvoća jaja ovisi o kakvoći tla, a ne o kakvoći kupljene hrane za kokoši.

4.7 Što se ne vidi

Nijedan od onečišćivača opisanih u ovom poglavlju ne mijenja okus, miris ni izgled hrane u koncentracijama koje su važne za zdravlje. Salata s kadmijem izgleda jednako kao salata bez njega, a jaje s dioksinima jednako kao jaje bez njih.

Granice metode · Onečišćivači iz okoliša

Za metale, PFAS, dioksine, PCB i PAH ne postoje pouzdane kućne metode ni brzi testovi primjereni koncentracijama koje propisi uređuju (pogl. 13 i 14). Analize traže laboratorijsku opremu poput ICP-MS (masena spektrometrija s induktivno spregnutom plazmom), GC-MS (plinska kromatografija s masenom spektrometrijom) ili LC-MS/MS (tekućinska kromatografija s tandemnom masenom spektrometrijom) i rade se u akreditiranim laboratorijima (pogl. 24). Analiza dioksina i PCB traži posebnu opremu, jer potvrdna metoda zahtijeva plinsku kromatografiju sa spektrometrijom masa visokog razlučivanja ili tandemnom spektrometrijom masa (Europska komisija 2017.). Cijenu i rok analize doznajte u laboratoriju unaprijed. Zato je važno dobro odabrati što, gdje i kada uzorkovati.

Pokušajte sami

Karta mogućih izvora oko vrta

SVRHA

Prije nego što odlučite treba li analizirati tlo, povrće ili jaja, procijeniti koji su izvori onečišćenja mogući u okolici.

PRIBOR

Karta ili satelitska snimka okolice (na primjer javni preglednik prostornih podataka), bilježnica, olovka, mobitel s GPS (globalni pozicijski sustav) prijamnikom.

POSTUPAK

1. Na karti označite vrt, kokošinjac i bunar, ako ga imate.
2. Ucrtajte krug polumjera oko 500 m. Unutar njega označite ceste s gustim prometom, industrijske i obrtničke objekte, benzinske postaje, odlagališta, mjesta na kojima se spaljivao otpad, stare transformatore, poljoprivredne površine i vodotoke.
3. Razgovarajte sa starijim susjedima o tome što je na tom prostoru bilo prije. Zapišite što kažu i od koga je podatak, bez navođenja imena u javnim bilješkama.
4. Za svaki izvor zapišite koje bi tvari iz njega mogle doći (tablica 4.1) i kojim putem (slika 4.1).

ŠTO BILJEŽITI

Datum, koordinate vrta, popis izvora s udaljenošću i smjerom, smjer prevladavajućeg vjetra, izvor svakog podatka.

KAKO TUMAČITI

Izvor uz koji stoji vjerojatna tvar i jasan put prema Vašoj hrani je razlog za razmišljanje o analizi. Nedostatak poznatih izvora ne znači da onečišćenja nema, jer neki izvori ne ostavljaju trag na karti.

GRANICE

Karta pokazuje mogućnosti, a ne koncentracije. Sjećanje susjeda je vrijedan, ali nepouzdan izvor.

⚠ **Sigurnost.** Ne ulazite na tuđe posjede ni na napuštena industrijska zemljišta bez dopuštenja. Ne dirajte stare transformatore, kondenzatore ni ostatke spaljenog otpada.

Zapamtiti

Onečišćivači iz okoliša ulaze u hranu kroz tlo, vodu i zrak, a jednako pogađaju sve načine proizvodnje. Koncentracija u tlu ne određuje sama koncentraciju u povrću, a jaja kokoši s ispustom dobro odražavaju stanje tla u dvorištu.

Pojmovnik poglavlja

Bioakumulacija. Nakupljanje tvari u organizmu kad je unos brži od izlučivanja.

Biomagnifikacija. Porast koncentracije tvari od plijena prema grabežljivcu uz hranidbeni lanac.

Podnošljivi tjedni unos. Količina tvari po kilogramu tjelesne mase koju čovjek može unositi tjedno tijekom cijelog života bez očekivanog štetnog učinka.

TEQ. Toksični ekvivalent; zbroj koncentracija dioksina i dioksinima sličnih PCB pomnoženih faktorima toksične ekvivalencije.

Faktor prijenosa. Omjer koncentracije tvari u biljci i u tlu.

Stopa prijenosa. Udio unesene količine tvari koji se pojavi u jajima, mlijeku ili mesu.

Bioindikator. Organizam ili proizvod čija koncentracija tvari odražava onečišćenje okoliša u kojem nastaje.

Provjera znanja

1. Zašto pranje povrća pomaže kod olova, a ne pomaže kod kadmija?
2. Što znači faktor prijenosa 0,2 i o čemu ovisi?
3. Za koje četiri tvari vrijedi skupni podnošljivi tjedni unos PFAS od 4,4 ng/kg tjelesne mase?
4. Zašto se granica za dioksine u jajima izražava po gramu masti?
5. Zašto jaja iz malog jata u dvorištu mogu imati više dioksina od jaja s velike farme s ispustom?
6. Može li analiza tla zamijeniti analizu povrća?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 5

Opasnosti iz same proizvodnje

U OVOM POGLAVLJU

- Što su ostaci pesticida i veterinarskih lijekova i što znače europski podaci o njima.
- Koji su mikotoksini najvažniji i zašto nastaju na polju i u skladištu.
- Koje mikrobiološke opasnosti uzrokuju najviše bolesti u Europi.
- Kako su označeni alergeni i što su aditivi.
- Što se zna o mikroplastici i o tvarima koje u hranu prelaze iz ambalaže i posuđa.

VEČERA ZA GOSTE

Domaćica priprema večeru za šestero. Piletinu je kupila jutros, a do kuhanja je stajala u hladnjaku. Majonezu radi sama, od svježih jaja sa susjedova dvorišta. Za predjelo je kupila humus s tahinijem i krekere od riže za malog nećaka. Jedan od gostiju ne podnosi kikiriki, pa umak za piletinu radi od bademove kreme, misleći da je tako sigurno.

Za stolom nitko ne razmišlja o tome koliko je opasnosti prošlo kroz tu kuhinju. Kampilobakter i salmonela na koži piletine, salmonela u sirovim jajima u majonezi, anorganski arsen u rižinim krekerima, ostaci sredstava kojima je tretirano sjeme sezama i alergen iz orašastih plodova u umaku za gosta koji je mislio da je zaštićen. Večera će vjerojatno proći bez ikakvih posljedica. Ali ne zato što opasnosti nije bilo.

5.1 Ostaci pesticida

Pesticidi su sredstva za suzbijanje štetnih organizama. U sigurnosti hrane su najvažnija sredstva za zaštitu bilja, dakle insekticidi, fungicidi i herbicidi. Kad se sredstvo primijeni prema uputama, u hrani ostaju male količine djelatne tvari ili njezinih razgradnih produkata. Zovemo ih **ostacima pesticida**.

Za svaki par pesticida i namirnice Europska unija propisuje **najveću dopuštenu razinu ostataka** (MRL). Ako za neki par razina nije posebno određena, vrijedi opća granica od 0,01 mg/kg (Europski parlament i Vijeće 2005.). Važno je razumjeti kako MRL nastaje. Polazi se od najmanje količine ostataka koja se postiže dobrom poljoprivrednom praksom, a zatim se provjerava je li izloženost potrošača pri toj razini sigurna. MRL je dakle granica pravilne primjene, a ne prag toksičnosti. Prekoračenje MRL znači da sredstvo nije

pravilno primijenjeno ili da je primijenjeno nedopušteno sredstvo, a tek procjena rizika govori je li prekoračenje opasno (pogl. 1 i 8).

EFSA svake godine objavljuje izvješće o ostacima pesticida u Europskoj uniji. Za 2024. godinu izvješće obuhvaća tri skupine uzoraka (EFSA 2026.).

- Usklađeni program Europske unije, u kojem sve države uzorkuju iste namirnice po slučajnom načelu, je obuhvatio 9842 uzorka. U 43,1 % nije bilo mjerljivih ostataka, MRL je bio prekoračen u 2,4 %, a nakon uzimanja u obzir mjerne nesigurnosti je nesukladno bilo 1,2 % uzoraka.
- Nacionalni programi, koji ciljaju namirnice i podrijetla s većim rizikom, su obuhvatili 86.449 uzoraka, od kojih je nesukladno bilo 1,8 %.
- Pojačane kontrole uvoza su obuhvatile 39.433 uzorka, od kojih je nesukladno bilo 3,6 %.

EFSA je zaključila da je rizik za zdravlje potrošača od procijenjene izloženosti nizak (EFSA 2026.).

Kako čitati te brojeve? Prvo, ciljani uzorci uvijek daju više nesukladnosti od slučajnih, jer se uzimaju tamo gdje se problem očekuje. Drugo, brojevi govore o udjelu uzoraka, a ne o količini ostataka koju pojedinac unese. Treće, procjena rizika se radi za pojedine tvari, a o zajedničkom djelovanju više ostataka u istoj prehrani govori pogl. 29.

Isti podaci pokazuju i ulogu podrijetla (slika 5.1). U nacionalnim programima su proizvodi iz trećih zemalja bili nesukladni u 5,2 % uzoraka, a proizvodi iz država Europske unije u 1,0 %. Ekološki proizvodi su bili nesukladni u 0,4 % uzoraka (EFSA 2026.).

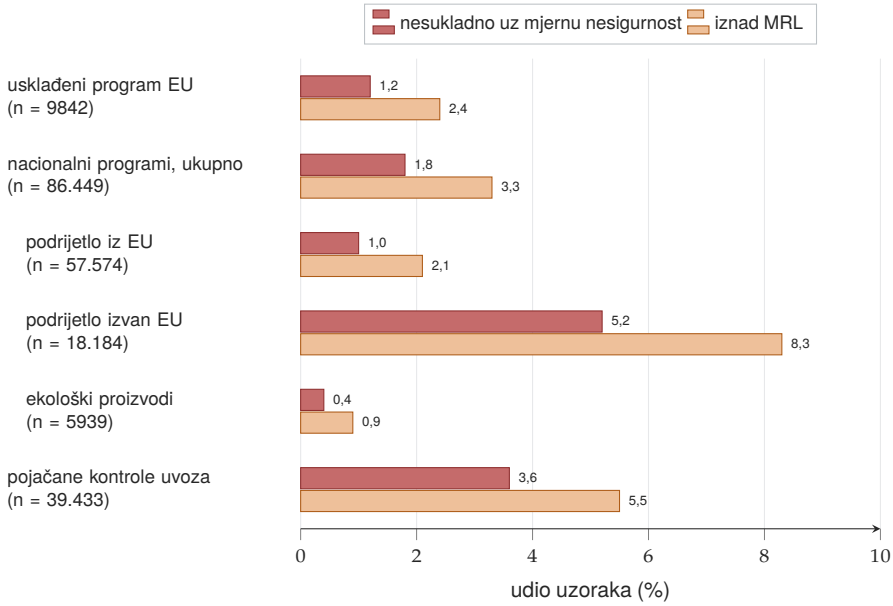
Ostaci pesticida su primjer opasnosti koju nadzor redovito traži. To ne vrijedi za tvari koje nisu dopuštene ni kao pesticidi. Njih rutinske metode često ne obuhvaćaju, kao što pokazuje slučaj etilen-oksida.

Iz prakse · Etilen-oksid u sezamu, 2020.

Belgija je 9. rujna 2020. kroz sustav RASFF objavila obavijest o ostacima etilen-oksida u nekoliko serija sezama iz Indije. Etilen-oksid je plin koji se u nekim državama koristi za fumigaciju, dakle za uništavanje kukaca i mikroorganizama u suhoj hrani. U Europskoj uniji je kao pesticid zabranjen i svrstan među mutagene, kancerogene i reproduktivno toksične tvari (Laaninen 2021.).

Sezam je bio isporučen u više država i ugrađen u mnoge proizvode. Do 20. studenog 2020. je prijavljeno oko 140 obavijesti, a do kraja siječnja 2021. njih 477. S tržišta su povučeni i proizvodi u kojima je sezam bio samo sastojak, poput humusa, kruha i umaka, i konvencionalni i ekološki (Laaninen 2021.). Belgijsko tijelo za sigurnost hrane je to obrazložilo procjenom rizika prema kojoj bi dugotrajna svakodnevna konzumacija većih količina mogla predstavljati rizik (Laaninen 2021.).

Komisija je Provedbenom uredbom (EU) 2020/1540 propisala da svaka pošiljka sezama iz Indije mora imati službenu potvrdu o analizi na etilen-oksid i da se na granici provjerava



Slika 5.1. Ostaci pesticida u Europskoj uniji 2024. Svjetliji stupac je udio uzoraka u kojima je izmjerena vrijednost bila iznad najveće dopuštene razine, a tamniji udio uzoraka koji su i nakon uzimanja u obzir mjerne nesigurnosti bili nesukladni. Uvlačenjem su označene podskupine nacionalnih programa. (EFSA 2026.)

polovica pošiljaka (Laaninen 2021.). Kao moguće objašnjenje se navodi fumigacija radi smanjenja onečišćenja salmonelom, zbog koje je sezam iz Indije i ranije bio pod pojačanim nadzorom. Slučaj pokazuje dvije stvari. Rješenje jedne opasnosti može stvoriti drugu, a tvar koju nitko ne traži može dugo ostati neotkrivena (pogl. 9).

5.2 Ostaci veterinarskih lijekova

Životinje se liječe, a neki lijekovi ostavljaju ostatke u mesu, mlijeku, jajima ili medu. Za farmakološki djelatne tvari koje se smiju koristiti kod životinja za proizvodnju hrane Europska unija propisuje najveće dopuštene količine rezidua, a za neke tvari, poput kloramfenikola i nitrofurana, uporaba je zabranjena jer se za njih ne može odrediti sigurna razina (Europska komisija 2010.c). Mjera koja ostatke drži ispod granice je karencija, propisano razdoblje između posljednje primjene lijeka i klanja, mužnje ili prikupljanja jaja i meda. Hrana životinjskog podrijetla koja sadrži ostatke farmakološki djelatnih tvari protivno propisu se prema članku 12. Zakona o hrani smatra štetnom za zdravlje (Hrvatski sabor 2023.b).

Ostaci lijekova su važni i zbog **otpornosti na antimikrobna sredstva**. Nepotrebna ili nepravilna uporaba antibiotika u uzgoju životinja pogoduje razvoju otpornih bakterija, koje

do ljudi mogu doći hranom i okolišem. To je problem koji nadilazi pojedinačnu namirnicu i koji se prati na razini Europske unije. Prema zajedničkom izvješću EFSA-e i ECDC-a za 2022. i 2023., velik udio salmonela i kampilobaktera iz ljudi i životinja je otporan na ampicilin, tetracikline i sulfonamide, koji se često koriste u humanoj i veterinarskoj medicini. Kod ljudi je u više zemalja rasla otpornost na ciprofloksacin, jedan od dva antibiotika ključna za liječenje tih infekcija (EFSA i ECDC 2025.b). Ima i dobrih vijesti. Udio bakterija *E. coli* koje proizvode beta-laktamaze proširenog spektra se kod životinja za proizvodnju hrane u nekoliko država članica u posljednjih deset godina statistički značajno smanjio (ECDC 2025.).

Slučaj fipronila iz 2017. (pogl. 2) spada na granicu ovih dviju skupina. Fipronil je insekticid koji se ne smije koristiti na životinjama za proizvodnju hrane, a na farme nesilica je dospio kao sredstvo protiv grinja (EFSA 2018.).

5.3 Mikotoksini

Mikotoksini su otrovne tvari koje stvaraju neke plijesni. Dio njih nastaje na polju, dok usjev raste, a dio u skladištu, kad je hrana vlažna i topla. Kuhanje, pečenje i pasterizacija ih uglavnom ne razgrađuju. Najvažniji su aflatoksini, ohratoksin A, deoksinivalenol i fumonizini.

- **Aflatoksini** nastaju djelovanjem plijesni *Aspergillus flavus* i *A. parasiticus*, kojima pogoduju toplo i sušno vrijeme. Nalaze se u kukuruzu, kikirikiju, orašastim plodovima, začinima i sušenom voću. Aflatoksin B1 (AFB1) je genotoksični kancerogen, pa EFSA za njega ne određuje podnošljiv unos, nego rizik procjenjuje usporedbom s izloženošću (EFSA CONTAM Panel 2020.a). Kad krava pojede krmu s AFB1, u mlijeku se pojavljuje AFM1 (aflatoksin M1). Najveća dopuštena količina AFM1 u mlijeku je 0,050 μg/kg (Europska komisija 2023.g).
- **Ohratoksin A** (OTA) stvaraju plijesni rodova *Aspergillus* i *Penicillium*, uglavnom u skladištu. Nalazi se u žitaricama, kavi, kakau, sušenom voću i začinima. Prema procjeni iz 2020., EFSA ne može isključiti genotoksičnost, pa ni za njega ne određuje podnošljiv unos (EFSA CONTAM Panel 2020.b).
- **Deoksinivalenol** (DON) stvaraju plijesni roda *Fusarium* na pšenici, kukuruzu i ječmu, najčešće u vlažnim godinama u vrijeme cvatnje. Skupni podnošljivi dnevni unos iznosi 1 μg/kg tjelesne mase (EFSA CONTAM Panel 2017.).
- **Fumonizini** nastaju također djelovanjem plijesni roda *Fusarium*, uglavnom u kukuruzu. Skupni podnošljivi dnevni unos iznosi 1,0 μg/kg tjelesne mase (EFSA CONTAM Panel 2018.a).

Mikotoksini u zrnu nisu ravnomjerno raspoređeni. Plijesan zahvati pojedina zrna ili skupine zrna, pa se toksin nalazi u „gnijezdima". Jedno zrno može sadržavati tisuće puta više od prosjeka serije. Zbog toga službeno uzorkovanje mikotoksina propisuje velik broj pojedinačnih uzoraka iz cijele serije (Europska komisija 2023.e), a pojedinačan uzorak od pola kilograma s vrha vreće ne govori gotovo ništa. Kako to utječe na Vaše uzorkovanje, objašnjava pogl. 20.

Iz prakse · Aflatoksin M1 u mlijeku, Hrvatska 2013.

Ljeto 2012. godine je u Hrvatskoj bilo vruće i sušno. Istraživanje provedeno na 633 uzorka kukuruza s gospodarstava i iz tvornica stočne hrane u sjevernoj, središnjoj i istočnoj Hrvatskoj tijekom 2013. godine je utvrdilo prosječnu koncentraciju AFB1 od oko 81 µg/kg i najvišu od 2072 µg/kg, u istočnoj Hrvatskoj. Autori su povećanu kontaminaciju povezali s vrućim i suhim vremenom tijekom vegetacije i žetve 2012. (Pleadin i sur. 2014.).

Aflatoksin B1 iz krme krave izlučuju u mlijeko kao AFM1. Nakon vijesti o povišenim koncentracijama AFM1 u mlijeku je Ministarstvo poljoprivrede u veljači 2013. pojačalo nadzor na mliječnim farmama, a Bosna i Hercegovina je zaustavila dio pošiljaka mlijeka iz Hrvatske (tportal.hr 2013.). Otkupljivači su privremeno prekinuli otkup mlijeka sa 180 farmi u istočnoj Slavoniji (tportal.hr i sur. 2013.). Ministarstvo poljoprivrede je u travnju 2013. objavilo naredbu o privremenim mjerama kojom je propisalo najveće dopuštene koncentracije AFM1 u mliječnim proizvodima, primjerice 0,100 µg/kg za jogurt, 0,250 µg/kg za svježi sir i polutvrde sireve i 0,450 µg/kg za tvrde sireve (Ministarstvo poljoprivrede 2013.). Praćenje AFM1 u sirovom i trajnom mlijeku je nastavljeno i idućih godina (Bilandžić i sur. 2014.a).

Slučaj pokazuje put kroz cijeli lanac. Vrijeme je odredilo plijesan, plijesan je stvorila toksin u kukuruzu, kukuruz je postao krma, krava je toksin pretvorila u AFM1, a pasterizacija ga nije uklonila. Stopa prijenosa iz krme u mlijeko iznosi u prosjeku od 1 do 2 %, a kod krava visoke mliječnosti i do oko 6 % (Zentai i sur. 2023.). Kontrola na kraju lanca je bila potrebna, ali kontrola na početku, u skladištu kukuruza, sprečava problem prije nego što se raširi kroz lanac.

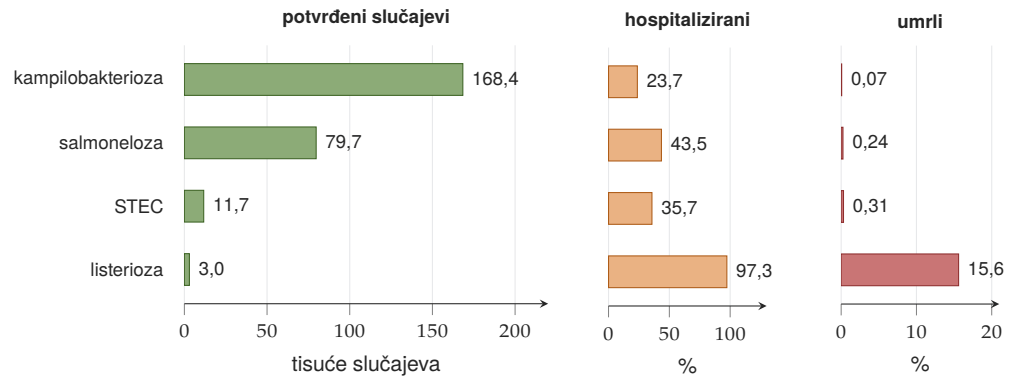
5.4 Mikrobiološke opasnosti

Mikroorganizmi uzrokuju većinu akutnih bolesti prenosivih hranom. Za razliku od kemijskih opasnosti, oni se mogu razmnožiti, pa mala početna količina u toploj hrani za nekoliko sati postaje velika. Mogu se i uništiti, pa pravilno kuhanje uklanja većinu njih.

Europska agencija za sigurnost hrane i ECDC (Europski centar za sprečavanje i kontrolu bolesti) svake godine objavljuju zajedničko izvješće o zoonozama, bolestima koje se prenose sa životinja na ljude, i o izbijanjima bolesti prenosivih hranom. Prema izvješću za 2024. godinu, najčešće prijavljene zoonoze u Europskoj uniji su bile (EFSA i ECDC 2025.a)

- kampilobakterioza, s 168.396 potvrđenih slučajeva,
- salmoneloza, s 79.703 slučaja,
- infekcije bakterijom STEC (*Escherichia coli* koja proizvodi Shiga toksin), s 11.738 slučajeva,
- listerioza, s 3041 slučajem invazivne bolesti.

Broj slučajeva nije isto što i težina bolesti. Slika 5.2 pokazuje kako redoslijed četiriju zoonoza prema broju slučajeva obrnuto prati redoslijed prema udjelu umrlih.



Slika 5.2. Četiri najčešće zoonoze u Europskoj uniji 2024. Udio hospitaliziranih računat je na oboljele s poznatim podatkom o hospitalizaciji, a udio umrlih na oboljele s poznatim ishodom. Listerioza je najrjeđa od četiriju, ali je od nje umro otprilike svaki šesti oboljeli s poznatim ishodom. (EFSA i ECDC 2025.a)

Kampilobakter i salmonela

Campylobacter je najčešći bakterijski uzročnik crijevnih infekcija iz hrane u Europi. Glavni izvor je meso peradi (EFSA i ECDC 2025.a). Do zaraze često dolazi unakrsnim onečišćenjem u kuhinji, kad sok sirove piletine dospije na salatu ili kruh.

Salmonella je uzrokovala najviše izbijanja bolesti prenosivih hranom s poznatim uzročnikom, 1238 izbijanja u 2024., te najviše hospitalizacija. Par uzročnika i hrane koji najviše zabrinjava su salmonela i jaja i proizvodi od jaja (EFSA i ECDC 2025.a). Majoneza, tiramisu i kreme od sirovih jaja, ostavljeni na toplom, su klasičan put zaraze.

Listerija

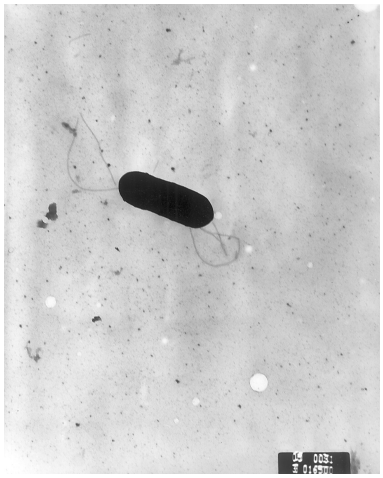
Listeria monocytogenes uzrokuje razmjerno malo slučajeva, ali je najteža od čestih zoonoza. U 2024. godini su gotovo svi oboljeli s poznatim ishodom bili hospitalizirani, a prijavljena je 301 smrt, od toga 81,7 % kod osoba starijih od 65 godina (EFSA i ECDC 2025.a). Posebno su ugroženi trudnice, novorođenčad, starije osobe i osobe s oslabljenim imunosnim sustavom.

Listerija se razlikuje od većine drugih bakterija po tome što raste i na temperaturi hladnjaka. Zato su najveći izvor gotova hrana koja se jede bez kuhanja i dugo stoji u hladnjaku, poput dimljene ribe, narezaka, mekih sireva i gotovih salata (EFSA BIOHAZ Panel 2018.). Ispravna temperatura hladnjaka usporava njezin rast, ali ga ne zaustavlja, pa je za takve proizvode važan i rok trajanja (pogl. 13).

Ni kampilobakter ni listerija se ne vide golim okom. Slike 5.3 i 5.4 prikazuju ih pod elektronskim mikroskopom.



Slika 5.3. Bakterije *Campylobacter jejuni* snimljene pretražnim elektronskim mikroskopom, s naknadno dodanim bojama. Vide se zavijeni štapići i tanki bičevi kojima se kreću. Fotografija: De Wood i Pooley (USDA ARS), javno dobro.



Slika 5.4. Bakterija *Listeria monocytogenes* s bičevima pod elektronskim mikroskopom, uvećana oko 41.000 puta. Fotografija: Elizabeth White (CDC PHIL 2287), javno dobro.

STEC

STEC su sojevi bakterije *Escherichia coli* koji stvaraju Shiga toksine. Infekcija može izazvati krvavi proljev, a kod dijela bolesnika, posebno male djece, i hemolitičko-uremijski sindrom, koji oštećuje bubrege. Bakterija živi u probavilu preživača, a do ljudi dolazi nedovoljno pečenim mljevenim mesom, nepasteriziranim mlijekom, povrćem i klicama onečišćenima izmetom te vodom (World Health Organization 2018.).

Norovirusi

Norovirusi nisu bakterije i u hrani se ne razmnožavaju, ali je za zarazu dovoljan vrlo mali broj čestica. U 2024. su norovirusi i srodni kalicivirusi uzrokovali najveći broj oboljelih u izbijanjima bolesti prenosivih hranom, 14.297 (EFSA i ECDC 2025.a). Najčešći čimbenik kod izbijanja s jakim dokazima uzrokovanih norovirusima je bio zaraženi radnik koji rukuje hranom, u 48,4 % slučajeva (EFSA i ECDC 2025.a). Drugi važan izvor su školjke iz onečišćenog mora, posebno kamenice koje se jedu sirove, i smrznuto bobičasto voće (EFSA BIOHAZ Panel 2012.; EFSA BIOHAZ Panel 2014.).

Za hranu propis postavlja mikrobiološke kriterije, granice za broj ili prisutnost pojedinih mikroorganizama u određenoj hrani (Europska komisija 2005.). Zakon o hrani hranu koja ne zadovoljava kriterije sigurnosti hrane smatra štetnom za zdravlje (Hrvatski sabor 2023.b).

5.5 Alergeni

Za većinu ljudi bjelančevine kikirikija, mlijeka ili sezama su obična hrana. Za osobu s alergijom na hranu i vrlo mala količina može izazvati reakciju, od svrbeža do anafilaktičkog šoka. Opasnost tu ne ovisi o onečišćenju, nego o tome tko jede.

Uredba (EU) br. 1169/2011 propisuje četrnaest skupina tvari koje izazivaju alergije ili nepodnošljivosti i koje se moraju označiti (Europski parlament i Vijeće 2011.b).

1. Žitarice koje sadrže gluten (pšenica, raž, ječam, zob, pir, kamut i njihovi hibridi).
2. Rakovi.
3. Jaja.
4. Riba.
5. Kikiriki.
6. Soja.
7. Mlijeko, uključujući laktozu.
8. Orašasti plodovi (bademi, lješnjaci, orasi, indijski oraščići, pekan orasi, brazilski orasi, pistacije, makadamija).
9. Celer.
10. Gorušica.
11. Sjeme sezama.
12. Sumporov dioksid i sulfiti u koncentraciji većoj od 10 mg/kg ili 10 mg/L, izraženo kao SO_2.
13. Lupina.
14. Mekušci.

Na pretpakiranoj hrani ti sastojci moraju biti istaknuti u popisu sastojaka, drukčijim slovima, stilom ili bojom pozadine (Europski parlament i Vijeće 2011.b). Podatak o alergenima mora biti dostupan i za nepakiranu hranu, primjerice u pekarnici, restoranu ili mesnici (Europski parlament i Vijeće 2011.b). Neoznačen alergen čini hranu štetnom za zdravlje (Hrvatski sabor 2023.b).

Natpis „može sadržavati tragove" je dobrovoljna informacija o mogućem nenamjernom prisustvu alergena, na primjer zbog zajedničke proizvodne linije. Takva informacija ne smije dovoditi u zabludu (Europski parlament i Vijeće 2011.b), ali za nju ne postoje jedinstveni pragovi. Uredba u članku 36. ovlašćuje Europsku komisiju da takvu informaciju uredi provedbenim aktom (Europski parlament i Vijeće 2011.b), ali do jeseni 2026. takav akt nije donesen. Komisija je 2026. zatražila od EFSA-e procjenu referentnih doza alergena, s rokom do srpnja 2028. (Dongo 2026.). Osobe s teškom alergijom takve proizvode obično izbjegavaju. Gost iz uvodne priče, alergičan na kikiriki, nije bio zaštićen bademovom kremom ako je proizvedena na liniji na kojoj se prerađuje i kikiriki. Brzi testovi za alergene i gluten su opisani u pogl. 14.

5.6 Aditivi

Prehrambeni aditivi su tvari koje se namjerno dodaju hrani radi tehnološke svrhe, na primjer za konzerviranje, bojenje, zgušnjavanje ili sprečavanje oksidacije. U Europskoj uniji se smiju koristiti samo aditivi s popisa odobrenih, u propisanim namirnicama i količinama (Europski parlament i Vijeće 2008.). Oznaka E s brojem znači da je aditiv odobren u Europskoj uniji, a ne da je „umjetan" ili štetan. Pod E-brojevima su i vitamin C (E 300) i limunska kiselina (E 330). Popis E-brojeva s kratkim opisom se nalazi u prilogu G.

Za aditive se, kao i za ostatke pesticida, procjenjuje ADI (prihvatljivi dnevni unos, engl. *Acceptable Daily Intake*). Aditivi odobreni prije 2009. godine se ponovno procjenjuju prema novim podacima (Europski parlament i Vijeće 2008.). Takva procjena može završiti zabranom.

Iz prakse · Titanijev dioksid, E 171

Titanijev dioksid se godinama koristio kao bijelo bojilo u slatkišima, žvakaćim gumama, preljevima i pecivima. EFSA je 2021. zaključila da se zabrinutost zbog genotoksičnosti čestica titanijeva dioksida ne može isključiti i da se E 171 više ne može smatrati sigurnim prehrambenim aditivom (EFSA FAF Panel 2021.). Europska komisija ga je početkom 2022. uklonila s popisa odobrenih aditiva (Europska komisija 2022.f).

Slučaj pokazuje kako sustav radi kad radi dobro. Aditiv odobren prije nekoliko desetljeća je ponovno procijenjen s novim podacima, a kad procjena nije mogla potvrditi sigurnost, odobrenje je povučeno.

5.7 Mikroplastika

Mikroplastika su sitne čestice plastike. EFSA ih je opisala kao čestice veličine od 0,1 µm do 5 mm, a nanoplastiku kao čestice od 1 do 100 nm (EFSA CONTAM Panel 2016.). Nalaze se u moru, tlu, vodi i zraku, pa i u hrani. O njima se mnogo piše, a znanje je još ograničeno.

EFSA je 2016. procijenila stanje znanja s naglaskom na plodove mora. Zaključila je da su podaci o pojavi mikroplastike u hrani, o njezinoj toksičnosti i o sudbini u probavnom sustavu nedostatni za procjenu rizika, posebno za nanoplastiku. Kod riba se mikroplastika uglavnom nalazi u probavilu, koje se obično ne jede, pa je izloženost veća kod školjkaša i malih riba koje se jedu cijele (EFSA CONTAM Panel 2016.). Istaknula je i potrebu za normiranim analitičkim metodama. Svjetska zdravstvena organizacija je 2022. pregledala podatke o izloženosti mikroplastici hranom i zrakom objavljene do kraja 2021. godine. Ni ona nije donijela konačan zaključak o riziku, nego je navela nesigurnosti i istraživanja potrebna da se one smanje (World Health Organization 2022.a).

Za ovu knjigu važno je jedno. Mikroplastika je opasnost čiju veličinu još ne znamo dobro procijeniti. Rezultati različitih laboratorija se teško uspoređuju jer se metode razlikuju, a kućne metode za mikroplastiku u hrani ne postoje. Nalaz „u uzorku pronađeno toliko i

toliko čestica" bez opisa metode, veličine čestica i slijepih proba (pogl. 21) se ne može tumačiti.

5.8 Tvari iz ambalaže i posuđa

Ambalaža, posude, folije, pribor i kuhinjski aparati dolaze u dodir s hranom i mogu u nju otpuštati male količine svojih sastojaka. Taj prijelaz zovemo **migracijom**. Temeljno pravilo je da materijali u dodiru s hranom ne smiju otpuštati sastojke u količinama koje mogu ugroziti zdravlje ili neprihvatljivo promijeniti sastav, okus ili miris hrane (Europski parlament i Vijeće 2004.a).

Za plastiku postoje dvije vrste granica (Europska komisija 2011.a). **Ukupna migracija**, zbroj svih tvari koje prijeđu u hranu, ne smije prijeći 10 mg po kvadratnom decimetru površine. **Specifična migracija** se odnosi na pojedine tvari i određuje se prema njihovoj toksičnosti. Migracija je veća kad je hrana masna ili kisela, kad je temperatura visoka i kad je dodir dug. Zato proizvođač mora navesti za koju je hranu i temperaturu proizvod namijenjen.

Bisfenol A

BPA (bisfenol A) je tvar od koje se proizvodi polikarbonatna plastika i epoksidni premazi s unutarnje strane limenki. EFSA je 2023. ponovno procijenila BPA i odredila podnošljivi dnevni unos od 0,2 ng/kg tjelesne mase, što je dvadeset tisuća puta manje od privremene vrijednosti iz 2015. Kritični učinak je djelovanje na imunosni sustav. Prema toj procjeni, izloženost prosječnih i visokih potrošača u svim dobnim skupinama premašuje novu vrijednost (EFSA CEP Panel 2023.). Europska komisija je potom zabranila uporabu BPA i nekih drugih bisfenola u materijalima i predmetima koji dolaze u dodir s hranom, uz prijelazna razdoblja (Europska komisija 2024.). Zabrana vrijedi od 20. siječnja 2025. Predmeti izrađeni po ranijim pravilima smjeli su se stavljati na tržište do 20. srpnja 2026., jednokratne limenke s premazom na osnovi BPA za konzerviranje voća, povrća i prerađene ribe smiju do 20. srpnja 2028., a višekratna oprema za profesionalnu proizvodnju hrane do 20. siječnja 2028. (Europska komisija 2024.; Europska komisija 2025.a).

Ftalati

Ftalati su omekšivači plastike, koji se koriste u PVC-u, brtvama, cijevima i rukavicama. U masnu hranu prelaze lakše nego u vodenu. EFSA je 2019. za četiri ftalata (DBP, BBP, DEHP i DINP) odredila skupni podnošljivi dnevni unos od 50 μg/kg tjelesne mase, izražen kao DEHP, na temelju učinka na reproduktivni sustav (EFSA CEP Panel 2019.).

Posuđe u kuhinji

U kućanstvu su važni stari i neodgovarajući predmeti. Keramika s olovnom glazurom, posebno ručno izrađena ili kupljena kao ukras, može otpuštati olovo u kiselu hranu, poput voćnih sokova, salata s octom ili kiselog kupusa (Vijeće Europskih zajednica 1984.). Posuđe s oštećenim premazom i plastične posude koje nisu namijenjene zagrijavanju također povećavaju migraciju. Iz nepremazanih aluminijskih posuda aluminij prelazi u kiselu hranu, posebno dok se hrana u njima drži toplom (Bundesinstitut für Risikobewertung 2017.). Znak čaše i vilice na predmetu označava da je namijenjen dodiru s hranom (Europski parlament i Vijeće 2004.a).

? Mit ili činjenica

MIT

Domaća hrana nema aditive, pa je sigurnija od kupovne.

ŠTO KAŽU PODACI

Aditiv je tvar koja je procijenjena i odobrena za određenu namjenu i količinu (Europski parlament i Vijeće 2008.). Domaća hrana ne sadrži E-brojeve, ali može sadržavati PAH iz domaćeg dimljenja, mikotoksine iz loše uskladištenog kukuruza, bakterije iz nedovoljno hlađenih jela i olovo iz stare keramike. Opasnosti iz ovog poglavlja ne biraju između domaće i kupovne hrane. Razlika je u tome tko ih nadzire.

Pokušajte sami

Alergeni na pet deklaracija

SVRHA

Naučiti pronaći alergene na deklaraciji i razlikovati obvezne podatke od dobrovoljnih upozorenja.

PRIBOR

Pet pretpakiranih proizvoda iz kuhinje (na primjer keksi, umak, kruh, čokolada, juha iz vrećice), bilježnica, mobitel s fotoaparatom.

POSTUPAK

1. Fotografirajte popis sastojaka svakog proizvoda.
2. U popisu sastojaka pronađite istaknute alergene i zapišite ih.
3. Usporedite ih s popisom četrnaest skupina iz ovog poglavlja. Postoji li sastojak koji pripada nekoj skupini, a nije istaknut?

4. Zapišite svako upozorenje tipa „može sadržavati" i za koji alergen vrijedi.

ŠTO BILJEŽITI

Naziv proizvoda, proizvođača, seriju, rok trajanja, istaknute alergene, upozorenja o mogućim tragovima i način isticanja (podebljano, velika slova, boja).

KAKO TUMAČITI

Alergen koji je u sastojcima, a nije istaknut, je nedostatak označivanja i može se prijaviti (pogl. 19). Upozorenje „može sadržavati" nije pogreška, nego dobrovoljna informacija o mogućem unakrsnom onečišćenju.

GRANICE

Deklaracija govori o namjeri proizvođača, a ne o izmjerenom sastavu. Nenamjerna prisutnost alergena bez upozorenja se može utvrditi samo analizom.

⚠ **Sigurnost.** Ako Vi ili član obitelji imate alergiju na hranu, ne provjeravajte deklaraciju kušanjem. U slučaju reakcije potražite liječničku pomoć.

Granice metode · Osjetila i opasnosti iz proizvodnje

Osjetila mogu otkriti kvarenje, pljesnivost i dio prekida hladnog lanca (pogl. 12). Ostatke pesticida i lijekova, mikotoksine, salmonelu, listeriju, norovirus, BPA i ftalate ne mogu otkriti. Kukuruz s aflatoksinom ne mora izgledati pljesnivo, a piletina s kampilobakterom izgleda kao svaka druga.

Zapamtiti

Opasnosti iz same proizvodnje nastaju pri uzgoju, preradi, skladištenju i pakiranju, a nadzor ih redovito traži samo ako su poznate. Najviše akutnih bolesti iz hrane uzrokuju mikroorganizmi, a dio njih se može spriječiti u vlastitoj kuhinji.

Pojmovnik poglavlja

Najveća dopuštena razina ostataka (MRL). Najveća količina ostatka pesticida dopuštena u određenoj namirnici, određena prema dobroj poljoprivrednoj praksi i provjerena procjenom rizika.

Mikotoksini. Otrovne tvari koje stvaraju neke plijesni na polju ili u skladištu.

Zoonoza. Bolest ili infekcija koja se prirodno prenosi sa životinja na ljude.

Alergen. Tvar, najčešće bjelančevina, koja kod osjetljivih osoba izaziva alergijsku reakciju.

Prehrambeni aditiv. Tvar koja se namjerno dodaje hrani radi tehnološke svrhe i koja mora biti odobrena.

Migracija. Prijelaz sastojaka ambalaže, posuđa ili pribora u hranu.

Otpornost na antimikrobna sredstva. Sposobnost mikroorganizama da prežive djelovanje lijekova koji bi ih inače uništili.

Provjera znanja

1. Zašto prekoračenje MRL ne znači automatski da je hrana štetna?
2. Zašto ciljano uzorkovanje daje veći udio nesukladnih uzoraka od slučajnog?
3. Kako aflatoksin iz kukuruza dospijeva u mlijeko?
4. Zašto je listerija posebno opasna u gotovoj hrani iz hladnjaka?
5. Navedite pet od četrnaest skupina alergena koje se moraju označiti.
6. Zašto su masna i kisela hrana osjetljivije na migraciju iz ambalaže?

Odgovori su na kraju knjige.

II. DIO

Tko pazi na našu hranu

Službene kontrole, samokontrola proizvođača, podrijetlo graničnih vrijednosti i slijepe pjege sustava.

POGLAVLJE 6

Sustav službenih kontrola

U OVOM POGLAVLJU

- Koja tijela u Hrvatskoj i Europskoj uniji brinu o sigurnosti hrane i tko je za što nadležan.
- Zašto su procjena rizika, upravljanje rizikom i komunikacija o riziku odvojeni poslovi.
- Kako se planiraju službene kontrole i kako izgleda jedna godina rada inspekcije u brojkama.
- Što je sustav RASFF i kako građanin može sam pratiti obavijesti o opasnoj hrani.

TKO JE BIO U MESNICI?

Zamislite subotnje jutro u mesnici u manjem gradu. Dok čeka red, kupac primijeti na vratima hladnjaka naljepnicu s datumom i potpisom, a na pultu zapisnik u plastičnoj fascikli. Mesar objašnjava kako je prošli tjedan bio „inspektor iz veterinarske", da je uzeo uzorak mljevenog mesa i pregledao zapise o temperaturi hladnjaka. Kupac se pita tko je taj inspektor, tko ga je poslao baš ovamo i što će se dogoditi s uzorkom. Pita se i zašto je inspektor uzeo meso, a nije pogledao kruh na susjednoj polici. Na putu kući na radiju čuje da je jedan proizvod povučen iz prodaje u nekoliko europskih država, a obavijest je stigla „preko europskog sustava za uzbunjivanje". Odakle taj sustav zna za proizvod koji je napravljen tisuću kilometara daleko?

Ova scena je zamišljena, ali svaki njezin dio postoji. U ovom poglavlju pratimo put od propisa do inspektora u mesnici i dalje, do laboratorija i europske baze obavijesti.

6.1 Tko je odgovoran za sigurnu hranu

Prvo načelo europskog prava o hrani često iznenadi čitatelje. Za sigurnost hrane prvi je odgovoran onaj tko je proizvodi, prerađuje ili prodaje, a ne država. Uredba (EZ) br. 178/2002 propisuje da **subjekt u poslovanju s hranom** u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije osigurava da hrana ispunjava zahtjeve propisa i provjerava ispunjavanje tih zahtjeva (Europski parlament i Vijeće 2002.). Država ima drugačiju ulogu. Ona provjerava rade li proizvođači i trgovci ono što su dužni raditi, i to kroz **službene kontrole**.

Ta podjela uloga objašnjava mnogo toga što građanima izgleda nelogično. Inspektor ne može pregledati svaki komad mesa, ali može provjeriti ima li mesnica sustav koji sprječava da se pokvareno meso uopće proda. Zato se u ovom dijelu knjige prvo bavimo službenim kontrolama, a u pogl. 7 samokontrolom koju provode sami proizvođači.

Okvir za službene kontrole u cijeloj Europskoj uniji postavlja Uredba (EU) 2017/625 (Europski parlament i Vijeće 2017.). Ona određuje kako države članice imaju nadležna tijela, da kontrole provode redovito i na temelju rizika, da imaju dovoljno osposobljenog osoblja, da koriste akreditirane laboratorije i da o svemu izvješćuju. U Hrvatskoj se ta uredba provodi kroz Zakon o službenim kontrolama i drugim službenim aktivnostima koje se provode sukladno propisima o hrani, hrani za životinje, o zdravlju i dobrobiti životinja, zdravlju bilja i sredstvima za zaštitu bilja (Hrvatski sabor 2021.), a opća pravila o hrani daje Zakon o hrani iz 2023. godine (Hrvatski sabor 2023.c). Naziv prvog zakona je dug, ali dobro opisuje njegov opseg. Isti sustav pokriva hranu, hranu za životinje, zdravlje životinja i zdravlje bilja, jer opasnost koja uđe na farmu ili u polje može završiti na tanjuru.

6.2 Tko što radi u Hrvatskoj

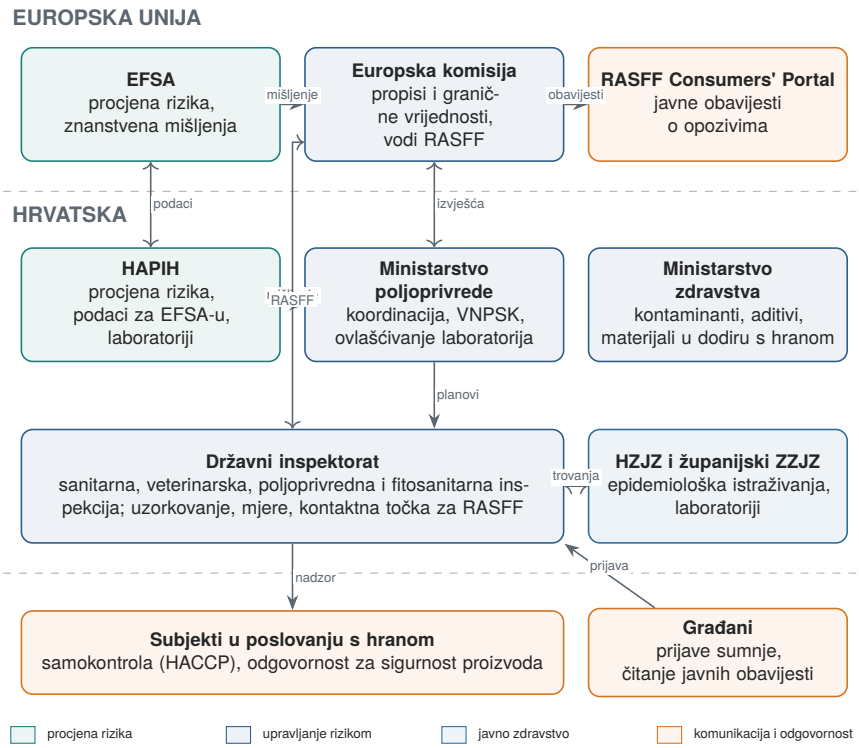
Zakon o hrani navodi tri nadležna tijela, a to su ministarstvo nadležno za poljoprivredu, ministarstvo nadležno za zdravstvo i Državni inspektorat (Hrvatski sabor 2023.c, čl. 5). Uz njih postoji agencija koja procjenjuje rizik i niz laboratorija i zavoda. Slika 6.1 prikazuje kako su ti dijelovi povezani.

Ministarstvo poljoprivrede

Ministarstvo nadležno za poljoprivredu (danas MPŠR (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva)) koordinira suradnju svih nadležnih tijela i jedinstvena je kontaktna točka prema Europskoj komisiji i drugim državama članicama (Hrvatski sabor 2023.c, čl. 6). Ono utvrđuje politiku za hranu za životinje, označivanje i sljedivost hrane te za službene kontrole. Ministarstvo vodi izradu VNPSK (Višegodišnji nacionalni plan službenih kontrola), u kojoj sudjeluju sva nadležna tijela, i ovlašćuje službene i referentne laboratorije (Hrvatski sabor 2021., čl. 7 i 43). U uobičajenom govoru ministarstvo se zato opisuje kao središnje tijelo za hranu, iako zakon rabi izraze koordinacija i jedinstvena kontaktna točka.

Ministarstvo zdravstva

Ministarstvo nadležno za zdravstvo utvrđuje politiku sigurnosti hrane u području kontaminanata, aditiva, nove hrane i genetski modificirane hrane (Hrvatski sabor 2023.c, čl. 6). Ono registrira subjekte koji proizvode ili stavljaju na tržište materijale i predmete koji dolaze u dodir s hranom, daje smjernice za programe praćenja hrane i ovlašćuje laboratorije za te materijale i za genetski modificirane organizme (Hrvatski sabor 2021., čl. 8).



Slika 6.1. Glavni sudionici sustava sigurnosti hrane u Europskoj uniji i Hrvatskoj i njihove veze (pojednostavljeno). Boje razlikuju procjenu rizika, upravljanje rizikom, javno zdravstvo te komunikaciju i odgovornost. Izvori Hrvatski sabor (2023.c), Hrvatski sabor (2021.), Europski parlament i Vijeće (2002.).

Državni inspektorat

DIRH (Državni inspektorat Republike Hrvatske) provodi inspekcijski nadzor nad hranom u svim fazama, od primarne proizvodnje do maloprodaje i ugostiteljstva (Hrvatski sabor 2023.c, čl. 6). Inspektorat je ustrojen Zakonom o Državnom inspektoratu (Hrvatski sabor 2023.a) i u njemu djeluje šesnaest inspekcija. Za hranu su najvažnije četiri.

- **Sanitarna inspekcija** nadzire hranu u proizvodnji koja nije vezana uz životinjsko podrijetlo, u trgovini i ugostiteljstvu, vodu za ljudsku potrošnju, predmete opće uporabe i dodatke prehrani (Hrvatski sabor 2021.; Državni inspektorat 2025.).
- **Veterinarska inspekcija** nadzire zdravlje i dobrobit životinja, objekte za hranu životinjskog podrijetla (klaonice, mljekare, sirane, ribarnice), veterinarsko-medicinske proizvode i ostatke tih proizvoda u hrani (Državni inspektorat 2025.).
- **Poljoprivredna inspekcija** nadzire primarnu poljoprivrednu proizvodnju i kvalitetu hrane, uključujući označivanje i prijevare s proizvodima kao što su med, maslinovo ulje i vino (Državni inspektorat 2025.).

- **Fitosanitarna inspekcija** nadzire zdravlje bilja, sredstva za zaštitu bilja i njihovu uporabu, pa je važna za ostatke pesticida već na polju (Državni inspektorat 2025.).

Državni inspektorat je i kontaktna točka Hrvatske za europski sustav RASFF (Hrvatski sabor 2023.c, čl. 24) te istražuje trovanja hranom zajedno s epidemiološkim službama (Hrvatski sabor 2021., čl. 20). Kad se pojavi skupina oboljelih nakon zajedničkog obroka, epidemiolog i inspektor zajedno izlaze na teren, uzimaju uzorke hrane, briseve površina i po potrebi vodu, a izolati bakterija idu u nacionalne referentne laboratorije.

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu

HAPIH (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu) je tijelo nadležno za **procjenu rizika** na nacionalnoj razini (Hrvatski sabor 2023.c, čl. 9). Agencija izrađuje znanstvena mišljenja na zahtjev nadležnih tijela ili na vlastiti poticaj, koordinira nacionalnu mrežu znanstvenih institucija i prikuplja podatke koje Hrvatska šalje Europskoj agenciji za sigurnost hrane. Primjer takvog rada je godišnje izvješće o ostacima veterinarsko-medicinskih proizvoda i pesticida u hrani životinjskog podrijetla, u kojem su za 2024. godinu obrađeni podaci o 1948 uzoraka (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu 2025.a). Agencija u nekim područjima i sama provodi službene kontrole i ima laboratorije, primjerice za zdravlje bilja, sredstva za zaštitu bilja i vino (Hrvatski sabor 2021., čl. 9).

Hrvatski zavod za javno zdravstvo i županijski zavodi

HZJZ (Hrvatski zavod za javno zdravstvo) i mreža županijskih zavoda za javno zdravstvo (ZZJZ) imaju dvije uloge važne za hranu. Njihove epidemiološke službe otkrivaju i istražuju bolesti koje se prenose hranom, a njihovi laboratoriji analiziraju hranu i vodu, i za službene kontrole i za proizvođače koji provode samokontrolu. Laboratorije za službene analize ovlašćuje ministarstvo nadležno za poljoprivredu (Hrvatski sabor 2021., čl. 43), a upisnik službenih i nacionalnih referentnih laboratorija objavljuje na svojim mrežnim stranicama. U upisniku su, svaki za određeni opseg analiza, HZJZ, većina županijskih zavoda, Hrvatski veterinarski institut sa svojim podružnicama te nekoliko instituta i privatnih laboratorija (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva 2026.). Ovlaštenje za službene analize nije isto što i akreditacija. Prilog D navodi akreditirane laboratorije, kojima se može obratiti i građanin, a koji je laboratorij ovlašten za koju službenu analizu provjerite u aktualnom upisniku ministarstva.

Granice metode · podjela nadležnosti

Nadležnosti su podijeljene prema vrsti hrane i mjestu u lancu, a ne prema opasnosti. Isti kadmij u mesu nadzire veterinarska inspekcija, u žitu poljoprivredna ili sanitarna, a u vodi za piće sanitarna. Za građanina koji želi prijaviti sumnju to znači da prijava ponekad ide „krivoj" inspekciji. Prijava se ne odbacuje, nego prosljeđuje, ali to traje. Kako prijavu uputiti pravoj službi opisano je u pogl. 19, a kontakti su u prilogu H.

6.3 Europska razina

Europska agencija za sigurnost hrane

EFSA je osnovana Uredbom (EZ) br. 178/2002 i sjedište joj je u Parmi (Europski parlament i Vijeće 2002.). EFSA ne donosi propise, ne zabranjuje proizvode i ne provodi inspekcije. Njezin posao je znanstvena procjena rizika. Stručni paneli, sastavljeni od neovisnih znanstvenika iz cijele Europe, pregledavaju dostupne studije i na kraju daju mišljenje, primjerice koliki tjedni unos kadmija smatraju podnošljivim ili koji su ostaci pesticida u hrani zabrinjavajući. Kako se iz pokusa dolazi do takvog broja opisano je u pogl. 8. EFSA svake godine objavljuje i zbirna izvješća temeljena na podacima država članica, primjerice o ostacima pesticida u hrani (EFSA 2026.).

Europska komisija

Europska komisija predlaže propise i, zajedno s državama članicama, donosi provedbene uredbe s graničnim vrijednostima. Kad EFSA objavi novo mišljenje, Komisija odlučuje treba li promijeniti najveće dopuštene količine, zabraniti tvar ili uvesti pojačane kontrole uvoza. Komisija upravlja i sustavom RASFF te preko svojih revizora provjerava rade li nacionalni sustavi kontrole onako kako propisuje Uredba (EU) 2017/625 (Europski parlament i Vijeće 2017.).

6.4 Procjena, upravljanje i komunikacija

Europsko pravo dijeli **analizu rizika** na tri međusobno povezana dijela (Europski parlament i Vijeće 2002.).

1. **Procjena rizika** je znanstveni postupak. Utvrđuje se opasnost, opisuje se odnos doze i učinka, procjenjuje se izloženost i iz toga izvodi koliko je rizik velik. Četiri koraka tog postupka detaljno su opisana u pogl. 27.
2. **Upravljanje rizikom** je odlučivanje. Na temelju procjene, ali i drugih opravdanih čimbenika (tehnološka izvedivost, troškovi, društvena prihvatljivost), donosi se odluka o graničnoj vrijednosti, zabrani ili kontroli.
3. **Komunikacija o riziku** je razmjena informacija između procjenitelja, upravitelja, proizvođača, znanstvenika i javnosti tijekom cijelog postupka.

Procjena i upravljanje su namjerno odvojeni. Hrvatski Zakon o hrani to izričito propisuje (Hrvatski sabor 2023.c, čl. 7), a na europskoj razini procjenu radi EFSA, a odluke donose Komisija i države članice. Razlog je jednostavan. Znanstvenik koji procjenjuje rizik ne bi smio razmišljati o tome koliko će zabrana koštati poljoprivrednike, a političar koji odlučuje ne bi smio mijenjati znanstveni zaključak kad mu ne odgovara. Odvojene uloge čine vidljivim gdje završava znanost, a gdje počinje odluka.

? Mit ili činjenica

MIT

Granične vrijednosti u hrani određuju znanstvenici i one su čisto znanstveni broj.

ŠTO KAŽU PODACI

Znanstvenici procjenjuju opasnost i izloženost, a granicu određuju upravitelji rizika. Uredba (EZ) br. 178/2002 dopušta da se pri upravljanju rizikom uzmu u obzir i „drugi opravdani čimbenici" (Europski parlament i Vijeće 2002.). Zato granica za neki kontaminant može biti niža nego što bi zdravstvena procjena tražila, jer se lako postiže dobrom praksom, ili rjeđe viša od željene, jer niža ne bi bila tehnički ostvariva. U pogl. 8 vidjet ćete kako se to odražava u razlici između toksikoloških vrijednosti i najvećih dopuštenih količina.

6.5 Kako se planiraju kontrole

Uredba (EU) 2017/625 obvezuje svaku državu članicu na **višegodišnji nacionalni plan službenih kontrola** i na godišnje izvješće Komisiji o njegovoj provedbi (Europski parlament i Vijeće 2017.). U Hrvatskoj izradu VNPSK vodi ministarstvo nadležno za poljoprivredu, a sudjeluju Državni inspektorat, HAPIH, Carinska uprava i drugi (Hrvatski sabor 2021., čl. 6, 7 i 9). Važeći plan obuhvaća razdoblje od 1. prosinca 2025. do 30. studenoga 2030., izradili su ga ministarstva nadležna za poljoprivredu i zdravstvo, Državni inspektorat, HAPIH, Hrvatski šumarski institut i Carinska uprava, a javno je objavljen na mrežnim stranicama Uprave za veterinarstvo i sigurnost hrane (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva 2025.b).

Iz višegodišnjeg plana izvode se godišnji planovi. Državni inspektorat izrađuje godišnje planove službenih kontrola, operativne planove inspekcija i planove praćenja (monitoringa). Sanitarna inspekcija tako svake godine ima plan monitoringa hrane na mikrobiološke parametre, plan monitoringa hrane na kemijske parametre i nacionalni program praćenja ostataka pesticida. Ti planovi se izrađuju na temelju analize rizika. U obzir se uzimaju dosadašnji rezultati, pojava zaraznih bolesti, obavijesti iz RASFF-a i vrsta djelatnosti (Državni inspektorat 2025.).

Ključna riječ je **kontrola temeljena na riziku**. Objekt koji proizvodi meso za cijelu regiju i već je imao nesukladnosti dolazi na red češće od male prodavaonice zapakiranog kruha. To je razuman način raspodjele ograničenog broja inspektora, ali ima i posljedicu. Ono što se ne smatra rizičnim kontrolira se rjeđe, a ono za što se ne zna da je rizično može ostati izvan plana. O tim slijepim pjegama govori pogl. 9.

Iz prakse · jedna godina sanitarne inspekcije u brojkama

Državni inspektorat objavljuje godišnja izvješća o radu. Prema izvješću za 2024. godinu u registru sanitarne inspekcije bilo je 62.400 objekata u poslovanju s hranom. Sanitarni inspektori proveli su 7591 inspekcijski nadzor u području sigurnosti hrane, uključujući 1227 kontrola izvršenja rješenja, i utvrdili nesukladnosti u 32 % objekata, najviše u ugostiteljstvu. Najčešće povrede su bile nepoložen tečaj zdravstvenog odgoja, propušteni zdravstveni pregledi zaposlenika, nevođenje sljedivosti, izostanak interne kontrole mikrobiološke čistoće i neprovođenje sustava samokontrole na načelima HACCP-a (Državni inspektorat 2025.).

Na unutarnjem tržištu uzeto je 1567 uzoraka hrane, od kojih je 1,91 % ocijenjeno zdravstveno neispravnim. Na granici je pregledano 33.663 pošiljaka hrane, uzorkovane su 1893 pošiljke, a 5,3 % uzorkovanih pošiljaka proglašeno je neispravnim i vraćeno. Nesukladnosti su se uglavnom odnosile na ostatke pesticida u voću i povrću i na prekoračenje najvećih dopuštenih količina kontaminanata. Sanitarna inspekcija je obradila iste godine 309 obavijesti iz sustava RASFF (Državni inspektorat 2025.).

Isto izvješće navodi da je veterinarska inspekcija od 12.936 planiranih službenih kontrola provela 6791, oko 52,5 %, jer su inspektori bili angažirani na suzbijanju afričke svinjske kuge i influence ptica (Državni inspektorat 2025.). Takvi podaci ne govore ni kako je sustav loš ni da je dobar. Oni pokazuju kako je kapacitet ograničen i da izvanredni događaji troše isti kapacitet kao i redovni nadzor.

6.6 Kako izgleda službena kontrola

Službena kontrola nije samo uzimanje uzorka. Uredba (EU) 2017/625 nabraja više postupaka, od pregleda objekta i dokumentacije, preko razgovora s osobljem i provjere zapisa iz samokontrole, do uzorkovanja i laboratorijske analize (Europski parlament i Vijeće 2017.). U većini nadzora inspektor provjerava sustav, a ne pojedinačni proizvod. Pogleda zapise o temperaturi, plan čišćenja, dokaze o osposobljenosti osoblja, sljedivost ulaza i izlaza, rezultate analiza koje je proizvođač sam naručio i način postupanja s nesukladnim proizvodima.

Kad uzima uzorak, inspektor slijedi propisani postupak. Za mnoge onečišćivače postoje posebne uredbe o metodama uzorkovanja koje propisuju koliko pojedinačnih uzoraka treba uzeti i kako ih spojiti, primjerice za mikotoksine (Europska komisija 2023.e) ili za metale i procesne kontaminante (Europska komisija 2007.). Uzorak se zapečati, a subjekt ima pravo na drugo stručno mišljenje. Rezultat iz službenog laboratorija, akreditiranog prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 (Hrvatski sabor 2021., čl. 43), temelj je za upravne mjere. Te mjere mogu biti zabrana prodaje, povlačenje ili opoziv proizvoda, privremeno zatvaranje objekta ili prekršajni postupak. Mnoge od tih postupaka građanin istraživač može primijeniti i sam, o čemu govori V. dio knjige (pogl. 20 do pogl. 26).

6.7 Sustav brzog uzbunjivanja RASFF

Hrana putuje preko granica brže nego što se pišu dopisi. Zato je sustav za brzu razmjenu obavijesti među europskim državama uspostavljen još 1979. godine (Europska komisija 2026.h). Sustav je Uredbom (EZ) br. 178/2002 dobio današnji pravni okvir kao RASFF (Europski parlament i Vijeće 2002., čl. 50). Kad nadležno tijelo bilo koje države članice otkrije ozbiljan rizik od hrane, hrane za životinje ili materijala u dodiru s hranom, mora o tome obavijestiti mrežu. Obavijest odmah vide sve države članice, Komisija, EFSA, Nadzorno tijelo EFTA-e te Norveška, Island, Lihtenštajn i Švicarska, koji su članovi mreže (Europska komisija 2026.a).

Obavijesti se dijele prema hitnosti. **Upozorenje** (engl. *alert*) šalje se kad je proizvod na tržištu i treba brzo djelovati. Obavijest za informaciju šalje se kad rizik postoji, ali ne traži hitnu mjeru u drugim državama. Obavijest o odbijanju na granici znači da proizvod nije ni ušao u Uniju. RASFF je danas dio šire ACN (Mreža za uzbunjivanje i suradnju, engl. *Alert and Cooperation Network*), koja uključuje i mreže za prijevare s hranom i za dobrobit životinja. Prema godišnjem izvješću mreže za 2024. godinu kroz RASFF je razmijenjeno 5250 obavijesti, a ukupno u svim mrežama 9460. Otprilike trećina obavijesti iz RASFF-a odnosila se na odbijanja na granici, najčešće zbog ostataka pesticida u voću i povrću (Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane 2025.). Slika 6.2 pokazuje kako se broj i sastav obavijesti mijenjao od 2021. do 2025. godine. Odbijanja na granici su do 2024. bila najbrojnija vrsta, a 2025. godine su ih prvi put nadmašila upozorenja o proizvodima koji su već na tržištu (Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane 2026.).

Hrvatska kontaktna točka za RASFF je Državni inspektorat, a nacionalni sustav uključuje i HAPIH i ministarstvo nadležno za poljoprivredu (Hrvatski sabor 2023.c, čl. 24). Kad stigne obavijest da je neki proizvod distribuiran i u Hrvatsku, inspekcija provjerava gdje se nalazi, nalaže povlačenje i prati njegovo uklanjanje s tržišta.

Pojedinosti obavijesti u samom sustavu nisu javne, jer sadrže podatke o tvrtkama i istragama u tijeku. Javnosti je namijenjen **RASFF Consumers' Portal**, na kojem se objavljuju obavijesti o proizvodima koji su opozvani od potrošača u državama članicama (Europska komisija 2026.g). Državni inspektorat na svojim mrežnim stranicama objavljuje i obavijesti o opozivu proizvoda s hrvatskog tržišta.

Pokušajte sami

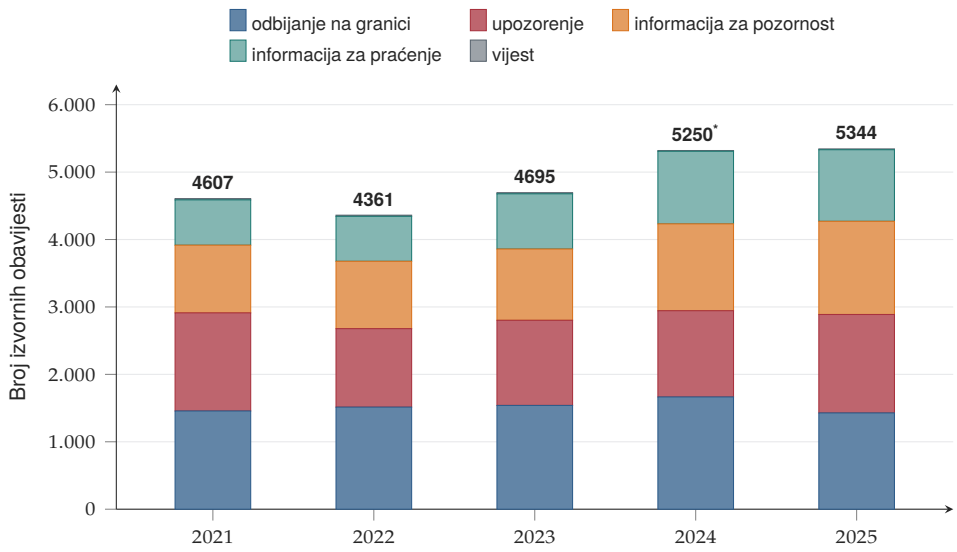
Pratite obavijesti o opasnoj hrani mjesec dana

SVRHA

Upoznati kako izgledaju stvarne obavijesti o opasnoj hrani i koliko su česte.

PRIBOR

Računalo ili mobitel, bilježnica ili proračunska tablica.



Slika 6.2. Izvorne obavijesti RASFF-a po vrsti od 2021. do 2025. godine. Broj iznad stupca je ukupan broj obavijesti u godini. Za 2024. (*) tekst izvješća navodi 5250 obavijesti, a zbroj vrsta s grafikona istog izvješća je 5320, pa je stupac nacrtan prema vrstama. Više obavijesti ne znači nužno više opasne hrane, jer broj ovisi i o tome koliko se kontrolira (Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane 2022.; Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane 2023.; Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane 2024.; Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane 2025.; Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane 2026.).

POSTUPAK

1. Otvorite RASFF Consumers' Portal (Europska komisija 2026.g) i stranicu Državnog inspektorata s obavijestima o opozivu.
2. Jednom tjedno, uvijek istog dana, zapišite sve nove obavijesti koje se odnose na Hrvatsku ili na proizvode koje kupujete.
3. Za svaku obavijest zabilježite vrstu proizvoda, opasnost (mikroorganizam, tvar, strano tijelo, neoznačeni alergen), zemlju podrijetla i datum.

ŠTO BILJEŽITI

Tablicu s četiri stupca (datum, proizvod, opasnost, podrijetlo) i kratku napomenu je li obavijest navela broj serije i rok trajanja.

KAKO TUMAČITI

Nakon četiri tjedna prebrojite obavijesti po vrsti opasnosti. Primijetit ćete kako neke opasnosti dominiraju, primjerice bakterije i ostaci pesticida, a da se neke tvari gotovo nikada ne pojavljuju. To ne znači nužno kako ih u hrani nema, nego i da se rjeđe traže (pogl. 9).

GRANICE

Obavijesti odražavaju ono što je pronađeno i prijavljeno, a ne stvarnu učestalost opasnosti u hrani. Država koja više uzorkuje ima više obavijesti.

Zapamtiti

Za sigurnost hrane prvi je odgovoran proizvođač, a država to provjerava službenim kontrolama. Procjenu rizika radi znanost (EFSA, HAPIH), odluke donose upravitelji rizika (Komisija, ministarstva), a inspektori ih provode.

Pojmovnik poglavlja

Službena kontrola. Aktivnost nadležnog tijela kojom se provjerava poštuju li subjekti propise o hrani; uključuje preglede, provjeru dokumentacije, uzorkovanje i analize.

Subjekt u poslovanju s hranom. Fizička ili pravna osoba odgovorna za ispunjavanje zahtjeva propisa o hrani u poslovanju koje vodi.

Procjena rizika. Znanstveni postupak u četiri koraka kojim se procjenjuje vjerojatnost i težina štetnog učinka.

Upravljanje rizikom. Odlučivanje o mjerama na temelju procjene rizika i drugih opravdanih čimbenika.

Komunikacija o riziku. Razmjena informacija i mišljenja o riziku između svih sudionika, uključujući javnost.

VNPSK. Višegodišnji nacionalni plan službenih kontrola koji svaka država članica mora imati prema Uredbi (EU) 2017/625.

RASFF. Europski sustav brzog uzbunjivanja za hranu i hranu za životinje.

Provjera znanja

1. Tko je prema europskom pravu prvi odgovoran za sigurnost hrane koja se stavlja na tržište?
2. Koje tijelo u Hrvatskoj procjenjuje rizik, a koje provodi inspekcijski nadzor?
3. Zašto su procjena rizika i upravljanje rizikom odvojeni?
4. Koja inspekcija nadzire siranu, a koja trgovinu povrćem?

5. Što je RASFF Consumers' Portal i po čemu se razlikuje od samog sustava RASFF?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 7

Samokontrola proizvođača

U OVOM POGLAVLJU

- Što proizvođač hrane mora sam kontrolirati i zašto je to temelj cijelog sustava.
- Preduvjetni programi i dobra higijenska praksa kao „kućni red" svakog objekta.
- Sedam načela HACCP-a, objašnjena bez žargona.
- Dva razrađena primjera, mala sirana i pčelar, s tablicama analize opasnosti.

REGISTRATOR OD DVJESTO STRANICA

Zamislite mladu sirarku koja na obiteljskom gospodarstvu s dvadesetak koza želi prodavati svježi i polutvrdi sir. Susjed joj je donio registrator „HACCP dokumentacije" koji je kupio od savjetnika za veliku mljekaru. Ima dvjesto stranica, dijagrame strojeva koje ona nema i obrasce za smjene koje ne postoje jer radi sama. Pita se mora li sve to ispuniti i hoće li joj inspektor zatvoriti siranu ako ne razumije pola stranica.

Odgovor je da ne mora preuzeti tuđi registrator. Mora razumjeti gdje u njezinoj proizvodnji nastaju opasnosti i kako ih kontrolira. Za malu siranu to može stati na nekoliko listova, ali svaki od tih listova mora biti istinit i svaki zapis stvarno vođen. Ova priča je zamišljena, ali pitanje je stvarno i čuje se na svakom tečaju za male proizvođače.

7.1 Samokontrola kao temelj sustava

U pogl. 6 vidjeli smo da je za sigurnost hrane prvi odgovoran subjekt u poslovanju s hranom. Inspektor dolazi nekoliko puta godišnje ili rjeđe, a proizvođač je u objektu svaki dan. Zato se sigurnost hrane ne može temeljiti na vanjskim kontrolama, nego na **samokontroli**, sustavu koji proizvođač sam uspostavlja, provodi i dokumentira.

Uredba (EZ) br. 852/2004 o higijeni hrane razlikuje dvije skupine subjekata (Europski parlament i Vijeće 2004.b). U **primarnoj proizvodnji** (uzgoj bilja, držanje životinja, mužnja, ribolov, berba) proizvođač mora poštovati opće higijenske odredbe iz Priloga I uredbe i voditi propisane evidencije, primjerice o uporabi sredstava za zaštitu bilja i veterinarskih lijekova. Svi ostali subjekti, od prerade do ugostiteljstva, moraju ispuniti opće higijenske zahtjeve iz Priloga II i uz to uspostaviti, provoditi i održavati postupke temeljene na načelima HACCP-a (Europski parlament i Vijeće 2004.b, čl. 4 i 5).

Za hranu životinjskog podrijetla vrijede i dodatna pravila iz Uredbe (EZ) br. 853/2004, primjerice o odobravanju objekata, toplinskoj obradi mlijeka i označivanju proizvoda od sirovog mlijeka (Europski parlament i Vijeće 2004.c). Mikrobiološke kriterije koje hrana mora ispuniti, kao i obvezu proizvođača da ih provjerava, propisuje Uredba (EZ) br. 2073/2005 (Europska komisija 2005.).

7.2 Preduvjetni programi i dobra higijenska praksa

Prije nego što se uopće počne govoriti o kritičnim točkama, objekt mora imati uređen „kućni red". Taj skup pravila se naziva **preduvjetni programi**, a uključuje DHP (dobra higijenska praksa). Europska komisija u svojoj obavijesti iz 2022. godine o sustavima upravljanja sigurnošću hrane opisuje ih kao temelj na kojem se tek gradi HACCP (Europska komisija 2022.c). Najvažniji su sljedeći.

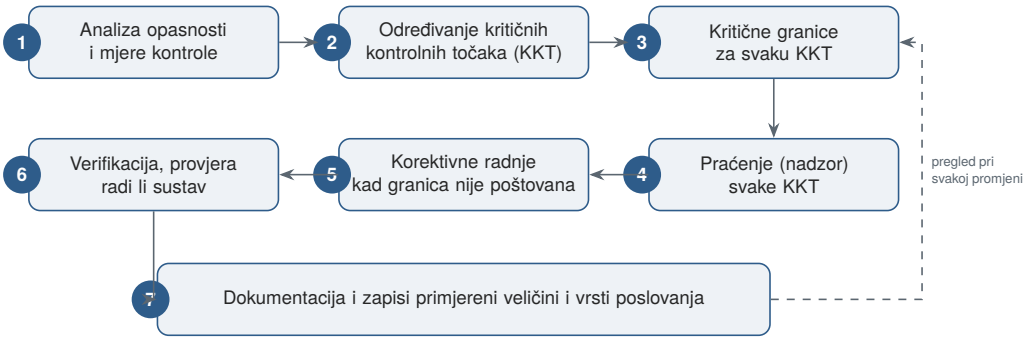
- Prostor i oprema koji se mogu čistiti, s odvojenim čistim i nečistim putevima.
- Plan čišćenja i dezinfekcije, s određenim sredstvima, učestalošću i odgovornom osobom.
- Kontrola štetnika (glodavci, kukci, ptice).
- Voda za piće u proizvodnji i redovita provjera njezine ispravnosti.
- Osobna higijena, zdravstveni pregledi i osposobljavanje osoblja.
- Kontrola temperature pri skladištenju i prijevozu.
- Odabir dobavljača i provjera sirovina pri prijemu.
- Upravljanje alergenima, otpadom i održavanjem opreme.

Od 2021. godine Prilog II Uredbe (EZ) br. 852/2004 izričito traži i upravljanje alergenima te **kulturu sigurnosti hrane**, odnosno da uprava i svi zaposlenici razumiju svoju ulogu u proizvodnji sigurne hrane (Europska komisija 2021.b). U maloj sirani u kojoj radi jedna osoba kultura sigurnosti hrane svodi se na jednostavno pitanje. Bi li ona radila jednako kad nitko ne gleda i kad nitko ne bi saznao za propust?

7.3 Sedam načela HACCP-a

HACCP je sustav koji je razvijen 1960-ih godina za proizvodnju hrane za astronaute. Na njemu su radili tvrtka Pillsbury, laboratoriji američke vojske u Naticku i NASA, jer ispitivanjem gotovih proizvoda nisu mogli jamčiti da hrana za let nije onečišćena (Ross-Nazzal 2007.). Međunarodno ga je opisala Komisija Codex Alimentarius u Općim načelima higijene hrane CXC 1-1969, čija je posljednja velika revizija iz 2020. godine (Codex Alimentarius Commission 2020.). Uredba (EZ) br. 852/2004 u članku 5 navodi sedam načela gotovo istim riječima (Europski parlament i Vijeće 2004.b, čl. 5). Slika 7.1 prikazuje ih kao krug koji se ponavlja.

1. **Analiza opasnosti.** Za svaki korak proizvodnje pita se koje biološke, kemijske i fizikalne opasnosti mogu ući u proizvod, umnožiti se ili preživjeti, koliko su vjerojatne



Slika 7.1. Sedam načela HACCP-a prema čl. 5 Uredbe (EZ) br. 852/2004 i Općim načelima higijene hrane Codex Alimentariusa (Europski parlament i Vijeće 2004.b; Codex Alimentarius Commission 2020.). Sustav se preispituje pri svakoj promjeni proizvoda, sirovine ili postupka.

i koliko teške, te kojim ih se mjerama sprječava, uklanja ili smanjuje na prihvatljivu razinu.

2. **Kritične kontrolne točke.** **Kritična kontrolna točka** (KKT) je korak na kojem je kontrola nužna i na kojem se opasnost može spriječiti, ukloniti ili smanjiti, a kasnije više nema prilike. Pasterizacija mlijeka je tipična KKT (kritična kontrolna točka), jer nakon nje u siranskoj proizvodnji više nema koraka koji ubija bakterije.
3. **Kritične granice.** Za svaku KKT određuje se mjerljiva granica koja dijeli prihvatljivo od neprihvatljivog, primjerice temperatura i vrijeme.
4. **Praćenje.** Određuje se kako, koliko često i tko mjeri, primjerice termometrom pri svakoj šarži.
5. **Korektivne radnje.** Unaprijed se odlučuje što učiniti kad mjerenje pokaže da granica nije poštovana. Proizvod se može ponovno obraditi, preusmjeriti ili uništiti, a uzrok se otklanja.
6. **Verifikacija.** Povremeno se provjerava radi li sustav, primjerice laboratorijskom analizom gotovog proizvoda, kalibracijom termometra ili pregledom zapisa.
7. **Dokumentacija i zapisi.** Vode se zapisi primjereni vrsti i veličini poslovanja, kako bi se moglo dokazati da je sustav proveden.

Codex prije tih sedam načela predviđa pet pripremnih koraka. Treba sastaviti tim (u maloj sirani to je jedna osoba, eventualno uz savjetnika), opisati proizvod, odrediti kako će se proizvod koristiti i tko će ga jesti, nacrtati dijagram toka i provjeriti dijagram na licu mjesta (Codex Alimentarius Commission 2020.). Pitanje tko će jesti proizvod nije formalnost. Svježi sir koji kupuju i trudnice i starije osobe nosi drugačiji rizik od listerije nego tvrdi sir koji zrije mjesecima (pogl. 30).

7.4 Fleksibilnost za male proizvođače

Uredba (EZ) br. 852/2004 već u uvodnim odredbama kaže kako zahtjevi HACCP-a trebaju biti dovoljno fleksibilni da se mogu primijeniti u svim situacijama, uključujući male objekte (Europski parlament i Vijeće 2004.b). Obavijest Komisije iz 2022. godine to razrađuje (Europska komisija 2022.c). U nekim objektima, primjerice u maloj prodavaonici zapakirane hrane, dobra higijenska praksa može biti dovoljna i bez posebnih kritičnih točaka. Kritične granice ne moraju se uvijek mjeriti instrumentom, nego se mogu opisati postupkom, primjerice „kuhati dok ne proklju̇ča". Dokumentacija može biti jednostavna, a mogu se koristiti i **vodiči dobre higijenske prakse** koje izrađuju strukovna udruženja ili nadležna tijela za pojedine sektore (Europski parlament i Vijeće 2004.b, čl. 7 do 9). Za mliječne farme i mini-sirane postoji europski vodič dobre higijenske prakse u proizvodnji tradicijskih sireva i mliječnih proizvoda, koji je odobren 2016. godine i objavljen i na hrvatskom jeziku (FACEnetwork 2016.). Postoji li za Vaš sektor i nacionalni vodič, pitajte nadležnu inspekciju ili ministarstvo nadležno za poljoprivredu.

Fleksibilnost ne znači izuzeće. Mali proizvođač mora imati jednako sigurnu hranu kao veliki, samo smije doći do toga jednostavnijim putem. Ono što se ne smije pojednostaviti jest pasterizacija, temperatura i čistoća, jer listerija ne zna koliko je sirana velika.

7.5 Primjer prvi, mala sirana

Zamislite malu siranu na obiteljskom gospodarstvu koja od vlastitog kozjeg mlijeka proizvodi svježi sir i polutvrdi sir koji zrije nekoliko tjedana. Primjer je zamišljen, ali opasnosti i mjere su one koje se stvarno pojavljuju u takvoj proizvodnji.

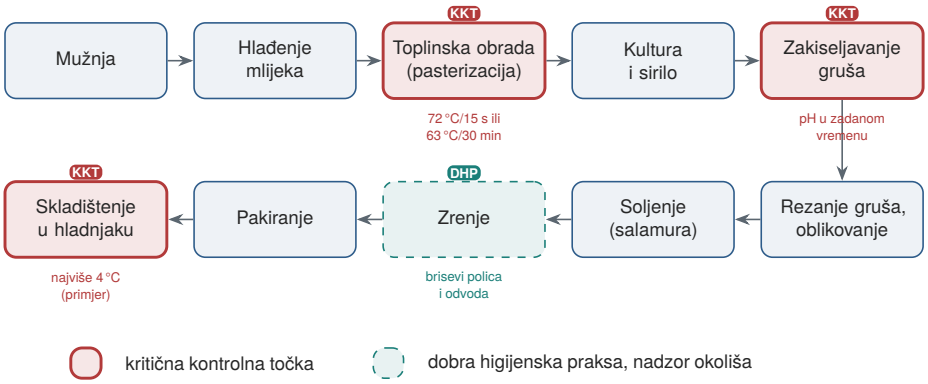
Dijagram toka je jednostavan. Mužnja, hlađenje mlijeka, toplinska obrada, dodavanje kulture i sirila, rezanje gruša, oblikovanje i cijeđenje, soljenje (suho ili u salamuri), zrenje, pakiranje i skladištenje. Za svaki korak postavlja se pitanje što može poći krivo. Slika 7.2 prikazuje taj dijagram i na njemu označava kritične kontrolne točke iz tablice 7.1.

Pasterizirano ili sirovo mlijeko

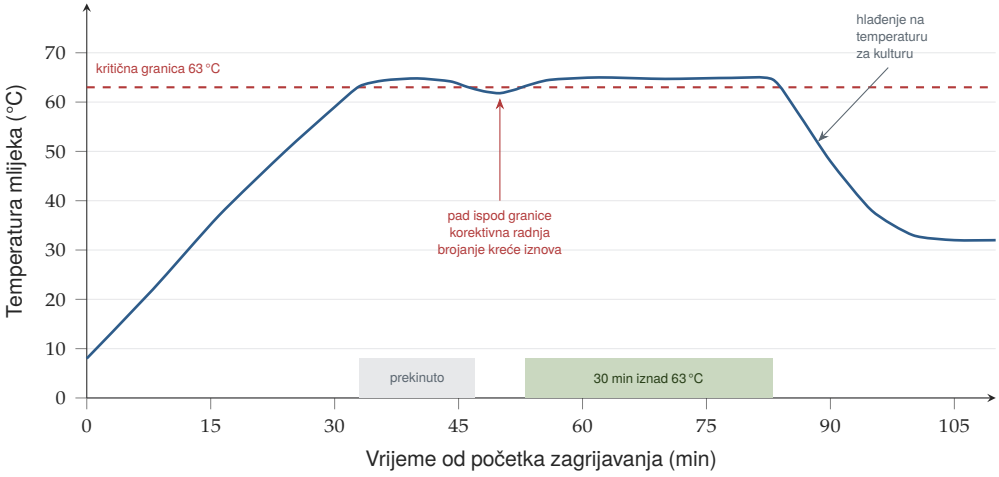
Najvažnija odluka je hoće li se mlijeko toplinski obraditi. Uredba (EZ) br. 853/2004 opisuje pasterizaciju kao postupak koji uključuje najmanje 72 °C kroz 15 sekundi, najmanje 63 °C kroz 30 minuta ili drugu kombinaciju temperature i vremena s jednakim učinkom (Europski parlament i Vijeće 2004.c). U maloj sirani to se često radi kao sporija pasterizacija u kotlu, na nižoj temperaturi i dulje. Tada se temperatura i vrijeme moraju mjeriti i zapisivati za svaku šaržu, a termometar redovito provjeravati. Slika 7.3 pokazuje kako na takvom zapisu izgledaju kritična granica, praćenje i korektivna radnja.

Pasterizacija je KKT jer uklanja patogene iz mlijeka, a poslije nje više nema koraka koji bi to učinio.

Sir od **sirovog mlijeka** je dopušten, ali na deklaraciji mora pisati da je proizveden od sirovog mlijeka (Europski parlament i Vijeće 2004.c). Tada nema jedne točke koja ubija bakterije, pa se kontrola raspoređuje na više mjesta. Važno je zdravlje stada, higijena



Slika 7.2. Dijagram toka zamišljene male sirane. Crveno uokvireni koraci su kritične kontrolne točke s primjerom kritične granice, a zrenje je korak na kojem se listerija iz okoliša kontrolira dobrom higijenskom praksom i brisevima, a ne jednom mjerljivom granicom. Na stvarnom gospodarstvu dijagram se crta prema vlastitom postupku i provjerava na licu mjesta (Codex Alimentarius Commission 2020.; Europski parlament i Vijeće 2004.c).



Slika 7.3. Zapis temperature jedne šarže sporije pasterizacije u kotlu. Kritična granica je najmanje 63 °C kroz 30 minuta (Europski parlament i Vijeće 2004.c). Kad je temperatura pala ispod granice, proizvođač je pojačao grijanje i brojanje 30 minuta počeo iznova od trenutka kad je mlijeko ponovno bilo iznad 63 °C, a odstupanje i radnju upisao u zapis. Krivulja je zamišljena i služi samo za objašnjenje.

mužnje, brzo hlađenje, brzo i potpuno zakiseljavanje gruša te zrenje dovoljno dugo da se broj patogena smanji. Tvrdi sirevi s dugim zrenjem i niskim udjelom vode nose manji rizik od mekih i svježih sireva od sirovog mlijeka. Takav sustav je zahtjevniji i traži više laboratorijske verifikacije.

Listerija u zrionici

Listeria monocytogenes raste i pri temperaturama hladnjaka i podnosi sol, pa joj odgovaraju zrionice, salamure, drvene police i odvodi. Pasterizacija je ubija u mlijeku, ali sir se može ponovno onečistiti nakon pasterizacije, iz okoliša. Uredba (EZ) br. 2073/2005 propisuje za hranu spremnu za jelo u kojoj listerija može rasti dva kriterija. Proizvod u roku trajanja ne smije imati više od 100 cfu/g, a ako proizvođač ne može dokazati da će to biti ispunjeno, listerija ne smije biti prisutna u 25 g proizvoda kad proizvod napušta njegov nadzor (Europska komisija 2005.). Proizvođači hrane spremne za jelo moraju uzimati i uzorke iz prostora i opreme u sklopu plana uzorkovanja (Europska komisija 2005.). O listeriji kao opasnosti više je rečeno u pogl. 5.

Tablica 7.1 prikazuje skraćenu analizu opasnosti za taj primjer.

7.6 Primjer drugi, pčelar

Pčelarstvo je u mnogočemu drugačije. Med je proizvod niske aktivnosti vode, u kojem se patogene bakterije ne umnožavaju, pa su glavne opasnosti kemijske, a mnogi parametri koje pčelar prati zapravo su pokazatelji kvalitete. Velik dio posla pčelara, od držanja pčela do vrcanja, pripada primarnoj proizvodnji, pa se na njega primjenjuje Prilog I Uredbe (EZ) br. 852/2004, a ne puni sustav HACCP-a (Europski parlament i Vijeće 2004.b). Smjernice Komisije u primarnu proizvodnju ubrajaju sve pčelarske radnje, od držanja pčela do prikupljanja meda, vrcanja i pakiranja u objektu pčelara. Iste radnje izvan objekta pčelara, primjerice u zajedničkom objektu zadruge, nisu primarna proizvodnja (Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane 2018.). Hrvatski pravilnik na isti način opisuje objekt za primarnu proizvodnju pčelinjih proizvoda, u kojem se proizvodi s vlastitog pčelinjaka sakupljaju, vrcaju, pune, pakiraju i skladište (Ministarstvo poljoprivrede 2021., čl. 2).

Vlaga i HMF

Pravilnik o medu propisuje da med smije imati najviše 20 % vode, a med od vrijeska najviše 23 % (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva 2025.a). Med s previše vode može fermentirati, jer kvasci u njemu počinju rasti. Vlagu pčelar kontrolira tako da vrca zreo, poklopljen med i mjeri vlagu refraktometrom (pogl. 13).

Tablica 7.1. Skraćena analiza opasnosti za zamišljenu malu siranu (svježi i polutvrdi sir od pasteriziranog kozjeg mlijeka). Granice su primjeri i moraju se uskladiti s propisima i vlastitom validacijom (Europski parlament i Vijeće 2004.b; Europski parlament i Vijeće 2004.c; Europska komisija 2005.).

Korak	Opasnost	Mjera kontrole	KKT	Granica i praćenje
Prijem mlijeka	ostaci veterinarskih lijekova; patogeni	poštovanje karence, zdravlje stada, brzi test na inhibitorne tvari	ne	zapis o liječenju, test pri sumnji
Hlađenje	umnožavanje bakterija	hlađenje odmah nakon mužnje	ne	temperatura spremnika, zapis dvaput dnevno
Pasterizacija	preživljavanje patogena	dovoljna temperatura i vrijeme	**da**	najmanje 72 °C/15 s ili validirana jednakovrijedna kombinacija; zapis za svaku šaržu
Zakiseljavanje	rast *S. aureus* i stvaranje toksina	aktivna kultura, kontrola pH	**da**	pH nakon određenog broja sati; zapis
Soljenje	listerija iz salamure	čišćenje i obnova salamure	ne	plan čišćenja
Zrenje	onečišćenje listerijom iz okoliša	čišćenje polica, brisevi okoliša	ne, DHP	brisevi prema planu, rezultati laboratorija
Skladištenje	rast listerije	hladni lanac	**da**	najviše 4 °C (primjer); termometar u hladnjaku

HMF (hidroksimetilfurfural) nastaje iz šećera u medu pri zagrijavanju i dugom skladištenju. Pravilnik dopušta najviše 40 mg/kg, a za med iz tropskih krajeva 80 mg/kg (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva 2025.a). Visok HMF nije sam po sebi zdravstvena opasnost u količinama u kojima se med jede, nego pokazatelj da je med pregrijan ili star. Za pčelara to znači da med ne otapa na izravnoj vatri i ne čuva ga uz peć.

Ostaci veterinarskih lijekova

Kemijska opasnost koju pčelar najviše kontrolira sam su ostaci sredstava kojima liječi pčele, najčešće protiv varoe. Za farmakološki djelatne tvari u hrani životinjskog podrijetla najveće dopuštene količine propisane su Uredbom (EU) br. 37/2010 (Europska komisija 2010.c), a za mnoge tvari u medu takva količina nije utvrđena, pa se smiju koristiti samo odobreni pripravci, točno prema uputi. Med je i u hrvatskom planu praćenja ostataka

Tablica 7.2. Skraćena analiza opasnosti za zamišljenog pčelara koji vrca i puni med u staklenke (Europski parlament i Vijeće 2004.b; Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva 2025.a; Europska komisija 2010.c).

Korak	Opasnost	Mjera kontrole	Praćenje i zapis
Liječenje pčela	ostaci lijekova u medu	samo odobreni pripravci, bez tretmana tijekom medenja, karenca	evidencija liječenja (datum, sredstvo, doza, košnice)
Položaj pčelinjaka	pesticidi, metali iz okoliša	izbor lokacije, dogovor s okolnim poljoprivrednicima	bilješke o tretiranju okolnih površina
Vrcanje	previsoka vlaga, fermentacija	vrcanje zrelog meda	refraktometar, zapis po seriji
Oprema i posude	tvari iz materijala, strana tijela	oprema za hranu, cijeđenje kroz sito	izjave o sukladnosti posuda
Skladištenje	porast HMF-a	hladno i tamno, bez zagrijavanja	datum vrcanja na seriji

jedna od matrica koje se redovito uzorkuju (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu 2025.a). Je li za pripravak koji koristite utvrđena najveća dopuštena količina u medu, provjerite u Prilogu Uredbe (EU) br. 37/2010 ili pitajte veterinara.

Pčelar kontrolira tu opasnost redoslijedom radnji, a ne laboratorijom. Ne liječi tijekom medenja, poštuje karencu, ne stavlja medišta tijekom tretmana i vodi evidenciju o svakom liječenju. Uz to postoje opasnosti iz okoliša, poput pesticida s okolnih polja, i iz opreme, poput materijala koji nisu namijenjeni dodiru s hranom (Europski parlament i Vijeće 2004.a).

7.7 Kako se samokontrola provjerava

Inspektor koji dolazi u siranu ili pčelinjak ne počinje od laboratorija, nego od pitanja. Može li proizvođač objasniti svoj dijagram toka? Zna li koje su njegove kritične točke i koje su granice? Postoje li zapisi o temperaturi pasterizacije za svaku šaržu i odgovaraju li oni stvarnom stanju na termometru? Što je učinjeno kad je granica jednom bila prekoračena? Uredba (EU) 2017/625 predviđa da se službenim kontrolama provjeravaju i postupci samokontrole i njihovi zapisi (Europski parlament i Vijeće 2017.), a Komisija u svojoj obavijesti opisuje kako se pregledava cjelovitost postupaka temeljenih na HACCP-u (Europska komisija 2022.c).

Dobar znak je kad zapis i stvarnost odgovaraju jedno drugom. Ako su svi zapisi o temperaturi hladnjaka za cijeli mjesec ispisani istom olovkom i istim rukopisom, s istom vrijednošću svaki dan, iskusni inspektor posumnja da su upisani naknadno. Ako zapis pokazuje jedno odstupanje i uz njega bilješku što je poduzeto, to je znak da sustav živi. Sustav

bez ijednog odstupanja kroz godinu dana češće znači kako se odstupanja ne bilježe nego da ih nema.

7.8 Što potrošač može vidjeti

Kupac na tržnici ili u maloj trgovini ne može pregledati HACCP plan, ali može primijetiti znakove dobre higijenske prakse. Ima li vitrina termometar i pokazuje li vrijednost koja odgovara propisanoj temperaturi za tu hranu (pogl. 17)? Odvaja li prodavač sirovo meso od gotove hrane i koristi li za njih različit pribor? Ima li sir na deklaraciji oznaku da je proizveden od sirovog mlijeka, kad jest (Europski parlament i Vijeće 2004.c)? Ima li med na staklenci oznaku serije ili datum punjenja, po kojem bi se mogao pronaći ako nešto nije u redu? Sljedivost je tiha obveza, ali kad se pojavi problem, upravo ona odlučuje hoće li se povući jedna serija ili sve. Kontrolne liste za takvo promatranje nalaze se u prilogu B.

Iz prakse · što inspektori najčešće nalaze

U godišnjem izvješću Državnog inspektorata za 2024. godinu neprovođenje sustava samokontrole na načelima HACCP-a navodi se među najčešćim povredama propisa koje je sanitarna inspekcija utvrdila u objektima u poslovanju s hranom, uz nevođenje sljedivosti i izostanak interne kontrole mikrobiološke čistoće objekta (Državni inspektorat 2025.). Nesukladnost je utvrđena u 32 % nadziranih objekata. Takvi nalazi pokazuju da problem češće nije nepoznavanje pojma HACCP, nego svakodnevno provođenje i vođenje zapisa.

Granice metode · što HACCP ne može

HACCP smanjuje vjerojatnost da opasna hrana napusti objekt, ali je ne svodi na nulu. Sustav kontrolira samo one opasnosti koje je proizvođač prepoznao u analizi opasnosti. Ako onečišćenje dolazi iz izvora na koji nitko nije pomislio, primjerice iz onečišćenog tla ili vode (pogl. 4), sustav ga neće uhvatiti. Zapisi dokazuju kako je postupak proveden, ali ne i da je dobro osmišljen. Zato postoje verifikacija i vanjske kontrole.

Praktični zadatak · analiza opasnosti u vlastitoj kuhinji

Odaberite jedno jelo koje kod kuće često pripremate i ostavljate za sljedeći dan, primjerice pečenu piletinu, rižu ili domaći namaz od jaja. Nacrtajte dijagram toka od kupnje do posluživanja ostatka. Za svaki korak upišite u tablicu sličnu tablici 7.1 moguću opasnost, mjeru kojom je kontrolirate i kako biste znali da je mjera provedena. Označite korak koji smatrate kritičnom kontrolnom točkom i obrazložite zašto. Na kraju odgovorite na pitanje bi li Vaš sustav prošao verifikaciju, odnosno imate li ikakav dokaz, primjerice termometar u hladnjaku, da se stvarno drži onako kako mislite (pogl. 13).

Zapamtiti

HACCP nije registrator, nego način razmišljanja. Proizvođač prepozna gdje nastaje opasnost, odredi točke na kojima je mora kontrolirati, mjeri, reagira kad nešto pođe krivo i to zapisuje. Mali proizvođač smije to raditi jednostavnije, ali ne i manje sigurno.

Pojmovnik poglavlja

Samokontrola. Sustav kojim subjekt u poslovanju s hranom sam osigurava i dokazuje sigurnost svojih proizvoda.

Preduvjetni programi. Osnovni higijenski uvjeti i postupci (čišćenje, štetnici, voda, osoblje, temperatura) bez kojih HACCP ne može funkcionirati.

HACCP. Sustav analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka, sedam načela propisanih čl. 5 Uredbe (EZ) br. 852/2004.

Kritična kontrolna točka. Korak u proizvodnji na kojem je kontrola nužna da bi se opasnost spriječila, uklonila ili smanjila na prihvatljivu razinu.

Kritična granica. Mjerljiva vrijednost (npr. temperatura i vrijeme) koja dijeli prihvatljivo od neprihvatljivog na KKT-u.

Verifikacija. Povremena provjera radi li sustav samokontrole kako je zamišljen.

Kultura sigurnosti hrane. Zajednički stav i ponašanje uprave i zaposlenika prema sigurnosti hrane, obvezni zahtjev od 2021. godine.

Provjera znanja

1. Koja je razlika između obveza u primarnoj proizvodnji i u preradi hrane?
2. Nabrojite sedam načela HACCP-a.
3. Zašto je pasterizacija mlijeka u sirani kritična kontrolna točka?
4. Zašto listerija može onečistiti sir od pasteriziranog mlijeka?
5. Je li visok HMF u medu znak zdravstvene opasnosti?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 8

Kako nastaju granične vrijednosti

U OVOM POGLAVLJU

- Kako se iz pokusa na životinjama dolazi do broja koji vrijedi za ljude.
- Što znače NOAEL, LOAEL, BMDL, ADI, TDI, TWI i ARfD.
- Zašto je najveća dopuštena razina ostataka pesticida zakonska, a ne toksikološka granica.
- Zašto „ispod granice" ne znači „bez učinka", a „iznad granice" ne znači „otrov".

DVA NASLOVA ISTOGA DANA

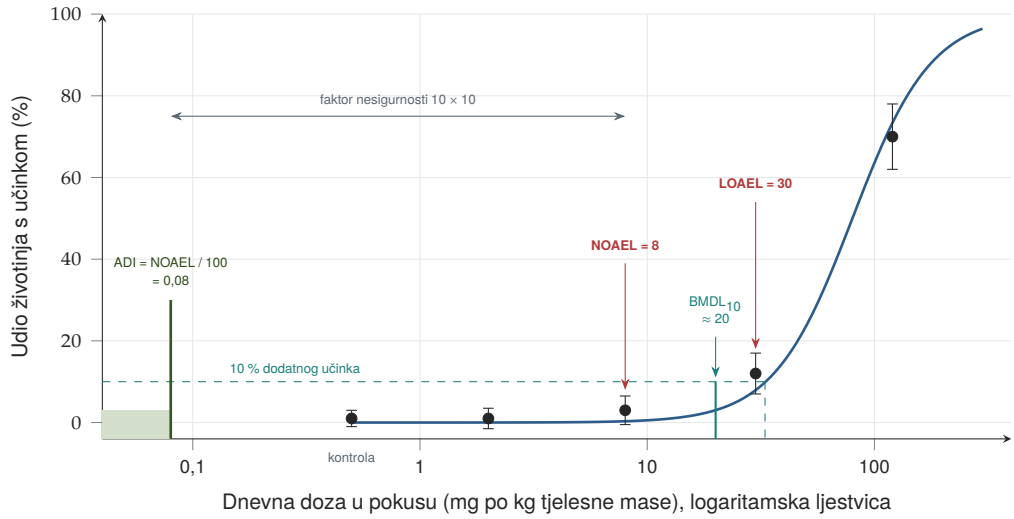
Zamislite da istog jutra pročitate dva naslova. Prvi kaže da je u uzorku jagoda pronađen pesticid „iznad dopuštene granice". Drugi kaže da su svi uzorci riže u nekoj analizi bili „ispod granice za kadmij". Prvi naslov zvuči kao uzbuna, a drugi kao umirivanje. Netko u obitelji odmah baci jagode iz hladnjaka, a nitko ne razmišlja o riži.

Oba zaključka mogu biti pogrešna. Granica za pesticid u jagodama je mogla biti postavljena toliko nisko da prekoračenje ne znači gotovo ništa za zdravlje, a granica za kadmij u riži znači samo kako je ta riža smjela na tržište, ne i da kadmij iz svih izvora zajedno ostaje u podnošljivim okvirima. Da bi se naslovi mogli čitati, treba znati kako je koja granica nastala. Ova scena je zamišljena, ali takvi naslovi nisu.

8.1 Dvije vrste brojeva

Kad se govori o „granici" za neku tvar u hrani, misli se na dvije vrlo različite vrste brojeva.

- **Zdravstvene referentne vrijednosti** govore koliko neke tvari čovjek smije unijeti po kilogramu tjelesne mase dnevno ili tjedno bez značajnog rizika. To su ADI, TDI, TWI i ARfD. Izvodi ih znanstvena procjena rizika (EFSA, JECFA), a odnose se na *čovjeka*, ne na hranu.
- **Zakonske granice u hrani** govore koliko neke tvari smije biti u kilogramu određene hrane da bi se ta hrana smjela prodavati. To su najveće dopuštene količine kontaminanata



Slika 8.1. Krivulja doza-odgovor za *zamišljenu* tvar. Točke su opaženi rezultati pokusa s rasponom nesigurnosti, a puna linija prilagođeni model. NOAEL je najviša ispitana doza bez statistički značajnog učinka, LOAEL najniža doza s učinkom, a $BMDL_{10}$ donja granica pouzdanosti doze koja daje 10 % dodatnog učinka. ADI je od NOAEL-a udaljen za faktor 100. Brojevi služe samo za objašnjenje.

(Europska komisija 2023.g), najveće dopuštene razine ostataka pesticida (Europski parlament i Vijeće 2005.) i veterinarskih lijekova (Europska komisija 2010.c). Određuju ih upravitelji rizika (pogl. 6), a odnose se na *hranu*.

Veza između te dvije vrste brojeva je izloženost, odnosno koliko te hrane netko pojede. Kako se izloženost računa i uspoređuje s referentnom vrijednošću pokazano je u pogl. 28. Ovdje pratimo kako nastaju sami brojevi.

8.2 Od pokusa do točke polazišta

Za većinu tvari ne postoje pokusi na ljudima, i ne smiju postojati. Zato se toksičnost ispituje na laboratorijskim životinjama, najčešće štakorima, miševima, kunićima i psima, prema međunarodno usklađenim smjernicama. Životinje se podijele u skupine. Jedna skupina dobiva hranu bez tvari (kontrola), a ostale dobivaju tvar u nekoliko rastućih doza, kroz nekoliko tjedana, mjeseci ili cijeli život. Prati se tjelesna masa, krvna slika, funkcija jetre i bubrega, razmnožavanje, razvoj mladunaca, pojava tumora i stanje organa pod mikroskopom (WHO i FAO 2009.).

Iz takvog pokusa dobiva se **krivulja doza-odgovor**, koja pokazuje kako se udio životinja s nekim štetnim učinkom mijenja s dozom (slika 8.1). Na toj krivulji traži se **točka polazišta** (engl. *reference point*), doza od koje se računa dalje.

NOAEL i LOAEL

Klasični pristup gleda samo ispitane doze. NOAEL (najviša doza bez opaženog štetnog učinka, engl. *No Observed Adverse Effect Level*) se u pokusu određuje kao najviša ispitana doza pri kojoj se ne opaža statistički ili biološki značajan štetan učinak u odnosu na kontrolu, a LOAEL (najniža doza s opaženim štetnim učinkom) kao najniža ispitana doza pri kojoj se takav učinak opaža (WHO i FAO 2009.). Na slici 8.1 to su doze 8 i 30.

Taj pristup ima dvije slabosti. Prva je da NOAEL mora biti jedna od doza koje je istraživač izabrao, pa ovisi o rasporedu doza više nego o stvarnoj toksičnosti. Druga je da manji pokus s manje životinja lakše „ne vidi" učinak, pa daje viši NOAEL. Slabiji pokus tako paradoksalno daje blažu granicu.

BMD i BMDL

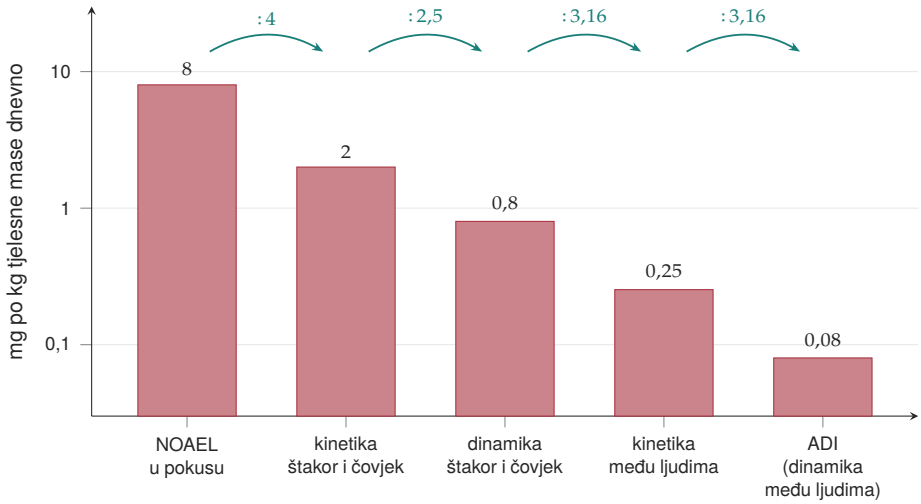
Zbog toga EFSA danas preporučuje **pristup referentne doze**. Kroz sve podatke provlači se matematički model, a zatim se izračuna doza koja daje unaprijed određeni mali dodatni učinak, primjerice 5 ili 10 % (BMD (referentna doza, engl. *Benchmark Dose*)). Kao točka polazišta uzima se donja granica pouzdanosti te doze (BMDL (donja granica pouzdanosti referentne doze, engl. *Benchmark Dose Lower confidence limit*)), da bi se uzela u obzir nesigurnost podataka (EFSA Scientific Committee 2022.). Na slici 8.1 BMD_{10} je oko 33, a $BMDL_{10}$ oko 20. Prednost je da se koristi cijela krivulja, a lošiji pokus s većom nesigurnošću daje niži BMDL, ne viši. BMDL ne znači da je učinak pri toj dozi nula. Znači da je dodatni učinak vrlo vjerojatno manji od izabranih 5 ili 10 %.

8.3 Faktori nesigurnosti

Točka polazišta vrijedi za skupinu laboratorijskih životinja, a treba nam vrijednost za ljude, i to za sve ljude, uključujući najosjetljivije. Zato se dijeli s **faktorima nesigurnosti** (WHO i FAO 2009.).

- **Razlike između vrsta**, uobičajeno faktor 10. Čovjek može biti osjetljiviji od štakora jer tvar sporije izlučuje ili jer mu je organ osjetljiviji. Faktor 10 dijeli se na oko 4 za razlike u sudbini tvari u tijelu (toksikokinetika) i oko 2,5 za razlike u djelovanju na organ (toksikodinamika).
- **Razlike među ljudima**, uobičajeno faktor 10. Djeca, starije osobe, bolesni i ljudi s različitim genima ne reagiraju jednako. Taj faktor se dijeli na oko 3,16 i 3,16.
- **Dodatni faktori** kad podaci nisu potpuni, primjerice kad postoji samo kratki pokus, a traži se vrijednost za doživotnu izloženost, ili kad je točka polazišta LOAEL, a ne NOAEL.

Umnožak dvaju osnovnih faktora daje uobičajeni faktor 100. Slika 8.2 pokazuje kako se NOAEL zamišljene tvari sa slike 8.1 tim dijeljenjem korak po korak spušta do ADI-ja. Kad postoje podaci o samoj tvari, primjerice o tome kako je ljudi izlučuju, opći faktori se



Slika 8.2. Od NOAEL-a od 8 mg po kg tjelesne mase dnevno do ADI-ja od 0,08 mg/kg za *zamišljenu* tvar sa slike 8.1. Faktor 10 za razlike između vrsta dijeli se na 4 i 2,5, a faktor 10 za razlike među ljudima na 3,16 i 3,16 (WHO i FAO 2009.). Os je logaritamska, pa jednaki faktori daju jednako visoke stepenice. Brojevi služe samo za objašnjenje.

zamjenjuju faktorima specifičnima za tu tvar (WHO i FAO 2009.). Faktor 100 nije matematički izveden iz prirodnog zakona. To je dogovor koji se pokazao razumno zaštitnim, a o njemu se i danas raspravlja.

8.4 ADI, TDI, TWI i ARfD

Kad se točka polazišta podijeli s faktorima nesigurnosti, dobije se zdravstvena referentna vrijednost. Nazivi ovise o vrsti tvari i trajanju izloženosti (WHO i FAO 2009.).

ADI Prihvatljivi dnevni unos (engl. *Acceptable Daily Intake*) vrijedi za tvari koje se namjerno dodaju ili koriste, poput aditiva, pesticida i veterinarskih lijekova. Izraz „prihvatljiv" upućuje na to da je uporaba tvari svjesna odluka.

TDI Podnošljivi dnevni unos (engl. *Tolerable Daily Intake*) vrijedi za onečišćivače koje nitko ne dodaje namjerno, poput metala i dioksina. Izraz „podnošljiv" upućuje na to da ih ne želimo, ali ih ne možemo potpuno izbjeći.

TWI Podnošljivi tjedni unos (engl. *Tolerable Weekly Intake*) koristi se za tvari koje se dugo zadržavaju u tijelu, poput kadmija ili PFAS-a, kod kojih nije važan pojedini dan, nego dugotrajni prosjek.

ARfD Akutna referentna doza je količina koja se smije unijeti u jednom obroku ili jednom danu. Važna je za tvari koje mogu djelovati odmah, primjerice neke pesticide.

Sve te vrijednosti se izražavaju po kilogramu tjelesne mase. Isti unos znači za dijete od 20 kg tri i pol puta veće opterećenje nego za odraslu osobu od 70 kg, o čemu govori pogl. 30.

Izračun · ADI za zamišljenu tvar

Polazište

Iz pokusa na štakorima sa slike 8.1 NOAEL je 8 mg po kg tjelesne mase dnevno.

Faktori nesigurnosti

Nema posebnih podataka o tvari, pa se koristi opći faktor $10 \times 10 = 100$.

ADI

ADI = 8/100 = 0,08 mg po kg tjelesne mase dnevno.

Za osobu od 70 kg

$0{,}08 \times 70 = 5{,}6$ mg dnevno, svaki dan, cijeli život.

Za dijete od 20 kg

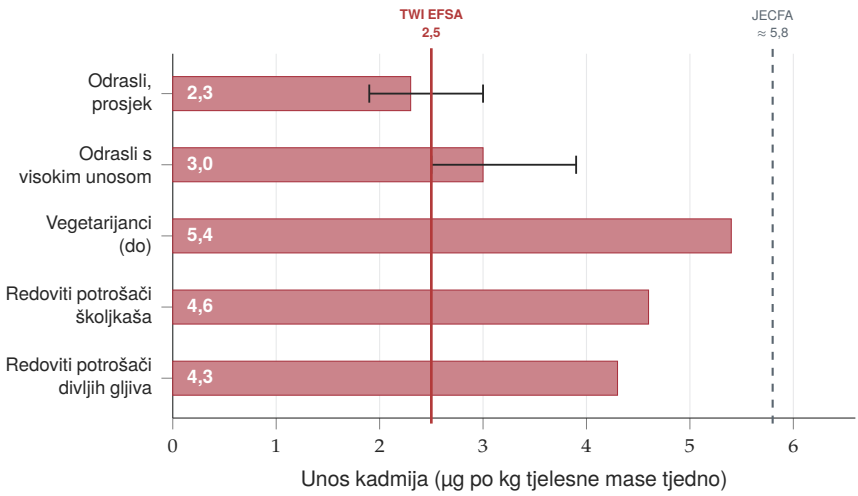
$0{,}08 \times 20 = 1{,}6$ mg dnevno.

Što to znači

Kad bi se umjesto NOAEL-a uzeo $BMDL_{10}$ od 20 mg/kg, ADI bi bio 0,2 mg/kg. Izbor metode mijenja rezultat dva i pol puta, što pokazuje da ni sama referentna vrijednost nije točna do posljednje decimale.

8.5 Primjer izvođenja, kadmij

Kadmij je dobar primjer jer je izvođenje njegove granice drugačije od školskog primjera s pokusom na štakorima. Kadmij se nakuplja u bubrezima i ima vrlo dugo vrijeme poluraspada u tijelu, a podaci o njegovu djelovanju postoje za ljude (pogl. 4).



Slika 8.3. Procijenjena prehrambena izloženost kadmiju u Europi prema mišljenju EFSA-e iz 2009. godine. Za prosječne odrasle i odrasle s visokim unosom crtice pokazuju raspon prosjeka pojedinih država, a za ostale skupine vrijednost iz mišljenja (za vegetarijance gornja procjena). Puna crta je TWI EFSA-e od 2,5 µg/kg, a isprekidana tjedni ekvivalent mjesečne vrijednosti JECFA-e (EFSA CONTAM Panel 2009.; EFSA CONTAM Panel 2011.).

Iz prakse · kako je EFSA došla do TWI za kadmij

Panel EFSA-e za kontaminante je 2009. godine objedinio istraživanja na ljudima koja povezuju kadmij u mokraći (mjeru dugotrajnog nakupljanja u bubrezima) s povišenim β_2-mikroglobulinom u mokraći, ranim znakom oštećenja bubrežnih kanalića. Iz krivulje doza-odgovor izveden je $BMDL_5$ od 4 µg kadmija po gramu kreatinina. Ta vrijednost je zbog razlika među ljudima podijeljena s faktorom 3,9, čime je dobivena koncentracija od 1 µg/g kreatinina. Zatim je modelom koji opisuje unos i nakupljanje kadmija izračunato koliki prosječni unos hranom održava 95 % ljudi ispod te koncentracije do 50. godine života. Rezultat je oko 0,36 µg po kg tjelesne mase dnevno, odnosno **TWI od 2,5 µg po kg tjelesne mase** (EFSA CONTAM Panel 2009.).

Isto mišljenje je procijenilo da prosječni odrasli Europljanin hranom unosi oko 2,3 µg kadmija po kg tjelesne mase tjedno (prosjeci država od 1,9 do 3,0 µg/kg), a odrasli s visokim unosom oko 3,0 µg/kg tjedno (od 2,5 do 3,9 µg/kg). Prosječna izloženost je dakle blizu TWI-a ili malo iznad njega. Vegetarijanci zbog većeg unosa žitarica, orašastih plodova i mahunarki mogu doći do 5,4 µg/kg tjedno, a vegetarijanci, djeca, pušači i stanovnici jako onečišćenih područja mogu TWI premašiti otprilike dvostruko (EFSA CONTAM Panel 2009.). EFSA je 2011. godine potvrdila TWI od 2,5 µg/kg, iako je JECFA za isti metal odredila podnošljiv mjesečni unos od 25 µg/kg, što uz mjesec od 30 dana odgovara oko 5,8 µg/kg tjedno. Razlika potječe od drugačijeg načina modeliranja istih podataka, a ne od drugačijih podataka (EFSA CONTAM Panel 2011.).

Slika 8.3 prikazuje iste procjene izloženosti zajedno s objema referentnim vrijednostima.

Primjer pokazuje tri stvari. Faktor nesigurnosti nije uvijek 100, nego može biti 3,9 kad su podaci iz ljudi. Dva ugledna tijela mogu iz istih podataka izvesti vrijednosti koje se razlikuju više od dva puta. A kad je prosječna izloženost blizu TWI-a, „ispod granice" u pojedinoj namirnici ne govori mnogo o ukupnom opterećenju.

8.6 Tvari bez praga

Sve opisano pretpostavlja da postoji **prag**, doza ispod koje tvar ne djeluje. Za tvari koje oštećuju DNA i mogu uzrokovati rak (genotoksični karcinogeni) pretpostavlja se da praga nema, jer i mala promjena na DNA može pokrenuti tumor. Za njih se ne određuju ADI ni TDI. EFSA umjesto toga računa MOE (granica izloženosti, engl. *Margin of Exposure*), omjer između BMDL-a iz pokusa i procijenjene izloženosti ljudi. Ako je taj omjer 10.000 ili veći, smatra se da je zabrinutost za javno zdravlje niska (EFSA Scientific Committee 2005.). Tako se procjenjuju, primjerice, policiklički aromatski ugljikovodici i anorganski arsen (EFSA CONTAM Panel 2024.).

8.7 Najveće dopuštene razine ostataka pesticida

MRL (najveća dopuštena razina ostataka, engl. *Maximum Residue Level*) nastaje drugim putem. Proizvođač sredstva za zaštitu bilja provede poljske pokuse u kojima tretira usjev onako kako će to raditi poljoprivrednici, najvećom dopuštenom dozom i s najkraćim razmakom do berbe, i izmjeri ostatke u plodovima. Iz tih mjerenja određuje se vrijednost koju pravilna uporaba ne bi trebala premašiti. Tek zatim se provjerava je li ta vrijednost sigurna za potrošače, odnosno bi li netko tko jede mnogo te hrane premašio ADI ili ARfD. Ako bi, MRL se snižava ili se uporaba ne odobrava (Europski parlament i Vijeće 2005.).

Zbog toga je **MRL zakonska trgovinska granica**, a ne toksikološka. Ona pokazuje je li sredstvo pravilno korišteno. Za kombinacije tvari i hrane za koje MRL nije posebno određen vrijedi zadana vrijednost od 0,01 mg/kg, koja je u praksi blizu granice kvantifikacije laboratorija (Europski parlament i Vijeće 2005.). Prekoračenje takve granice znači kako sredstvo nije smjelo biti upotrijebljeno na tom usjevu, a ne nužno da je hrana opasna. S druge strane, MRL se postavlja za jednu tvar u jednoj namirnici i ne govori ništa o tome što se događa kad čovjek unosi više tvari iz više namirnica (pogl. 29).

? Mit ili činjenica

MIT

Ako je pesticid pronađen iznad MRL-a, ta hrana je otrovna.

ŠTO KAŽU PODACI

MRL se određuje iz poljskih pokusa dobre poljoprivredne prakse i najčešće je mnogo niži od razine koja bi za potrošača značila prekoračenje ADI-ja ili ARfD-a (Europski parlament i Vijeće 2005.). Zato EFSA u godišnjim izvješćima posebno računa izloženost i u izvješću za 2024. godinu zaključuje da je procijenjeni prehrambeni rizik za većinu skupina stanovništva i tvari nizak, iako su u dijelu uzoraka utvrđena prekoračenja (EFSA 2026.). Prekoračenje je ipak razlog za postupanje, jer pokazuje da netko nije poštovao pravila, a pojedinačni slučajevi mogu premašiti i ARfD.

8.8 Najveće dopuštene količine kontaminanata i načelo ALARA

Za kontaminante, poput metala, mikotoksina i dioksina, najveće dopuštene količine propisuje Uredba (EU) 2023/915 (Europska komisija 2023.g). One polaze od zdravstvene procjene, ali se određuju i prema tome što je ostvarivo dobrom praksom. Uredba (EEZ) br. 315/93 propisuje da se razine kontaminanata održavaju onoliko niskima koliko je to razumno ostvarivo dobrom praksom u svim fazama proizvodnje (Vijeće Europskih zajednica 1993.). To je načelo ALARA (onoliko nisko koliko je razumno ostvarivo, engl. *As Low As Reasonably Achievable*).

Posljedica je da granica za kontaminant ponekad leži znatno ispod razine koja bi bila zdravstveno značajna, jer se lako postiže. Ponekad je obrnuto. Ako je tvar raširena u okolišu, poput kadmija u tlu, granica za pojedinu namirnicu postavlja se tako da većina proizvodnje može zadovoljiti, a ukupna izloženost stanovništva ostaje blizu referentne vrijednosti. Pregled najvažnijih graničnih vrijednosti nalazi se u prilogu E.

8.9 Ispod granice i iznad granice

? Mit ili činjenica

MIT

Ako je rezultat ispod granice, tvar u toj hrani nema nikakav učinak.

ŠTO KAŽU PODACI

Granica za hranu ne uzima u obzir koliko te hrane jedete, ni koliko iste tvari unosite iz drugih namirnica, vode i zraka. Kod kadmija je prosječna izloženost odraslih u Europi blizu TWI-a (EFSA CONTAM Panel 2009.), pa i hrana „ispod granice" doprinosi ukupnom opterećenju. Referentne vrijednosti su izvedene za pojedinačne tvari, a ne za smjese (EFSA Scientific Committee 2019.). I sama referentna vrijednost nije crta iznad koje počinje bolest, nego procjena koja nosi nesigurnost (pogl. 31).

Mit ili činjenica

MIT

Ako je rezultat iznad granice, hrana je otrov.

ŠTO KAŽU PODACI

Zakonska granica u hrani obično je postavljena tako da između nje i doze koja bi štetila ima razmak. Faktori nesigurnosti od 100 ili više ugrađeni su već u ADI ili TDI, a MRL se često nalazi daleko ispod razine koja bi dovela do prekoračenja ADI-ja. Prekoračenje znači kako hrana ne smije biti na tržištu i da je negdje u lancu nešto pošlo krivo. Koliki je stvarni rizik ovisi o tome koliko je granica premašena, koliko se te hrane jede i tko je jede, što se procjenjuje računom opisanim u pogl. 28.

Pokušajte sami

Koliko bi trebalo pojesti

SVRHA

Osjetiti razliku između zakonske granice u hrani i zdravstvene referentne vrijednosti.

PRIBOR

Kalkulator, papir. Brojevi u zadatku su zamišljeni.

POSTUPAK

1. Pretpostavite pesticid s ADI od 0,01 mg po kg tjelesne mase dnevno i MRL-om u jabukama od 0,5 mg/kg.
2. Izračunajte ADI za dijete od 20 kg (0,01 × 20 = 0,2 mg dnevno).
3. Izračunajte koliko bi kilograma jabuka s ostatkom točno na MRL-u dijete trebalo pojesti svaki dan da dosegne ADI (0,2/0,5 = 0,4 kg).
4. Ponovite za jabuke s dvostruko većim ostatkom (1 mg/kg) i za odraslu osobu od 70 kg.

ŠTO BILJEŽITI

Tablicu s masom osobe, koncentracijom i dnevnom količinom jabuka koja dosiže ADI.

KAKO TUMAČITI

Ako je izračunata količina mnogo veća od onoga što se stvarno jede, prekoračenje MRL-a ne znači prekoračenje ADI-ja. Ako je slična stvarnoj potrošnji, kao kod djece koja jedu mnogo jedne vrste voća, granice su bliže nego što izgleda.

GRANICE

Račun pretpostavlja kako je jabuka jedini izvor tvari i da se ADI odnosi na doživotni prosjek. Za jednokratni obrok mjerodavan je ARfD, a za više tvari zajedno pogl. 29.

Zapamtiti

Zdravstvene referentne vrijednosti (ADI, TDI, TWI, ARfD) odnose se na čovjeka i izvode se iz pokusa uz faktore nesigurnosti. Zakonske granice (MRL, najveće dopuštene količine) odnose se na hranu i određuju što smije na tržište. Rezultat analize uvijek treba povezati s izloženošću, a ne samo s granicom.

Pojmovnik poglavlja

Krivulja doza-odgovor. Prikaz kako se učestalost ili jačina učinka mijenja s dozom.

NOAEL i LOAEL. Najviša ispitana doza bez opaženog štetnog učinka i najniža ispitana doza s takvim učinkom.

BMDL. Donja granica pouzdanosti doze koja daje unaprijed zadani mali dodatni učinak; suvremena točka polazišta.

Faktor nesigurnosti. Broj kojim se dijeli točka polazišta da bi se uzele u obzir razlike između vrsta i među ljudima te nedostaci podataka.

ADI, TDI, TWI. Prihvatljivi dnevni, podnošljivi dnevni i podnošljivi tjedni unos po kilogramu tjelesne mase.

ARfD. Akutna referentna doza, količina koja se smije unijeti u jednom danu.

MRL. Najveća dopuštena razina ostataka pesticida u hrani; zakonska granica izvedena iz dobre poljoprivredne prakse.

ALARA. Načelo da se kontaminanti održavaju onoliko niskima koliko je razumno ostvarivo.

Provjera znanja

1. Koja je osnovna razlika između ADI-ja i MRL-a?
2. Zašto se NOAEL dijeli sa 100?
3. Zašto EFSA prednost daje BMDL-u pred NOAEL-om?
4. Kolika je TWI za kadmij i zašto je izražena tjedno?
5. Što znači načelo ALARA?
6. Zašto za genotoksične karcinogene nema ADI-ja?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 9

Što se ne traži

U OVOM POGLAVLJU

- Zašto sustav kontrole ne može tražiti sve i po čemu bira što će tražiti.
- Koje se tvari rijetko ili nikada rutinski ne analiziraju.
- Zašto smjese, lokalna onečišćenja i mala proizvodnja ostaju izvan većine planova.
- Koliki je opseg uzorkovanja u odnosu na količinu hrane i broj objekata.

SVJETILJKA U MRAKU

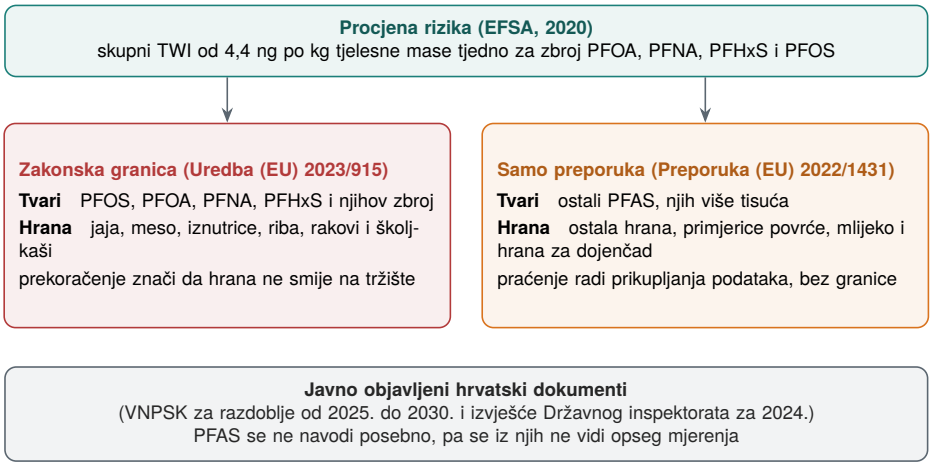
Zamislite čovjeka koji noću pod uličnom svjetiljkom traži izgubljeni ključ. Prolaznik mu pomaže, a nakon nekog vremena pita je li siguran da ga je izgubio baš tu. „Nisam, izgubio sam ga u parku, ali ovdje je svjetlo." Ta stara šala često se priča znanstvenicima, jer opisuje stvarnu sklonost da mjerimo ono što znamo i možemo mjeriti.

Sustav kontrole hrane nije čovjek pod svjetiljkom. Planovi se izrađuju na temelju rizika, a laboratoriji mjere stotine tvari. Ali svaki sustav ima mjesta na koja svjetlo ne dopire, i ta mjesta treba poznavati. Ne zato da bi se sustav optužio, nego zato da bi se znalo što „nije pronađeno" stvarno znači. Ova priča je, naravno, šala, a ne slučaj iz prakse.

9.1 Ne pronađeno nije isto što i nema

Prva temeljna poruka ove knjige glasi kako ono što se ne traži ne znači da ga nema. Kad laboratorij izvijesti kako tvar „nije detektirana", to znači da je njezina koncentracija ispod granice detekcije metode (LOD (granica detekcije, engl. *Limit of Detection*)) za tvari koje su bile uključene u analizu. Ništa ne govori o tvarima koje nisu bile na popisu, ni o koncentracijama ispod LOD-a. Kako se čita analitičko izvješće i što znači rezultat „manje od LOQ" objašnjeno je u pogl. 25.

Sustav službenih kontrola mora birati, jer svaka analiza košta, traje i traži opremu i stručnjake. Bira na temelju rizika, a rizik procjenjuje iz onoga što je već poznato (pogl. 6). Taj razumni pristup ima ugrađenu slabost. Tvar za koju se ne zna kako je problem ne ulazi u plan, a dok ne uđe u plan, nema podataka da je problem. Slijepe pjege nisu pogreška pojedinih ljudi, nego posljedica toga da sustav uči iz prošlih nalaza.



Slika 9.1. PFAS u hrani na tri razine. Zakonska granica postoji za četiri spoja i njihov zbroj u šest skupina hrane životinjskog podrijetla, za ostale spojeve i ostalu hranu postoji samo preporuka praćenja, a u javno objavljenim hrvatskim planovima PFAS se ne navodi posebno (EFSA CONTAM Panel 2020.c; Europska komisija 2023.g; Europska komisija 2022.d; Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva 2025.b; Državni inspektorat 2025.).

9.2 Tvari koje se rijetko traže

PFAS

PFAS su skupina od više tisuća sintetskih spojeva (pogl. 4). EFSA je 2020. godine odredila skupni TWI od 4,4 ng po kg tjelesne mase za zbroj četiriju spojeva (PFOA, PFNA, PFHxS i PFOS) (EFSA CONTAM Panel 2020.c). Uredba (EU) 2023/915 propisuje najveće dopuštene količine za te četiri tvari i njihov zbroj, i to samo u jajima, mesu, iznutricama, ribi, rakovima i školjkašima (Europska komisija 2023.g). Za ostale PFAS i za ostalu hranu, poput povrća, mlijeka ili hrane za dojenčad, Komisija je preporučila praćenje kako bi se prikupili podaci, ali bez zakonske granice (Europska komisija 2022.d). Preporuka nije obveza, pa opseg mjerenja ovisi o odluci svake države. U javno objavljenim hrvatskim dokumentima PFAS se ne spominje posebno. Ne navode ga ni višegodišnji nacionalni plan službenih kontrola za razdoblje od 2025. do 2030. ni godišnje izvješće Državnog inspektorata za 2024. godinu (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva 2025.b; Državni inspektorat 2025.). To ne znači da se PFAS u Hrvatskoj nikad ne mjeri, nego da se iz objavljenih dokumenata ne vidi u kojem opsegu. Podatak možete zatražiti od Državnog inspektorata. Slika 9.1 sažima što je za PFAS u hrani propisano, što je samo preporučeno i što se iz objavljenih planova ne vidi.

Novi pesticidi, metaboliti i produkti razgradnje

Laboratoriji za ostatke pesticida koriste višeostatne metode koje u jednoj analizi mjere stotine tvari. Ipak, metoda mjeri samo one tvari za koje je razvijena i validirana. Nove aktivne tvari, polarne tvari koje traže posebnu metodu i **metaboliti** (tvari u koje se pesticid

pretvara u biljci, tlu ili tijelu) mogu ostati izvan popisa. EFSA u izvješću za 2024. godinu daje preporuke upraviteljima rizika upravo radi povećanja učinkovitosti kontrola (EFSA 2026.). Jedan primjer je TFA (trifluoroctena kiselina), mogući produkt razgradnje pesticida koji pripadaju PFAS-u. TFA nije uključena u definiciju ostatka ni za jedan takav pesticid, a za 2024. godinu EFSA-i je prijavljen samo jedan rezultat. EFSA zato preporučuje državama da TFA uvrste u opseg svojih analiza i rezultate joj prijave (EFSA 2026., odjeljak 4.2 i pogl. 7).

Slično vrijedi za **produkte razgradnje** i procesne kontaminante koji nastaju pri preradi ili kućnoj pripremi hrane. Neki su dobro poznati i uređeni propisima, poput akrilamida, a za mnoge druge postoje samo istraživanja.

Mikroplastika

Za mikroplastiku i nanoplastiku u hrani ne postoje zakonske granice ni usklađene analitičke metode. EFSA je 2016. godine zaključila kako podaci o pojavi, toksičnosti i sudbini tih čestica u tijelu nisu dovoljni za procjenu rizika i da treba razviti standardizirane metode (EFSA CONTAM Panel 2016.). Rezultati različitih istraživanja zato se teško uspoređuju, jer jedan laboratorij broji čestice veće od nekoliko desetaka mikrometara, a drugi mjeri masu polimera (pogl. 5).

9.3 Smjese

Hrana gotovo nikada ne sadrži samo jednu tvar. Isti uzorak voća može imati ostatke nekoliko pesticida, svaki ispod svog MRL-a. Granice se postavljaju i provjeravaju za svaku tvar zasebno (pogl. 8). EFSA je izradila smjernice za procjenu rizika od kombinirane izloženosti više tvari, u kojima se tvari s istim učinkom zbrajaju preko indeksa opasnosti (EFSA Scientific Committee 2019.). Ta procjena se radi u znanstvenim mišljenjima, ali ne i pri ocjeni sukladnosti pojedinačnog uzorka. Uzorak s pet tvari, svaka na polovini svoje granice, zakonski je sukladan. Što to znači za zdravlje, objašnjava pogl. 29.

9.4 Lokalna onečišćenja

Planovi uzorkovanja se izrađuju za cijelu državu i usmjereni su na hranu koja ide na tržište. Uzorci se uzimaju u trgovinama, na veletržnicama, u objektima prerade i na granici. Takav pristup dobro pokriva prosječnog potrošača koji kupuje u trgovini, ali slabije hvata **lokalna onečišćenja**. Povrće iz vrta uz odlagalište otpada, jaja kokoši koje kopaju po tlu uz staru tvornicu ili prometnicu, voda iz privatnog bunara pokraj polja, sve to rijetko dolazi u službeni plan, jer nije na tržištu ili je na njemu u količinama koje statistički ne dolaze na red.

Opasnosti iz okoliša su opisane u pogl. 4. Za ovaj dio važno je da je izloženost ljudi koji jedu hranu s istog mjesta kroz više godina drugačija od izloženosti prosječnog kupca, čija hrana dolazi iz mnogo izvora. Kod tvari koje se nakupljaju, poput kadmija, dioksina ili

PFAS-a, upravo je ta dugotrajna lokalna izloženost važna. Kako građanin može provjeriti vlastiti vrt, kokoši i bunar, opisano je u pogl. 15.

9.5 Mala proizvodnja i prodaja iz dvorišta

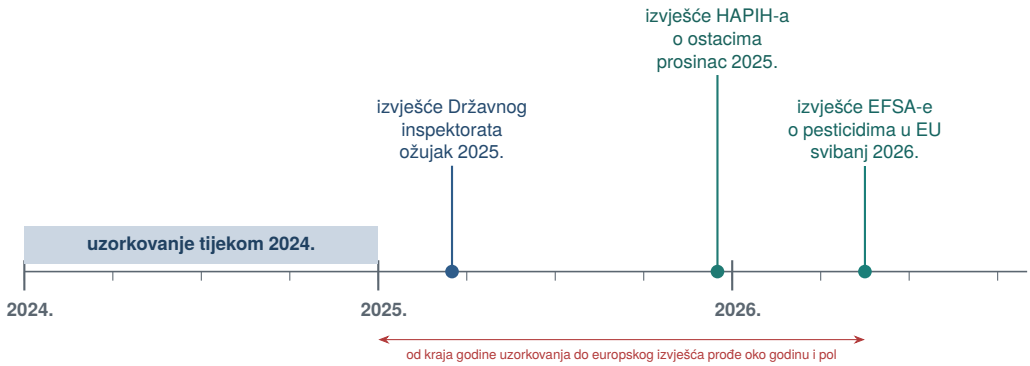
Uredba (EZ) br. 852/2004 ne primjenjuje se na izravnu opskrbu malim količinama primarnih proizvoda koju proizvođač obavlja prema krajnjem potrošaču ili lokalnoj maloprodaji, a države članice za to donose vlastita pravila (Europski parlament i Vijeće 2004.b, čl. 1). Za hranu životinjskog podrijetla u Hrvatskoj ih propisuje Pravilnik o registraciji i odobravanju objekata te o registraciji subjekata u poslovanju s hranom. Prema njegovu članku 6. registraciji ne podliježu objekti koji na mjestu proizvodnje izravno opskrbljuju krajnjeg potrošača malom količinom primarnih proizvoda, i to pčelar s medom i drugim pčelinjim proizvodima s vlastitog pčelinjaka te proizvođač do 20.000 litara kravljeg ili do 5000 litara ovčjeg ili kozjeg sirovog mlijeka godišnje. Registraciji ne podliježe ni objekt s proizvodnjom do 50 jaja dnevno, ako jaja prodaje izravno krajnjim potrošačima na mjestu proizvodnje ili u vlastitoj turističkoj ponudi (Ministarstvo poljoprivrede 2021., čl. 6). Jaja s dvorišta ili med iz vlastitog pčelinjaka tako se prodaju uz jednostavnije uvjete i bez registracije objekta.

Pojednostavnjenje ima dobar razlog, jer bi puna pravila za prerađivače ugušila malu proizvodnju. Ali ima i posljedicu. Mali proizvođač nema obvezu laboratorijskih analiza, a službeno uzorkovanje je usmjereno na registrirane objekte i tržište. Ako se kupuje „domaće" od susjeda, kontrolu u velikoj mjeri zamjenjuje povjerenje. To ne znači da je takva hrana lošija. Znači da je manje podataka o njoj.

9.6 Vrijeme kao slijepa pjega

Svaka analiza traje. Uzorak treba dopremiti u laboratorij, pripremiti, analizirati i rezultat provjeriti. Za mikrobiološke analize potrebno je da se bakterije umnože na podlogama, a potvrda pozitivnog nalaza traži dodatne korake. Za ostatke pesticida i kontaminante potrebna je ekstrakcija i instrumentalna analiza. Kod kvarljive hrane, poput svježeg sira, salate ili mesa, često se serija iz koje je uzet uzorak proda i pojede prije nego što rezultat stigne. Zato nalaz iz službene kontrole često ne sprječava izloženost od te serije, nego otkriva problem u proizvodnji koji treba ispraviti za sljedeće serije. To je još jedan razlog zašto se sustav oslanja na samokontrolu (pogl. 7), koja djeluje prije nego što hrana napusti objekt. Okvirne rokove izrade analiza navodi pogl. 24.

Isto vrijedi i za izvješća. Izvješće Državnog inspektorata za 2024. godinu je potpisano u ožujku 2025. (Državni inspektorat 2025.), izvješće HAPIH-a o ostacima u hrani životinjskog podrijetla za istu godinu u prosincu 2025. (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu 2025.a), a europsko izvješće o ostacima pesticida u svibnju 2026. (EFSA 2026.). Između uzorkovanja i objavljenog zbirnog podatka tako prođe od nekoliko mjeseci do više od godine (slika 9.2). To nije nemar, nego vrijeme potrebno za prikupljanje, provjeru i usklađivanje podataka iz mnogo izvora. Za građanina to znači kako javni podaci opisuju prošlost i da se iz njih ne može zaključiti kakva je hrana na polici danas.



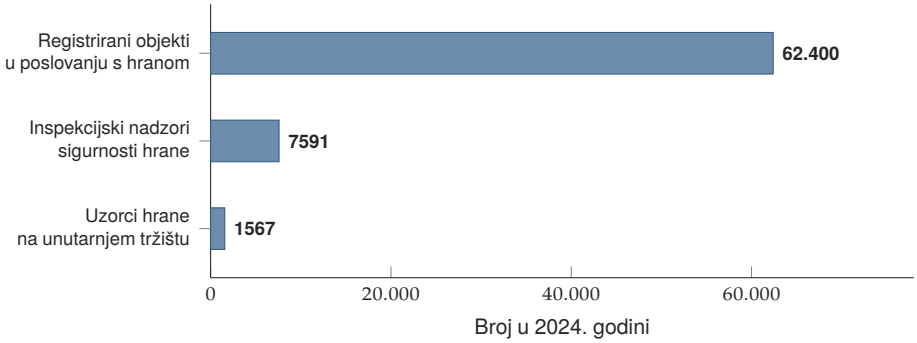
Slika 9.2. Od uzorkovanja tijekom 2024. godine do objave zbirnih izvješća. Izvješće Državnog inspektorata potpisano je u ožujku 2025., izvješće HAPIH-a o ostacima u hrani životinjskog podrijetla u prosincu 2025., a europsko izvješće o ostacima pesticida objavljeno je u svibnju 2026. (Državni inspektorat 2025.; Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu 2025.a; EFSA 2026.).

9.7 Hrana za životinje kao ulaz

Mnoge tvari ulaze u jaja, mlijeko i meso preko hrane za životinje ili preko tla po kojem životinje kopaju (pogl. 4). Za kokoši koje se drže na otvorenom upravo je tlo važan izvor dioksina i PCB-a, koji se nakupljaju u žumanjku (EFSA CONTAM Panel 2018.b). Kontrola hrane za životinje je dio istog sustava službenih kontrola (Europski parlament i Vijeće 2017.), ali tlo u dvorištu nije hrana za životinje i ne ulazi u te kontrole. Kod malih jata kokoši, čija se jaja ne prodaju ili se prodaju izravno susjedima, tako ne postoji ni kontrola ulaza ni kontrola proizvoda. Kako to provjeriti u vlastitom dvorištu opisuje pogl. 15.

9.8 Granica metode i granica propisa

Laboratorij može izmjeriti tvar samo iznad svoje granice kvantifikacije (LOQ (granica kvantifikacije, engl. *Limit of Quantification*)). Za ostatke pesticida zadana granica od 0,01 mg/kg je postavljena upravo blizu uobičajenih granica kvantifikacije (Europski parlament i Vijeće 2005.). Za neke tvari, primjerice pojedine PFAS, granice u hrani su toliko niske da ih mogu pouzdano mjeriti samo laboratoriji s vrlo osjetljivom opremom, pa Komisija u preporuci o praćenju navodi kolike bi granice kvantifikacije laboratoriji trebali postići (Europska komisija 2022.d). Kad dva laboratorija imaju različite granice kvantifikacije, isti uzorak u jednom može biti „ispod LOQ", a u drugom imati izmjerenu vrijednost. Pri usporedbi rezultata zato uvijek treba usporediti i granice metoda (pogl. 24 i 25).



Slika 9.3. Broj objekata u poslovanju s hranom u registru sanitarne inspekcije, broj inspekcijskih nadzora sigurnosti hrane i broj uzoraka hrane koje je sanitarna inspekcija uzela na unutarnjem tržištu u Hrvatskoj 2024. godine (Državni inspektorat 2025.). Uzorci veterinarske i poljoprivredne inspekcije nisu uključeni.

9.9 Opseg uzorkovanja

Brojke iz godišnjih izvješća pomažu razumjeti koliko gusta može biti mreža kontrole.

U Hrvatskoj je sanitarna inspekcija 2024. godine na unutarnjem tržištu uzela 1567 uzoraka hrane, uz 62.400 objekata u registru i 7591 inspekcijski nadzor (slika 9.3). Na granici je uzorkovano 1893 pošiljaka (Državni inspektorat 2025.). Uz to je u okviru plana praćenja ostataka u hrani životinjskog podrijetla analizirano 1948 uzoraka hrane, hrane za životinje i drugih matrica (npr. urina i plazme životinja), od kojih je 91 analiziran na ostatke pesticida (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu 2025.a). Na razini Europske unije EFSA je za 2024. godinu objedinila 9842 uzorka iz usklađenog programa, 86.449 uzoraka iz nacionalnih programa i 39.433 uzorka iz programa pojačanih kontrola uvoza. Za usklađeni program svakoj državi je propisan najmanji broj uzoraka prema broju stanovnika, a Hrvatska je u njemu uzela otprilike dvostruko više od tog broja (EFSA 2026.).

Izračun · koliko uzoraka na objekt

Podaci

1567 uzoraka hrane sanitarne inspekcije i 62.400 registriranih objekata u 2024. godini (Državni inspektorat 2025.).

Omjer

$1567/62.400 \approx 0{,}025$, odnosno oko 2,5 uzorka na sto objekata godišnje.

Prosječni razmak

Kad bi se uzorci ravnomjerno raspodijelili, pojedini objekt bi dolazio na red za uzorkovanje otprilike jednom u 40 godina ($62.400/1567 \approx 40$).

Što to znači

Uzorci se ne raspodjeljuju ravnomjerno, nego prema riziku, pa veći i rizičniji objekti dolaze na red mnogo češće, a mali i manje rizični rjeđe. Račun ne mjeri kvalitetu sustava, nego pokazuje da uzorkovanje služi otkrivanju obrazaca, a ne pregledu svakog proizvoda. Inspekcija pritom provjerava i zapise samokontrole, u kojima proizvođači sami naručuju analize (pogl. 7).

Granice metode · što brojke o uzorcima ne govore

Udio nesukladnih uzoraka ovisi o tome kako su uzorci odabrani. Ciljano uzorkovanje sumnjivih proizvoda daje veći udio nesukladnih od slučajnog uzorkovanja, pa se brojke iz različitih godina i država ne smiju izravno uspoređivati. Nizak udio nesukladnosti ne dokazuje kako je sva hrana sigurna, kao što ni visok udio ne dokazuje da je opasna. O razlici između slučajnog i ciljanog uzorka govori pogl. 20.

9.10 Gdje građani mogu pomoći

Slijepe pjege nisu razlog za nepovjerenje, nego za suradnju. Upravo na mjestima koja službeni planovi slabije pokrivaju, a to su lokalna onečišćenja, vlastiti vrt i dvorište, mala proizvodnja i tvari bez zakonske granice, građanska mjerenja mogu dati vrijedne podatke. Uvjeti su dobro planiranje, dokumentiranje i analiza u akreditiranom laboratoriju (V. dio knjige) te odgovorna objava rezultata (pogl. 32). Dobar nalaz građana može biti razlog da nadležno tijelo neku tvar ili neko područje uključi u plan.

Odgovornost · što nije pronađeno i što nije traženo

Kad objavljujete ili prepričavate rezultate službenih kontrola, razlikujte tri izjave. „Tvar nije pronađena” znači kako je tražena i da je ispod granice detekcije. „Tvar nije tražena” znači da o njoj nema podataka. „Hrana je sigurna” je zaključak koji traži procjenu izloženosti i rizika (VI. dio knjige). Miješanje tih izjava vodi ili u lažni mir ili u neopravdanu paniku.

Praktični zadatak · pronađite slijepu pjegu u svojoj okolini

1. Na karti svog mjesta označite moguće izvore onečišćenja u krugu od dva kilometra od kuće (odlagalište, industrijski pogon, prometnica, benzinska postaja, intenzivno obrađivana polja).
2. Popišite hranu koju Vi ili susjedi proizvodite ili kupujete u tom krugu (vrt, jaja, med, mlijeko, bunar).

3. Za svaki par izvor i hrana zapišite koja bi tvar mogla biti problem (pogl. 4) i postoji li za nju zakonska granica (prilog E).
4. Na mrežnim stranicama Državnog inspektorata i HZJZ-a provjerite postoje li javni podaci o mjerenjima za Vaše područje.

Rezultat je popis pitanja, a ne optužba. Ako se neki par ističe, pogl. 26 opisuje kako se zajednica može organizirati za zajedničko uzorkovanje.

Zapamtiti

Sustav kontrole traži ono što je poznato kao rizično, na tržištu i u propisanim tvarima. Tvari bez granice, smjese, lokalna onečišćenja i mala proizvodnja dobivaju manje pozornosti. „Nije pronađeno" uvijek treba čitati zajedno s pitanjem što je traženo.

Pojmovnik poglavlja

Slijepa pjega. Područje, tvar ili vrsta hrane koju sustav kontrole rijetko ili nikada ne obuhvaća.

Metabolit. Tvar u koju se izvorni spoj pretvara u biljci, životinji, tlu ili čovjeku; može biti jednako ili više štetna od izvornog spoja.

Produkt razgradnje. Tvar koja nastaje razgradnjom izvornog spoja u okolišu, preradi ili pripremi hrane.

Lokalno onečišćenje. Onečišćenje ograničeno na manje područje oko izvora, poput odlagališta, tvornice ili prometnice.

Kontrola temeljena na riziku. Raspodjela kontrola prema procijenjenoj vjerojatnosti i težini problema, a ne ravnomjerno.

Provjera znanja

1. Što znači rezultat „nije detektirano" u izvješću službene kontrole?
2. Za koliko PFAS-a postoje najveće dopuštene količine u hrani u EU i u kojoj hrani?
3. Zašto lokalna onečišćenja rijetko ulaze u službene planove uzorkovanja?
4. Koliko je uzoraka hrane sanitarna inspekcija uzela na unutarnjem tržištu 2024. godine i koliko je bilo registriranih objekata?
5. Zašto se udio nesukladnih uzoraka iz različitih godina ne smije izravno uspoređivati?

Odgovori su na kraju knjige.

III. DIO

Građanin istraživač kod kuće

Pitanje, protokol i terenska bilježnica. Što se može provjeriti deklaracijom, osjetilima, kućnim priborom i brzim testovima, a kada treba laboratorij.

POGLAVLJE 10

Osnove građanske znanosti

U OVOM POGLAVLJU

- Što je građanska znanost i kojih se deset načela drže dobri projekti.
- Kako od nejasne sumnje doći do pitanja, hipoteze i protokola.
- Kako voditi terenski zapis, fotografirati s mjerilom i bilježiti metapodatke.
- Zašto ponovljeno mjerenje jeftinim priborom vrijedi više od jednog mjerenja skupim.
- Koje pristranosti kvare podatke i čemu služi kontrolna skupina.

JOGURT KOJI SE KVARI PRIJE ROKA

Zamislite susjedu koja se požali kako joj se jogurt već treći put ukiselio i napuhnuo dva dana prije roka. Kupila je termometar za hladnjak, stavila ga na gornju policu i navečer očitala 9 °C. Sutradan je nazvala trgovinu i rekla da prodaju pokvarenu robu. Ujutro je, međutim, isti termometar pokazivao 4 °C. Navečer su vrata hladnjaka bila otvarana dvadesetak puta, jer se kuhala večera. Je li hladnjak pretopao, je li jogurt bio pokvaren već u trgovini ili je kriv nešto treće? Jedno očitanje to ne može reći. Tjedan dana mjerenja dvaput dnevno, na istim mjestima i uz zapisano vrijeme, vjerojatno bi moglo. Razlika između tih dvaju pristupa je razlika između dojma i podatka, a o toj razlici govori ovo poglavlje.

10.1 Što je građanska znanost

Građanska znanost je istraživanje u kojem građani bez formalnog znanstvenog obrazovanja aktivno sudjeluju u prikupljanju, a ponekad i u obradi i tumačenju podataka. Najpoznatiji primjeri dolaze iz ekologije, gdje tisuće promatrača bilježe ptice, leptire ili cvjetanje biljaka, a profesionalni istraživači iz tih zapisa grade karte rasprostranjenosti kakve nijedna istraživačka skupina ne bi mogla sama prikupiti (Bonney i sur. 2009.). Ista logika vrijedi za hranu. Nitko ne može svakog tjedna izmjeriti temperaturu u tisuću kućnih hladnjaka ili pročitati deklaracije svih jogurta na policama jedne županije, ali tisuću građana koji rade po istom protokolu to može.

ECSA (Europsko udruženje za građansku znanost, engl. *European Citizen Science Association*) je 2015. objavilo deset načela dobre prakse građanske znanosti (ECSA (European

Citizen Science Association) 2015.). Ona nisu propis, nego dogovor zajednice o tome što projekt čini vjerodostojnim. Sažeto, ta načela kažu sljedeće.

1. Građani aktivno sudjeluju u istraživanju koje stvara novo znanje, kao suradnici ili voditelji, s ulogom koja ima smisla.
2. Projekt ima stvaran znanstveni ishod, na primjer odgovor na istraživačko pitanje ili podlogu za odluku.
3. Koristi imaju i profesionalni istraživači i građani (učenje, zadovoljstvo, utjecaj na lokalne odluke).
4. Građani mogu, ako žele, sudjelovati u više faza, od postavljanja pitanja i osmišljavanja metode do analize i objave.
5. Sudionici dobivaju povratnu informaciju o tome kako se njihovi podaci koriste.
6. Građanska znanost je istraživački pristup kao i svaki drugi, s ograničenjima i pristranostima koje treba uzeti u obzir i nadzirati.
7. Podaci i metapodaci su javno dostupni kad god to ne ugrožava sigurnost ili privatnost, a rezultati se po mogućnosti objavljuju u otvorenom pristupu.
8. Sudionici su navedeni u rezultatima i objavama.
9. Programi se vrednuju prema znanstvenom učinku, kvaliteti podataka, iskustvu sudionika i širem društvenom učinku.
10. Voditelji projekata vode računa o pravnim i etičkim pitanjima (autorska prava, dijeljenje podataka, povjerljivost, navođenje autora, utjecaj na okoliš).

Za ovu knjigu su najvažnija šesto, sedmo i deseto načelo. Šesto podsjeća da građanski podaci nisu ni bolji ni lošiji po definiciji, nego onoliko dobri koliko je dobar protokol i koliko su pristranosti nadzirane. Sedmo traži da drugi mogu provjeriti što smo radili, a to je moguće samo ako su metapodaci zapisani. Deseto se vraća u poglavljima o pravima potrošača (pogl. 16) i odgovornoj objavi (pogl. 32).

Pregled istraživanja o kvaliteti podataka građanske znanosti pokazuje kako ta kvaliteta ovisi ponajprije o tri stvari, a to su jasan protokol, obuka sudionika i ugrađene provjere (ponavljanja, kontrolni uzorci, stručni pregled neobičnih zapisa) (Kosmala i sur. 2016.). Ni u jednom od tih triju uvjeta ne spominje se skupa oprema.

10.2 Od sumnje do pitanja i hipoteze

Većina građanskih istraživanja o hrani počinje sumnjom. „Ovaj sir mi je čudnog okusa", „jaja od susjeda su sigurno zdravija", „u trgovini je hladnjak s mesom topao". Sumnja je dobar početak, ali nije pitanje. **Istraživačko pitanje** mora biti dovoljno usko da se na njega može odgovoriti mjerenjem koje je Vama dostupno.

Posljednji redak u tablici 10.1 je jednako važan kao i prva tri. Dobar građanin istraživač zna i koja pitanja ne može riješiti kod kuće.

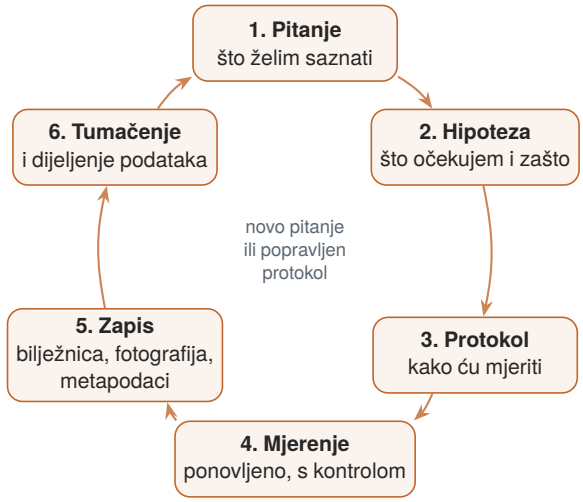
Hipoteza je očekivani odgovor zapisan unaprijed, zajedno s razlogom. „Očekujem da je temperatura na vratima hladnjaka viša nego na srednjoj polici, jer se vrata najčešće otvaraju." Hipotezu zapisujete *prije* mjerenja iz jednog razloga. Kad je rezultat već poznat,

Tablica 10.1. Od sumnje do pitanja na koje se može odgovoriti kod kuće.

Sumnja	Pitanje na koje se može odgovoriti
Hladnjak ne hladi dobro.	Koliko je sati u tjedan dana temperatura na srednjoj polici bila iznad 5 °C?
Taj sir je pun aditiva.	Koliko aditiva navodi deklaracija i koje funkcije imaju (pogl. 11)?
Smrznuta riba ima previše leda.	Koliki je udio glazure u pet pakiranja iste serije (pogl. 13)?
Med s tržnice je „pravi".	Ovo se kod kuće ne može pouzdano provjeriti. Pitanje treba laboratorij (pogl. 18).

gotovo svaki rezultat izgleda kao da ga je bilo lako predvidjeti. Zapisana hipoteza Vas štiti od naknadnog prilagođavanja priče podacima. Uz hipotezu korisno je zapisati i što bi je *opovrgnulo*. Ako je razlika između vrata i police manja od 1 °C, hipoteza nije potvrđena.

Slika 10.1 prikazuje cijeli put istraživanja. Ciklus se rijetko završava jednim krugom. Prvo mjerenje gotovo uvijek pokaže što u protokolu treba popraviti.



Slika 10.1. Ciklus građanskog istraživanja. Svaki krug završava novim, preciznijim pitanjem ili popravljenim protokolom.

10.3 Protokol

Protokol je pisani postupak koji kaže što se mjeri, čime, gdje, kada, koliko puta i kako se zapisuje. Dobar protokol je toliko jasan da ga netko drugi može ponoviti bez Vašeg objašnjenja. Upravo to omogućuje spajanje podataka stotina ljudi u zajedničku bazu. Protokol treba odgovoriti na sedam pitanja.

1. **Što** se mjeri i u kojoj jedinici (temperatura zraka ili temperatura čaše vode u hladnjaku, u °C).
2. **Čime** se mjeri (vrsta, model i podjela skale instrumenta, kada je zadnji put provjeren).
3. **Gdje** točno (srednja polica, u sredini, 10 cm od stražnje stijenke).
4. **Kada** i koliko često (svaki dan u 7:00 i 21:00, sedam dana).
5. **Koliko ponavljanja** i zašto baš toliko.
6. **Što je kontrola** (s čime se uspoređuje).
7. **Kako se zapisuje** (obrazac, bilježnica, fotografija) i što se radi s neobičnim očitanjem.

Protokol se ne mijenja usred mjerenja. Ako nakon tri dana shvatite da je termometar bio krivo postavljen, zapišite to, završite ili prekinite seriju i započnite novu s ispravljenim protokolom. Podaci iz dviju različitih postavki ne smiju se miješati kao da su isti. Prije pravog mjerenja korisno je napraviti **pilot-mjerenje**, jedan dan ili nekoliko uzoraka, da vidite traje li postupak predugo, je li obrazac razumljiv i očitava li se instrument pouzdano.

10.4 Terenska bilježnica

Terenska bilježnica je izvorni zapis istraživanja. Sve što se dogodi zapisuje se odmah, na mjestu, a ne naknadno po sjećanju. Obrazac terenske bilježnice nalazi se u prilogu A. Neovisno o tome koristite li papir ili mobitel, vrijede ista pravila.

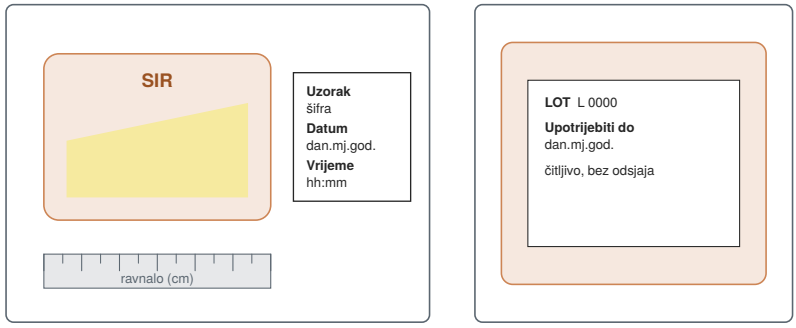
- Bilježnica ima uvezane i numerirane stranice, a listovi se ne trgaju.
- Piše se kemijskom olovkom ili tintom koja se ne briše.
- Pogreška se precrta jednom crtom tako da ostane čitljiva, a uz nju se upiše ispravak, datum i paraf. Ništa se ne briše ni prelijepi.
- Svaki zapis počinje datumom i vremenom, a vrijeme se piše u 24-satnom obliku.
- Upisuje se i ono što „nije uspjelo” ili „ne izgleda dobro”. Neuspjelo mjerenje je također podatak.
- Opažanja se odvajaju od tumačenja. „Poklopac je bio napuhnut” je opažanje, a „jogurt je pokvaren” je tumačenje.

Digitalna bilježnica (tablica ili aplikacija na mobitelu) je prihvatljiva ako sama bilježi vrijeme unosa i čuva izvornu verziju. Prepisivanje s papira u računalo uvijek je novi izvor pogreške. Zato se izvorni papir čuva, a prepisani podaci se jednom provjere usporedbom s izvornikom, po mogućnosti uz pomoć druge osobe.

10.5 Fotografija s mjerilom

Fotografija je najjeftiniji dokaz koji građanin može prikupiti, ali samo ako je napravljena tako da i nakon godinu dana pokazuje što je trebala pokazati. Fotografija plijesni na siru bez ičega u kadru ne kaže koliko je mrlja velika, kojem pakiranju pripada ni kada je snimljena. Zato u kadru uvijek treba biti **mjerilo**, dakle ravnalo, mjerna traka ili predmet poznatih dimenzija. Bankovna kartica ima standardne dimenzije, približno 85,6 × 54 mm (format ID-1 prema normi ISO/IEC 7810), pa dobro služi kad ravnala nema pri ruci.

- U kadru su mjerilo i **oznaka uzorka**, mala kartica s rukom napisanim kodom, datumom i vremenom (npr. H01, 2026-11-03, 07:05).
- Predmet se snima okomito, na jednoličnoj svijetloj podlozi, pri dnevnom svjetlu ili jednakoj rasvjeti za sve snimke iste serije.
- Snima se cjelina, zatim pojedinost. Uz proizvod se uvijek posebno snimi deklaracija, serija (LOT) i rok trajanja, tako da se mogu pročitati.
- Fotografija se ne obrađuje (bez filtara, izrezivanja i pojačavanja boja). Ako je za objavu potrebna obrada, izvornik se čuva nepromijenjen.
- Datoteka se imenuje kodom uzorka, a ne „IMG_4711". Mobitel u datoteku sam upisuje datum, vrijeme, a ako je uključeno i lokaciju. Prije javne objave lokaciju treba provjeriti i po potrebi ukloniti.



1. Cjelina
bijela podloga, ravnalo i kartica uzorka

2. Pojedinost
serija (LOT) i rok trajanja

Slika 10.2. Shema ispravne fotografije uzorka. Prva snimka prikazuje cjelinu na bijeloj podlozi, uz ravnalo i karticu s oznakom uzorka, datumom i vremenom. Druga snimka prikazuje seriju (LOT) i rok trajanja, tako da se mogu pročitati.

10.6 Metapodaci

Metapodaci su podaci o podacima. Broj „7,4 °C" bez metapodataka ne znači ništa. S podatkom da je izmjeren 3. studenoga u 21:00, na vratima hladnjaka, digitalnim termometrom provjerenim u ledenoj vodi, postaje rezultat koji se može usporediti s drugima. Tablica 10.2 navodi najmanji skup metapodataka koji treba zapisati uz svako mjerenje ili

uzorak hrane. Isti skup koristi obrazac u prilogu A i predviđena baza rezultata udruge TERRA VERITAS.

Tablica 10.2. Minimalni metapodaci uz svako mjerenje ili uzorak hrane.

Podatak	Zašto je potreban	Primjer
Oznaka uzorka	veže fotografiju, zapis i nalaz	H01
Datum i vrijeme	redoslijed, usporedba s rokom trajanja	2026-11-03, 21:00
Mjesto	gdje je mjereno ili kupljeno	kuhinja; trgovina, grad
GPS koordinate	samo kad je lokacija bitna (bunar, vrt, tržnica)	45,55 N; 18,69 E
Proizvod i proizvođač	točan naziv s deklaracije	jogurt 2,8 % m.m., 180 g
Podrijetlo	zemlja ili mjesto podrijetla s deklaracije	Hrvatska
Serija (LOT)	povezuje uzorak s proizvodnom serijom	L 2610
Rok trajanja	„upotrijebiti do" ili „najbolje upotrijebiti do"	12. 11. 2026.
Temperatura	čuvanja ili prijevoza pri uzorkovanju	6 °C
Instrument	vrsta, podjela skale, zadnja provjera	digitalni, 0,1 °C, 1. 11.
Postupak	oznaka i inačica protokola	hladnjak v1
Osoba	tko je mjerio (u javnoj bazi šifra)	S-017
Napomene	sve neuobičajeno	vrata otvarana tijekom kuhanja

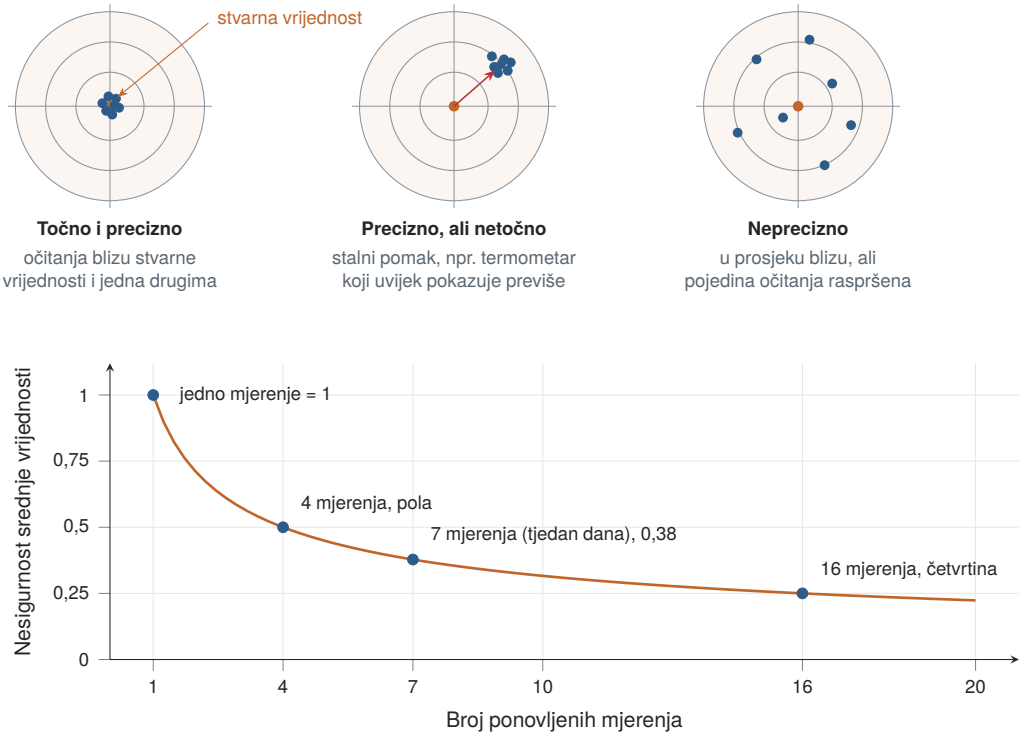
Koordinate s mobitela su pod otvorenim nebom točne obično na nekoliko metara, a u zgradi i lošije. Za hladnjak u kuhinji nisu potrebne. Za bunar ili povrtnjak su korisne, ali to su ujedno osobni podaci, jer pokazuju gdje netko živi.

Odgovornost · Lokacija je osobni podatak

Točne koordinate privatnog bunara, vrta ili kokošinjca otkrivaju adresu vlasnika. U javnoj bazi se zato prikazuju zaokružene (npr. na razinu naselja ili kvadrata od 1 km), dok točne ostaju samo u izvornom zapisu. O etici objave govori pogl. 32.

10.7 Ponovljivost važnija od opreme

Dva pojma se često miješaju. **Točnost** govori koliko je rezultat blizu stvarne vrijednosti. **Preciznost** govori koliko su ponovljena mjerenja blizu jedna drugima. Termometar koji uvijek pokazuje 1,5 °C previše je precizan, ali netočan. Takvu pogrešku je lako otkriti i ispraviti provjerom u čaši vode s ledom, koja ima 0 °C (postupak je u pogl. 13). Teže je otkriti mjerenje koje je slučajno jednom previsoko, a jednom prenisko. Protiv toga pomaže samo ponavljanje.



Slika 10.3. Točnost i preciznost na primjeru mete (gore) i nesigurnost srednje vrijednosti u odnosu na nesigurnost jednog mjerenja (dolje). Krivulja slijedi pravilo da nesigurnost pada s drugim korijenom broja mjerenja, pa se prvih nekoliko ponavljanja najviše isplati. Točke na metama su zamišljene i služe samo za objašnjenje.

Kad se ista veličina mjeri više puta, **srednja vrijednost** postaje pouzdanija od svakog pojedinog očitanja. Njezina nesigurnost (standardna pogreška) pada s drugim korijenom broja mjerenja. Četiri mjerenja prepolove nesigurnost u odnosu na jedno, a za ponovno prepolovljenje potrebno je šesnaest. Zato tjedan dana mjerenja termometrom od nekoliko eura kaže o hladnjaku više nego jedno očitanje preciznim instrumentom. Jedno očitanje, ma koliko precizno, ne može pokazati kolebanje tijekom dana.

Slika 10.3 prikazuje obje ideje. Gornji red razlikuje stalni pomak, koji se ispravlja provjerom instrumenta, od raspršenih očitanja, koja se smanjuju ponavljanjem. Donji dio pokazuje koliko brzo nesigurnost srednje vrijednosti pada s brojem mjerenja.

Izračun · Srednja vrijednost i raspon (zamišljeni primjer)

Podaci

Zamislite da je termometar u čaši vode na srednjoj polici svaki dan u 7:00 pokazao 4,1; 3,8; 4,4; 4,0; 5,2; 4,3 i 3,9 °C.

Srednja vrijednost

Zbroj je 29,7, a podijeljen sa 7 daje 4,24 °C, zaokruženo 4,2 °C.

Raspon

Najniža vrijednost je 3,8 °C, a najviša 5,2 °C. Raspon je 1,4 °C.

Tumačenje

Srednja vrijednost je ispod 5 °C, ali je jedno od sedam jutarnjih očitanja bilo iznad. U bilježnici treba potražiti što se dogodilo prethodne večeri (npr. velika kupovina stavljena u hladnjak). Jedno izdvojeno očitanje se ne briše, nego se objašnjava.

Ponovljivost ima i drugu stranu. Rezultat je vrjedniji ako ga drugi, radeći po istom protokolu, mogu ponoviti. Zato se protokol objavljuje zajedno s rezultatima, a ne samo zaključak.

Mit ili činjenica

MIT

Bez skupe laboratorijske opreme građanin ne može prikupiti ništa korisno.

ŠTO KAŽU PODACI

Kvaliteta građanskih podataka ovisi ponajprije o jasnom protokolu, obuci i ugrađenim provjerama, a ne o cijeni pribora (Kosmala i sur. 2016.). Postoje, naravno, pitanja na koja kod kuće nema odgovora (metali, pesticidi, mikotoksini, pogl. 12), ali za pitanja primjerena kućnom priboru ponovljena i dobro zapisana mjerenja daju upotrebljive podatke.

10.8 Pristranosti i kontrolna skupina

Pristranost je sustavno odstupanje koje rezultat gura uvijek u istom smjeru. Za razliku od slučajne pogreške, ponavljanje je ne smanjuje. Tri pristranosti najčešće kvare građanska mjerenja hrane.

Traženje potvrde

Ljudi su skloni tražiti, primjećivati i pamtiti podatke koji potvrđuju ono što već vjeruju, a previđati one koji tome proturječe. Psihologija to zove **traženje potvrde** (engl. *confirmation bias*) i opisuje ga kao jednu od najbolje dokumentiranih pogrešaka u rasuđivanju (Nickerson 1998.). Tko je uvjeren da je trgovina „uvijek topla", zapamtit će dan kad je vitrina pokazivala 9 °C, a zaboraviti četiri dana kad je pokazivala 4 °C. Protiv toga pomažu unaprijed zapisana hipoteza, unaprijed zadan raspored mjerenja i pravilo da se zapisuje svako mjerenje, a ne samo ono „zanimljivo".

Odabir samo „sumnjivih"

Ako uzorkujete samo jaja koja izgledaju neobično ili samo proizvode o kojima se već priča, rezultat ne govori ništa o ostalima. Takav **ciljani uzorak** ima smisla kad želite potvrditi sumnju o točno određenom proizvodu, ali ne smijete iz njega zaključivati o „svim jajima" ili „svim trgovinama". Razlika između ciljanog i slučajnog uzorka detaljno je obrađena u pogl. 20.

Mjerenje kad se nešto već dogodilo

Mnoga kućna mjerenja počinju tek kad nešto pođe po zlu, kao u priči s početka poglavlja. Tada je lako zaključiti kako je stanje uvijek takvo. Mjerenje koje je počelo zbog sumnje treba nastaviti dovoljno dugo da obuhvati i „obične" dane.

Kontrolna skupina

Kontrolna skupina je ono s čime uspoređujete. Bez nje nije jasno je li neki rezultat neobičan. Ako sumnjate da se jogurt kvari zbog hladnjaka, kontrola je isti jogurt iz iste serije, čuvan u drugom hladnjaku za koji znate da drži ispod 5 °C. Ako sumnjate na termometar, kontrola je drugi termometar na istom mjestu ili čaša vode s ledom. Ako uspoređujete jaja iz dvorišta i iz trgovine, oba se uzorka obrađuju istim postupkom, istog dana i istim priborom. Kontrola mora biti jednaka u svemu osim u onome što ispitujete. Tamo gdje je moguće, korisno je i da osoba koja procjenjuje ne zna koji je uzorak koji (slijepa procjena, pogl. 12).

10.9 Od bilježnice do zajedničke baze

Pojedinačno mjerenje u jednoj kuhinji rijetko mijenja nešto izvan te kuhinje. Isto mjerenje u stotinu kuhinja, prikupljeno po istom protokolu, može pokazati obrazac koji vrijedi za cijelu zajednicu, na primjer koliko je kućnih hladnjaka iznad preporučene temperature. Pregledi mjerenja u kućanstvima pokazuju da mnogi kućni hladnjaci rade toplije nego što se preporučuje (James i sur. 2008.).

Udruga TERRA VERITAS planira otvorenu bazu rezultata građanskih mjerenja vezanu uz ovu knjigu. Baza je zamišljena prema sedmom načelu ECSA, tako da podaci i metapodaci budu javni, a osobni podaci zaštićeni. Predviđeno je da svaki zapis ima sljedeće dijelove.

1. Oznaku protokola i njegovu inačicu (npr. „hladnjak v1").
2. Metapodatke iz tablice 10.2, s lokacijom zaokruženom na razinu naselja.
3. Izvorne vrijednosti svakog mjerenja, a ne samo prosjek.
4. Fotografije s mjerilom i oznakom uzorka.
5. Šifru sudionika umjesto imena (ime zna samo koordinator).
6. Oznaku provjere (zapis je pregledao drugi sudionik ili koordinator).

Zapisi se neće brisati ni ispravljati bez traga. Ispravak se dodaje kao nova inačica, kao i u papirnatoj bilježnici. Obrasci, proračunska tablica i upute za unos bit će objavljeni na mrežnoj stranici udruge TERRA VERITAS, https://terraveritas.eu, gdje će biti objavljena i baza rezultata.

Pokušajte sami

Tjedan dana s termometrom u hladnjaku

SVRHA

Izraditi vlastiti protokol i utvrditi kolika je temperatura u Vašem hladnjaku tijekom jednog tjedna, na kojim mjestima i u koje doba dana. Preporuka za hladnjak je 5 °C ili niže (WHO 2006.a; GOV.UK 2025.).

PRIBOR

Dva termometra (najbolje digitalna s podjelom 0,1 °C), dvije jednake čaše vode, led, bilježnica ili obrazac iz priloga A, mobitel za fotografije.

POSTUPAK

1. Provjerite oba termometra u čaši pune drobljenog leda s malo vode. Nakon nekoliko minuta trebaju pokazivati 0 °C. Zapišite odstupanje svakog termometra.
2. Zapišite hipotezu (npr. „vrata su toplija od srednje police za više od 1 °C") i što bi je opovrgnulo.
3. Stavite po jednu čašu vode s termometrom na srednju policu i u pretinac na vratima. Voda ublažava nagle promjene pri otvaranju vrata i bolje predstavlja temperaturu hrane nego zrak.
4. Očitavajte svaki dan u isto vrijeme ujutro (prije prvog otvaranja) i navečer (nakon kuhanja), sedam dana. Očitajte unutar desetak sekundi od otvaranja vrata.
5. Svako očitanje upišite odmah, s datumom, vremenom i napomenom (velika kupovina, vrata dugo otvorena, vrućina u kuhinji).
6. Prvi i zadnji dan fotografirajte položaj termometara i postavku regulatora.

ŠTO BILJEŽITI

Datum, vrijeme, mjesto (polica ili vrata), očitanje, ispravak prema provjeri u ledu, napomena, postavka regulatora, temperatura u kuhinji ako je znate.

KAKO TUMAČITI

Izračunajte srednju vrijednost, najnižu i najvišu vrijednost za svako mjesto i doba dana. Prebrojite koliko je očitanja bilo iznad 5 °C. Ako je srednja polica redovito iznad, pokušajte s hladnijom postavkom regulatora i ponovite tjedan, uz napomenu da je to nova serija.

GRANICE

Dva očitanja dnevno ne pokazuju što se događa u međuvremenu. Termometar s pamćenjem najniže i najviše vrijednosti ili zapisivač podataka daje potpuniju sliku (pogl. 13). Ni jedan od tih postupaka ne govori ništa o tome je li hrana u hladnjaku mikrobiološki ispravna.

⚠ **Sigurnost.** Ne stavljajte termometre sa staklenom kapilarom uz hranu. Ako se razbiju, hranu iz blizine bacite.

Zapamtiti

Podatak bez datuma, mjesta, postupka i ponavljanja je samo dojam. Unaprijed zapisano pitanje, hipoteza i protokol, uz kontrolu i ponovljena mjerenja, čine kućno mjerenje vjerodostojnim i usporedivim s mjerenjima drugih.

Pojmovnik poglavlja

Građanska znanost. Istraživanje u kojem građani aktivno sudjeluju u prikupljanju, a ponekad i u obradi i tumačenju podataka.

Hipoteza. Unaprijed zapisan očekivani odgovor na istraživačko pitanje, s razlogom i uvjetom pod kojim bi bila opovrgnuta.

Protokol. Pisani postupak koji određuje što se mjeri, čime, gdje, kada, koliko puta i kako se zapisuje.

Metapodaci. Podaci o okolnostima mjerenja ili uzorka (vrijeme, mjesto, proizvod, serija, instrument, postupak).

Preciznost i točnost. Preciznost je slaganje ponovljenih mjerenja, a točnost blizina stvarnoj vrijednosti.

Pristranost. Sustavno odstupanje rezultata u jednom smjeru koje se ponavljanjem ne smanjuje.

Kontrolna skupina. Uzorak ili uvjet s kojim se uspoređuje ispitivani, jednak u svemu osim u onome što se ispituje.

Provjera znanja

1. Zašto „Je li hrana iz trgovine zdrava?" nije dobro istraživačko pitanje?
2. Zašto se hipoteza zapisuje prije mjerenja?
3. Što treba biti u kadru fotografije uzorka?
4. Koliko mjerenja treba da se nesigurnost srednje vrijednosti prepolovi u odnosu na jedno mjerenje?
5. Što je kontrola u pokusu u kojem sumnjate da Vam hladnjak kvari jogurt?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 11

Čitanje deklaracije

U OVOM POGLAVLJU

- Koje podatke deklaracija mora sadržavati prema Uredbi (EU) br. 1169/2011.
- Što govore redoslijed sastojaka, postotak sastojka iz naziva i istaknuti alergeni.
- Razlika između „upotrijebiti do" i „najbolje upotrijebiti do".
- Kako pročitati neto količinu, znak ℮, nutritivnu deklaraciju i seriju (LOT).
- Kontrolna lista za jednu kupovinu i čega na deklaraciji nema.

DVA JOGURTA NA ISTOJ POLICI

Zamislite da stojite pred policom s voćnim jogurtima. Na jednom velikim slovima piše „s jagodama", a na susjednom „okus jagode". Oba imaju sliku jagode, oba koštaju slično. Tek kad okrenete čašicu i pronađete popis sastojaka, vidite kako prvi navodi jagode s postotkom, a drugi ih uopće ne spominje, nego navodi aromu. Na poleđini piše još i „upotrijebiti do", a na kutiji keksa pored „najbolje upotrijebiti do". Ta dva izraza nisu sinonimi, iako ih mnogi tako čitaju. Deklaracija je najdostupniji izvor podataka o hrani koji imate. Besplatna je, nalazi se na svakom pakiranju i propisana je zakonom. Treba je samo znati čitati.

11.1 Što deklaracija mora sadržavati

Deklaracija je skup obveznih i dobrovoljnih podataka o hrani na pakiranju ili etiketi. U EU (Europska unija) je uređuje Uredba (EU) br. 1169/2011 o informiranju potrošača o hrani (Europski parlament i Vijeće 2011.b). Članak 9. te uredbe navodi dvanaest obveznih podataka za **pretpakiranu hranu**, dakle hranu koja je prije prodaje stavljena u ambalažu.

1. Naziv hrane.
2. Popis sastojaka.
3. Svaki sastojak ili pomoćna tvar iz Priloga II (alergeni) koji je upotrijebljen u proizvodnji i još je prisutan u gotovom proizvodu, makar i u izmijenjenom obliku.
4. Količina određenih sastojaka ili kategorija sastojaka.
5. Neto količina hrane.
6. Datum minimalne trajnosti ili datum „upotrijebiti do".
7. Posebni uvjeti čuvanja i/ili uvjeti uporabe.

8. Ime ili poslovni naziv i adresa subjekta u poslovanju s hranom.
9. Zemlja ili mjesto podrijetla, kad to propisuje članak 26.
10. Upute za uporabu, ako bi bez njih bilo teško pravilno upotrijebiti hranu.
11. Stvarna volumna koncentracija alkohola za pića s više od 1,2 % alkohola.
12. Nutritivna deklaracija.

Podaci moraju biti jasno vidljivi i čitljivi. Članak 13. propisuje najmanju visinu malog slova „x" od 1,2 mm, odnosno 0,9 mm na pakiranjima čija je najveća površina manja od 80 cm^2. Naziv hrane, neto količina i, za pića, alkohol moraju biti u istom vidnom polju (Europski parlament i Vijeće 2011.b). Podaci se navode na jeziku koji potrošači u državi prodaje lako razumiju (članak 15.). Zakon o informiranju potrošača o hrani propisuje da u Hrvatskoj ti podaci moraju biti na hrvatskom jeziku i latiničnim pismom, a dopušteno je označivanje na više jezika (Hrvatski sabor 2019., čl. 3.).

Slika 11.1 prikazuje shematsku deklaraciju izmišljenog proizvoda. Brojevi u krugovima vode kroz ovo poglavlje.

KEKSI S LJEŠNJACIMA 1

PRIMJER DEKLARACIJE, IZMIŠLJENI PROIZVOD

Sastojci 2 Pšenično brašno (**pšenica**), šećer, biljna mast (palmina), **lješnjaci** (12 %) 3, maslac (**mlijeko**), **jaja** u prahu, sredstvo za rahljenje (natrijevi karbonati), sol, emulgator (lecitin iz **soje**), aroma. 4

Može sadržavati tragove drugih orašastih plodova.

Čuvati na suhom i hladnom mjestu. 7

Najbolje upotrijebiti do **30. 06. 2027.** 5 **L 27181A** 9

Zemlja podrijetla Hrvatska 8

Proizvođač Primjer d.o.o., Izmišljena ulica 1, Grad 10

200 g ℮ 6

Hranjiva vrijednost na 100 g 11

Energija	1990 kJ 474 kcal
Masti	22 g
od kojih zasićene	10 g
Ugljikohidrati	62 g
od kojih šećeri	28 g
Bjelančevine	7 g
Sol	0,6 g

Slika 11.1. Shematski primjer deklaracije izmišljenog proizvoda. 1 naziv hrane, 2 popis sastojaka, 3 postotak sastojka iz naziva (QUID), 4 istaknuti alergeni, 5 datum minimalne trajnosti, 6 neto količina i znak ℮, 7 uvjeti čuvanja, 8 podrijetlo, 9 serija (LOT), 10 subjekt u poslovanju s hranom, 11 nutritivna deklaracija.

11.2 Naziv i popis sastojaka

Naziv hrane 1 nije isto što i trgovačko ime ili izmišljeno ime. Ako za hranu postoji propisani naziv, mora se koristiti on, a ako ne postoji, koristi se uobičajeni ili opisni naziv (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 17). Zato „Zlatni zalogaj" ne može biti jedini naziv, nego uz njega mora pisati i što je to, na primjer „keksi s lješnjacima".

Popis sastojaka 2 navodi sve sastojke *silaznim redoslijedom prema masi* u trenutku njihove uporabe u proizvodnji (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 18). Prvi sastojak je zato onaj kojeg je u recepturi najviše. Ako je u kruhu s „mnogo sjemenki" prvo navedeno

pšenično brašno, a sjemenke su na sedmom mjestu, to je podatak koji slika na prednjoj strani ne kaže. Sastojci kojih je manje od 2 % mogu se navesti drugim redoslijedom na kraju popisa.

Kad je sastojak sam sastavljen od više sastojaka (npr. čokolada u keksu), njegovi se sastojci navode u zagradi. **Aditivi** se navode nazivom kategorije (npr. emulgator, konzervans, sredstvo za rahljenje), iza kojeg slijedi specifični naziv ili E-broj. Što E-broj znači i koja je funkcija pojedinog aditiva objašnjava prilog G. Aditivi su uređeni Uredbom (EZ) br. 1333/2008, a svaki dopušteni aditiv prošao je procjenu sigurnosti (Europski parlament i Vijeće 2008.).

? Mit ili činjenica

MIT

Proizvod s E-brojevima je „pun kemije" i treba ga izbjegavati.

ŠTO KAŽU PODACI

E-broj znači samo da je tvar dopuštena kao aditiv u EU i da je za nju određeno u kojoj hrani i u kojoj najvećoj količini smije biti upotrijebljena (Europski parlament i Vijeće 2008.). E 300 je askorbinska kiselina (vitamin C), a E 330 limunska kiselina. Neki aditivi imaju propisan prihvatljivi dnevni unos (pogl. 8), a za pojedine se rasprava nastavlja (pogl. 5). Ocjenu daje konkretna tvar i količina, a ne prisutnost slova E.

11.3 Količina sastojka iz naziva (QUID)

Kad je sastojak naveden u nazivu hrane, istaknut na pakiranju riječima ili slikom, ili je bitan za razlikovanje proizvoda, deklaracija mora navesti njegovu količinu u postotku 3. To se zove QUID (navođenje količine sastojka, engl. *Quantitative Ingredient Declaration*) (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 22 i Prilog VIII). Postotak se upisuje u nazivu, uz naziv ili u popisu sastojaka.

U priči s početka poglavlja jogurt „s jagodama" mora navesti postotak jagoda. Jogurt s „okusom jagode" ne mora, jer naziv ističe okus, a okus može potjecati i samo od arome. Slika voća na pakiranju ipak obvezuje na postotak ako to voće jest sastojak, jer je istaknuto slikom.

Izračun · Koliko je lješnjaka u pakiranju

Podaci sa slike 11.1

Neto količina 200 g, lješnjaci 12 %.

Račun

200 g × 0,12 = 24 g lješnjaka u pakiranju.

Napomena

Kod pečenih proizvoda voda tijekom pečenja isparava, pa se postotak izražava u odnosu na gotov proizvod (Europski parlament i Vijeće 2011.b, Prilog VIII). Račun zato daje približnu masu lješnjaka u keksima kakvi su u kutiji.

11.4 Alergeni

Prilog II Uredbe 1169/2011 navodi četrnaest skupina tvari koje izazivaju alergije ili nepodnošljivosti (Europski parlament i Vijeće 2011.b). To su žitarice koje sadrže gluten, rakovi, jaja, riba, kikiriki, soja, mlijeko, orašasti plodovi, celer, gorušica, sjeme sezama, sumporov dioksid i sulfiti u koncentraciji višoj od 10 mg/kg ili 10 mg/L, lupina i mekušci.

Ti sastojci se u popisu sastojaka moraju *istaknuti* drukčijim slogom, na primjer podebljanim slovima, drugom bojom ili podlogom 4 (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 21). Ako proizvod nema popis sastojaka (npr. vino), navodi se riječ „Sadrži" i naziv alergena. Obveza informiranja o alergenima vrijedi i za **nepakiranu hranu**, dakle u pekarnici, slastičarnici i restoranu (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 44). U tom slučaju podatak može biti na natpisu ili ga daje osoblje.

Natpis „može sadržavati tragove..." je *dobrovoljna* izjava proizvođača o mogućem nenamjernom prijenosu alergena. Uredba za nju propisuje samo da ne smije zavaravati (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 36). Nema propisane granice od koje se mora ili ne smije upotrijebiti, pa njezina odsutnost nije jamstvo da alergena nema. Osobe s teškom alergijom o tome trebaju razgovarati sa svojim liječnikom, a brzi testovi na alergene i njihove granice opisani su u pogl. 14.

11.5 „Upotrijebiti do" i „najbolje upotrijebiti do"

Ova dva datuma se razlikuju po značenju, a ne po strogosti.

Datum minimalne trajnosti 5 piše se kao „Najbolje upotrijebiti do ..." (kad datum sadrži dan) ili „Najbolje upotrijebiti do kraja ...". To je datum do kojeg hrana uz pravilno čuvanje zadržava svoja posebna svojstva (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 2 i Prilog X). Nakon tog datuma hrana obično nije opasna, ali može izgubiti okus, hrskavost ili boju. Za hranu koja traje do tri mjeseca dovoljni su dan i mjesec, za hranu od tri do osamnaest mjeseci mjesec i godina, a za dulje od toga samo godina.

Datum **„upotrijebiti do"** koristi se za hranu koja je s mikrobiološkog stajališta lako pokvarljiva i zato nakon kratkog vremena može predstavljati neposrednu opasnost za zdravlje. Nakon tog datuma hrana se smatra *nesigurnom* (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 24). Uz njega moraju stajati uvjeti čuvanja (npr. „čuvati na temperaturi od 0 °C do 4 °C"), a datum se navodi na svakom pojedinačnom pretpakiranom obroku (Europski parlament i Vijeće 2011.b, Prilog X).

Tablica 11.1. Razlika između dviju oznaka roka trajanja prema Uredbi (EU) br. 1169/2011 i smjernicama EFSA.

	Najbolje upotrijebiti do	**Upotrijebiti do**
Govori o	kakvoći (okus, miris, tekstura)	sigurnosti
Tipična hrana	tjestenina, keksi, konzerve, smrznuta hrana	svježe meso, mljeveno meso, svježa riba, gotove salate, neki mliječni proizvodi
Nakon datuma	obično sigurna ako je ambalaža neoštećena i čuvanje pravilno; provjeriti osjetilima (pogl. 12)	ne jesti, ne prodavati, ne darivati
Uloga čuvanja	loše čuvanje skraćuje kakvoću	loše čuvanje čini hranu nesigurnom i prije datuma

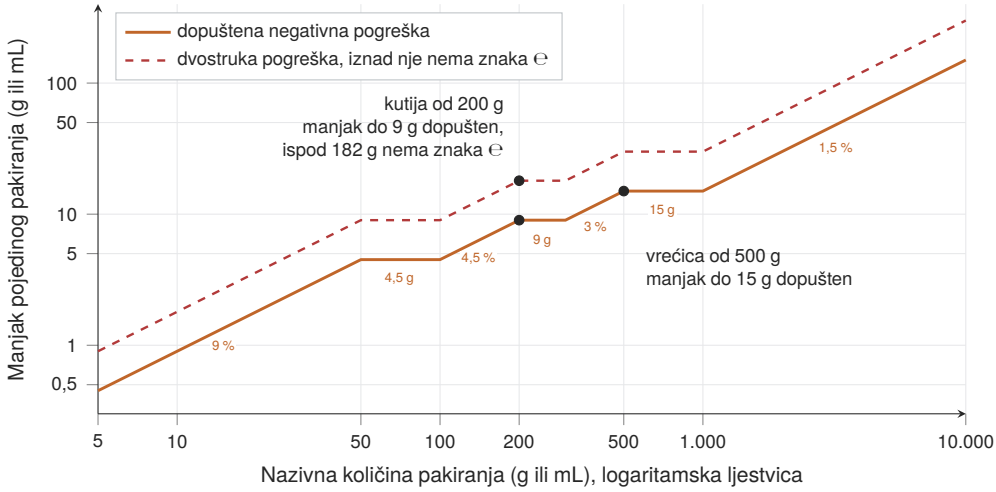
Koja će se oznaka upotrijebiti, odlučuje subjekt u poslovanju s hranom. Smjernice EFSA pomažu pri toj odluci, jer polaze od toga može li u hrani nakon otvaranja ili tijekom čuvanja rasti mikroorganizam koji izaziva bolest (EFSA BIOHAZ Panel i sur. 2020.). Tipičan primjer je *Listeria monocytogenes*, koja može rasti i pri temperaturi hladnjaka (EFSA BIOHAZ Panel 2018.). Zato je oznaka „upotrijebiti do" na gotovim salatama i narescima vezana uz temperaturu čuvanja koja piše na pakiranju, a hrana pohranjena na 8 °C umjesto propisanih 4 °C može postati nesigurna i prije datuma (GOV.UK 2025.).

Neke hrane uopće nemaju datum minimalne trajnosti. Prilog X izuzima, među ostalim, svježe neoguljeno voće i povrće, većinu vina, pića s 10 % ili više alkohola, pekarske proizvode koji se jedu unutar 24 sata, ocat, kuhinjsku sol, kruti šećer, slatkiše od šećera i žvakaće gume (Europski parlament i Vijeće 2011.b).

11.6 Neto količina i znak ℮

Neto količina 6 navodi se u litrama ili mililitrima za tekuću hranu, a u kilogramima ili gramima za ostalu (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 23 i Prilog IX). Kad je kruta hrana u tekućini (masline u salamuri, grah u konzervi, tuna u ulju), navodi se i **neto masa ocijeđene hrane**. Za smrznutu ribu s glazurom (tankim slojem leda) neto količina se navodi bez glazure. Kako se to provjerava vagom, opisuje pogl. 13.

Mali znak ℮ uz neto količinu znači da je proizvod pakiran prema sustavu prosječne količine iz Direktive 76/211/EEZ (Vijeće Europskih zajednica 1976.). Taj sustav ne jamči da



Slika 11.2. Dopuštena negativna pogreška pojedinog pakiranja prema nazivnoj količini. U rasponima označenima postotkom pogreška raste s pakiranjem, a u rasponima označenima gramima ostaje ista, pa udio pada od 9 % kod najmanjih do 1,5 % kod najvećih pakiranja. Pakiranje s manjkom većim od isprekidane crte ne smije nositi znak e (Vijeće Europskih zajednica 1976., Prilog I.).

svako pakiranje ima točno navedenu masu, nego propisuje tri pravila. Prosječna stvarna količina serije ne smije biti manja od nazivne. Udio pakiranja kojima nedostaje više od dopuštenog odstupanja mora biti dovoljno malen da serija prođe propisanu kontrolu. Nijedno pakiranje s nedostatkom većim od dvostrukog dopuštenog odstupanja ne smije nositi znak e.

Dopušteno odstupanje nije isti postotak za sva pakiranja. Za mala pakiranja propisano je u postocima, a za neke raspone u gramima, pa udio pada kako pakiranje raste (slika 11.2).

Izračun · Smije li u kutiji od 200 g biti 193 g?

Dopušteno odstupanje

Za nazivne količine od 200 g do 300 g dopušteno negativno odstupanje pojedinačnog pakiranja je 9 g (Vijeće Europskih zajednica 1976.).

Pojedinačno pakiranje

200 g − 193 g = 7 g, što je manje od 9 g. Jedno takvo pakiranje je u skladu s propisom.

Granica

Pakiranje kojem nedostaje više od 2 × 9 g = 18 g, dakle ono s manje od 182 g, ne smije nositi znak e.

Ali

Ako u deset kupljenih kutija iste serije svaka ima 191 g do 195 g, prosjek je ispod nazivne količine, a to propis ne dopušta. Zaključak o seriji traži više pakiranja i provjerenu vagu (pogl. 13).

11.7 Podrijetlo

Zemlja podrijetla 8 nije obvezna za svu hranu. Prema članku 26. ona je obvezna kad bi njezino izostavljanje moglo zavarati potrošača, na primjer kad slika, zastava ili naziv upućuju na jednu zemlju, a hrana dolazi iz druge (Europski parlament i Vijeće 2011.b). Obvezna je i za svježe, rashlađeno i smrznuto svinjsko, ovčje, kozje meso i meso peradi, gdje se navode zemlja uzgoja i zemlja klanja (Europska komisija 2013.). Za govedinu, med, maslinovo ulje, svježe voće i povrće, jaja i ribu podrijetlo propisuju posebni propisi (Europski parlament i Vijeće 2000.; Europski parlament i Vijeće 2024.a; Europska komisija 2022.a; Europska komisija 2023.a; Europska komisija 2023.b; Europski parlament i Vijeće 2013.).

Od 1. travnja 2020. vrijedi i pravilo o **primarnom sastojku**. Ako je navedena zemlja podrijetla hrane, a njezin glavni sastojak dolazi odnekud drugdje, to mora biti rečeno (Europska komisija 2018.). „Proizvedeno u Hrvatskoj" na tjestenini od uvoznog pšeničnog griza zato mora pratiti i podatak da pšenica nije iz Hrvatske, ili barem nije samo iz Hrvatske.

Važno je razlikovati *zemlju podrijetla* od *adrese proizvođača ili uvoznika* 10. Hrvatska adresa na pakiranju znači da je za proizvod odgovoran subjekt s hrvatskom adresom, ali ne znači da je hrana proizvedena u Hrvatskoj.

11.8 Nutritivna deklaracija

Nutritivna deklaracija 11 obvezno sadrži energetsku vrijednost i količine masti, zasićenih masnih kiselina, ugljikohidrata, šećera, bjelančevina i soli (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 30). Podaci se navode na 100 g ili 100 mL, pa se proizvodi mogu izravno uspoređivati. Navod po porciji je dopušten samo kao dodatak. *Sol* se na deklaraciji računa kao količina natrija pomnožena s 2,5, bez obzira na to potječe li natrij iz kuhinjske soli ili iz drugih tvari (Europski parlament i Vijeće 2011.b, Prilog I).

Nutritivnu deklaraciju ne moraju imati, među ostalim, neprerađeni proizvodi od jednog sastojka, voda, začinsko bilje, sol, hrana u pakiranjima čija je najveća površina manja od 25 cm^2 i hrana koju mali proizvođač u malim količinama izravno isporučuje potrošaču ili lokalnoj trgovini (Europski parlament i Vijeće 2011.b, Prilog V). Za pića s više od 1,2 % alkohola ne trebaju ni popis sastojaka ni nutritivna deklaracija (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 16).

Uredba propisuje i **referentne unose** za prosječnu odraslu osobu, 8400 kJ (2000 kcal), 70 g masti, 20 g zasićenih masnih kiselina, 260 g ugljikohidrata, 90 g šećera, 50 g bjelančevina i 6 g soli (Europski parlament i Vijeće 2011.b, Prilog XIII). Postotak referentnog unosa na pakiranju je dobrovoljan, a odnosi se na prosječnu odraslu osobu, ne na dijete.

Izračun · Provjera energetske vrijednosti

Faktori iz Priloga XIV

Masti 37 kJ/g (9 kcal/g), ugljikohidrati i bjelančevine 17 kJ/g (4 kcal/g) (Europski parlament i Vijeće 2011.b).

Račun za keks sa slike 11.1

$22 \times 37 + 62 \times 17 + 7 \times 17 = 814 + 1054 + 119 = 1987$ kJ, što zaokruženo daje 1990 kJ s deklaracije.

Udio u referentnom unosu

Pola kutije (100 g) sadrži 28 g šećera, što je $28/90 \approx 31$ % referentnog unosa šećera za odraslu osobu.

Tumačenje

Ako se Vaš račun razlikuje od deklaracije za više od nekoliko posto, provjerite jesu li navedena vlakna ili polioli (koji imaju svoje faktore) prije nego što zaključite da je deklaracija netočna.

11.9 Serija (LOT) i sitni tisak

Serija ili **LOT** 9 je oznaka skupine proizvoda proizvedenih, prerađenih ili pakiranih u praktički jednakim uvjetima. Obično počinje slovom „L”, osim kad se jasno razlikuje od drugih oznaka (Europski parlament i Vijeće 2011.a). Za potrošača je serija jedan od najvažnijih podataka na pakiranju. Kad proizvođač ili inspekcija povlače proizvod s tržišta, obavijest navodi seriju i rok, a ne samo naziv proizvoda. Oznaka serije je zato obvezan dio metapodataka uz svaki uzorak (tablica 10.2) i obvezan sadržaj prijave inspekciji (pogl. 19).

Sitni tisak na deklaraciji se najbolje čita uz nekoliko pravila.

- Fotografirajte deklaraciju s ravnalom u kadru (pogl. 10) i povećajte je na zaslonu. Visina malog slova manja od 1,2 mm (na velikim pakiranjima) je sama po sebi nalaz.
- Uspoređujte uvijek po 100 g, nikad po porciji koju je odredio proizvođač.
- Tražite postotak sastojka iz naziva. Ako nedostaje, a sastojak je na slici ili u nazivu, to je razlog za upit proizvođaču.
- Čitajte cijeli naziv, uključujući manja slova („s okusom”, „pripravak”, „napitak”).
- Odvojite propisane podatke od dobrovoljnih tvrdnji („prirodno”, „domaće”, „tradicionalno”), koje su zasebna tema (pogl. 3 i pogl. 18).

Granice metode · Čega na deklaraciji nema

Deklaracija navodi *sastojke*, tvari koje su namjerno dodane. Ostaci pesticida, veterinarskih lijekova, teški metali, mikotoksini, PFAS i tvari koje prelaze iz ambalaže nisu sastojci i ne pišu se, čak i kad su prisutni u dopuštenim količinama (pogl. 4 i pogl. 5). Ispravna deklaracija zato ne govori ništa o onečišćivačima, a neispravna deklaracija nije dokaz da je hrana opasna. Za onečišćivače je potreban laboratorij (pogl. 24).

Praktični zadatak · Kontrolna lista za jednu kupovinu

Odaberite pet pretpakiranih proizvoda iz jedne kupovine i za svaki prođite kontrolnu listu. Zapišite rezultate u bilježnicu i fotografirajte deklaracije s mjerilom. Proširena lista je u prilogu B.

- ☐ Naziv hrane je opisni naziv, a ne samo trgovačko ime.
- ☐ Popis sastojaka postoji i počinje sastojkom kojeg očekujete najviše.
- ☐ Sastojak iz naziva ili sa slike ima postotak (QUID).
- ☐ Alergeni su istaknuti drukčijim slogom.
- ☐ Jasno je radi li se o datumu „upotrijebiti do” ili „najbolje upotrijebiti do”, a datum nije prošao.
- ☐ Uvjeti čuvanja su navedeni i odgovaraju mjestu na kojem je proizvod stajao u trgovini.
- ☐ Neto količina je navedena, a za hranu u tekućini i neto masa ocijeđene hrane.
- ☐ Podrijetlo je navedeno gdje je obvezno (meso, ili kad slika i naziv upućuju na zemlju).
- ☐ Nutritivna deklaracija je na 100 g ili 100 mL.
- ☐ Oznaka serije (LOT) je čitljiva i zapisana u bilježnicu.
- ☐ Tisak je čitljiv bez povećala ili barem uz povećanje fotografije.

Za svaku stavku koja nije ispunjena zapišite što točno nedostaje. Jedan propust ne znači da je proizvod nesiguran, nego da deklaracija možda nije u skladu s propisom. Kako se o tome obavještava inspekcija, opisuje pogl. 19.

Zapamtiti

Deklaracija je propisani izvor podataka o sastojcima, alergenima, roku, količini i podrijetlu. „Upotrijebiti do” govori o sigurnosti, a „najbolje upotrijebiti do” o kakvoći. O onečišćivačima deklaracija ne govori ništa.

Pojmovnik poglavlja

Pretpakirana hrana. Hrana stavljena u ambalažu prije ponude potrošaču, tako da se sadržaj ne može promijeniti bez otvaranja ili oštećenja ambalaže.

QUID. Obvezno navođenje postotka sastojka koji je u nazivu, istaknut slikom ili bitan za proizvod.

Datum minimalne trajnosti. „Najbolje upotrijebiti do", datum do kojeg hrana uz pravilno čuvanje zadržava svoja svojstva.

Upotrijebiti do. Datum za mikrobiološki lako pokvarljivu hranu, nakon kojeg se hrana smatra nesigurnom.

Znak ℮. Oznaka da je proizvod pakiran prema sustavu prosječne količine.

Serija (LOT). Oznaka skupine proizvoda proizvedenih u praktički jednakim uvjetima.

Primarni sastojak. Sastojak koji čini više od polovice hrane ili ga potrošač obično povezuje s njezinim nazivom.

Provjera znanja

1. Što znači da je šećer drugi navedeni sastojak?
2. Koja je razlika između „upotrijebiti do" i „najbolje upotrijebiti do"?
3. Kutija od 500 g sa znakom ℮ ima 488 g. Je li to dopušteno?
4. Zašto ispravna deklaracija ne jamči da u hrani nema pesticida?
5. Hrvatska adresa na pakiranju znači li da je hrana iz Hrvatske?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 12

Osjetilna procjena

U OVOM POGLAVLJU

- Kako se izgled, miris, okus i tekstura mogu koristiti kao jednostavan instrument.
- Što osjetila pouzdano otkrivaju (kvarenje, užeglost, plijesan) i što nikada ne mogu (metale, pesticide, većinu toksina, uzročnike poput listerije i salmonele).
- Kada plijesan znači da treba baciti cijeli proizvod.
- Zašto riba s histaminom može izgledati i mirisati uobičajeno.
- Osjetilni protokol s ljestvicom koji se može ponoviti i usporediti.

SALATA KOJA JE MIRISALA SASVIM DOBRO

Zamislite obiteljski izlet. Salata s piletinom pripremljena je ujutro i stajala je u hladnoj torbi, ali led se do podneva otopio. Prije ručka netko otvori posudu, pomiriše je i kaže „miriše sasvim normalno". Salata je i izgledala kao ujutro. Sutradan dvoje od petero sudionika ima proljev. Pomirisati hranu prije jela je razumna navika i često otkrije pokvareno mlijeko ili meso. Ipak, u ovoj priči je miris dao lažnu sigurnost. Bakterije koje izazivaju trovanje hranom obično ne mijenjaju njezin miris, okus ni izgled, a one koje ga mijenjaju uglavnom ne izazivaju bolest. U tom nesrazmjeru je glavna poruka ovog poglavlja.

12.1 Osjetila kao instrument

Osjetilna procjena (senzorska procjena) je ocjenjivanje hrane vidom, njuhom, okusom, dodirom i sluhom. U prehrambenoj industriji je to propisana i izučena metoda. Obučeni ocjenjivači rade u standardnim uvjetima, ne znaju koji uzorak procjenjuju i rezultat izražavaju brojem na ljestvici. Jedna od najstarijih takvih ljestvica, Torryjeva ljestvica svježine ribe, nastala je 1953. i povezuje miris, okus i teksturu kuhane ribe s brojem dana čuvanja na ledu (Shewan i sur. 1953.). Kod kuće nemate ocjenjivački panel, ali možete preuzeti njegova načela, a to su ista svjetlost, isti redoslijed, zapis odmah i, kad je moguće, usporedba s uzorkom za koji znate da je ispravan.

Svako osjetilo nosi drukčiju vrstu podataka.

- **Izgled.** Boja, sjaj, sluz, mjehurići, mutnoća, napuhnuta ambalaža, kristali, vidljiva plijesan, oštećenja.

- **Miris.** Kiselo, užeglo, „ustajalo”, amonijak, sumporovodik (pokvarena jaja), alkohol u proizvodu koji ga ne bi trebao imati.
- **Okus.** Kiselost, gorčina, „ljutkasto” ili „bockavo”, metalni okus. Okus je osjetilo koje se zadnje koristi i nikad na hrani koja je već sumnjiva (odjeljak 12.6).
- **Tekstura.** Ljepljivost, sluzavost, mekšanje, gubitak hrskavosti, zrnatost.

12.2 Što osjetila otkrivaju

Kvarenje

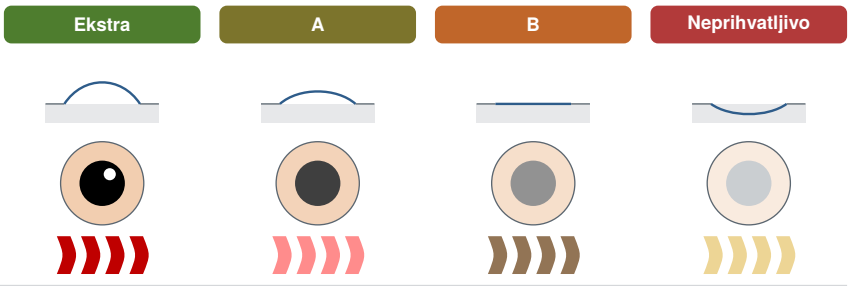
Hranu koja stoji predugo ili pretoplo naseljavaju **mikroorganizmi kvarenja**. Oni razgrađuju bjelančevine, masti i šećere i pritom stvaraju plinove, kiseline i hlapljive spojeve koje osjećamo kao neugodan miris, kao i sluz i promjenu boje. Takve promjene nos i oko lako primijete, ali one govore o *kvaliteti* hrane, a ne izravno o tome ima li u njoj uzročnika bolesti (Gilmour 2023.). Pokvarena hrana nije poželjna i treba je baciti, ali hrana koja nije pokvarena nije time dokazano sigurna.

Svježina ribe

Riba je hrana kod koje osjetila daju najviše podataka o svježini, pa ih propis koristi i u trgovini na veliko. Uredba (EZ) br. 2406/96 opisuje kategorije svježine prema izgledu kože, očiju, škrga, mesa i mirisu (Vijeće Europske unije 1996.). Najsvježija riba ima sjajnu kožu izrazitih boja, ispupčene oči s crnom sjajnom zjenicom i prozirnom rožnicom, škrge sjajne boje bez sluzi, čvrsto i elastično meso i miris svježih morskih trava. S vremenom oči postaju ravne pa upale i mutne, škrge blijede i prekrivaju se sluzi, meso mekša, a miris prelazi u kiselkast, pa u miris amonijaka (slika 12.1). Te znakove možete provjeriti i kod kuće, uz jedno ograničenje. Riba koja prolazi ovaj pregled ipak može sadržavati histamin, jer se na osjetila nije moguće osloniti da bi se on isključio (Lum 2022.). O tome govori odjeljak o histaminu u nastavku.

Užeglost

Užeglost nastaje oksidacijom masti, ponajprije nezasićenih masnih kiselina, pod utjecajem kisika, svjetlosti, topline i tragova metala. Pritom nastaju aldehidi i ketoni neugodna mirisa, koji se osjećaju već u malim količinama (Choe i Min 2006.). Najčešće se javlja u biljnim uljima čuvanima na svjetlu ili toplom, u orašastim plodovima, sjemenkama, integralnom brašnu i ribi. Miris užeglog ulja često se opisuje kao miris kartona, voska ili stare boje. Užeglost je jedna od promjena koju nos otkriva pouzdano. Užegla hrana nije poželjna za jelo, ali užeglost nije znak mikrobiološke opasnosti.



	Ekstra	A	B	Neprihvatljivo
Oko	izbočeno, crna sjajna zjenica, prozirna rožnica	izbočeno i pomalo utonulo, zjenica bez sjaja	ravno, opalescentna rožnica, mutna zjenica	udubljeno, siva zjenica, mliječnobijela rožnica
Škrge	sjajne boje, bez sluzi	slabije obojene, prozirna sluz	smeđe ili sive, gusta tamna sluz	žućkaste, mliječnobijela sluz
Miris škrga	po morskoj travi	neutralan	fermentiran, pomalo kiseo	kiseo
Meso	čvrsto i elastično	manje elastično	pomalo mekano, površina mutna	meko, mlohavo

Slika 12.1. Kategorije svježine bijele ribe prema izgledu oka, škrga i mesa te mirisu škrga. Crteži su shematski, a opisi su skraćeni iz Priloga I. Uredbe (EZ) br. 2406/96. Kategorija „neprihvatljivo" opisuje ribu neprikladnu za prehranu ljudi, a nijedna kategorija ne govori ništa o histaminu (Vijeće Europske unije 1996.; Lum 2022.).

Plijesan

Vidljiva plijesan je pouzdan znak da plijesan postoji. Nije, međutim, znak koliko je duboko prodrla. Ono što vidimo na površini je skup spora, a niti plijesni (hife) rastu u unutrašnjost hrane i nisu vidljive prostim okom (BfR 2026.; USDA FSIS 2005.). Slika 12.2 prikazuje taj površinski sloj na kruhu. Odjeljak 12.4 objašnjava što učiniti s pljesnivom hranom.

12.3 Što osjetila ne mogu otkriti

Granica osjetila je u koncentracijama. Najveće dopuštene razine ostataka pesticida izražavaju se u miligramima po kilogramu, a za tvari bez posebno propisane granice zadana granica je 0,01 mg/kg (Europski parlament i Vijeće 2005.). To je deset mikrograma u kilogramu hrane, količina koju nijedno osjetilo ne može primijetiti. Isto vrijedi za teške metale, PFAS, dioksine i ostale onečišćivače iz pogl. 4 i pogl. 5.

Mikotoksini u preradi (npr. u zobenim pahuljicama napravljenima od onečišćene zobi) za potrošača u pravilu nisu prepoznatljivi (BfR 2026.). Većina ih je otporna na toplinu i kiselinu, pa ih ni kuhanje, pečenje ni ukiseljavanje ne uklanjaju.

Bakterije koje izazivaju bolest, poput salmonele i listerije, kod koncentracija dovoljnih za bolest u pravilu ne proizvode miris koji bi nos mogao osjetiti (Gilmour 2023.). *Listeria monocytogenes* k tome raste i pri temperaturi hladnjaka (EFSA BIOHAZ Panel 2018.), pa



Slika 12.2. Plijesan na kruhu. Pahuljasti sivozeleni sloj čine niti i spore na površini, a niti koje su prodrle u mekani kruh ne vide se, pa se pljesnivi kruh baca cijeli (USDA FSIS 2005.). Fotografija: Ciar (Wikimedia Commons), javno dobro.

gotov narezak ili dimljeni losos mogu izgledati i mirisati besprijekorno, a ipak sadržavati listeriju. Zato je za takvu hranu datum „upotrijebiti do" (pogl. 11) važniji od mirisa.

Tablica 12.1. Što osjetila mogu, a što ne mogu otkriti u hrani.

Osjetila obično otkrivaju	Osjetila ne otkrivaju
Kvarenje mesa, ribe i mlijeka (miris, sluz, plin)	Salmonelu, listeriju, *E. coli* i noroviruse u količinama koje izazivaju bolest
Užeglost ulja, orašastih plodova i brašna	Ostatke pesticida i veterinarskih lijekova
Vidljivu plijesan na površini	Mikotoksine i niti plijesni u unutrašnjosti hrane
Napuhnutu ambalažu i vrenje	Teške metale, PFAS, dioksine i PCB
Gubitak svježine (tekstura, sjaj, boja)	Histamin u ribi u količini koja izaziva trovanje

? Mit ili činjenica

MIT

Ako ne smrdi, ispravno je.

ŠTO KAŽU PODACI

Miris otkriva kvarenje, a kvarenje i opasnost nisu isto. Uzročnici trovanja hranom poput salmonele i listerije u pravilu ne mijenjaju miris (Gilmour 2023.), histamin u ribi ne može se pouzdano otkriti osjetilima (Lum 2022.), a mikotoksini, pesticidi i metali nemaju miris u koncentracijama u kojima se nalaze u hrani. Obrat također ne vrijedi. Hrana koja nakon datuma „najbolje upotrijebiti do" ima malo slabiji miris ili okus nije nužno opasna (pogl. 11). Miris je koristan filtar za odbacivanje pokvarenog, ali nije dokaz ispravnosti.

12.4 Kada pljesnivu hranu baciti cijelu

Plijesni na hrani mogu izazvati alergijske reakcije i tegobe disanja, a neke u povoljnim uvjetima stvaraju **mikotoksine** (USDA FSIS 2005.). Dvije javne ustanove daju nešto različite savjete. USDA FSIS (Služba za sigurnost i inspekciju hrane Ministarstva poljoprivrede SAD-a) dopušta da se kod tvrde i čvrste hrane plijesan odreže s dovoljnim rubom, a meku i vlažnu hranu treba baciti (USDA FSIS 2005.). Njemački BfR (Savezni institut za procjenu rizika, Njemačka, njem. *Bundesinstitut für Risikobewertung*) je stroži i preporučuje da se pljesniva hrana baci, uz nekoliko iznimaka (BfR 2026.). Tablica 12.2 uspoređuje oba savjeta.

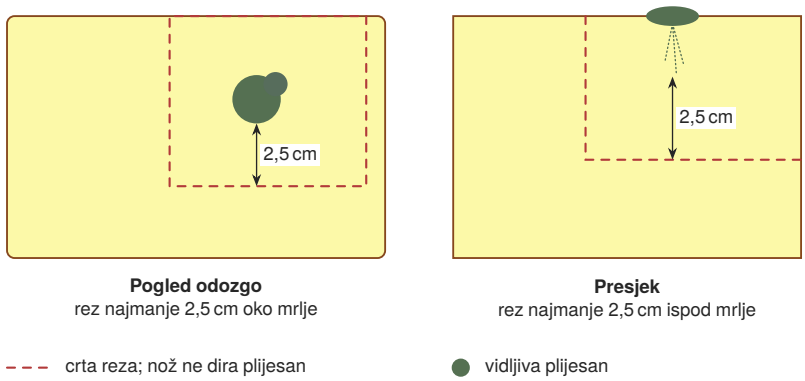
Razlog zašto meka i vlažna hrana uvijek ide u otpad je isti u oba izvora. Niti plijesni i bakterije koje rastu uz nju prodiru duboko ispod površine, a ne vide se (USDA FSIS 2005.). Ako se odlučite za rezanje tvrdog sira, nož ne smije dirati samu plijesan, da ne prenese spore na ostatak, a odrezani komad treba omotati u novi omot.

Nekoliko dodatnih pravila vrijedi bez obzira na to koji savjet slijedite.

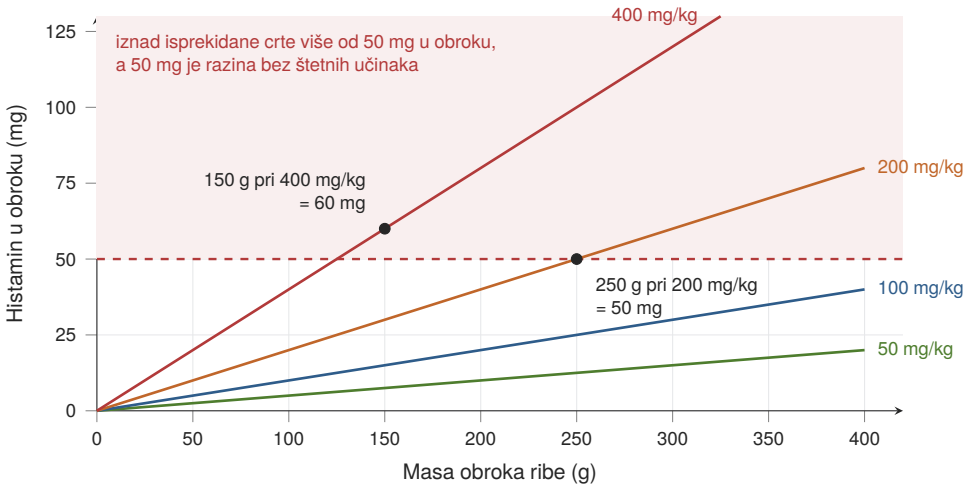
- Pljesnivu hranu ne mirišite izbliza, jer udisanje spora može izazvati tegobe disanja (USDA FSIS 2005.).
- Kuhanje ne pomaže. Plijesan ugine, ali mikotoksini ostaju (BfR 2026.).
- Pregledajte susjednu hranu i očistite mjesto u hladnjaku ili smočnici na kojem je stajala (USDA FSIS 2005.).
- Pljesnivu hranu odložite zatvorenu, tako da ne raspršuje spore.

Tablica 12.2. Postupanje s pljesnivom hranom prema USDA FSIS i BfR. Plemenite plijesni koje su dio proizvoda (Roquefort, Gorgonzola, bijela kora brieja i camemberta) ovdje se ne ubrajaju.

Hrana	USDA FSIS (2005)	BfR (2026)
Tvrdi sir	odrezati najmanje 2,5 cm oko i ispod mrlje	baciti
Čvrsto povrće (kupus, paprika, mrkva)	odrezati najmanje 2,5 cm oko i ispod mrlje	baciti
Meko voće i povrće (rajčica, breskva, krastavac)	baciti	baciti
Kruh i peciva	baciti	baciti
Džem, kompot, voćni sok	baciti (ne vaditi žlicom)	baciti
Jogurt, vrhnje, meki sir, narezani ili ribani sir	baciti	baciti
Kuhana jela, tjestenina, žitarice	baciti	baciti
Narezak, hrenovke, slanina	baciti	baciti
Tvrda trajna kobasica, suha šunka u komadu	oprati ili ostrugati površinsku plijesan	plijesan odrezati široko i ne jesti
Orašasti plodovi	baciti (i kikiriki maslac)	pljesnive plodove izdvojiti i baciti



Slika 12.3. Rezanje pljesnivog tvrdog sira prema savjetu USDA FSIS. Rez ide najmanje 2,5 cm oko i ispod mrlje, a nož ne dira plijesan (USDA FSIS 2005.). BfR za tvrdi sir savjetuje da se baci (tablica 12.2).



Slika 12.4. Količina histamina u obroku ribe za četiri koncentracije. Isti obrok od 250 g doseže 50 mg pri 200 mg/kg, a manji obrok od 150 g premašuje tu razinu pri 400 mg/kg. Nijednu od tih koncentracija osjetila ne mogu razlikovati (FAO i WHO 2013.; Lum 2022.).

12.5 Histamin u ribi

Histamin nastaje u ribi kad bakterije razgrađuju aminokiselinu histidin. Ribe s puno slobodnog histidina, ponajprije tuna, skuša, srdela, inćun i lokarda, osjetljive su na to kad nakon ulova ili tijekom prodaje i čuvanja stoje pretoplo (Prester 2011.; EFSA BIOHAZ Panel 2011.). Trovanje histaminom (skombroidno trovanje) počinje nekoliko minuta do nekoliko sati nakon jela crvenilom lica, glavoboljom, svrbežom, mučninom ili proljevom, a obično prolazi unutar jednog dana (FAO i WHO 2013.).

Za ovu knjigu su važne dvije činjenice. Prva je da histamin, jednom nastao, ne razgrađuju ni kuhanje, ni konzerviranje, ni zamrzavanje. Druga je da se na osjetila nije moguće osloniti da bi se isključila prisutnost histamina (Lum 2022.). Konzervirana tuna zato može izazvati trovanje iako je bila sterilizirana, a svježa riba ga može sadržavati iako ne miriše pokvareno. Neki oboljeli opisuju „ljutkast" ili „bockav" okus ribe, ali na taj znak se ne smije računati.

Slika 12.4 pokazuje kako količina histamina u obroku ovisi i o koncentraciji u ribi i o tome koliko ribe pojedete.

Izračun · Koliko histamina je previše

Polazište

Stručni sastanak FAO i WHO utvrdio je da 50 mg histamina u obroku ne izaziva štetne učinke (FAO i WHO 2013.).

Preračunavanje na koncentraciju

Za obrok od 250 g ribe to je 50 mg/0,25 kg = 200 mg/kg.

Usporedba s propisom

Za ribu iz vrsta s puno histidina Uredba (EZ) br. 2073/2005 traži da se u devet pojedinačnih uzoraka iz serije najviše dva nalaze između 100 mg/kg i 200 mg/kg, a nijedan iznad 200 mg/kg (Europska komisija 2005.).

Tumačenje

Obrok od 150 g ribe s 400 mg/kg histamina sadrži 0,15 kg × 400 mg/kg = 60 mg, što je više od 50 mg. Nijednu od tih koncentracija nos ne može razlikovati. Jedina kućna zaštita je hladni lanac, dakle čuvanje svježe ribe na 4 °C ili niže, a smrznute na −18 °C ili niže (Lum 2022.).

12.6 Zamke osjetilne procjene

Ne kušajte sumnjivu hranu

Okus se koristi zadnji i samo za hranu koja je prošla pregled izgleda i mirisa. Kušanje *sumnjive* hrane ne otkriva uzročnike bolesti ni toksine (tablica 12.1), pa ne donosi korisnu informaciju, a izlaže Vas onome što bi moglo biti prisutno. Pravilo je jednostavno. Ako izgled ili miris nisu u redu, hrana se ne kuša, nego se baci ili, ako je sumnja ozbiljna, sačuva za prijavu i analizu (pogl. 19 i pogl. 22).

Očekivanje i navikavanje

Tko unaprijed misli da je mlijeko pokvareno, lakše će osjetiti „čudan" miris. To je ista pristranost traženja potvrde kao u pogl. 10. Nos se k tome brzo navikava. Nakon nekoliko udisaja istog mirisa osjet slabi, pa se uzorci ne njuše jedan za drugim bez stanke. Zato je u protokolu korisna **slijepa procjena**, u kojoj netko drugi označi uzorke šiframa, tako da ocjenjivač ne zna koji je koji.

Usporedba bez kontrole

„Malo kiselkasto" ne znači ništa bez usporedbe. Kontrola je isti proizvod iz drugog, svježeg pakiranja ili poznati ispravni uzorak, procijenjen istim postupkom i u isto vrijeme.

12.7 Osjetilni protokol s ljestvicom

Osjetilna procjena postaje podatak kad se zapisuje brojem, istim postupkom i uz metapodatke iz tablice 10.2. Tablica 12.3 predlaže jednostavnu ljestvicu od 0 do 3 za svako svojstvo. Ona nije službena norma, nego radni alat za usporedbu uzoraka unutar jedne serije mjerenja.

Tablica 12.3. Prijedlog ljestvice za kućnu osjetilnu procjenu. Ocjenjuje se svako svojstvo zasebno.

Ocjena	Značenje	Primjer (mlijeko, izgled i miris)
0	uobičajeno	bijelo, jednolično, svjež miris kao kontrolni uzorak
1	blago odstupanje	miris malo slabiji ili „ravan", bez kiselosti
2	jasno odstupanje	kiselkast miris, tanak sloj na stijenci
3	znakovi kvarenja	grudice, sluz, izrazito kiseo ili truo miris

Ocjena 2 ili 3 za bilo koje svojstvo znači da se hrana ne kuša. Ocjene 0 i 1 ne znače da je hrana sigurna, nego samo da osjetila nisu otkrila kvarenje.

Pokušajte sami

Slijepa procjena užeglosti ulja

SVRHA

Uvježbati osjetilni protokol s ljestvicom, slijepom procjenom i kontrolom na promjeni koju nos pouzdano otkriva, a koja ne predstavlja mikrobiološku opasnost.

PRIBOR

Dvije boce istog biljnog ulja iz iste serije, tri jednake prozirne čaše s poklopcem (ili staklenke), samoljepive naljepnice, bilježnica, pomoćnik.

POSTUPAK

1. Jednu bocu čuvajte zatvorenu u tamnom i hladnom ormariću. Drugu otvorite i držite na prozorskoj dasci na svjetlu tri do četiri tjedna. Zapišite datum, seriju (LOT) i rok trajanja obje boce.
2. Na dan procjene pomoćnik u dvije čaše ulije po žlicu ulja iz tamnog ormarića, a u treću žlicu ulja s prozora. Čaše označi šiframa (npr. 41, 73, 25) i zapiše koja je koja, ali Vam to ne kaže.
3. Pri dnevnom svjetlu ocijenite izgled (boja, bistrina) svake čaše po ljestvici iz tablice 12.3.
4. Otvorite jednu po jednu čašu, pomirišite kratko i zapišite ocjenu i opis mirisa. Između čaša napravite stanku od najmanje pola minute.
5. Odgovorite koja se čaša razlikuje od ostalih dviju, a tek zatim pitajte pomoćnika.
6. Ponovite postupak s novim šiframa još dvaput, istog ili sljedećeg dana.

ŠTO BILJEŽITI

Šifre, ocjene izgleda i mirisa, opis mirisa, Vaš odgovor, točan odgovor, datum i vrijeme, koliko je tjedana ulje stajalo na svjetlu.

KAKO TUMAČITI

U testu s tri čaše od kojih se jedna razlikuje slučajan pogodak ima vjerojatnost jedne trećine. Tri točna odgovora od tri pokušaja imaju slučajnu vjerojatnost $(1/3)^3 \approx 4\ \%$, pa je tada razumno zaključiti da razliku stvarno osjećate. Jedan točan odgovor od tri ne dokazuje ništa.

GRANICE

Pokus pokazuje da nos otkriva užeglost, ali ne kaže ništa o tome sadrži li ulje onečišćivače. Ulje sa svjetla ne treba jesti, a ni kušati.

⚠ **Sigurnost.** Ne kušajte ni jedan uzorak. Za procjenu je dovoljan miris.

Granice metode · Osjetila

Osjetilna procjena dobro otkriva kvarenje, užeglost, vidljivu plijesan i promjenu teksture. Ne otkriva uzročnike bolesti, toksine, histamin, pesticide, metale i druge onečišćivače. Rezultat 0 na ljestvici znači „osjetila nisu ništa otkrila", a ne „hrana je ispravna".

Zapamtiti

Osjetila otkrivaju kvarenje, ali ne i opasnost. Pljesnivu meku hranu treba baciti cijelu, a sumnjivu hranu nikada ne kušati. Hladni lanac i datum „upotrijebiti do" štite od opasnosti koje se ne mogu ni vidjeti ni pomirisati.

Pojmovnik poglavlja

Osjetilna procjena. Ocjenjivanje hrane vidom, njuhom, okusom i dodirom prema unaprijed zadanom postupku i ljestvici.

Mikroorganizmi kvarenja. Bakterije, kvasci i plijesni koje mijenjaju miris, okus, izgled i teksturu hrane, ali većinom ne izazivaju bolest.

Užeglost. Promjena mirisa i okusa masti nastala oksidacijom nezasićenih masnih kiselina.

Mikotoksini. Otrovni produkti metabolizma nekih plijesni, većinom otporni na toplinu.

Histamin. Biogeni amin koji bakterije stvaraju u ribi čuvanoj pretoplo; ne razgrađuje se kuhanjem i ne otkriva se osjetilima.

Slijepa procjena. Procjena u kojoj ocjenjivač ne zna koji uzorak ocjenjuje.

Provjera znanja

1. Zašto miris nije pouzdan pokazatelj da je hrana sigurna?
2. Na jogurtu je mala mrlja plijesni. Smije li se ukloniti žlicom?
3. Hoće li kuhanje učiniti sigurnom tunu s visokim udjelom histamina?
4. Koliki je udio slučajnih pogodaka u testu s tri čaše od kojih se jedna razlikuje?
5. Koje promjene nos otkriva pouzdano?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 13

Jednostavne kućne provjere

U OVOM POGLAVLJU

- Kako provjeriti termometar i izmjeriti temperaturu u hladnjaku i zamrzivaču.
- Kako vagom utvrditi koliko leda kupujete sa smrznutom ribom.
- Što refraktometar, pH trake, test trake za nitrate i jodna otopina stvarno mjere.
- Što pokazuju pokus s jajem u vodi, UV svjetiljka i jednostavan mikroskop.
- Zašto „test s vodom", „test plamenom" i „test palcem" ne mogu razlikovati med od sirupa.

SUBOTA NA TRŽNICI

Zamislite subotnje jutro na tržnici. Prodavač meda umače štapić u staklenku, prinosi ga upaljaču i pokazuje kako med ne gori, nego se samo pjeni. „Pravi med, nije razvodnjen", kaže. Susjedni štand prodaje smrznute oslić-filete, a kroz vrećicu se vidi debeli sloj leda. Kupac uzima staklenku meda i vrećicu ribe, a kod kuće ga čekaju tri pitanja. Koliko je od onih 800 g u vrećici riba, a koliko led? Govori li test plamenom išta o tome je li med pomiješan sa šećernim sirupom? I je li hladnjak, u kojem će riba odmrzavati, uopće dovoljno hladan?

Na prvo i treće pitanje kućni pribor može dati prilično dobar odgovor. Na drugo ne može, a test plamenom pogotovo ne. Ovo poglavlje opisuje deset kućnih provjera, svaku s njezinom svrhom, postupkom i granicama, i razotkriva šest „testova" koji se šire usmenom predajom i društvenim mrežama.

13.1 Što kućna provjera može, a što ne može

Kućna provjera je mjerenje jednostavnim priborom, prema zapisanom postupku, čiji rezultat odgovara na usko postavljeno pitanje. Provjere u ovom poglavlju dijele se u tri skupine.

1. **Fizička mjerenja** (temperatura, masa, indeks loma). Pribor je jeftin, a rezultat brojčan i ponovljiv. Uz provjeru instrumenta ta mjerenja mogu biti točna na nekoliko desetinki stupnja, grama ili postotka.

2. **Kemijske indikatorske reakcije** (pH trake, trake za nitrate, jod). Rezultat je boja koja se uspoređuje s ljestvicom. Točnost je ograničena na razred („oko 25" ili „između 50 i 100"), a boju mogu poremetiti drugi sastojci hrane.
3. **Promatranje uz pomagalo** (UV svjetiljka, svjetlo kroz jaje, mikroskop). Rezultat je opis i fotografija. Pokazuju nešto što se golim okom ne vidi, ali to „nešto" rijetko je tvar koju zapravo tražimo.

Ni jedna od tih provjera ne mjeri metale, ostatke pesticida, mikotoksine ni bakterije. Za to trebaju laboratorij i metode iz pogl. 24. Kućna provjera zato služi za tri stvari. Prva je da provjerite ono što se doista može izmjeriti (temperatura, masa, vlaga meda). Druga je da prepoznate kada nešto odstupa dovoljno da opravda pravu analizu. Treća je da ne povjerujete „testu" koji ništa ne mjeri.

Za sve provjere vrijede pravila iz pogl. 10. Pitanje i postupak zapišite unaprijed, instrument provjerite poznatom vrijednošću, mjerite više puta i zapišite svako očitanje s datumom, mjestom i oznakom proizvoda.

13.2 Termometar u hladnjaku i zamrzivaču

Temperatura je najvažniji pojedinačni uvjet koji kod kuće odlučuje o tome koliko brzo će se u hrani razmnožavati bakterije. Preporuke za kućne hladnjake razlikuju se malo od zemlje do zemlje. Britanska agencija za standarde hrane preporučuje temperaturu između 0 °C i 5 °C (Food Standards Agency 2026.), a američka agencija za hranu i lijekove 4 °C ili nižu (U.S. Food and Drug Administration 2026.b). Obje agencije za zamrzivač navode −18 °C (Food Standards Agency 2026.; U.S. Food and Drug Administration 2026.b). Ista vrijednost je propisana za brzo smrznutu hranu u prometu. Temperatura brzo smrznute hrane mora biti stabilna i u svakoj točki proizvoda iznositi −18 °C ili manje, uz kratkotrajna odstupanja naviše od najviše 3 °C tijekom prijevoza (Vijeće Europskih zajednica 1989.). Propisane temperature u prodaji opisane su u pogl. 17.

Regulator hladnjaka s brojevima od 1 do 7 ne pokazuje temperaturu, nego snagu hlađenja. Temperatura se razlikuje među policama, a najtopliji su obično pretinci na vratima. Zato treba termometar. Tjedni protokol mjerenja u hladnjaku s dva termometra opisan je u pogl. 10. Ovdje dodajemo tri stvari koje taj protokol ne pokriva, a to su pažljivija provjera samog termometra, mjerenje u zamrzivaču i termometri koji pamte najnižu i najvišu vrijednost.

Pokušajte sami

Provjera termometra u ledenoj vodi

SVRHA

Utvrditi koliko Vaš termometar odstupa pri 0 °C i to odstupanje uzimati u obzir pri svakom očitanju.

PRIBOR

Termometar (digitalni s ubodnom sondom, termometar za hladnjak ili termometar s pamćenjem najniže i najviše vrijednosti), visoka čaša ili posuda, drobljeni led od vode iz slavine, hladna voda, žlica, bilježnica.

POSTUPAK

1. Napunite čašu do vrha drobljenim ledom, a ne kockama. Između kocaka ostaju džepovi vode koja može biti toplija od 0 °C.
2. Dolijte hladnu vodu toliko da ispuni prostor među ledom, ali da led ne pluta.
3. Promiješajte i pričekajte dvije do tri minute.
4. Uronite sondu ili spremnik termometra u sredinu čaše, tako da ne dodiruje dno ni stijenke. Lagano miješajte.
5. Pričekajte da se očitanje ustali (digitalni termometar obično nakon pola minute do minute, a termometar za hladnjak i nakon nekoliko minuta) i zapišite ga.
6. Postupak ponovite tri puta s novim ledom.

ŠTO BILJEŽITI

Oznaku termometra, datum, tri očitanja, srednju vrijednost i odstupanje od 0 °C (npr. „termometar A, srednje očitanje 0,6 °C, odstupanje 0,6 °C").

KAKO TUMAČITI

Odstupanje oduzmite od svakog kasnijeg očitanja. Ako termometar u ledenoj vodi pokazuje 0,6 °C, a u hladnjaku 5,2 °C, stvarna temperatura je oko 4,6 °C. Ako se tri očitanja razlikuju za više od 0,5 °C, termometar je neprecizan i za usporedbu s granicom od 5 °C nije prikladan.

GRANICE

Provjera pri 0 °C ne pokazuje kako se termometar ponaša pri −18 °C. Za zamrzivač vrijedi samo kao gruba provjera. Mnogi jeftini termometri za hladnjak imaju podjelu od 1 °C ili 2 °C, pa razlike manje od toga ne mogu pokazati.

⚠ **Sigurnost.** Ne koristite stakleni termometar sa živom. Ako se razbije, živa je otrov koji se ne smije usisavati ni bacati u kanalizaciju.

Mjerenje u zamrzivaču

Zrak u zamrzivaču se pri otvaranju vrata zagrije za nekoliko stupnjeva u desetak sekundi, a hrana mnogo sporije. Zato termometar ne mjeri zrak, nego se stavlja između dva smrznuta pakiranja ili u čašu s vodom koja se u zamrzivaču smrznula. Očitavanje se obavlja brzo, uz što kraće otvaranje vrata. Digitalni termometar s vanjskom sondom na kabelu, kakav se prodaje za hladnjake i akvarije, omogućuje očitanje bez otvaranja. Ako stvarna temperatura smrznute hrane više dana stoji iznad −15 °C, zamrzivač ne postiže ni dopušteno odstupanje od propisane vrijednosti (Vijeće Europskih zajednica 1989.). To ne

znači da je hrana neispravna, nego da će joj kakvoća brže opadati i da zamrzivač treba provjeriti (brtva, led na stijenkama, prepunjenost).

Termometar s pamćenjem i zapisivač podataka

Dva očitanja dnevno ne pokazuju što se događa noću ili dok ste na poslu. Termometar s pamćenjem najniže i najviše vrijednosti bilježi krajnosti od posljednjeg poništavanja. Ako ga poništite ujutro i očitate navečer, znate raspon temperature tog dana. Zapisivač podataka (engl. *data logger*) bilježi temperaturu svakih nekoliko minuta tijekom više tjedana, pa se iz zapisa može izračunati koliko je sati temperatura bila iznad 5 °C. Takav zapis je vrijedan i kad sumnjate na kvar uređaja, jer serviseru ili prodavaču pokazuje podatak, a ne dojam.

Granice metode · termometar

Termometar mjeri temperaturu zraka ili vode na mjestu sonde, a ne temperaturu u sredini komada mesa koji je upravo stavljen u hladnjak. Ispravna temperatura hladnjaka ne govori ništa o tome je li hrana bila ispravna kad je kupljena. Ni jedan termometar ne može pokazati je li u hrani *Listeria monocytogenes*, koja se razmnožava i pri temperaturama hladnjaka (EFSA BIOHAZ Panel 2018.).

13.3 Vaga i glazura smrznute ribe

Glazura je tanak sloj leda kojim se smrznuta riba i drugi morski proizvodi štite od isušivanja i oksidacije na površini. Glazura je dopuštena i korisna, ali se ne prodaje kao riba. Uredba (EU) br. 1169/2011 propisuje da, kada je hrana glazirana, deklarirana neto masa ne uključuje glazuru (Europski parlament i Vijeće 2011.b, Prilog IX., točka 5.). Ako na vrećici piše „neto masa 500 g", u njoj treba biti 500 g ribe, a led je dodatak. Masa s glazurom smije biti navedena posebno, ali nije neto masa.

Prijevara se sastoji u tome da se riba glazira debljim slojem leda nego što je potrebno, a kao neto masa navede masa s ledom. Višak vode u glazuri jedna je od najčešćih pritužbi potrošačkih organizacija na smrznutu ribu, a za određivanje glazure postoji više standardiziranih postupaka koji se međusobno malo razlikuju (Neiva i sur. 2015.). Svi se svode na isto, a to je odstraniti led, a da se riba ne odmrzne, osušiti površinu i izvagati.

Pokušajte sami

Koliko leda je u vrećici smrznute ribe

SVRHA

Utvrditi masu ribe bez glazure i usporediti je s deklariranom neto masom.

PRIBOR

Kuhinjska vaga s podjelom 1 g (najbolje do 2 kg ili više), boca s 1 L vode za provjeru vage, cjedilo, slavina s hladnom vodom, papirnati ručnici, mobitel za fotografije, bilježnica. Po mogućnosti tri do pet pakiranja iste serije.

POSTUPAK

1. Provjerite vagu. Izvažite praznu bocu, napunite je s 1 L vode odmjerenim menzurom i izvažite ponovno. Razlika treba biti oko 998 g pri sobnoj temperaturi. Zapišite odstupanje.
2. Fotografirajte deklaraciju (neto masa, serija, rok, proizvođač) prije otvaranja.
3. Odmah nakon vađenja iz zamrzivača izvažite neotvoreno pakiranje, zatim otvorite vrećicu, ribu prebacite u cjedilo i izvažite praznu vrećicu. Razlika je masa ribe s glazurom.
4. Cjedilo s ribom stavite pod blagi mlaz hladne vode i okrećite komade dok led s površine ne nestane. Površina tada prestaje biti glatka i sjajna i postaje hrapava na dodir. Ne držite ribu pod vodom dulje nego što treba, jer se ne smije odmrznuti.
5. Ostavite ribu u nagnutom cjedilu oko dvije minute da se ocijedi, a zatim svaki komad lagano obrišite papirnatim ručnikom.
6. Odmah izvažite ribu. To je masa bez glazure.
7. Ponovite s ostalim pakiranjima iste serije.

ŠTO BILJEŽITI

Za svako pakiranje deklariranu neto masu, masu pakiranja, masu prazne vrećice, masu ribe s glazurom, masu ribe bez glazure, broj komada, seriju i rok, mjesto i datum kupnje te fotografiju deklaracije i ribe na vagi.

KAKO TUMAČITI

Udio glazure u postocima je masa leda podijeljena s masom ribe s glazurom, puta 100. Usporedite masu ribe bez glazure s deklariranom neto masom. Za pretpakovine s oznakom ℮ dopuštena je mala negativna pogreška pojedinog pakiranja, za nazivnu masu od 500 g do 15 g, ali prosjek serije ne smije biti manji od nazivne mase (Vijeće Europskih zajednica 1976.). Jedno pakiranje s manjkom zato ništa ne dokazuje. Ako je u tri do pet pakiranja iste serije masa ribe redovito ispod deklarirane, a udio glazure velik, to je dobro dokumentiran razlog za prijavu (pogl. 19).

GRANICE

Kućni postupak nije službena metoda. Rezultat ovisi o tome koliko dugo je riba bila pod vodom i koliko je dobro osušena, pa se ponovljena mjerenja istog pakiranja mogu razlikovati za nekoliko grama. Riba koja se pri ispiranju počela odmrzavati gubi i vlastitu tekućinu, pa

je rezultat prenizak. Postupak ne govori ništa o vrsti ribe (pogl. 18) ni o tome je li riba bila odmrzavana i ponovno smrznuta.

Izračun · glazura u jednom pakiranju

Podaci

Na vrećici piše neto masa 500 g. Riba s glazurom ima 612 g, a nakon uklanjanja glazure i sušenja 478 g. Provjera vage pokazala je odstupanje manje od 2 g.

Masa i udio glazure

Masa leda je $612 - 478 = 134$ g. Udio glazure je $134/612 \times 100 \approx 21{,}9$ % mase ribe s glazurom.

Usporedba s deklaracijom

Riba bez glazure ima $500 - 478 = 22$ g manje od deklarirane neto mase, što je više od dopuštene pogreške pojedinog pakiranja od 15 g.

Zaključak

Jedno pakiranje upućuje na mogući manjak, ali ga ne dokazuje. Treba izvagati još nekoliko pakiranja iste serije. Ako i ona pokažu manjak, nalaz s fotografijama i zapisom postupka ide inspekciji (pogl. 19).

13.4 Refraktometar za med i sokove

Refraktometar mjeri indeks loma, odnosno koliko se svjetlost lomi kad prelazi iz prizme u tekućinu. Što je u vodi otopljeno više šećera, to je indeks loma veći. Ručni refraktometar je mala cijev s prizmom na jednom kraju i okularom na drugom. Kap tekućine stavi se na prizmu, poklopi pločicom, a kroz okular se na ljestvici očita granica svijetlog i tamnog polja.

Vlaga meda

Za med se prodaju refraktometri čija ljestvica izravno pokazuje udio vode, obično od 12 do 27 %. Refraktometrijsko određivanje vlage je i službena usklađena metoda Međunarodne komisije za med. Iz indeksa loma pri 20 °C udio vode se očitava iz tablice, a pri drugoj temperaturi indeks loma se ispravlja za 0,00023 po stupnju (International Honey Commission 2009.). Mnogi ručni refraktometri imaju automatsku temperaturnu kompenzaciju, ali je i tada najbolje mjeriti pri sobnoj temperaturi.

Direktiva o medu propisuje da med smije imati najviše 20 % vode. Iznimke su med od vrijeska (*Calluna*) i pekarski med, s najviše 23 %, te pekarski med od vrijeska, s najviše

25 % (Vijeće Europske unije 2001., Prilog II.). Vlaga je važna jer med s više vode lakše fermentira (Bogdanov i sur. 1999.).

Pokušajte sami

Vlaga meda refraktometrom

SVRHA

Izmjeriti udio vode u medu i usporediti ga s propisanom najvišom vrijednošću od 20 %.

PRIBOR

Refraktometar za med s ljestvicom u postocima vode, ulje ili blok za umjeravanje koji se dobije uz uređaj, odvijač za podešavanje, čista žličica, mekana krpica, destilirana voda, termometar, bilježnica.

POSTUPAK

1. Umjerite refraktometar prema uputi proizvođača, uljem ili blokom poznate vrijednosti.
2. Ako je med kristaliziran, zagrijte zatvorenu staklenku u vodenoj kupelji na najviše 50 °C dok se kristali ne otope, a zatim ohladite na sobnu temperaturu. Kristali na prizmi daju pogrešno očitanje.
3. Promiješajte med i uzmite kap iz sredine staklenke, ne s površine.
4. Stavite kap na prizmu, spustite pločicu tako da med prekrije cijelu prizmu bez mjehurića i pričekajte pola minute da se temperatura izjednači.
5. Očitajte granicu svijetlog i tamnog polja. Zapišite i temperaturu prostorije.
6. Prizmu očistite vlažnom krpicom, osušite i ponovite mjerenje s novom kapi. Ukupno tri mjerenja.

ŠTO BILJEŽITI

Vrstu meda prema deklaraciji, proizvođača, seriju, datum punjenja ako je naveden, tri očitanja, srednju vrijednost, temperaturu i je li med bio kristaliziran.

KAKO TUMAČITI

Vrijednost do 20 % je u skladu s Direktivom. Vrijednost od 20 do 21 % je zbog nesigurnosti kućnog mjerenja neodlučna. Vrijednost iznad 21 % kod meda koji nije od vrijeska opravdava pitanje proizvođaču ili laboratorijsku provjeru. Med u otvorenoj staklenki upija vlagu iz zraka, pa mjerite med iz tek otvorene staklenke.

GRANICE

Vlaga ne govori ništa o tome je li med pomiješan sa šećernim sirupom. Sirup se može ukuhati na istu vlagu kao med. Refraktometar ne otkriva ni ostatke lijekova za pčele ni podrijetlo meda.

Sokovi i °Brix

Za sokove i voće refraktometri imaju ljestvicu u **stupnjevima Brix** (°Brix). Jedan °Brix približno odgovara jednom gramu saharoze u 100 g otopine. U soku osim šećera ima i kiselina i drugih otopljenih tvari, pa je °Brix soka mjera ukupne suhe tvari, a ne samo šećera. Za sok iz koncentrata propisana je najmanja vrijednost °Brix rekonstituiranog soka. Za sok od naranče i jabuke ona iznosi 11,2, a za sok od grožđa 15,9 (Europski parlament i Vijeće 2012., Prilog V.). Ista Direktiva ne dopušta dodavanje šećera u voćne sokove, pa se šećer smije dodavati samo nektarima, uz navođenje na deklaraciji (Europski parlament i Vijeće 2012.).

Mjerenje je isto kao kod meda, ali s refraktometrom za °Brix (ljestvica od 0 do 32 %). Refraktometar za °Brix se umjerava destiliranom vodom na nulu. Sok s oznakom „100 % sok iz koncentrata" koji pokazuje manje od propisane vrijednosti mogao bi biti razrijeđen više nego što je dopušteno. Viša vrijednost od propisane, međutim, ništa ne dokazuje, jer se ne može razlikovati šećer iz voća od dodanog šećera. Za to su potrebne izotopne i druge laboratorijske metode (pogl. 18).

Granice metode · refraktometar

Refraktometar mjeri jedno fizičko svojstvo, ukupnu količinu otopljenih tvari. Ne razlikuje vrstu šećera, pa ne može otkriti med pomiješan sa sirupom ni sok sa dodanim šećerom. Na rezultat utječu temperatura, kristali i mjehurići. Podjela ljestvice nije isto što i točnost uređaja. Koliko se možete pouzdati u svoj refraktometar, provjerite umjeravanjem i usporedbom s laboratorijskim nalazom za isti med, uz tri ponavljanja svakog mjerenja.

13.5 Mitovi o „pravom" medu

Med je jedna od namirnica koje se najčešće patvore. U koordiniranoj akciji Europske komisije 2021. i 2022. godine na granicama Unije uzeto je 320 uzoraka uvezenog meda, a Zajednički istraživački centar je kod 147 uzoraka (46 %) utvrdio sumnju da ne odgovaraju propisima, najčešće zbog dodanih šećernih sirupa (Europska komisija 2023.d). Te sumnje su otkrivene laboratorijskim metodama koje kućni pribor ne može zamijeniti. Ipak, na tržnicama i internetu kruže „testovi" koji navodno razlikuju pravi med od lažnog. Ni jedan od njih ne mjeri ono što tvrdi.

Mit ili činjenica

MIT

„Test s vodom". Žlicu meda ulijte u čašu vode. Pravi med pada na dno u komadu i ne otapa se, a lažni se odmah razlije i otopi.

ŠTO KAŽU PODACI

Med se sastoji pretežno od šećera topljivih u vodi i u vodi se uvijek otopi, samo sporije ili brže. Brzina otapanja ovisi o gustoći i viskoznosti, a one o udjelu vode i temperaturi. Hladan med s malo vode pada u komadu, a topao med s više vode se brže razlije. Šećerni sirup ukuhan do iste vlage ponaša se jednako kao med. Test ne razlikuje med od sirupa, a mogao bi „oboriti" pravi med s nešto više vode. Patvorenje se otkriva laboratorijskim metodama (Europska komisija 2023.d).

Mit ili činjenica

MIT

„Test plamenom". Pamučni štapić umočen u med zapalite. Ako gori, med je pravi. Ako cvrči i ne gori, u njemu je voda.

ŠTO KAŽU PODACI

Plamen može pokazati samo da na površini ima puno vode, koja isparava i hladi štapić. Med s propisanih najviše 20 % vode (Vijeće Europske unije 2001.) i sirup ukuhan na istu vlagu ponašaju se jednako. Ishod ovisi i o tome koliko je meda na štapiću, koliko dugo je prinesen plamenu i od čega je štapić. Ako Vas zanima vlaga, refraktometar je mjeri na desetinku postotka.

Mit ili činjenica

MIT

„Test palcem". Kap pravog meda ostaje na palcu kao kuglica, a lažni med se razlije.

ŠTO KAŽU PODACI

Test mjeri viskoznost, i to vrlo grubo. Viskoznost meda jako ovisi o temperaturi i udjelu vode, a gusti šećerni sirupi su jednako viskozni kao med. Kap hladnog meda ostaje na toplom palcu kratko, a zatim se razlije, kao i kap sirupa. Test ne razlikuje med od sirupa (Europska komisija 2023.d).

? Mit ili činjenica

MIT

„Test šibicom". Šibicu umočite u med i kresnite. Ako se upali, med je pravi.

ŠTO KAŽU PODACI

Šibica se ne upali ako joj je glava vlažna. Med je gust i ne ulazi lako u glavu šibice, pa se šibica često upali i nakon umakanja u sirup. Ishod ovisi o vrsti šibice, o tome koliko dugo je bila u medu i o pokretu kresanja. Kao i test plamenom, ovaj test najviše pokazuje koliko vlage je dospjelo na glavu šibice.

? Mit ili činjenica

MIT

„Test pjenom". Ako se na medu pojavi pjena, med je patvoren (ili, u drugoj inačici, samo pravi med se zapjeni kad ga promiješate s vodom).

ŠTO KAŽU PODACI

Tanak bijeli sloj na površini svježe napunjenog meda obično čine mjehurići zraka i sitne čestice voska koje se nakon vrcanja i punjenja dižu na površinu. To nije znak patvorenja. Pjena koja raste, kiseo miris i mjehurići u cijeloj masi meda mogu biti znak vrenja, koje je vjerojatnije kod meda s više vode (Bogdanov i sur. 1999.). U istraživanju meda sa sjeverne obale Španjolske samo su uzorci s manje od 17,1 % vode ocijenjeni kao med bez rizika vrenja (Sanz i sur. 1995.). Takav med ne treba prijaviti kao patvoren, nego mu izmjeriti vlagu. Pjenjenje meda razmućenog u vodi ovisi o miješanju i ne govori ništa o podrijetlu meda.

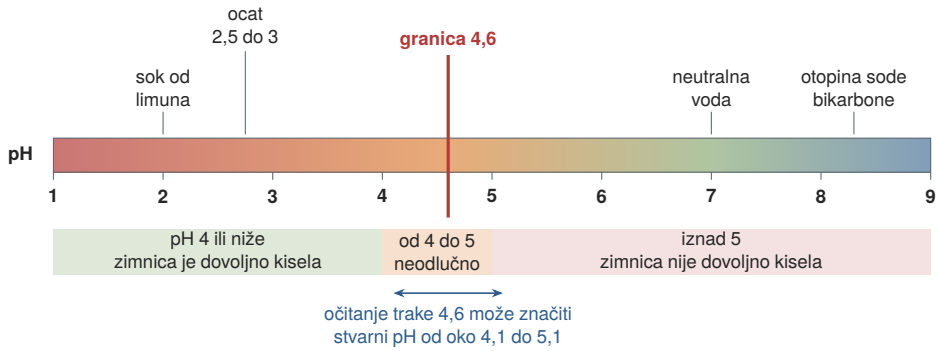
? Mit ili činjenica

MIT

„Pravi med se ne kristalizira. Ako se med stvrdnuo, u njemu je šećer."

ŠTO KAŽU PODACI

Kristalizacija je prirodno svojstvo meda. Med je prezasićena otopina glukoze, a glukoza s vremenom kristalizira. Brzina kristalizacije ovisi o omjeru fruktoze i glukoze te o udjelu vode. Med s nižim omjerom fruktoze i glukoze i manje vode kristalizira brže. Med od suncokreta, uljane repice i lipe ima niži omjer fruktoze i glukoze od meda kestena, eukaliptusa, vrijeska, bagrema i medljikovca, kod kojih je taj omjer veći od 1,4 (Escuredo i sur. 2014.). Zato med od



Slika 13.1. pH ljestvica s poznatim vrijednostima za provjeru traka i s granicom od 4,6 za zakiseljenu hranu u hermetički zatvorenim posudama (U.S. Food and Drug Administration 2026.a). Zone ispod ljestvice slijede tumačenje iz pokusa u nastavku. Zbog nesigurnosti očitanja od najmanje pola jedinice pH kućna traka ne može razlikovati 4,3 od 4,8.

uljane repice kristalizira za nekoliko tjedana, a bagremov med može ostati tekuć godinama. Kristalizacija ne dokazuje patvorenje, a tekući med ne dokazuje da je pravi.

13.6 pH trake

pH je mjera kiselosti otopine. Neutralna voda ima pH 7, ocat oko 2,5 do 3, a sok od limuna oko 2. Svaka jedinica pH znači deset puta veću ili manju koncentraciju vodikovih iona. pH trake su papirići s jednim ili više indikatorskih polja koja mijenjaju boju ovisno o pH. Univerzalne trake pokrivaju raspon od 1 do 14 u koracima od jedne jedinice, a trake s užim rasponom razlikuju i pola jedinice ili manje.

Za kućnu hranu pH je najkorisniji kod zimnice. Kiselost je jedna od glavnih zapreka rastu bakterije *Clostridium botulinum*, čiji toksin uzrokuje botulizam. Američki propisi za zakiseljenu hranu u hermetički zatvorenim posudama zahtijevaju ravnotežni pH od 4,6 ili niži (U.S. Food and Drug Administration 2026.a). Kiseli krastavci, ukiseljena paprika i cikla u octu obično su znatno kiseliji, ali domaći ajvar, umaci od rajčice s puno povrća i zimnica s malo octa mogu biti blizu te granice ili iznad nje. Slika 13.1 pokazuje gdje je ta granica na ljestvici i zašto se očitanje trake blizu nje ne može pouzdano svrstati.

Pokušajte sami

Kiselost domaće zimnice

SVRHA

Provjeriti je li tekućina u kojoj stoji ukiseljeno povrće dovoljno kisela, odnosno ima li pH 4,6 ili niže.

PRIBOR

pH trake s rasponom koji uključuje vrijednosti od 3 do 6 i podjelom od pola jedinice ili manjom, čista žličica, mala čaša, destilirana voda, ocat iz trgovine i otopina sode bikarbone za provjeru traka, bilježnica.

POSTUPAK

1. Provjerite trake. Ocat treba dati pH oko 2,5 do 3, a otopina sode bikarbone oko 8.
2. Teglu otvorite nekoliko tjedana nakon pripreme, kad se kiselost izjednačila između tekućine i komada povrća.
3. Za tekuću zimnicu uronite traku u tekućinu na nekoliko sekundi. Za gustu zimnicu (ajvar, pire) pomiješajte žličicu uzorka s jednakim obujmom destilirane vode i uronite traku u tu smjesu.
4. Usporedite boju s ljestvicom u vrijeme koje navodi proizvođač, na dnevnom svjetlu.
5. Ponovite s dvije nove trake i s uzorkom iz drugog dijela tegle.

ŠTO BILJEŽITI

Vrstu zimnice, recept (osobito omjer octa i vode), datum pripreme i mjerenja, vrstu traka, očitanja i fotografiju trake uz ljestvicu.

KAKO TUMAČITI

Vrijednost od 4 ili niže daje razumnu sigurnost da je zimnica kisela. Vrijednost iznad 4, a do 5, je preblizu granice da bi se kućnim trakama mogla pouzdano svrstati, pa recept treba promijeniti (više octa) ili zimnicu čuvati u hladnjaku i potrošiti brzo.

GRANICE

Boja trake se očitava s nesigurnošću od najmanje pola jedinice pH. Obojena tekućina (cikla, ajvar) mijenja boju polja. Traka mjeri tekućinu, a sredina debelih komada povrća može nekoliko tjedana biti manje kisela. pH ne govori ništa o tome je li zimnica mikrobiološki ispravna, a ne zamjenjuje ni pravilnu sterilizaciju.

⚠ **Sigurnost.** Tegla s ispupčenim poklopcem, tekućina koja pjeni ili štrca pri otvaranju te neobičan miris znak su da sadržaj treba baciti bez kušanja. Botulinski toksin se ne može prepoznati okusom ni mirisom.

13.7 Test trake za nitrate u vodi i povrću

Nitrat je prirodni dio kruženja dušika i nalazi se u tlu, vodi i biljkama. U vodu dospijeva najviše iz gnojiva, stajskog gnoja i septičkih jama. Za vodu za ljudsku potrošnju propisana je MDK (najveća dopuštena koncentracija) od 50 mg/L nitrata, a za nitrit 0,50 mg/L, uz uvjet da zbroj omjera koncentracije nitrata i 50 te nitrita i 3 nije veći od 1 (Europski parlament i Vijeće 2020., Prilog I., dio B). Povrće je ipak glavni izvor nitrata u prehrani. Lisnato povrće ga nakuplja najviše, osobito zimi i u stakleniku, pa su za njega propisane najviše razine. Za svježi špinat ta razina iznosi 3500 mg/kg, za zelenu salatu od 3000 do 5000 mg/kg ovisno o godišnjem dobu i načinu uzgoja, a za rikulu do 7000 mg/kg (Europska komisija 2023.g).

Test trake za nitrate imaju reakcijsko polje u kojem nitrat daje ružičastu do ljubičastu boju, čiji intenzitet se uspoređuje s ljestvicom. Uobičajene trake za vodu imaju ljestvicu od 0 do 500 ili od 0 do 100 mg/L. Pri kupnji provjerite u kojim jedinicama je ljestvica. Neke trake pokazuju nitrat (NO_3^-), a neke dušik iz nitrata (NO_3-N). Vrijednost izražena kao dušik je 4,43 puta manja, pa 50 mg/L nitrata odgovara oko 11,3 mg/L nitratnog dušika. Zamjena jedinica je najčešća pogreška pri čitanju takvih traka.

Koliko su takve trake točne u rukama građana? U istraživanju s više od 130 dobrovoljaca koji su prvi put koristili trake, vizualno očitanje je pri koncentracijama od 2 i 15 mg/L nitratnog dušika bilo točno u 75 do 100 % slučajeva, ovisno o načinu očitavanja. Pri višim koncentracijama rasipanje je bilo veće. Očitavanje aplikacijom na mobitelu nije bilo bolje od očitavanja okom, a često je precjenjivalo koncentraciju (Topping i Kolok 2021.).

Pokušajte sami

Nitrati u vodi i u soku od salate

SVRHA

Grubo procijeniti koncentraciju nitrata u vodi iz bunara ili slavine te u soku lisnatog povrća i odlučiti treba li laboratorijska analiza.

PRIBOR

Test trake za nitrate s ljestvicom u mg/L nitrata, štoperica, čiste čaše, destilirana ili flaširana voda s deklariranim nitratom (za provjeru traka), češnjača ili sokovnik, nož, menzura od 10 mL, bilježnica.

POSTUPAK

1. Provjerite trake na flaširanoj vodi kojoj je udio nitrata naveden na etiketi. Ako voda ima manje od 10 mg/L, traka treba ostati gotovo bijela.
2. Za vodu pustite da voda iz slavine ili crpke teče dvije do tri minute, natočite čašu, uronite traku na vrijeme koje navodi proizvođač, otresite višak i očitajte u propisanom vremenu.
3. Za povrće uzmite nekoliko listova sa svake glavice, isperite ih i osušite, izrežite peteljke i listove te iscijedite sok češnjačom ili sokovnikom.

4. Sok razrijedite destiliranom vodom u omjeru 1 prema 9 (1 mL soka i 9 mL vode), jer bi nerazrijeđen sok premašio ljestvicu.
5. Uronite traku u razrijeđeni sok, očitajte i vrijednost pomnožite s 10.
6. Svako mjerenje ponovite s tri trake.

ŠTO BILJEŽITI

Izvor vode (slavina, bunar, dubina, udaljenost od septičke jame i gnojišta), vrstu povrća, podrijetlo, datum berbe ili kupnje, razrjeđenje, tri očitanja i fotografiju trake uz ljestvicu.

KAKO TUMAČITI

Za vodu očitanje od 25 mg/L ili više nitrata, a osobito ono na 50 mg/L ili blizu toga, opravdava analizu u zavodu za javno zdravstvo (pogl. 15). Za sok povrća rezultat u mg/L približno odgovara mg/kg svježeg povrća, ali samo grubo, jer sok ne sadrži sve dijelove biljke. Očitanje od nekoliko tisuća mg/kg kod salate ili špinata nije neobično i ne znači prekoračenje, ali vrijednosti blizu propisanih najviših razina vrijedi provjeriti u laboratoriju.

GRANICE

Traka daje razred, a ne točnu vrijednost. Pri višim koncentracijama susjedne boje na ljestvici teško se razlikuju. Obojeni sok i drugi sastojci mogu promijeniti boju. Razrjeđivanje povećava pogrešku. Za prijavu i usporedbu s graničnom vrijednošću vrijedi samo laboratorijski nalaz.

⚠ **Sigurnost.** Trake čuvajte zatvorene, na suhom i hladnom mjestu, i ne koristite ih nakon isteka roka. Vlaga iz zraka kvari reakcijsko polje.

13.8 Jodni test na škrob

Jod sa škrobom daje tamnoplavu do crnu boju. Boja nastaje jer se molekule joda smještaju u zavojnicu lanca amiloze, jednog od dva sastojka škroba (Immel i Lichtenthaler 2000.). Za test je dovoljna jodna tinktura ili antiseptička otopina povidon-joda iz ljekarne, razrijeđena vodom do boje slabog čaja.

Test ima jednu poštenu primjenu. Pokazuje ima li u proizvodu škroba kad ga prema deklaraciji ne bi trebalo biti. Kiselo vrhnje, jogurt, sir i mljeveno meso po prirodi ne sadrže škrob. Ako jodna otopina na njima poplavi, a deklaracija ne navodi škrob, brašno ili modificirani škrob, nesklad vrijedi zabilježiti i usporediti s deklaracijom (pogl. 11). Škrob je, međutim, dopušten sastojak mnogih proizvoda ako je naveden. Kobasice, umaci, vrhnje za kuhanje i namazi ga često sadrže.

Pokušajte sami

Ima li škroba gdje ga ne bi trebalo biti

SVRHA

Provjeriti slaže li se prisutnost škroba u proizvodu s popisom sastojaka.

PRIBOR

Jodna tinktura ili otopina povidon-joda, voda, kapaljka, bijeli tanjur, žličica, uzorci, kontrola sa škrobom (malo brašna ili kuhanog krumpira u vodi) i kontrola bez škroba (malo mlijeka ili šećera u vodi), bilježnica.

POSTUPAK

1. Razrijedite jodnu otopinu vodom do svijetlosmeđe boje.
2. Na bijeli tanjur stavite žličicu svakog uzorka, a do njih obje kontrole.
3. Na svaki uzorak kapnite dvije do tri kapi razrijeđenog joda.
4. Nakon jedne minute usporedite boju s kontrolama i fotografirajte tanjur.

ŠTO BILJEŽITI

Naziv proizvoda, seriju, popis sastojaka (fotografiju deklaracije), boju svakog uzorka i kontrola te fotografiju.

KAKO TUMAČITI

Tamnoplava ili crna boja znači da je škrob prisutan. Smeđa ili žuta boja jodne otopine znači da ga nema ili ga ima toliko malo da se boja ne vidi. Rezultat usporedite s deklaracijom.

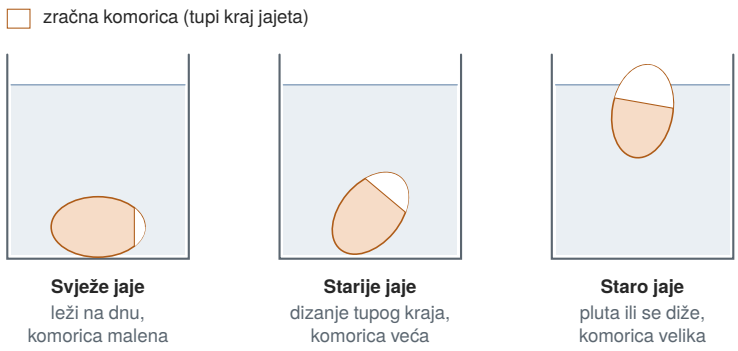
GRANICE

Test je kvalitativan i ne pokazuje koliko je škroba. Kiseline, vitamin C i neki drugi sastojci mogu obezbojiti jod i dati lažno negativan rezultat. Test ne otkriva glukozne i fruktozne sirupe dobivene razgradnjom škroba, jer u njima više nema dugih lanaca amiloze. Zato se jodnim testom ne može otkriti med patvoren sirupom.

Sigurnost. Jodna otopina boji kožu i tkaninu. Uzorke nakon testa bacite i ne jedite.

13.9 Svježina jaja

Jaje gubi vodu kroz pore ljuske, a na tupom kraju se između dviju opni ljuske stvara zračna komorica koja s vremenom raste. Uredba o tržišnim standardima za jaja zato propisuje da kod jaja razreda A zračna komorica smije biti visoka najviše 6 mm, a kod jaja s oznakom „extra" najviše 4 mm. Žumanjak pri prosvjetljavanju smije biti vidljiv samo kao sjena bez jasnih obrisa (Europska komisija 2023.b, čl. 3.). Na tim dvjema pojavama počivaju obje kućne provjere, pokus u vodi i prosvjetljavanje (slika 13.2).



Slika 13.2. Jaje u čaši vode. Što je zračna komorica veća, to se tupi kraj jajeta više diže. Položaj jajeta pokazuje starost, a ne mikrobiološku ispravnost.

Pokušajte sami

Jaje u vodi i jaje pod svjetiljkom

SVRHA

Procijeniti relativnu starost jaja prema veličini zračne komorice.

PRIBOR

Visoka prozirna čaša ili posuda s hladnom vodom iz slavine, jaka svjetiljka (svjetiljka mobitela je dovoljna), komad tamnog kartona s rupom promjera oko 2 cm, ravnalo, bilježnica. Za usporedbu jaja s poznatim datumom nesenja ili pakiranja.

POSTUPAK

1. Prosvjetljavanje. U zamračenoj prostoriji prislonite tupi kraj jajeta na rupu u kartonu ispred svjetiljke. Uočite rub zračne komorice i ravnalom procijenite njezinu visinu. Fotografirajte.
2. Pokus u vodi. Jaje polako spustite u vodu i pričekajte desetak sekundi.
3. Zapišite položaj, i to leži li vodoravno na dnu, diže li se tupim krajem, stoji li uspravno na dnu ili pluta.
4. Ponovite s jajima različitih datuma i usporedite.

ŠTO BILJEŽITI

Datum nesenja ili pakiranja i rok trajanja, razred, način čuvanja, visinu komorice, položaj u vodi i fotografije.

KAKO TUMAČITI

Jaje koje leži vodoravno na dnu ima malu komoricu. Jaje koje se diže ili stoji uspravno ima veću komoricu, a jaje koje pluta ima vrlo veliku. Položaj u vodi ovisi i o debljini ljuske i veličini jajeta, pa je pouzdaniji kao usporedba jaja iste kutije nego kao apsolutno mjerilo. Jaje koje

pluta je staro, ali ne nužno pokvareno. Razbijte ga u zasebnu posudu i ocijenite mirisom i izgledom (pogl. 12).

GRANICE

Ni jedan od dvaju postupaka ne govori ništa o salmoneli, koja može biti i u svježem jajetu. Jaja razreda A se ne smiju prati (Europska komisija 2023.b, čl. 4.), pa jaja nakon pokusa u vodi obrišite, ne vraćajte u kutiju s ostalima i upotrijebite ih isti dan.

13.10 UV svjetiljka

Svjetiljke s ultraljubičastim svjetlom valne duljine oko 365 nm (UV-A) su jeftine i prodaju se za otkrivanje mrlja, provjeru novčanica i ribolov. Neke tvari pod tim svjetlom fluoresciraju, odnosno upijaju nevidljivo ultraljubičasto zračenje i zrače vidljivu svjetlost. U kontroli hrane poznat je jedan takav postupak, BGYF (svijetla zelenkastožuta fluorescencija, engl. *Bright Greenish-Yellow Fluorescence*) zrna kukuruza.

Zrna kukuruza zaražena plijesni *Aspergillus flavus* pod UV svjetlom mogu svijetliti zelenkastožuto. Fluorescencija ne potječe od aflatoksina, nego od spoja koji nastaje kad biljni enzimi u živom tkivu oksidiraju kojičnu kiselinu, drugi metabolit iste plijesni (Marsh i sur. 1969.). Zrna koja svijetle u istraživanju kukuruza iz Sjeverne Karoline sadržavala su prosječno 8665 µg/kg aflatoksina, a zrna koja ne svijetle 46 µg/kg. Udio svijetlećih zrna u velikim uzorcima bio je dobro povezan s ukupnim aflatoksinom (Dickens i Whitaker 1981.). Veza ipak nije stalna. Sojevi plijesni se razlikuju u tome koliko aflatoksina i fluorescencije stvaraju (Wicklow 1999.). Slika 13.3 pokazuje i drugu stranu tog nalaza. I zrna koja nisu svijetlila imala su u prosjeku desetak puta više aflatoksina od najviše razine dopuštene u žitaricama za prehranu ljudi.

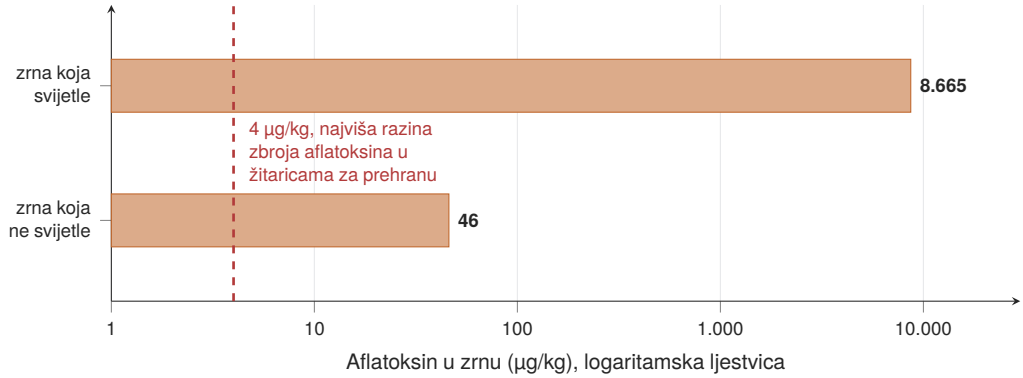
? Mit ili činjenica

MIT

„Ako orasi, kikiriki ili kukuruz pod UV svjetiljkom ne svijetle, nema aflatoksina. Ako svijetle, otrovni su."

ŠTO KAŽU PODACI

Fluorescencija BGYF pokazuje plijesan, a ne aflatoksin (Marsh i sur. 1969.). Mjeri se na zrnima kukuruza, a za druge namirnice nije provjerena na isti način. Zelenkastožuta svjetlost ne potječe od samog aflatoksina (Marsh i sur. 1969.), a sojevi plijesni se razlikuju u tome koliko aflatoksina i fluorescencije stvaraju (Wicklow 1999.). Zato ni svjetlenje ni njegov izostanak ne govore koliko je aflatoksina u zrnu, iako su propisane najviše razine samo nekoliko µg/kg (Europska komisija 2023.g). Pod UV svjetlom svijetle i prašina, vlakna tkanine, deterdženti



Slika 13.3. Prosječni aflatoksin u zrnima kukuruza iz Sjeverne Karoline koja su pod UV svjetlom svijetlila zelenkastožuto i koja nisu svijetlila (Dickens i Whitaker 1981.), uz najvišu razinu zbroja aflatoksina u žitaricama za izravnu prehranu ljudi (Europska komisija 2023.g). Ljestvica je logaritamska. Zrna koja ne svijetle nisu nužno ispod propisane razine.

i mnoge druge tvari. Jedini pouzdan način je laboratorijska analiza dobro uzetog skupnog uzorka (pogl. 20).

Pokušajte sami

Kukuruz pod UV svjetiljkom

SVRHA

Upoznati izgled fluorescencije BGYF i naučiti zašto ona nije dokaz aflatoksina.

PRIBOR

UV-A svjetiljka od 365 nm, naočale koje štite od UV zračenja, tamna prostorija, crna podloga, nekoliko stotina grama zrna kukuruza ili kokica, pinceta, fotoaparat ili mobitel.

POSTUPAK

1. Zrna rasporedite u jednom sloju na crnu podlogu.
2. U zamračenoj prostoriji osvijetlite ih s udaljenosti od 10 do 20 cm.
3. Pincetom izdvojite zrna koja svijetle zelenkastožuto i prebrojite ih. Zabilježite i druge boje fluorescencije (plavu, bijelu).
4. Fotografirajte, ako fotoaparat to omogućuje.

ŠTO BILJEŽITI

Masu ili broj pregledanih zrna, broj i boju svijetlećih zrna, podrijetlo, seriju i fotografije.

KAKO TUMAČITI

Svijetleća zrna upućuju na zarazu plijesni *A. flavus*. Ako ih ima, a kukuruz je iz vlastitog uroda namijenjenog prehrani ljudi ili životinja, skupni uzorak vrijedi poslati na analizu aflatoksina. Ako ih nema, to ne isključuje aflatoksin.

GRANICE

Pokus pokazuje plijesan, a ne aflatoksin. Fluorescencija nastaje djelovanjem enzima živog biljnog tkiva (Marsh i sur. 1969.), a veza između svijetlećih zrna i aflatoksina nije stalna (Wicklow 1999.), pa izostanak svjetlenja ne isključuje aflatoksin. Rezultat ovisi o svjetiljci, tami i iskustvu promatrača.

⚠ **Sigurnost.** Ne gledajte u UV svjetiljku i ne usmjeravajte je prema očima drugih. Koristite zaštitne naočale. Djeca svjetiljku koriste samo uz nadzor.

13.11 Jednostavan mikroskop

Školski mikroskop ili USB mikroskop s povećanjem od 40 do 400 puta otvara nekoliko korisnih pitanja. Mikroskop ne mjeri koncentraciju, ali pokazuje oblik, a za neka pitanja je oblik dovoljan.

Nametnici u ribi

Ličinke oblića iz roda *Anisakis* žive u utrobi i mišićima morske ribe. Čovjek se može zaraziti jedući sirovu, mariniranu ili nedovoljno termički obrađenu ribu. Ličinke su obično vidljive golim okom kao bijele ili prozirne spiralno smotane niti, a mikroskop ili povećalo pomaže u prepoznavanju. Ribarska industrija ih traži prosvjetljavanjem fileta na svjetlosnom stolu, ali ta metoda ne otkriva sve ličinke, osobito u debelim i tamnim filetima (EFSA BIOHAZ Panel 2010.). Kako ličinka izgleda na površini fileta, prikazuje slika 13.4. Ribu namijenjenu jedenju sirovu ili mariniranu subjekti u poslovanju s hranom moraju zamrznuti na −20 °C najmanje 24 sata ili na −35 °C najmanje 15 sati (Europski parlament i Vijeće 2004.c; Europska komisija 2011.b). Kućni zamrzivači su obično postavljeni na oko −18 °C (Food Standards Agency 2026.), dakle topliji od propisane temperature. Za domaće marinirane inćune zato je sigurnije kupiti ribu za koju prodavač potvrdi da je propisno zamrznuta ili ribu toplinski obraditi.

Pelud u medu i krivotvoreni začini

Med sadrži peludna zrnca biljaka s kojih su pčele skupljale nektar. Peludna analiza je klasična laboratorijska metoda za određivanje botaničkog podrijetla meda (Persano Oddo i Bogdanov 2004.). Kod kuće se, uz povećanje od 400 puta, može vidjeti ima li u medu peludi i jesu li zrnca raznolika. Prepoznavanje biljnih vrsta traži iskustvo i referentne preparate, pa kućno promatranje nije analiza podrijetla.



Slika 13.4. Ličinka oblića iz roda *Anisakis* na filetu keta lososa iz trgovine, vidljiva golim okom kao bijela vijugava nit. Prosvjetljavanje ne otkriva sve ličinke, osobito u debelim i tamnim filetima (EFSA BIOHAZ Panel 2010.). Fotografija: Togabi (Wikimedia Commons), CC0.

Za začine je mikroskop korisniji. U istraživanju Europske komisije o autentičnosti bilja i začina najugroženiji je bio origano, kod kojeg je 48 % uzoraka pokazalo rizik od patvorenja, najčešće lišćem masline (Europska komisija 2021.a). Usporedba mljevenog origana s listićima origana koje ste sami osušili i usitnili može pokazati čestice drugačijeg oblika, boje ili površine.

Pokušajte sami

Usporedba začina s vlastitom kontrolom

SVRHA

Usporediti mljeveni začin iz trgovine s kontrolnim uzorkom poznatog podrijetla i uočiti čestice koje mu ne pripadaju.

PRIBOR

Mikroskop ili USB mikroskop (od 40 do 100 puta), predmetna i pokrovna stakalca, kapaljka, voda ili glicerin, igla, kontrolni uzorak (npr. origano iz vlastitog vrta, osušen i usitnjen u mužaru), uzorak iz trgovine, mobitel za fotografije.

POSTUPAK

1. Na jedno stakalce stavite malo kontrolnog uzorka, na drugo malo uzorka iz trgovine.
2. Dodajte kap vode ili glicerina, iglom razdvojite čestice i poklopite.
3. Pregledajte najprije kontrolu pri malom povećanju i fotografirajte tipične čestice (dlačice, žlijezde, žilice lista).
4. Zatim pregledajte uzorak iz trgovine istim povećanjem i potražite čestice kojih u kontroli nema.
5. Pregledajte po pet vidnih polja na najmanje tri stakalca od svakog uzorka.

ŠTO BILJEŽITI

Naziv i seriju proizvoda, podrijetlo kontrole, povećanje, broj pregledanih polja i fotografije neobičnih čestica s mjerilom.

KAKO TUMAČITI

Ako uzorak iz trgovine sadrži mnogo čestica koje se oblikom i površinom jasno razlikuju od kontrole, to je razlog za laboratorijsku provjeru autentičnosti (pogl. 18). Ako ne sadrži, to ne dokazuje da je začin čist.

GRANICE

Bez stručnog znanja i referentnih preparata ne može se pouzdano reći koja je biljka u pitanju. Sitno mljeveni začini gube oblik tkiva. Mikroskop ne otkriva bojila, ulja ni ekstrakte.

Granice metode · mikroskop

Kućni mikroskop pokazuje oblik, a ne kemijski sastav. Ne otkriva bakterije bez bojenja i povećanja od 1000 puta, a ni tada ne razlikuje opasne vrste od bezopasnih. Ne otkriva ni metale, ostatke pesticida ni toksine. Nalaz nametnika u ribi iz trgovine treba fotografirati s mjerilom, ribu sačuvati u zamrzivaču i prijaviti (pogl. 19).

13.12 Pregled kućnih provjera

Tablica 13.1 sažima što svaka provjera iz ovog poglavlja mjeri, koliko je osjetljiva i koliko se može pouzdati u rezultat. Stupac „Pouzdanost" odnosi se na pitanje na koje metoda odgovara, a ne na sigurnost hrane u cjelini.

Tablica 13.1. Kućne provjere iz ovog poglavlja. Cijene pribora nisu navedene, jer se razlikuju među proizvođačima i trgovinama i mijenjaju se. Provjerite ih prije kupnje.

Metoda	Što mjeri	Osjetljivost	Pouzdanost
Termometar	temperatura zraka ili vode	0,1 °C do 1 °C	visoka uz provjeru u ledu
Vaga i glazura	masa ribe bez leda	1 g	dobra, ovisi o postupku
Refraktometar (med)	udio vode	ovisi o uređaju i umjeravanju	visoka za vlagu, ništa za sirup
Refraktometar (°Brix)	otopljena suha tvar	ovisi o uređaju i umjeravanju	visoka za °Brix, ništa za dodani šećer
pH trake	kiselost	0,5 do 1 jedinica pH	srednja, smetaju boje
Trake za nitrate	nitrat u vodi i soku	razred ljestvice (npr. 10, 25, 50)	gruba procjena
Jodni test	prisutnost škroba	kvalitativno	dobra za škrob, ništa za sirupe
Jaje u vodi i svjetlu	veličina zračne komorice	nekoliko mm	relativna starost, ništa za salmonelu
UV svjetiljka	fluorescencija BGYF	kvalitativno	plijesan, ne aflatoksin
Mikroskop	oblik čestica i nametnika	od 40 do 400 puta	ovisi o iskustvu

Zapamtiti

Kućni pribor dobro mjeri fizičke veličine (temperaturu, masu, vlagu meda), a kemijske trake daju grubu procjenu. Ni jedna kućna provjera ne razlikuje med od sirupa, ne mjeri aflatoksin i ne govori o bakterijama. Rezultat kućne provjere je razlog za daljnje pitanje, a ne dokaz.

Pojmovnik poglavlja

Glazura. Tanak sloj leda na smrznutoj ribi i morskim proizvodima. Ne ulazi u deklariranu neto masu.

Refraktometar. Instrument koji mjeri indeks loma tekućine. Iz njega se očitava udio vode u medu ili °Brix soka.

Stupanj Brix. Mjera otopljene suhe tvari. Jedan °Brix približno odgovara gramu saharoze u 100 g otopine.

pH. Mjera kiselosti. Vrijednosti ispod 7 su kisele, iznad 7 lužnate, a razlika od jedne jedinice znači deset puta različitu kiselost.

Zračna komorica. Prostor sa zrakom na tupom kraju jajeta koji raste kako jaje stari.

Fluorescencija BGYF. Zelenkastožuta svjetlost zrna kukuruza zaraženih plijesni *Aspergillus flavus* pod UV svjetlom. Upućuje na plijesan, a ne dokazuje aflatoksin.

Provjera instrumenta. Mjerenje poznate vrijednosti (led i voda, litra vode, ulje za umjeravanje) prije mjerenja uzorka.

Provjera znanja

1. Termometar u čaši drobljenog leda s vodom pokazuje 1,0 °C, a u hladnjaku 5,5 °C. Kolika je stvarna temperatura u hladnjaku?
2. Na vrećici smrznutih kozica piše neto masa 400 g. Što ta masa smije uključivati?
3. Refraktometar je u medu izmjerio 17,5 % vode. Znači li to da med nije patvoren?
4. Zašto „test plamenom" i „test s vodom" ne mogu razlikovati med od sirupa?
5. Traka za nitrate pokazuje 15 na ljestvici „mg/L NO_3-N". Je li voda iznad 50 mg/L nitrata?
6. Zrna kukuruza pod UV svjetiljkom ne svijetle. Smijete li zaključiti da u kukuruzu nema aflatoksina?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 14

Komercijalni brzi testovi

U OVOM POGLAVLJU

- Kako radi test s bočnim tokom i kako se čitaju njegove linije.
- Što mogu, a što ne mogu kućni testovi na gluten, alergene i mikotoksine.
- Što mjere ATP brisevi i zašto rezultat u RLU nije broj bakterija.
- Koji kompleti za vodu za piće postoje i za koja pitanja su korisni.
- Kako lažno pozitivni i lažno negativni rezultati mijenjaju značenje nalaza.

ROĐENDANSKA TORTA

Zamislite majku djeteta s celijakijom koja na rođendanskoj proslavi dobije komad torte za koju domaćica kaže da je „bez glutena, ispekla sam je od rižinog brašna". Majka u torbici nosi mali uređaj za testiranje glutena koji je kupila preko interneta. Usitni komadić torte, stavi ga u kapsulu i nakon nekoliko minuta zaslon pokaže znak da gluten nije pronađen. Dijete jede tortu.

Je li majka postupila ispravno? Test je pregledao komadić od nekoliko desetaka miligrama, a ne cijelu tortu. Brašno se moglo onečistiti u mlinu, a na dasci za valjanje je prije toga mogla biti obična pšenična tijesta. Test ima granicu ispod koje ne reagira i ponekad griješi. Ništa od toga ne znači da je test beskoristan. Znači da treba znati koliko često griješi i u kojem smjeru. O tome govori ovo poglavlje.

14.1 Što je brzi test

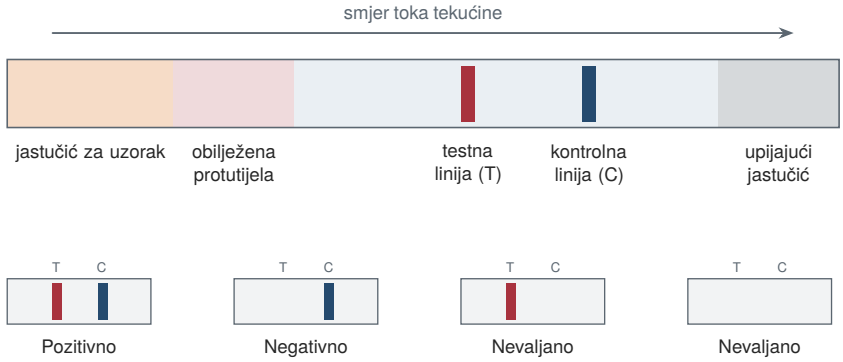
Brzi test je komercijalni komplet koji bez laboratorija, obično za nekoliko minuta do jednog dana, daje odgovor na jedno usko pitanje. Ima li u uzorku glutena iznad određene granice? Je li površina očišćena? Ima li u vodi koliformnih bakterija? Takvi testovi se razvijaju za industriju, ugostiteljstvo i zdravstvo, a sve više ih se prodaje i potrošačima.

Brzi testovi stoje između kućnih provjera iz pogl. 13 i laboratorijske analize iz pogl. 24. Od kućnih provjera su osjetljiviji i specifičniji, jer koriste protutijela, enzime ili hranjive podloge. Od laboratorijske analize su manje točni, rijetko daju broj i gotovo nikada nisu akreditirani za uzorak koji ste Vi uzeli. U propisima Europske unije takve metode imaju

ime **metode probira**. Za mikotoksine je, primjerice, propisano da rezultat metode probira dijeli uzorke na „negativne" i „sumnjive", a svaki sumnjivi uzorak mora se potvrditi potvrdnom metodom (Europska komisija 2023.e). Ta logika vrijedi i za Vaš kućni brzi test.

14.2 Test s bočnim tokom

Većina brzih testova na alergene, gluten i mikotoksine izgleda kao test za trudnoću. To su LFD (imunokromatografski test s bočnim tokom, engl. *Lateral Flow Device*), poznati i kao imunokromatografski testovi (slika 14.1). Uzorak se najprije usitni i ekstrahira propisanom otopinom, a nekoliko kapi ekstrakta nanese se na jastučić na jednom kraju trake. Tekućina putuje kroz traku i nosi sa sobom protutijela obilježena obojenim česticama. Ako je u uzorku tvar koju protutijela prepoznaju, na testnoj liniji se zadržavaju obilježena protutijela i pojavljuje se obojena crta. Kontrolna linija mora se pojaviti uvijek. Ako je nema, test nije valjan.



Slika 14.1. Test s bočnim tokom u formatu „sendviča" (alergeni, gluten). Kod testova na mikotoksine i druge male molekule redoslijed je obrnut. Što je tvari u uzorku više, to je testna linija slabija ili je nema.

Za velike molekule poput proteina glutena ili kikirikija testovi koriste dva protutijela, pa jača testna linija znači više tvari. Mikotoksini su premale molekule da bi ih vezala dva protutijela, pa se za njih koristi kompetitivni format. U njemu tvar iz uzorka i tvar vezana na traku natječu se za protutijela, a testna linija *slabi* kako koncentracija raste (Anfossi i sur. 2013.). Tko to ne zna, pročitat će pozitivan rezultat kao negativan.

Testovi s bočnim tokom obično su kvalitativni. Odgovor je „da" ili „ne" u odnosu na **granicu odluke** koju je odredio proizvođač. Neki proizvođači prodaju i čitače koji jačinu linije pretvaraju u broj, ali i tada vrijedi da je rezultat procjena, a ne mjerenje s poznatom mjernom nesigurnošću.

14.3 Gluten i alergeni

Hrana se smije označiti kao „bez glutena" samo ako u obliku u kojem se prodaje sadrži najviše 20 mg/kg glutena. Oznaka „vrlo nizak udio glutena" smije se koristiti za hranu od posebno obrađenih žitarica s najviše 100 mg/kg glutena (Europska komisija 2014.b). Gluten se u laboratoriju određuje imunotestovima ELISA (enzimski imunotest, engl. *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*), ali i oni imaju poznate slabosti. Gluten je smjesa mnogo proteina, protutijela ga prepoznaju nejednako, a u djelomično razgrađenom, fermentiranom ili hidroliziranom glutenu (pivo, kiselo tijesto, umaci) dio ulomaka ostaje neprepoznat (Scherf i Poms 2016.).

Kućni testovi na gluten rade na istom načelu. Neovisno ispitivanje prijenosnog senzora glutena na 119 uzoraka poznatog sastava pokazalo je da senzor otkriva 90 % uzoraka s 20 mg/kg glutena ili više. Uzorci s 2 mg/kg ili manje bili su uvijek negativni, a uzorci s 2 do 20 mg/kg bili su nekad pozitivni, a nekad negativni. Rezultati su se sustavno razlikovali među korisnicima (Marić i Scherf 2021.). Drugim riječima, od deset tortica koje sadrže gluten iznad dopuštene granice, test će jednu proglasiti „bez glutena". Za osobu s celijakijom to nije zanemariva pogreška.

Za ostale alergene (kikiriki, lješnjak, mlijeko, jaje, sezam i drugi) prodaju se slični testovi. Pregled analitičkih metoda za alergene pokazao je da se kikiriki, soja, lješnjak i pšenica mogu pouzdano otkriti u količinama važnim za alergične osobe, a da su mlijeko i jaje teži, jer toplinska obrada i sastav hrane mijenjaju proteine koje protutijela trebaju prepoznati (Holzhauser i sur. 2020.). Kućni test koji ne pokazuje mlijeko u pečenom kolaču zato ne znači da mlijeka nema.

Granice metode · testovi na gluten i alergene

Test pregledava samo komadić koji ste uzeli, a alergen u hrani nije ravnomjerno raspoređen. Mrvica iz jednog kuta ne govori ništa o mrvici iz drugog. Negativan rezultat smanjuje vjerojatnost da alergena ima, ali je ne svodi na nulu. Osoba s teškom alergijom ili celijakijom ne smije zamijeniti pažljivo čitanje deklaracije (pogl. 11) i pitanje proizvođaču kućnim testom. Pozitivan rezultat na proizvodu označenom „bez glutena" nije dokaz, nego razlog za prijavu i laboratorijsku analizu (pogl. 19).

14.4 Brzi testovi na mikotoksine

Mikotoksini su otrovni metaboliti plijesni (pogl. 5). Za aflatoksin B_1 u žitaricama i proizvodima od žitarica propisana je najviša razina od 2,0 µg/kg, a za zbroj aflatoksina 4,0 µg/kg (Europska komisija 2023.g). To je nekoliko milijarditih dijelova mase uzorka. Brzi testovi s bočnim tokom i brzi testovi ELISA za mikotoksine postoje, koriste se u otkupu žitarica i mogu postići granice odluke blizu propisanih razina (Anfossi i sur. 2013.).

Za kućnu uporabu imaju tri ozbiljna ograničenja. Prvo, uzorak treba samljeti i ekstrahirati otapalom, najčešće smjesom metanola i vode, a za broj se treba i čitač. Drugo, testovi su razvijeni i provjereni za određene namirnice (kukuruz, pšenica, kikiriki), a za druge namirnice mogu davati pogrešne rezultate. Treće, i najvažnije, mikotoksini su u zrnju raspoređeni u „gnijezdima". Ako je zaraženo jedno zrno na tisuću, uzorak od nekoliko desetaka grama lako ga promaši. Zato propisi za službenu kontrolu traže skupne uzorke od mnogo pojedinačnih uzoraka i kilograma mase (pogl. 20). Pogreška uzorkovanja je kod mikotoksina gotovo uvijek veća od pogreške samog testa.

Propis o metodama za mikotoksine to izrijekom uzima u obzir. Metoda probira mora imati utvrđenu **graničnu vrijednost odluke** (engl. *cut-off*). Uzorak ispod nje je „negativan", a znači da je s pouzdanošću od 95 % ispod ciljne koncentracije. Uzorak iznad nje je „sumnjiv" i mora se ponovno analizirati potvrdnom metodom. Propis predviđa i **lažno sumnjive uzorke**, dakle negativne uzorke koje je metoda probira proglasila sumnjivima (Europska komisija 2023.e). Ni službena metoda probira, dakle, ne daje konačan odgovor.

14.5 ATP brisevi

ATP je molekula kojom stanice pohranjuju energiju. Ima ga u svim živim stanicama, bakterijskim, biljnim i životinjskim, pa tako i u ostacima hrane. ATP brisevi koriste reakciju krijesnice. Enzim luciferaza uz ATP proizvodi svjetlost, a mali ručni uređaj, luminometar, mjeri tu svjetlost i iskazuje je u RLU (relativne jedinice svjetlosti, engl. *Relative Light Units*). Brisom se obriše površina, bris se uloži u epruvetu s reagensom i za nekoliko sekundi uređaj pokaže broj.

ATP testovi su se proširili u prehrambenoj industriji kao dio programa HACCP, jer odmah pokazuju je li površina dobro očišćena. Pregled njihove primjene, međutim, upozorava na čestu pogrešku. Količina ATP-a po stanici razlikuje se među vrstama mikroorganizama i ovisi o njihovom stanju. Dobra povezanost između broja mikroorganizama i ATP-a dobivena je samo pod određenim uvjetima, a nalaz ATP-a ne smije se tumačiti kao pokazatelj prisutnosti patogenih mikroorganizama (Shama i Malik 2013.). ATP brisevi zato mjere *čistoću*, a ne *mikrobiološku ispravnost*. Ne razlikuju salmonelu od ostatka sira, a virusi, poput norovirusa, nemaju vlastiti ATP i test ih ne može pokazati.

Pokušajte sami

Daska za rezanje prije i poslije pranja

SVRHA

Usporediti učinkovitost dvaju načina čišćenja daske za rezanje mjerenjem ATP-a. Pokus je prikladan za radionicu, školu ili udrugu koja može posuditi luminometar.

PRIBOR

Luminometar i ATP brisevi istog proizvođača, šablona od kartona s otvorom 10 cm puta 10 cm, dvije jednake drvene ili plastične daske, sirova piletina ili sir, deterdžent, vruća voda, kuhinjska krpa, bilježnica.

POSTUPAK

1. Na čistoj dasci obrišite jedno polje kroz šablonu i izmjerite RLU. To je početna vrijednost.
2. Na obje daske narežite istu hranu, a zatim obrišite po jedno polje i izmjerite RLU. To je vrijednost „zaprljano".
3. Jednu dasku samo isperite vodom i obrišite krpom, a drugu operite deterdžentom i vrućom vodom i ostavite da se osuši na zraku.
4. Obrišite nova, nedirnuta polja na obje daske i izmjerite RLU.
5. Svako mjerenje ponovite na tri polja.

ŠTO BILJEŽITI

Proizvođača i model luminometra, seriju briseva, materijal daske, hranu, način čišćenja, vrijeme i sva očitanja u RLU.

KAKO TUMAČITI

Usporedite pad vrijednosti RLU između dvaju načina čišćenja. Vrijednosti RLU različitih proizvođača nisu međusobno usporedive. U usporedbi četiriju luminometara ista količina čistog ATP-a dala je očitanja koja su se razlikovala i do šest redova veličine (Omidbakhsh i sur. 2014.), pa granice „čisto" i „nečisto" vrijede samo za uređaj za koji ih je proizvođač odredio.

GRANICE

Niska vrijednost RLU znači da je na površini malo organske tvari, a ne da na njoj nema patogenih bakterija. Ostaci deterdženta i dezinficijensa mogu smanjiti svjetlost i dati prenisko očitanje. Hrapava i izrezana drvena površina teško se obriše jednako na svakom polju.

⚠ **Sigurnost.** S daskama na kojima je bila sirova piletina postupajte kao s onečišćenim priborom. Nakon pokusa ih operite vrućom vodom i deterdžentom, a ruke operite sapunom.

14.6 Kompleti za vodu za piće

Za vodu postoje tri skupine kućnih kompleta.

1. **Višeparametarske test trake.** Jedna traka ima više polja (nitrat, nitrit, tvrdoća, pH, klor, ponekad i željezo ili bakar). Jeftine su i brze, ali svako polje daje samo grubi razred, kao i trake za nitrate iz pogl. 13.
2. **Kolorimetrijski kompleti.** Uzorak se pomiješa s reagensom u epruveti, a boja se uspoređuje s kartom, s obojenim staklima ili, kod skupljih kompleta, mjeri malim fotometrom. Kolorimetrijski kompleti s fotometrom daju broj i točniji su od traka.

3. **Mikrobiološki testovi.** Najčešći su testovi prisutnosti i odsutnosti. Uzorak od 100 mL vode pomiješa se s hranjivom podlogom u bočici i inkubira oko jedan dan. Promjena boje pokazuje koliformne bakterije, a fluorescencija pod UV svjetlom ili druga boja pokazuje *Escherichia coli*. Postoje i jednostavni testovi koji daju broj bakterija u 100 mL. Katalog takvih testova za sredine s ograničenim sredstvima navodi desetke proizvoda različitih načela, cijena i provjerenosti (Bain i sur. 2012.).

Direktiva o vodi za ljudsku potrošnju propisuje da u 100 mL vode ne smije biti ni jedne bakterije *E. coli* ni crijevnih enterokoka (Europski parlament i Vijeće 2020., Prilog I., dio A). Pozitivan test na *E. coli* je zato i kod kuće ozbiljan znak, jer ta bakterija živi u crijevima ljudi i toplokrvnih životinja i pokazuje fekalno onečišćenje. Koliformne bakterije su šira skupina, a dio njih živi i u tlu i na biljkama. Koliformne bakterije bez *E. coli* pokazuju da voda nije zaštićena od površinskog utjecaja, a ne nužno da je fekalno onečišćena.

Granice metode · kompleti za vodu

Kućni mikrobiološki test je onoliko dobar koliko je dobro uzet uzorak. Nesterilna boca, prsti na grlu boce ili slavina koja nije očišćena daju lažno pozitivan rezultat. Uzorak koji je stajao satima na toplom daje lažno negativan ili lažno pozitivan rezultat. Inkubacija na pogrešnoj temperaturi mijenja rast bakterija. Negativan rezultat jednog uzorka ne govori ništa o vodi nakon jake kiše, kad je onečišćenje bunara najvjerojatnije. Kućni kompleti ne mjere metale, pesticide ni PFAS. Za ocjenu zdravstvene ispravnosti vode potrebna je analiza u ovlaštenom laboratoriju (pogl. 15).

Pokušajte sami

Bakterije u vodi iz vlastitog bunara

SVRHA

Provjeriti ima li u vodi iz bunara koliformnih bakterija i *E. coli* i odlučiti treba li laboratorijska analiza.

PRIBOR

Komercijalni test prisutnosti i odsutnosti koliforma i *E. coli* za 100 mL vode (sterilna bočica s podlogom), UV-A svjetiljka ako je test traži, inkubator ili mjesto sa stalnom temperaturom koju propisuje proizvođač, alkohol za dezinfekciju ili plamenik, jednokratne rukavice, flomaster, bilježnica.

POSTUPAK

1. Odaberite slavinu ili izljev koji je najbliži bunaru. Uklonite nastavke i mrežice, a izljev obrišite alkoholom.
2. Pustite da voda teče dvije do tri minute.

3. U rukavicama otvorite bočicu, ne dodirujući unutrašnjost čepa i grla, i napunite je do oznake. Zatvorite je odmah.
4. Na bočicu napišite datum, vrijeme i oznaku mjesta.
5. Dodajte podlogu i inkubirajte točno onoliko dugo i na onoj temperaturi koju propisuje proizvođač.
6. Očitajte boju i, ako test to traži, fluorescenciju pod UV svjetlom. Fotografirajte bočicu uz kontrolnu kartu proizvođača.
7. Kao negativnu kontrolu istim postupkom testirajte flaširanu vodu iz neotvorene boce.

ŠTO BILJEŽITI

Vrstu i dubinu bunara, mjesto uzimanja, vrijeme od posljednje jake kiše, vrijeme uzimanja, početak i kraj inkubacije, temperaturu inkubacije, rezultat uzorka i kontrole te fotografije.

KAKO TUMAČITI

Ako je kontrola pozitivna, test nije valjan. Pozitivan rezultat na *E. coli* znači vjerojatno fekalno onečišćenje. Vodu do daljnjega ne pijte bez prokuhavanja i odnesite uzorak u zavod za javno zdravstvo (pogl. 15). Koliformi bez *E. coli* upućuju na prodor površinske vode i također su razlog za analizu. Negativan rezultat vrijedi samo za taj dan.

GRANICE

Test pokazuje prisutnost, a ne broj bakterija. Ne obuhvaća enterokoke, viruse ni nametnike. Rezultat ovisi o čistoći uzimanja uzorka, pa jedan pozitivan nalaz bez kontrole nije dokaz. Test ne zamjenjuje kemijsku analizu.

⚠ **Sigurnost.** Pozitivne bočice ne otvarajte. Prije bacanja ih zbrinite prema uputi proizvođača.

14.7 Kako odabrati brzi test

Na internetu se prodaju stotine brzih testova, a opisi često obećavaju više nego što testovi mogu. Prije kupnje vrijedi odgovoriti na nekoliko pitanja.

- ☐ **Za koju namirnicu je test provjeren?** Test razvijen za brašno ne mora raditi u čokoladi, a test za kukuruz ne mora raditi u začinima. Upute trebaju navesti namirnice za koje je proizvođač provjerio test.
- ☐ **Kolika je granica odluke ili granica detekcije, i u kojim jedinicama?** Kod glutena je bitno je li izražena kao gluten ili kao gliadin, kod alergena kao protein ili kao cijela namirnica. Razlika može biti dvostruka ili veća.
- ☐ **Je li test ispitao netko osim proizvođača?** Neovisna ispitivanja, poput onog za prijenosni senzor glutena (Marić i Scherf 2021.), vrijede više od reklamnog letka. Za testove na mikotoksine korisno je potražiti je li test provjeren u skladu s propisom za metode probira (Europska komisija 2023.e).

- ☐ **Ima li test kontrolnu liniju ili kontrolni uzorak?** Bez kontrole ne znate je li negativan rezultat negativan ili je test pokvaren.
- ☐ **Koliko stoji jedan valjan rezultat?** Uz cijenu traka uračunajte čitač, otapala, kontrole i ponavljanja. Tri ponavljanja jednog uzorka utrostručuju cijenu.
- ☐ **Koliki je rok trajanja i kako se test čuva?** Mnogi testovi traže hladnjak i brzo se kvare na vlazi i toplini.
- ☐ **Što ćete učiniti s pozitivnim rezultatom?** Ako odgovor glasi „ništa", test nije potreban. Ako glasi „poslat ću uzorak u laboratorij", sačuvajte dovoljno uzorka.

14.8 Lažno pozitivni i lažno negativni rezultati

Svaki test ponekad griješi. Važno je znati koliko često i u kojem smjeru. Tablica 14.1 prikazuje četiri moguća ishoda kada se rezultat testa usporedi sa stvarnim stanjem, koje utvrđuje pouzdana referentna metoda.

Tablica 14.1. Četiri moguća ishoda testa

	Tvar stvarno prisutna	**Tvar stvarno nije prisutna**
Test pozitivan	stvarno pozitivan (SP)	lažno pozitivan (LP)
Test negativan	lažno negativan (LN)	stvarno negativan (SN)

Iz te tablice izvode se dva svojstva testa (Altman i Bland 1994.).

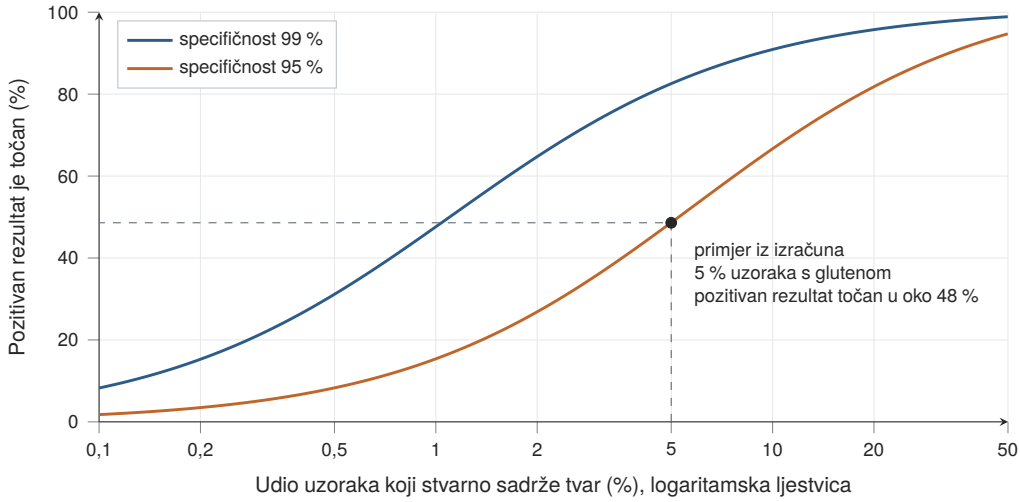
- **Osjetljivost** je udio stvarno pozitivnih uzoraka koje test prepozna, SP podijeljeno sa zbrojem SP i LN. Test osjetljivosti 90 % propusti svaki deseti uzorak koji tvar sadrži.
- **Specifičnost** je udio stvarno negativnih uzoraka koje test proglasi negativnima, SN podijeljeno sa zbrojem SN i LP. Test specifičnosti 95 % lažno uzbuni kod svakog dvadesetog uzorka koji tvar ne sadrži.

Proizvođači obično navode oba svojstva, ali korisnika zanima nešto drugo. Ako je moj test pozitivan, kolika je vjerojatnost da tvari stvarno ima? Ta vjerojatnost ne ovisi samo o testu, nego i o tome koliko je uzoraka s tvari među onima koje testiramo. Kada je stvarno pozitivnih uzoraka malo, većina pozitivnih rezultata može biti lažna. Isto zaključivanje detaljnije je objašnjeno u pogl. 31.

Izračun · koliko vrijedi pozitivan rezultat

Pretpostavke

Test ima osjetljivost 90 % i specifičnost 95 %. Testira se 1000 proizvoda označenih „bez glutena", od kojih 50 (5 %) stvarno sadrži više od 20 mg/kg glutena. Brojke su zamišljene radi primjera.



Slika 14.2. Vjerojatnost da je pozitivan rezultat točan, za test osjetljivosti 90 % i dvije specifičnosti, ovisno o tome koliki udio testiranih uzoraka stvarno sadrži tvar. Krivulje su izračunate iz tablice 14.1 (Altman i Bland 1994.), a test je zamišljen. Točka odgovara izračunu iz okvira.

Stvarno pozitivni

Od 50 proizvoda s glutenom test prepozna $50 \times 0{,}90 = 45$. Pet ih propusti (lažno negativni).

Lažno pozitivni

Od 950 proizvoda bez glutena test lažno uzbuni kod $950 \times 0{,}05 \approx 48$.

Vjerojatnost da je pozitivan rezultat točan

Pozitivnih rezultata je $45 + 48 = 93$, a stvarno pozitivnih među njima 45. Vjerojatnost da pozitivan rezultat znači stvarni gluten je $45/93 \approx 48\,\%$.

Zaključak

Kod testa koji se čini dobrim, gotovo svaki drugi pozitivan rezultat je lažan, jer je proizvoda s glutenom malo. Zato pozitivan brzi test treba potvrditi laboratorijem prije bilo kakve prijave ili objave.

Isti račun može se ponoviti za bilo koji udio uzoraka s tvari. Slika 14.2 pokazuje da vjerojatnost točnog pozitivnog rezultata pada naglo kad je takvih uzoraka malo, i da je specifičnost tada važnija od osjetljivosti.

Odgovornost · brzi test nije dokaz

Rezultat brzog testa, osobito jednog, ne smije biti temelj za javno imenovanje proizvođača ili trgovca. Kao što pokazuje izračun, i dobar test u takvim uvjetima često daje lažno pozitivne rezultate. Pozitivan nalaz zapišite, sačuvajte ostatak proizvoda, fotografirajte deklaraciju i seriju te ga prijavite nadležnoj inspekciji (pogl. 19). O tome kako objaviti rezultate odgovorno govori pogl. 32.

14.9 Usporedba brzih testova

Tablica 14.2 uspoređuje skupine brzih testova iz ovog poglavlja. Osjetljivost i cijene se razlikuju među proizvođačima i mijenjaju s vremenom, pa tablica daje samo okvirnu sliku, a cijene ne navodi. Prije kupnje provjerite za koju namirnicu je test provjeren, koliku granicu odluke ima i je li ga ispitao netko osim proizvođača.

Tablica 14.2. Okvirna usporedba skupina brzih testova, prema izvorima navedenima u ovom poglavlju. Cijene nisu navedene, jer se razlikuju među proizvođačima i mijenjaju se.

Test	Što mjeri	Osjetljivost	Pouzdanost
Gluten, LFD ili senzor	proteini glutena	nepouzdan od 2 do 20 mg/kg	senzor je otkrio 9 od 10 uzoraka s 20 mg/kg ili više
Alergeni, LFD	proteini jednog alergena	ovisi o alergenu i hrani	bolja za kikiriki, soju, lješnjak i pšenicu, slabija za mlijeko i jaje
Mikotoksini, LFD ili brzi ELISA	jedan mikotoksin ili skupina	granica odluke može biti blizu propisanih razina	ograničena uzorkovanjem
ATP bris	ATP iz svih stanica i ostataka hrane	ovisi o uređaju	dobra za čistoću, ništa za patogene
Trake za vodu	nitrat, nitrit, tvrdoća, pH, klor	razred ljestvice	gruba procjena
Kolorimetrija s fotometrom	jedan kemijski parametar	daje broj, točnija od traka	dobra uz pažljiv rad
Koliformi i *E. coli*	prisutnost ili odsutnost u 100 mL	kvalitativno	dobra uz sterilno uzorkovanje

Zapamtiti

Brzi test je metoda probira. Negativan rezultat smanjuje vjerojatnost, ali ne isključuje opasnost, a pozitivan rezultat traži laboratorijsku potvrdu. Kod mikotoksina i alergena uzorak odlučuje o rezultatu više od samog testa, a ATP bris mjeri čistoću, ne bakterije.

Pojmovnik poglavlja

Brzi test. Komercijalni komplet koji izvan laboratorija brzo odgovara na jedno usko pitanje, obično s odgovorom „da” ili „ne”.

Test s bočnim tokom (LFD). Traka kroz koju tekući uzorak putuje i na testnoj liniji se boji ako protutijela prepoznaju traženu tvar.

Metoda probira. Metoda koja uzorke dijeli na negativne i sumnjive. Sumnjive mora potvrditi potvrdna metoda.

Granica odluke. Vrijednost signala ili koncentracije iznad koje test daje pozitivan, odnosno sumnjiv rezultat.

RLU. Relativne jedinice svjetlosti koje pokazuje luminometar pri mjerenju ATP-a. Nisu broj bakterija.

Osjetljivost. Udio stvarno pozitivnih uzoraka koje test prepozna.

Specifičnost. Udio stvarno negativnih uzoraka koje test ispravno proglasi negativnima.

Provjera znanja

1. Na testu s bočnim tokom za alergen pojavila se samo testna linija, a kontrolna nije. Što to znači?
2. Zašto kod brzog testa na aflatoksin slabija testna linija može značiti više aflatoksina?
3. ATP bris na dasci za rezanje pokazuje nisku vrijednost RLU. Smijete li zaključiti da na dasci nema salmonele?
4. Test ima osjetljivost 90 %. Koliko od 20 uzoraka koji stvarno sadrže tvar će vjerojatno proglasiti negativnima?
5. Zašto je kod mikotoksina pogreška uzorkovanja obično veća od pogreške brzog testa?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 15

Vlastiti vrt, kokoši i bunar

U OVOM POGLAVLJU

- Kako povijest lokacije, promet i stara boja utječu na olovo i kadmij u tlu vrta.
- Koje povrće nakuplja više metala i kako pranje i guljenje smanjuju izloženost.
- Zašto jaja kokoši s otvorenog mogu sadržavati više dioksina, PCB-a i PFAS-a od jaja iz trgovine.
- Što vlasnik bunara treba znati o mikrobiologiji, nitratima i propisima.
- Kada je opravdano poslati uzorak iz vrta, kokošinjca ili bunara na analizu.

KUĆA NA RUBU GRADA

Zamislite obitelj koja je kupila staru kuću na rubu grada, s velikim dvorištem i bunarom. Uz kuću je i povrtnjak koji je prijašnji vlasnik obrađivao desetljećima, a uz ogradu prolazi cesta prema industrijskoj zoni. Prvog proljeća posadili su salatu i mrkvu, kupili šest kokoši i počeli piti vodu iz bunara, jer je „bistra i hladna, a djed ju je pio cijeli život".

U jesen im susjed spomene da je na mjestu povrtnjaka nekad stajala limarska radionica. Od tada ih muči nekoliko pitanja. Smiju li djeca jesti mrkvu iz vrta? Jesu li jaja bolja od onih iz trgovine ili lošija? Je li bistra voda i čista voda? Ova obitelj je zamišljena, ali njezina pitanja su stvarna i česta. Ovo poglavlje pokazuje kako na njih odgovoriti redom, od onoga što se zna bez analize do onoga što traži laboratorij.

15.1 Tlo pod povrtnjakom

Tlo vrta pamti sve što se na njemu događalo. Olovo iz benzina, koje se u Europi koristilo desetljećima, taložilo se uz ceste. Boje na bazi olova ljuštile su se s fasada, prozora i ograda. Radionice, garaže i stara odlagališta ostavila su metale, ulja i druge tvari. Te tvari ne nestaju razgradnjom kao organske tvari, a mnoge se u tlu zadržavaju desetljećima (pogl. 4).

Povijest lokacije

Prvi korak nije analiza, nego pitanje što je na lokaciji bilo prije. U istraživanju 103 vrta u dvije gradske četvrti Bostona 88 % vrtova imalo je olova više od američke granice za prijavu od 400 mg/kg. Izotopna analiza je pokazala dva glavna izvora, olovo iz benzina i olovo iz boja, pri čemu je boja davala od 40 do 80 % olova u tlu (Clark i sur. 2006.). Taj grad nije Hrvatska, ali izvori su isti. Uz staru zgradu s ljuštenom bojom tlo može imati mnogo više olova nego dva metra dalje.

Promet je drugi izvor. U Berlinu su metali u povrću iz gradskih vrtova bili to viši što je promet u blizini bio gušći. Zgrade i guste živice između vrta i ceste smanjivale su koncentracije u povrću (Säumel i sur. 2012.). Treći izvor su poplave, nasipanje zemlje nepoznatog podrijetla i stari pepeo iz peći, a četvrti blizina industrije i odlagališta.

Pokušajte sami

Povijest i kiselost tla povrtnjaka

SVRHA

Prikupiti podatke o povijesti lokacije i izmjeriti pH tla, kako biste procijenili treba li tlo poslati na analizu metala.

PRIBOR

Bilježnica, stare fotografije i karte, razgovor sa susjedima ili prijašnjim vlasnicima, plastična lopatica, čiste staklenke, destilirana voda, pH trake s rasponom od 4 do 9, kavni filtar.

POSTUPAK

1. Zapišite što znate o lokaciji. Koliko je stara kuća i od kada je fasada bojana? Je li na mjestu vrta bila radionica, garaža, štala, smetlište, staza od šljake? Koliko je vrt udaljen od ceste i koliko je ta cesta prometna? Je li područje bilo poplavljeno?
2. Pogledajte dostupne zračne snimke i karte. Na Geoportalu Državne geodetske uprave (https://geoportal.dgu.hr) mogu se pregledati digitalne ortofotokarte snimljene u različitim godinama (Državna geodetska uprava 2026.), pa se usporedbom vidi kako se lokacija mijenjala. Za starije snimke raspitajte se u Državnoj geodetskoj upravi.
3. Iz pet do deset mjesta u povrtnjaku uzmite tlo s dubine od 0 do 20 cm, uklonite kamenčiće i korijenje i dobro izmiješajte.
4. U staklenku stavite jednu mjeru tla i pet mjera destilirane vode, protresite nekoliko puta tijekom pola sata i ostavite da se slegne.
5. Bistru tekućinu procijedite kroz kavni filtar i izmjerite pH trakama. Ponovite tri puta.

ŠTO BILJEŽITI

Sve podatke o povijesti lokacije s izvorom (tko je rekao, koja snimka), skicu vrta s udaljenostima od ceste i zgrada, mjesta uzorkovanja i tri očitanja pH.

KAKO TUMAČITI

Ako je na lokaciji bio poznat izvor olova ili drugih metala, ili je vrt uz prometnu cestu ili uz staru obojenu zgradu, analiza tla na olovo i kadmij je opravdana bez obzira na pH. Ako je pH ispod 5, tlo je kiselo. Kiselo tlo nije samo po sebi opasno, ali propisane najviše količine metala za kisela tla su niže.

GRANICE

pH izmjeren trakama u vodi razlikuje se od laboratorijskog pH izmjerenog u otopini KCl-a, na kojem počivaju granice iz Pravilnika (Ministarstvo poljoprivrede 2019., čl. 4.). U istraživanju srednjoeuropskih tala pH u KCl-u bio je u prosjeku za 0,85 jedinica niži od pH u vodi, a razlika se mijenjala od tla do tla (Kabała i sur. 2016.). Tlo s pH oko 5 izmjerenim u vodi može zato u laboratoriju biti u nižem razredu kiselosti. pH ništa ne govori o tome koliko metala u tlu ima.

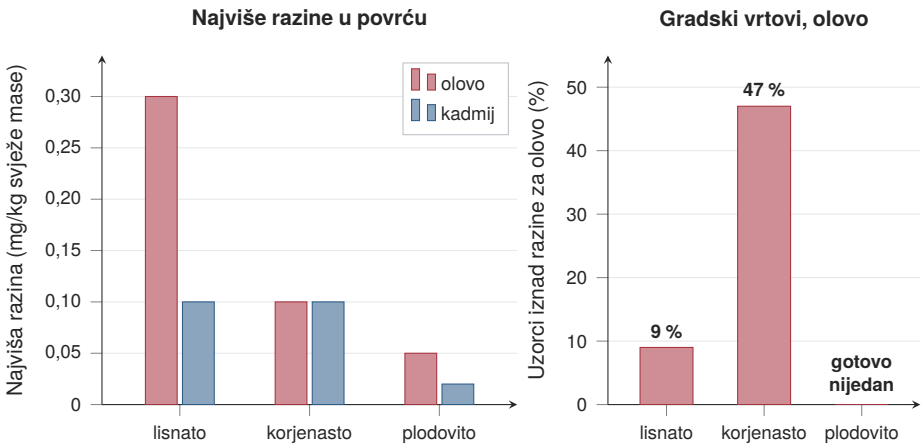
Granične vrijednosti i kiselost tla

Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja propisuje najviše dopuštene količine metala u tlu ovisno o pH tla izmjerenom u otopini KCl-a. Za olovo one iznose 50, 100 i 150 mg/kg zrakosuhog tla za tla s pH ispod 5, od 5 do 6 i iznad 6. Za kadmij su odgovarajuće vrijednosti 1, 1,5 i 2 mg/kg. Izmjene Pravilnika iz 2025. i 2026. godine te vrijednosti nisu promijenile (Ministarstvo poljoprivrede 2019., čl. 4.). Granice su niže za kisela tla, jer se olovo i kadmij u neutralnom tlu jače vežu za čestice tla i organsku tvar, a u kiselom su pokretljiviji i biljke ih lakše upijaju (McBride i sur. 2014.). Pravilnik je pisan za poljoprivredno zemljište, ali je razuman orijentir i za kućni vrt.

Koje povrće upija više metala

Biljke ne upijaju sve metale jednako. U pokusu s lisnatim i korjenastim povrćem uzgojenim na onečišćenom supstratu prijenos iz tla u biljku opadao je redom mangan, cink, kadmij, bakar i olovo. Kadmij je, dakle, biljke upijale lakše, a olovo slabo (Intawongse i Dean 2006.). To se vidi i u propisanim najvišim razinama za hranu. Za kadmij u lisnatom povrću propisano je 0,10 mg/kg, za špinat 0,20 mg/kg, za korjenasto povrće općenito 0,10 mg/kg, a za plodovito povrće poput rajčice i paprike samo 0,020 mg/kg. Za olovo u lisnatom povrću granica je 0,30 mg/kg, u korjenastom 0,10 mg/kg, a u plodovitom 0,050 mg/kg (Europska komisija 2023.g).

Olovo u povrću iz vrta najčešće ne dolazi iz korijena, nego od čestica tla koje se prilijepe na biljku. U gradskim vrtovima New Yorka i Buffala olovo u povrću nije bilo povezano s olovom u tlu, ali je bilo povezano s aluminijem, pokazateljem prilijepljenog tla. Najviše vrijednosti propisane u Europskoj uniji premašilo je 47 % uzoraka korjenastog povrća i 9 % uzoraka lisnatog, a plodovi gotovo nikada (McBride i sur. 2014.). Kadmij je u istim uzorcima bio sličan onome u povrću iz trgovine. Slika 15.1 stavlja ta dva podatka jedan



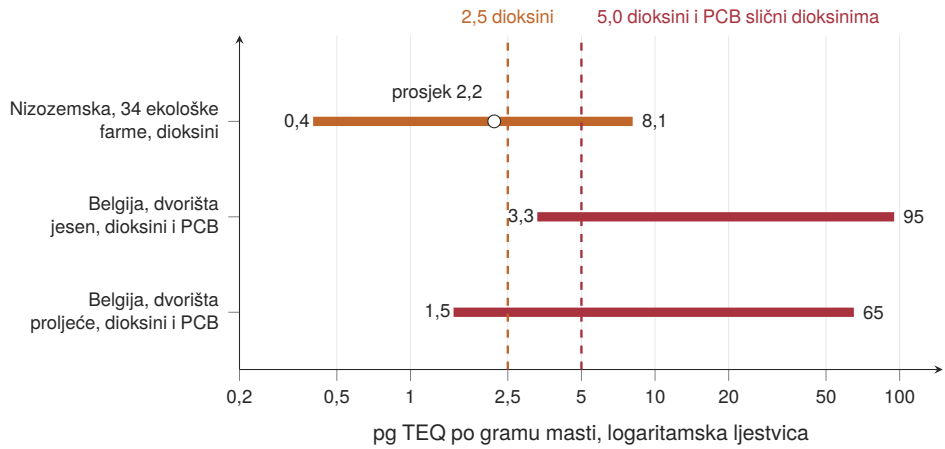
Slika 15.1. Lijevo, najviše razine olova i kadmija za lisnato, korjenasto i plodovito povrće (Europska komisija 2023.g). Desno, udio uzoraka povrća iz gradskih vrtova New Yorka i Buffala s olovom iznad najviše razine propisane u EU (McBride i sur. 2014.). Korjenasto povrće nosi najviše prilijepljenog tla, pa ga treba temeljito oprati i oguliti.

uz drugi. Propisane razine za olovo su najviše za lisnato povrće, a premašivanja su u gradskim vrtovima bila najčešća kod korjenastog.

Kako smanjiti izloženost

Iz toga slijede jednostavna pravila koja vrijede i bez analize, a osobito kada je tlo sumnjivo.

- Povrće temeljito operite pod tekućom vodom, a korjenasto i četkicom. Čestice tla su glavni put olova u povrće (McBride i sur. 2014.).
- Korjenasto povrće ogulite, a lisnatom uklonite vanjske listove, na kojima ostaje najviše tla.
- Na sumnjivom tlu sadite plodovito povrće (rajčica, paprika, grah, tikvice) radije nego lisnato i korjenasto.
- Tlo prekrijte malčem, da kiša ne prska zemlju na listove.
- Ako je tlo onečišćeno, uzgajajte povrće u povišenim gredicama s čistom zemljom poznatog podrijetla.
- Obrađujte vrt u rukavicama, perite ruke nakon rada i pazite da mala djeca ne jedu zemlju. Za odrasle je unos olova izvan hrane malo važan, ali za djecu kućna prašina i tlo mogu biti važan izvor olova (EFSA CONTAM Panel 2010.a).
- Staru boju s kuće i ograde ne stružite iznad vrta, jer ostrugana boja ostaje u tlu.



Slika 15.2. Rasponi dioksina u jajima kokoši s otvorenog na nizozemskim ekološkim farmama (Kijlstra i sur. 2007.) i dioksina s PCB-om sličnim dioksinima u jajima iz belgijskih dvorišta (Van Overmeire i sur. 2009.), uz najviše razine za jaja (Europska komisija 2023.g). Nizozemske vrijednosti se uspoređuju s razinom za dioksine, a belgijske s razinom za zbroj. Ljestvica je logaritamska.

15.2 Jaja iz dvorišta

Kokoš koja slobodno hoda dvorištem dnevno pojede i nešto tla, zajedno s glistama, kukcima i sjemenkama. S tlom unosi i ono što se u njemu nalazi. PCB, dioksini i PFAS su postojani, topljivi u mastima ili vezani na proteine i nakupljaju se u žumanjku (pogl. 4). Zato jaja kokoši s otvorenog mogu imati više tih tvari od jaja kokoši iz zatvorenog uzgoja, iako ih ljudi često smatraju zdravijima.

Dioksini i PCB

Za dioksine u jajima propisana je najviša razina od 2,5 pg TEQ po gramu masti, a za zbroj dioksina i PCB-a sličnih dioksinima 5,0 pg TEQ po gramu masti (Europska komisija 2023.g). Istraživanja u Nizozemskoj i Belgiji pokazala su koliko se jaja s otvorenog mogu razlikovati od tih vrijednosti.

Slika 15.2 prikazuje raspone iz tih istraživanja uz današnje najviše razine.

- Na 34 nizozemske ekološke farme jaja su sadržavala od 0,4 do 8,1 pg TEQ po gramu masti, prosječno 2,2. Devet farmi premašilo je tadašnju granicu od 3 pg. Dioksini u jajima bili su povezani s veličinom jata, što su autori pripisali vremenu koje kokoši provode vani. Kad je na jednoj farmi ograničen izlazak kokoši, dioksini u jajima pali su ispod granice (Kijlstra i sur. 2007.).
- U belgijskom istraživanju jaja iz kućnih dvorišta, uzorkovanih u svakoj pokrajini, razina TEQ dioksina i PCB-a sličnih dioksinima kretala se u jesen od 3,3 do 95, a u proljeće od 1,5 do 65 pg TEQ po gramu masti. Dioksini u jajima dobro su se slagali s dioksinima u tlu na kojem su kokoši hodale (Van Overmeire i sur. 2009.).

- Izračun prijenosa iz hrane i tla u jaja pokazao je da je tlo glavni izvor dioksina i olova u jajima iz dvorišta. Vlasnici kokoši najlakše su prihvatili tri mjere, a to su popločen pod u kokošinjcu, hranjenje u zatvorenom i dovoljno prostora po kokoši (Waegeneers i sur. 2009.).

Vrijedi naglasiti razmjere. EFSA je 2018. postavila podnošljivi tjedni unos dioksina i PCB-a sličnih dioksinima na 2 pg TEQ po kilogramu tjelesne mase (EFSA CONTAM Panel 2018.b). Uz tako nisku granicu jaja s jako onečišćenog tla mogu biti važan dio ukupnog unosa obitelji koja ih jede svaki dan.

PFAS u jajima

Najjasniji primjer dolazi iz Flandrije. U 35 vrtova u krugu od 10 km oko tvornice fluoriranih kemikalija u Antwerpenu analizirano je 70 jaja kokoši s otvorenog. PFOS i PFOA pronađeni su u svim jajima. Koncentracija PFOS-a kretala se od 0,13 do 241 ng/g svježe mase i naglo je opadala s udaljenošću od tvornice. Kokoši hranjene ostacima iz kuhinje imale su u jajima više PFOS-a i PFOA, što upućuje na povrće iz vrta kao dodatni put. Uz potrošnju od samo dva jaja tjedno, zdravstvena smjernica EFSA bila je premašena na najmanje 67 % lokacija, i blizu tvornice i do 10 km od nje (Lasters i sur. 2022.).

Za jaja je propisana najviša razina zbroja četiriju PFAS-a (PFOS, PFOA, PFNA i PFHxS) od 1,7 µg/kg (Europska komisija 2023.g). EFSA je za zbroj istih četiriju tvari postavila podnošljivi tjedni unos od 4,4 ng po kilogramu tjelesne mase (EFSA CONTAM Panel 2020.c).

Izračun · PFAS iz dva jaja tjedno

Pretpostavke

Jaja sadrže zbroj četiriju PFAS-a točno na propisanoj najvišoj razini, 1,7 µg/kg. Jestivi dio jednog jajeta ima 50 g. Odrasla osoba ima 70 kg, a dijete 20 kg. Svatko pojede dva jaja tjedno.

Tjedni unos

Dva jaja su 0,1 kg, pa je unos $0{,}1 \times 1{,}7 = 0{,}17$ µg, odnosno 170 ng tjedno.

Po kilogramu tjelesne mase

Odrasla osoba $170/70 \approx 2{,}4$ ng/kg tjedno, što je oko 55 % podnošljivog tjednog unosa od 4,4 ng/kg. Dijete $170/20 = 8{,}5$ ng/kg tjedno, što je gotovo dvostruko više od podnošljivog tjednog unosa.

Zaključak

I jaja koja zadovoljavaju propis mogu djeci dati velik dio podnošljivog unosa, a hrana iz trgovine i voda dodaju svoje. Jaja iz dvorišta blizu poznatog izvora PFAS-a mogu imati i mnogo više od propisane razine. Postupak izračuna je objašnjen u pogl. 28, a osjetljive skupine u pogl. 30.

Praktični zadatak · kokošinjac koji smanjuje unos tla

Nacrtajte tlocrt svog dvorišta i kokošinjca. Označite gdje kokoši provode većinu vremena, gdje se hrane i piju, gdje je gola zemlja, a gdje trava. Uz pomoć mjera iz belgijskog istraživanja (Waegeneers i sur. 2009.) zapišite tri promjene koje biste mogli provesti (npr. hranilica u natkrivenom dijelu s popločenim podom, trava umjesto gole zemlje, ne bacati pepeo i ostatke od paljenja otpada u dvorište). Ako je dvorište blizu prometne ceste, industrije ili odlagališta, zapišite i to. Takvo dvorište je kandidat za analizu jaja (slika 15.4).

Mit ili činjenica

MIT

„Jaja od domaćih kokoši s dvorišta uvijek su zdravija od jaja iz trgovine."

ŠTO KAŽU PODACI

Jaja kokoši s otvorenog mogu imati drugačiju boju žumanjka i okus, ali uz to i više onečišćenja iz tla. Belgijska i nizozemska istraživanja pokazala su da jaja iz dvorišta i s ekoloških farmi s ispustom mogu premašiti propisane razine dioksina i PCB-a (Kijlstra i sur. 2007.; Van Overmeire i sur. 2009.), a uz izvor PFAS-a i zdravstvenu smjernicu EFSA-e za PFAS (Lasters i sur. 2022.). Je li jaje „zdravije" ovisi o tlu, a ne o tome je li kokoš domaća.

15.3 Voda iz bunara

Voda iz javnog vodovoda prolazi redovitu kontrolu, pročišćavanje i dezinfekciju. Voda iz privatnog bunara ne prolazi ništa od toga, osim ako to ne učini vlasnik.

Što kažu propisi

Zakon o vodi za ljudsku potrošnju ne primjenjuje se na individualnu vodoopskrbu koja daje prosječno manje od 10 m^3 vode dnevno ili opskrbljuje manje od 50 osoba, ako nije dio komercijalne ili javne djelatnosti (Hrvatski sabor 2023.d, čl. 5.). Isto izuzeće predviđa i Direktiva (Europski parlament i Vijeće 2020., čl. 3.). Jedinice lokalne samouprave moraju obavijestiti korisnike takvih bunara da su izuzeti od državnog monitoringa i da je njihova voda potencijalno zdravstveno neispravna. Ako se neispravnost utvrdi, lokalna samouprava u suradnji sa zavodom za javno zdravstvo daje savjete o tome kako se voda smije koristiti (Hrvatski sabor 2023.d, čl. 59., st. 6.). Odgovornost za ispravnost vode iz vlastitog bunara je, dakle, na vlasniku.

Izgled nije pokazatelj

Bistra, hladna voda bez mirisa može sadržavati bakterije, nitrate, arsen ili PFAS. Ni jedna od tih tvari ne mijenja izgled vode u koncentracijama koje su važne za zdravlje (pogl. 12). Mutna voda nakon kiše jest znak da površinska voda ulazi u bunar, ali bistra voda nije znak da ne ulazi.

Kakvo je stanje privatnih bunara, pokazalo je izvanredno ispitivanje u Ličko-senjskoj županiji 2026. godine. Od 43 privatna vodna objekta (38 zdenaca, tri cisterne i dva izvora), u 33 je voda bila kemijski ispravna, ali mikrobiološki onečišćena. Zavodi su to opisali kao očekivan nalaz za sirovu, neobrađenu vodu (Dnevnik.hr 2026.). Drugim riječima, više od tri četvrtine ispitanih privatnih izvora nije bilo mikrobiološki ispravno za piće bez obrade.

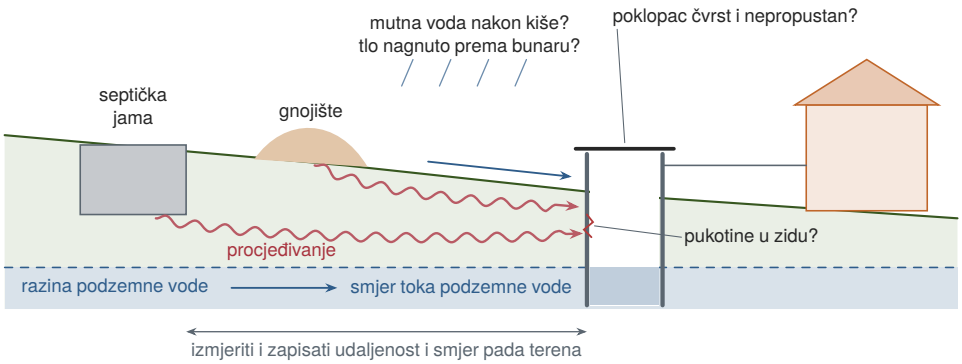
Mikrobiologija i nitrati

Mikrobiološko onečišćenje je najčešći problem bunara. Bakterije *E. coli* i crijevni enterokoki pokazuju fekalno onečišćenje iz septičkih jama, gnojišta ili od životinja, a za vodu za piće propisano je da ih u 100 mL ne smije biti (Europski parlament i Vijeće 2020., Prilog I.). Onečišćenje je najvjerojatnije nakon jake kiše i poplava, kod plitkih i kopanih bunara te kod bunara bez dobrog poklopca i zaštite oko grla.

Nitrati u bunar dolaze iz gnojiva, stajskog gnoja i septičkih jama. MDK za vodu za piće je 50 mg/L (Europski parlament i Vijeće 2020.). Nitrati su osobito važni kad se bunarskom vodom priprema zamjensko mlijeko za dojenčad. Granična vrijednost od 50 mg/L postavljena je upravo radi zaštite dojenčadi hranjene zamjenskim mlijekom od methemoglobinemije, a za njih voda može biti glavni izvor nitrata (World Health Organization 2022.b). Kućne trake za nitrate (pogl. 13) i mikrobiološki testovi (pogl. 14) mogu poslužiti kao prvi korak, ali ne zamjenjuju analizu.

Analiza u zavodu za javno zdravstvo

Županijski zavodi za javno zdravstvo analiziraju i uzorke vode koje vlasnici privatnih bunara sami donesu (Hina 2025.). Sadržaj i cijenu analize zavodi određuju sami, pa ih doznajte unaprijed. Pitajte obuhvaća li analiza mikrobiološke pokazatelje (*E. coli*, crijevni enterokoki, koliformne bakterije) i osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje (nitrati, nitriti, amonij, mutnoća, vodljivost, pH). Metale, pesticide i PFAS naručite posebno kada za to postoji razlog. Uzorak za mikrobiološku analizu uzima se u sterilnu bocu koju daje laboratorij, prema njegovoj uputi, i dostavlja isti dan na hladnom (pogl. 22).



Slika 15.3. Shematski presjek dvorišta s kopanim bunarom. Onečišćenje ulazi kroz poklopac koji ne brtvi, kroz pukotine u zidu, površinskim otjecanjem nakon kiše i procjeđivanjem iz septičke jame i gnojišta koji su uzbrdo od bunara. Pitanja na slici odgovaraju koracima pokusa u nastavku.

Iz prakse · PFAS u bunarima kraj Gospića

Nakon otkrića nezakonito odloženog otpada kraj Gospića, Zavod za javno zdravstvo Ličko-senjske županije i HZJZ od 20. kolovoza do 9. rujna 2026. uzorkovali su vodu iz 43 privatna vodna objekta. U dva bunara u neposrednoj blizini odlagališta i nizvodno od njega utvrđeni su PFAS spojevi. U jednom je zbroj PFAS-ova iznosio 0,3018 µg/L, što je oko tri puta više od najveće dopuštene koncentracije od 0,1 µg/L. U drugom je iznosio 0,0265 µg/L, ispod dopuštene vrijednosti. Građani na tom području priključeni su na javni vodovod, a voda iz tih bunara ne koristi se za piće. U priopćenju se navodi da privatni bunari, cisterne i izvori nisu obuhvaćeni državnim monitoringom, da su za njihovu ispravnost odgovorni vlasnici te da se voda iz njih ne preporučuje za piće bez prethodne provjere zdravstvene ispravnosti (Dnevnik.hr 2026.).

Slučaj pokazuje dvije stvari. PFAS se ne vidi, ne osjeća i ne ulazi u osnovnu analizu vode, pa ga se nađe samo kad se traži. Traži se kad postoji razlog, a ovdje je razlog bio poznat izvor uzvodno od bunara. Granica od 0,10 µg/L za zbroj PFAS-ova propisana je Direktivom (Europski parlament i Vijeće 2020., Prilog I., dio B).

Na što pri pregledu bunara treba gledati, prikazuje slika 15.3.

Pokušajte sami

Pregled bunara i okoline

SVRHA

Procijeniti koliko je bunar zaštićen od površinskog onečišćenja i pripremiti podatke za analizu.

PRIBOR

Bilježnica, metar ili mjerna vrpca, svjetiljka, fotoaparat, test trake za nitrate.

POSTUPAK

1. Zapišite vrstu bunara (kopani ili bušeni), dubinu, starost i dubinu do vode ako je znate.
2. Izmjerite udaljenost bunara od septičke jame, gnojišta, kokošinjca, staje, spremnika goriva i ceste. Zapišite smjer pada terena.
3. Pregledajte grlo bunara. Je li poklopac čvrst i nepropustan? Je li tlo oko grla nagnuto od bunara ili prema njemu? Ima li pukotina?
4. Zapišite kada se voda mijenja (mutna nakon kiše, miris, okus).
5. Izmjerite nitrate trakama (pogl. 13) jednom u suhom razdoblju i jednom nakon jake kiše.

ŠTO BILJEŽITI

Sve udaljenosti, skicu s pravcima, fotografije grla i okoline, datume i vrijeme mjerenja, vrijeme od zadnje kiše i očitanja nitrata.

KAKO TUMAČITI

Septička jama ili gnojište uzbrdo i blizu bunara, oštećen poklopac, pukotine i mutna voda nakon kiše razlozi su za mikrobiološku analizu. Koja je najmanja dopuštena udaljenost bunara od septičke jame na Vašoj lokaciji, provjerite u općini ili gradu i u zavodu za javno zdravstvo. Nitrati od 25 mg/L ili više, ili nagli porast nakon kiše, razlog su za kemijsku analizu.

GRANICE

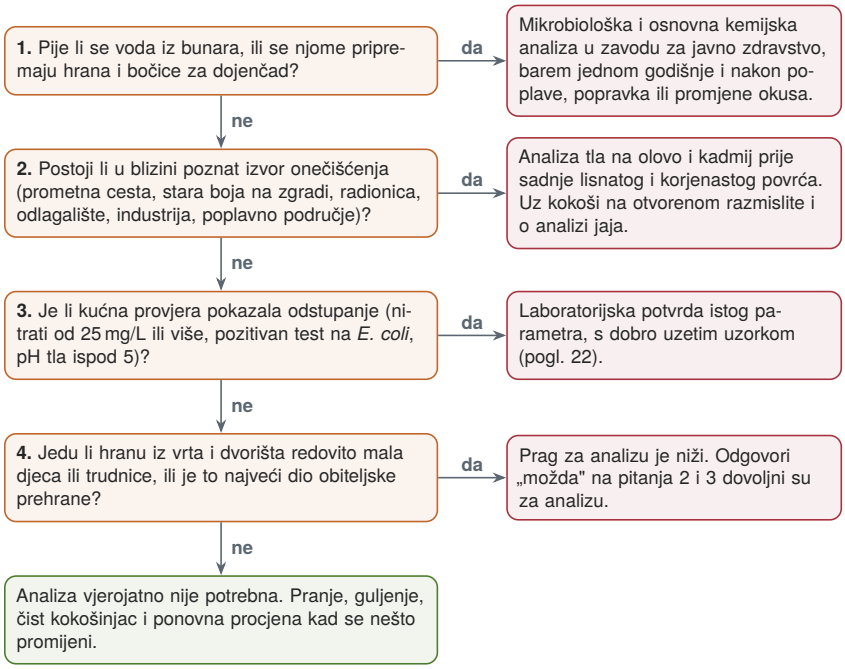
Pregled ne može utvrditi je li voda ispravna. Može samo pokazati gdje je rizik veći i pomoći laboratoriju da protumači nalaz.

⚠ **Sigurnost.** Ne silazite u kopani bunar. U njemu se može nakupiti ugljikov dioksid ili drugi plinovi, a nedostatak kisika može biti smrtonosan.

15.4 Kada je opravdano poslati uzorak

Analiza košta i traži dobar uzorak, pa ima smisla kad može promijeniti odluku. Za vrt, kokošinjac i bunar ta se odluka može svesti na četiri pitanja (slika 15.4).

Bunar iz kojeg se pije ima prednost pred svim ostalim. Voda se pije svaki dan, mikrobiološko onečišćenje je često, a analiza je dostupna u svakoj županiji. Tlo i jaja treba analizirati kada postoji poznat ili vjerojatan izvor onečišćenja. Za takve analize važno je unaprijed reći laboratoriju što tražite (olovo i kadmij u tlu, dioksini ili PFAS u jajima), jer one nisu dio osnovnih paketa i za njih nema svaki laboratorij akreditiranu metodu (pogl. 24). Cijenu analize dioksina i PFAS-a doznajte u laboratoriju unaprijed. Takve analize vrijedi planirati zajednički sa susjedima, udrugom ili fakultetom (pogl. 26).



Slika 15.4. Kada je opravdano poslati uzorak iz vrta, kokošinjca ili bunara na analizu. Pitanja idu redom, a svaki odgovor „da" vodi do preporučene analize.

Analiza nije potrebna kada ni jedno pitanje nema odgovor „da". Tada su pranje i guljenje povrća, čist kokošinjac s malo gole zemlje i održavan bunar dovoljna mjera opreza. Procjenu vrijedi ponoviti kad se nešto promijeni, primjerice kad se u blizini otvori radionica, kad bunar poplavi ili kad se u kuću useli dijete.

Odgovornost · lokacija vrta i bunara

Rezultati analize vrta, jaja ili bunara opisuju Vaše vlasništvo i Vašu obitelj. Ako ih dijelite u zajedničkoj bazi građanske znanosti, lokaciju zaokružite na razinu naselja ili mreže od nekoliko stotina metara. Nalaz koji upućuje na izvor onečišćenja na tuđem zemljištu ili kod poznate tvrtke prijavite nadležnim tijelima, a ne objavljujte kao optužbu (pogl. 32).

Zapamtiti

Povijest lokacije govori više od izgleda. Olovo u povrću iz vrta najčešće dolazi s česticama tla, pa pranje i guljenje znatno pomažu. Jaja kokoši s otvorenog odražavaju tlo dvorišta. Voda iz privatnog bunara nije pod nadzorom države i bistra voda nije dokaz čiste vode.

Pojmovnik poglavlja

Povijest lokacije. Podaci o prijašnjoj namjeni zemljišta i izvorima onečišćenja u blizini. Prvi korak prije analize tla.

Faktor prijenosa. Omjer koncentracije tvari u biljci i u tlu. Kod kadmija je veći nego kod olova.

Prilijepljeno tlo. Čestice tla na površini povrća. Glavni put olova iz tla u povrće iz vrta.

Geofagija. Unos tla hranjenjem. Kod kokoši s otvorenog glavni put dioksina i olova u jaja.

Individualna vodoopskrba. Vlastiti bunar ili izvor koji daje manje od 10 m^3 vode dnevno ili opskrbljuje manje od 50 osoba. Nije pod državnim monitoringom.

Zbroj PFAS-ova. Zbroj 20 određenih PFAS spojeva u vodi za piće, s graničnom vrijednošću od 0,10 $\mu g/L$.

Provjera znanja

1. Zašto je povijest lokacije važnija od pH tla pri odluci treba li analizirati tlo na olovo?
2. Koje povrće je na tlu s olovom najsigurnije uzgajati i zašto?
3. Navedite dvije mjere koje smanjuju dioksine u jajima kokoši iz dvorišta.
4. Primjenjuje li se Zakon o vodi za ljudsku potrošnju na kućni bunar?
5. Voda iz bunara je bistra, hladna i bez mirisa. Je li to razlog da se ne analizira?

Odgovori su na kraju knjige.

IV. DIO

Građanin istraživač u trgovini i na tržnici

Prava potrošača, uvjeti prodaje, prijevare s hranom i put od sumnje do prijave.

POGLAVLJE 16

Prava i granice

U OVOM POGLAVLJU

- što potrošač u Hrvatskoj smije tražiti od trgovca i kako se podnosi pisani prigovor
- zašto je fotografiranje proizvoda nešto drugo od fotografiranja ljudi
- zašto je kupnja jedini čist način da proizvod postane Vaš uzorak
- što građanin istraživač ne smije činiti, ni kad je u pravu
- tko u Hrvatskoj brine o pravima potrošača

FOTOGRAFIJA U HLADNJAKU

Subota je ujutro, a u trgovini je gužva. Žena srednjih godina stoji pred rashladnom vitrinom sa sirevima i mobitelom fotografira deklaraciju jednog pakiranja, jer joj se rok trajanja čini predugim za svježi sir. Prilazi joj zaposlenik i kaže da se u trgovini ne smije snimati. Ona odgovara da snima samo sir, a ne ljude. On ponavlja da je to pravilo kuće. Nekoliko kupaca okreće glavu.

Žena ima dvije mogućnosti. Može se nastaviti prepirati i pritom zaustaviti promet u prolazu, ili može kupiti sir, platiti ga, uzeti račun i deklaraciju fotografirati kod kuće. Druga mogućnost joj daje sve što joj treba, a prvu će možda pamtiti cijela smjena.

Priča je zamišljena, ali situacija je česta. U ovom poglavlju objašnjavamo gdje su granice između prava potrošača, kućnog reda trgovine i pristojnosti, i zašto se građaninu istraživaču isplati ostati s pravne strane tih granica.

16.1 Potrošač ima prava, ali i trgovac ima prostor

Temeljni propis o odnosu potrošača i trgovca u Hrvatskoj je **Zakon o zaštiti potrošača** (Hrvatski sabor 2022.). Zakon je donesen 2022. i od tada je dvaput mijenjan, a uređuje među ostalim isticanje cijena, uvjete prodaje, račun, pisani prigovor i nadzor nad trgovcima. Za građanina istraživača iz tog zakona najvažnije su četiri stvari.

1. Trgovac mora jasno, vidljivo i čitljivo istaknuti uvjete prodaje i pridržavati ih se (čl. 8).
2. Trgovac mora potrošaču omogućiti provjeru zaračunatog iznosa, a ispostavljanje računa ne smije naplaćivati (čl. 9).

3. Trgovac mora omogućiti pisani prigovor i na njega odgovoriti u propisanom roku (čl. 10).
4. Nadzor nad provedbom zakona obavljaju tržišni inspektori Državnog inspektorata (čl. 141), a nositelji zaštite potrošača su i Nacionalno vijeće za zaštitu potrošača i udruge za zaštitu potrošača (čl. 131).

Zakon o zaštiti potrošača nema odredbu o tome smije li kupac u trgovini fotografirati, mjeriti temperaturu vitrine ili zapisivati podatke s police (Hrvatski sabor 2022.), a ni drugi propis koji bi to izrijekom uređivao nismo našli. Trgovina je poslovni prostor trgovca, otvoren javnosti radi kupnje, a ne javna površina. Ako Vas zaposlenik zamoli da prestanete fotografirati, razuman je odgovor prestati, a podatke prikupiti na drugi način. O kućnom redu i snimanju ljudi govori odjeljak „Fotografirati proizvod, ne ljude", a u nejasnim slučajevima savjetujte se s pravnikom.

Pravo na informaciju o hrani

Drugi stup je **Uredba o informiranju potrošača o hrani**, Uredba (EU) br. 1169/2011 (Europski parlament i Vijeće 2011.b). Ona propisuje koje podatke mora imati deklaracija upakirane hrane (naziv, popis sastojaka, alergene, neto količinu, datum trajanja, uvjete čuvanja, ime i adresu odgovorne osobe i druge), a za nepakiranu hranu traži barem informaciju o alergenima. Kako se deklaracija čita, korak po korak, opisano je u pogl. 11. Ovdje je važno nešto drugo. Ista uredba (čl. 7) zabranjuje informacije koje dovode potrošača u zabludu o naravi, identitetu, sastavu, količini, podrijetlu ili načinu proizvodnje hrane (Europski parlament i Vijeće 2011.b). Kad deklaracija obećava jedno, a proizvod je drugo, to nije samo nepristojnost proizvođača, nego moguća povreda propisa, i o njoj se može obavijestiti inspekcija (pogl. 19).

Pravo na informaciju nije pravo na sve informacije. Trgovac nije dužan pokazati Vam dokumentaciju o samokontroli, dostavnice, ni zapise o temperaturi hladnjaka. Te zapise provjerava inspektor (pogl. 6 i 7). Vi možete pitati, a odgovor trgovca, kakav god bio, zabilježite u bilježnicu.

16.2 Fotografirati proizvod, ne ljude

Fotografija deklaracije, police s cijenom ili vitrine s termometrom koji pokazuje 12 °C je najjednostavniji dokaz koji građanin može prikupiti. Ipak, fotografija u trgovini otvara dva odvojena pitanja, kućni red i zaštitu osobnih podataka.

Kućni red. Neke trgovine fotografiranje ne dopuštaju, neke ga prešutno toleriraju. Zabranu ne morate smatrati nepravednom ni osobnom. Ako je zabrana istaknuta ili Vam je izrečena, poštujte je. Proizvod možete kupiti i fotografirati kod kuće, a stanje vitrine opisati riječima u bilježnici, s vremenom i mjestom. Opis koji ste zapisali odmah ima veću vrijednost od fotografije koju ste snimili usred svađe.

Ljudi na fotografiji. Lice zaposlenika ili kupca koje se može prepoznati je osobni podatak. GDPR (Opća uredba o zaštiti podataka, Uredba (EU) 2016/679, engl. *General Data Protection Regulation*) se ne primjenjuje na obradu koju fizička osoba obavlja isključivo radi osobnih ili kućnih aktivnosti (čl. 2. st. 2. toč. c) (Europski parlament i Vijeće 2016.). Sud Europske unije je to izuzeće tumačio usko (Sud Europske unije 2014.). Fotografija s licima koju objavite na društvenoj mreži ili pošaljete medijima više nije kućna aktivnost. Najjednostavnije je pravilo zato ne snimati ljude. Kadrirajte tako da se vide proizvod, cijena, deklaracija i termometar, a ne lica. Ako se netko slučajno nađe u kadru, zamutite ga prije nego što fotografiju bilo kome pošaljete.

Odgovornost · Snimanje proizvoda i snimanje osoblja

Fotografija pokvarenog jogurta u vitrini dokumentira proizvod. Videosnimka prodavačice koja taj jogurt slaže dokumentira osobu, i to osobu koja za stanje vitrine najčešće nije odgovorna. Za stanje proizvoda odgovara subjekt u poslovanju s hranom, a ne pojedinac na blagajni ili za policom (Europski parlament i Vijeće 2002.). Ne snimajte razgovore sa zaposlenicima bez njihova znanja i ne objavljujte imena s pločica. Ako želite zabilježiti što Vam je rečeno, zapišite to u bilježnicu odmah nakon razgovora, s datumom i satom.

16.3 Kupnja je zakonit način dobivanja uzorka

Građanin istraživač ne može od trgovca zahtijevati uzorak. Inspektor to smije, jer mu to ovlaštenje daje zakon i jer uzima službeni uzorak po propisanom postupku (Europski parlament i Vijeće 2017.). Građanin uzorak dobiva na jedini čist način, kupnjom. Kupljeni proizvod je Vaš, s njim smijete raditi što želite, a račun je dokaz kada ste ga, gdje i po kojoj cijeni kupili.

Kupnja ima i dodatnu vrijednost koja se često zanemaruje. Račun povezuje proizvod s trgovinom, datumom i satom, a deklaracija ga povezuje s proizvođačem i serijom (oznaka serije, LOT). Kad proizvod zatim fotografirate, spremite i, ako treba, pošaljete u laboratorij, ta veza ostaje neprekinuta. O tome kako se čuva lanac nadzora nad uzorkom govori pogl. 23, a o tome kako se uzima uzorak koji nešto znači pogl. 20.

Praktični zadatak · Račun kao dokument

Uzmite tri računa iz trgovine s hranom koje imate kod kuće. Za svaki provjerite piše li na njemu naziv i adresa prodajnog mjesta, datum, sat, naziv proizvoda (ili barem skraćeni naziv) i cijena. Zabilježite koji podatak nedostaje ili je nečitak. Termalni papir blijedi, pa računa koji bi Vam mogao zatrebati fotografirajte odmah po izlasku iz trgovine.

16.4 Što se ne smije

Granica između građanina istraživača i osobe koja trgovini stvara štetu nije uvijek očita. Sljedeće radnje su ili zabranjene, ili su izvor sukoba koji ništa ne dokazuje.

- **Uzimati proizvod bez plaćanja**, makar i „samo za analizu". Namjera ne mijenja činjenicu da ste uzeli tuđu stvar.
- **Otvarati ambalažu u trgovini**, mirisati sadržaj, probati ili pretakati. Otvoreni proizvod više nije prodajan, a Vaš uzorak više nije vjerodostojan, jer se ne može isključiti da ste ga Vi onečistili.
- **Ometati rad**, primjerice zadržavati se dugo pred vitrinom s mjernim uređajem, premještati robu radi fotografiranja ili ulaziti u prostor za osoblje.
- **Mjeriti dodirom proizvoda koji nije Vaš**, primjerice zabadati ubodni termometar u meso na pultu. Kako se mjeri bez dodira i što takvo mjerenje može pokazati, opisano je u pogl. 17.
- **Javno optuživati** trgovinu, proizvođača ili zaposlenike prije nego što imate provjerene činjenice. Iznošenje neistinitih činjeničnih tvrdnji koje mogu škoditi nečijoj časti ili ugledu je kazneno djelo klevete (čl. 149) (Hrvatski sabor 2011.a), a može dovesti i do tužbe za naknadu štete.

? Mit ili činjenica

MIT

Ako sam siguran da je proizvod pokvaren, smijem to odmah objaviti na društvenim mrežama s imenom trgovine.

ŠTO KAŽU PODACI

Osjećaj sigurnosti nije dokaz. Proizvod koji se Vama čini pokvarenim može biti ispravan, a pokvaren proizvod može biti posljedica kućnog čuvanja, a ne trgovine. Javna tvrdnja s imenom trgovine je pravno činjenična tvrdnja, a za neistinitu činjeničnu tvrdnju koja škodi ugledu odgovara onaj tko ju je iznio (Hrvatski sabor 2011.a). Prvo pisani prigovor trgovcu i, ako je potrebno, prijava inspekciji (pogl. 19). O tome kada i kako rezultat objaviti odgovorno govori pogl. 32.

16.5 Pisani prigovor

Kad nešto nije u redu s kupljenim proizvodom ili s načinom prodaje, prvi je korak **pisani prigovor** trgovcu. Članak 10. Zakona o zaštiti potrošača propisuje sljedeće (Hrvatski sabor 2022.).

- Trgovac mora omogućiti podnošenje pisanog prigovora u svojim poslovnim prostorijama, poštom i elektroničkom poštom. Može omogućiti i druga sredstva mrežne komunikacije koja pohranjuju vrijeme i sadržaj poruke.

- Obavijest o načinu podnošenja prigovora mora biti jasno, vidljivo i čitljivo istaknuta u prodajnom prostoru i na mrežnoj stranici, ako je trgovac ima.
- Trgovac mora bez odgađanja pisano potvrditi primitak prigovora.
- Trgovac mora pisano odgovoriti **u roku od 15 dana od dana zaprimanja** prigovora i jasno se izjasniti prihvaća li njegovu osnovanost.
- Trgovac mora evidenciju pisanih prigovora čuvati na trajnom mediju godinu dana.

Mnogi još pamte „knjigu žalbi" na pultu. Važeći zakon o njoj ne govori, nego o pisanom prigovoru koji se može predati i elektroničkom poštom. Ako trgovac ima knjigu pritužbi, upis u nju možete iskoristiti, ali je sigurnije poslati prigovor elektroničkom poštom i sačuvati poslanu poruku, jer tada Vi imate dokaz o datumu predaje.

Pisani prigovor nije samo ljubaznost prema trgovcu. Ako tržišni inspektor treba postupati po Vašoj predstavci zbog povrede pojedinačnog prava potrošača, zakon traži da ste prije toga podnijeli pisani prigovor ili reklamaciju, a predstavku morate podnijeti u roku od 30 dana od odgovora trgovca ili od isteka roka za odgovor (čl. 142) (Hrvatski sabor 2022.). Za sumnju da hrana nije zdravstveno ispravna taj redoslijed nije uvjet, jer sanitarna inspekcija štiti javno zdravlje, a ne pojedinačni ugovor. O toj prijavi govori pogl. 19.

Izračun · Rokovi na kalendaru

Primjer

Prigovor ste poslali elektroničkom poštom u ponedjeljak 3. ožujka, a trgovac je primitak potvrdio isti dan.

Rok za odgovor trgovca

Petnaest dana od dana zaprimanja. Rok počinje teći idući dan, pa je posljednji dan za odgovor 18. ožujka.

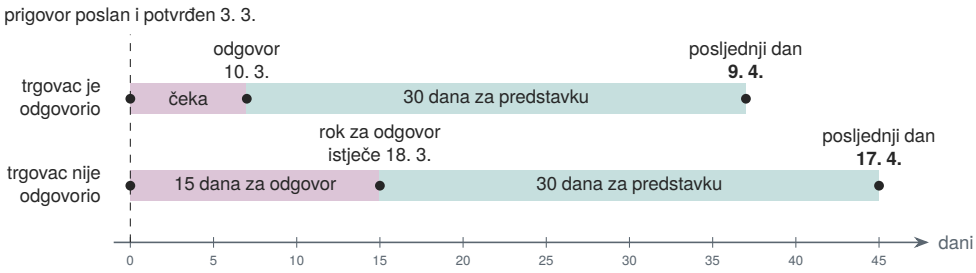
Rok za predstavku tržišnoj inspekciji

Ako odgovor nije stigao, 30 dana od isteka roka za odgovor, dakle do 17. travnja. Ako je odgovor stigao, primjerice 10. ožujka, rok je 30 dana od toga dana, do 9. travnja.

Napomena

Rokovi su ovdje računati kao u Zakonu o općem upravnom postupku. Dan događaja se ne uračunava, a rok počinje teći idući dan (čl. 80). Ako posljednji dan roka padne u nedjelju, na blagdan ili u drugi dan kad tijelo ne radi, rok istječe prvoga sljedećeg radnog dana (čl. 81) (Hrvatski sabor 2009.). Zakon o zaštiti potrošača ne propisuje posebno računanje rokova, pa u dvojbi pošaljite predstavku ranije, a u nejasnim slučajevima savjetujte se s pravnikom.

Isti primjer prikazan je na slici 16.1. Rok za predstavku ne počinje od dana prigovora, nego od odgovora trgovca ili od isteka njegova roka za odgovor.



Slika 16.1. Rokovi iz primjera u okviru. Trgovac ima 15 dana za odgovor, a potrošač zatim 30 dana za predstavku tržišnoj inspekciji, računato od odgovora ili od isteka roka za odgovor (Hrvatski sabor 2022.; Hrvatski sabor 2009.). Raniji odgovor trgovca skraćuje ukupno vrijeme.

Kako napisati prigovor

Dobar prigovor je kratak, činjeničan i provjerljiv. Ne mora biti pravni tekst, a ne treba ni biti ljutit. Sadrži sljedeće.

1. Vaše ime, prezime i adresu (poštansku ili elektroničku) za odgovor.
2. Naziv i adresu prodajnog mjesta.
3. Datum i sat kupnje te broj računa (priložite fotografiju računa).
4. Naziv proizvoda, proizvođača, oznaku serije i datum trajanja s deklaracije.
5. Opis onoga što ste opazili, bez tumačenja. Ne „sir je bio pokvaren", nego „ambalaža je bila napuhnuta, a sadržaj je mirisao kiselo".
6. Što tražite (povrat novca, zamjenu, objašnjenje, provjeru vitrine).
7. Popis priloga (fotografije, račun).

Praktični zadatak · Pronađite obavijest o prigovoru

Pri sljedećoj kupnji u trgovini u koju često idete potražite istaknutu obavijest o načinu podnošenja pisanog prigovora. Zabilježite gdje je istaknuta, je li čitljiva i navodi li adresu elektroničke pošte. Ako je ne nađete, pitajte na blagajni gdje je i zapišite odgovor. Usporedite rezultate s drugim članovima skupine.

16.6 Tko još brine o pravima potrošača

Nacionalno vijeće za zaštitu potrošača. Vijeće osniva Vlada Republike Hrvatske kao svoje savjetodavno tijelo. Ono sudjeluje u izradi Nacionalnog programa zaštite potrošača, potiče izmjene propisa i podnosi Vladi godišnje izvješće, a rad mu je javan (čl. 132) (Hrvatski sabor 2022.). Vijeće ne rješava pojedinačne pritužbe. Za građanina istraživača ono je mjesto na koje udruge mogu prenijeti uočene sustavne probleme, primjerice ponavljane nedostatke u isticanju podataka o podrijetlu.

Ministarstvo i program. Ministarstvo nadležno za zaštitu potrošača koordinira provedbu Nacionalnog programa zaštite potrošača, koji se donosi za razdoblje od četiri godine (čl. 137 i 138) (Hrvatski sabor 2022.). Važeći program obuhvaća razdoblje do 2028. (Ministarstvo gospodarstva 2025.). Savjetovanje, informiranje i izobrazbu potrošača mogu, na temelju javnog natječaja, obavljati udruge za zaštitu potrošača (čl. 139) (Hrvatski sabor 2022.).

Udruge za zaštitu potrošača. Udruge savjetuju potrošače, pomažu im sastaviti prigovor i u nekim slučajevima zastupaju kolektivne interese potrošača. Zakon im izrijekom dopušta i kako preko akreditiranih laboratorija provode usporedne testove proizvoda i naknadna ispitivanja proizvoda na tržištu te da rezultate objavljuju (čl. 136) (Hrvatski sabor 2022.). To je put kojim se pitanje skupine građana može pretvoriti u sustavno ispitivanje (pogl. 26). Popis aktivnih udruga za zaštitu potrošača, s gradom sjedišta i kontaktima, vodi ministarstvo na Središnjem portalu za potrošače (Ministarstvo gospodarstva 2026.a). U listopadu 2026. na popisu su bile 24 udruge, među njima i jedna u Osijeku. Kontakti pojedinih tijela su i u prilogu H, a prije odlaska provjerite na portalu je li podatak još važeći.

Jedinice lokalne samouprave. Gradovi i općine moraju na svom području informirati i educirati potrošače i organizirati savjetovanje (čl. 133) (Hrvatski sabor 2022.). Upit u gradsku upravu o tome gdje je najbliže savjetovalište ništa ne košta.

Tablica 16.1. Pregled ponašanja građanina istraživača u trgovini. Lijevi stupac sažima ono što propisi dopuštaju ili ne zabranjuju, desni ono što je zabranjeno ili stvara sukob bez koristi (Hrvatski sabor 2022.; Europski parlament i Vijeće 2016.; Hrvatski sabor 2011.a).

Smije se	Ne smije se ili se ne preporučuje
fotografirati deklaraciju, cijenu i vitrinu, ako kućni red to ne zabranjuje	fotografirati ili snimati zaposlenike i kupce
pitati prodavača o podrijetlu, roku i čuvanju proizvoda	tražiti uvid u interne zapise trgovine
kupiti proizvod i tako dobiti uzorak	uzeti proizvod bez plaćanja ili ga otvoriti u trgovini
izmjeriti temperaturu vitrine bez dodira (pogl. 17)	zabadati termometar u tuđi proizvod
podnijeti pisani prigovor i čekati 15 dana na odgovor	ometati rad i prepirati se pred kupcima
prijaviti sumnju inspekciji (pogl. 19)	javno optuživati prije provjere činjenica

Zapamtiti

Kupite, fotografirajte proizvod, a ne ljude, sačuvajte račun i pišite prigovor. Trgovac mora odgovoriti u 15 dana, a Vaša je snaga u urednim dokazima, a ne u glasnoći.

Pojmovnik poglavlja

Pisani prigovor. Prigovor potrošača trgovcu, podnesen u prodajnom prostoru, poštom ili elektroničkom poštom. Trgovac mora potvrditi primitak i odgovoriti u roku od 15 dana.

Predstavka. Pisani podnesak inspekciji kojim se upozorava na moguću povredu propisa. Za povrede pojedinačnih prava potrošača podnosi se nakon pisanog prigovora.

Kućni red. Pravila koja vlasnik određuje za svoj poslovni prostor, primjerice o fotografiranju.

Osobni podatak. Svaki podatak koji se odnosi na osobu koju se može prepoznati, uključujući lice na fotografiji.

Nacionalno vijeće za zaštitu potrošača. Savjetodavno tijelo Vlade Republike Hrvatske za politiku zaštite potrošača.

Kleveta. Iznošenje ili pronošenje neistinite činjenične tvrdnje koja može škoditi nečijoj časti ili ugledu.

Provjera znanja

1. U kojem roku trgovac mora odgovoriti na pisani prigovor potrošača?
2. Zašto je kupnja bolji način dobivanja uzorka od bilo kojeg drugog?
3. Smijete li fotografirati proizvod u trgovini?
4. Zašto ne biste trebali objaviti fotografiju na kojoj se vidi lice prodavačice?
5. Mora li potrošač podnijeti pisani prigovor trgovcu prije prijave sanitarnoj inspekciji zbog sumnje na zdravstveno neispravnu hranu?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 17

Promatranje uvjeta prodaje

U OVOM POGLAVLJU

- koje su temperature propisane za ohlađenu i smrznutu hranu
- kako izmjeriti temperaturu bez dodirivanja tuđeg proizvoda i što takvo mjerenje ne može pokazati
- po čemu se može naslutiti prekid hladnog lanca
- na što paziti kod ambalaže, limenki, jaja i ribe na tržnici
- kako zabilježiti jedno promatranje tako da ga netko drugi može provjeriti

VREĆICA GRAŠKA

Kolovoz je, a trgovina je klimatizirana. U otvorenoj škrinji sa smrznutim povrćem vrećice su složene do vrha, neke i iznad crte koja je otisnuta na unutarnjoj stijenci. Kupac uzima vrećicu graška s vrha. Grašak nije rastresit, nego zrna su sljepljena u nekoliko tvrdih grudica, a kroz prozirni dio vrećice vidi se sloj leda.

Kupac vrećicu vraća, uzima jednu s dna i ta je rastresita. Kod kuće mu ostaje pitanje. Je li vrećica s vrha bila odmrznuta i ponovno smrznuta, ili je tako izgledala od početka? Treba li nekome reći? I kome?

Priča je zamišljena. Ovo poglavlje opisuje što se u takvoj situaciji može opaziti, što se smije izmjeriti, kako to zapisati i gdje prestaje ono što građanin može zaključiti.

17.1 Zašto se promatra temperatura

Temperatura je jedan od rijetkih uvjeta prodaje koji građanin može opaziti, a koji je izravno povezan sa zdravstvenom ispravnošću hrane. Uredba (EZ) br. 852/2004 propisuje kako se sirovine, sastojci i gotovi proizvodi u kojima se mogu razmnožavati patogeni mikroorganizmi ili stvarati toksini ne smiju držati na temperaturi koja bi mogla dovesti do rizika za zdravlje, te da se **hladni lanac** ne smije prekidati (Europski parlament i Vijeće 2004.b). Ista odredba dopušta ograničena razdoblja izvan nadzora temperature, primjerice tijekom istovara ili slaganja robe, ako to ne dovodi do rizika za zdravlje. Kratko zagrijavanje vrećice dok je radnik slaže na policu zato nije prekršaj, a vitrina koja satima drži jogurte na 14 °C može biti.

O tome koliko brzo pojedine bakterije rastu na kojoj temperaturi govori pogl. 5. Ovo poglavlje bavi se samo onim što se u trgovini i na tržnici može vidjeti i izmjeriti.

17.2 Propisane temperature

Ohlađena hrana

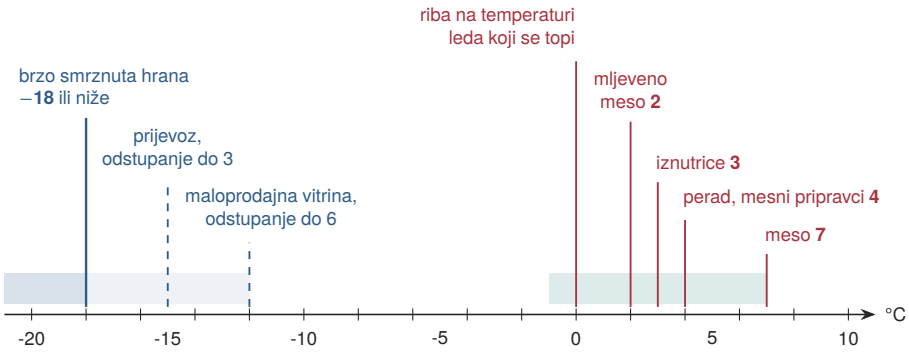
Najviše temperature za hranu životinjskog podrijetla propisuje Uredba (EZ) br. 853/2004 (Europski parlament i Vijeće 2004.c). Svježe meso nakon klanja i tijekom rasijecanja mora biti ohlađeno na najviše 7 °C, iznutrice na najviše 3 °C, a meso peradi na najviše 4 °C. Mljeveno meso mora se odmah nakon proizvodnje ohladiti na najviše 2 °C, a mesni pripravci na najviše 4 °C. Svježi proizvodi ribarstva moraju se držati na temperaturi koja se približava temperaturi leda koji se topi, a nepakirana riba čuva se pod ledom (Europski parlament i Vijeće 2004.c).

Te brojke su propisane za objekte u kojima se hrana proizvodi, rasijeca i skladišti. Za maloprodaju vrijedi opće pravilo o neprekinutom hladnom lancu iz Uredbe 852/2004 i uvjeti čuvanja koje proizvođač mora navesti na deklaraciji (Europski parlament i Vijeće 2004.b; Europski parlament i Vijeće 2011.b). Ako na jogurtu piše „čuvati na temperaturi od 2 do 8 °C", to je mjerilo s kojim uspoređujete ono što ste izmjerili. Ako želite znati vrijedi li za neku skupinu hrane u prodaji i strože pravilo, pitajte nadležnu inspekciju (pogl. 19).

Smrznuta hrana

Za **brzo smrznutu hranu** u Hrvatskoj vrijedi Pravilnik o brzo smrznutoj hrani (Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi 2008.). Temperatura takve hrane mora biti stabilna i u svim dijelovima proizvoda iznositi −18 °C ili niže (čl. 6). Kratkotrajna odstupanja prema toplijem dopuštena su tijekom prijevoza i ne smiju biti veća od 3 °C. U maloprodajnim vitrinama odstupanja mogu biti do 6 °C, ali se tada skraćuje rok trajanja u skladu s temperaturom čuvanja (Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi 2008.). Proizvod u škrinji trgovine zato ne bi smio biti topliji od −12 °C.

Isti pravilnik propisuje kako maloprodajne vitrine i hladnjače manje od 10 m^3 imaju barem jedan vidljiv termometar i da se temperatura bilježi najmanje dva puta dnevno. Kod otvorenih vitrina mora biti jasno označena granica punjenja, a termometar mora pokazivati temperaturu na strani povratnog zraka u visini te oznake (čl. 14) (Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi 2008.). Crta na stijenci škrinje iz uvodne priče je upravo ta oznaka. Roba složena iznad nje izlazi iz struje hladnog zraka.



Slika 17.1. Propisane temperature za hranu. Plavo su smrznuti proizvodi (Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi 2008.), crveno najviše temperature ohlađene hrane životinjskog podrijetla (Europski parlament i Vijeće 2004.c). Brojke za ohlađenu hranu odnose se na objekte za proizvodnju i skladištenje. U trgovini je mjerilo uvjet čuvanja s deklaracije.

17.3 Mjerenje bez dodirivanja

Termometar vitrine

Prvo što možete pogledati je termometar same vitrine. Pokazuje temperaturu zraka na mjestu osjetnika, a ne temperaturu proizvoda. Zrak u vitrini mijenja se brzo, primjerice kad se otvore vrata ili kad uređaj odmrzava isparivač, a proizvod se mijenja sporo. Jedno očitanje termometra vitrine zato malo govori. Tri očitanja u razmaku od pola sata govore više. Zabilježite vrijednost, sat i jesu li vrata vitrine bila otvorena.

Infracrveni termometar

Infracrveni termometar (beskontaktni, „pištolj") mjeri toplinsko zračenje s površine na koju je usmjeren i iz njega računa temperaturu te površine. Kupuje se za dvadesetak eura, a za građanina je privlačan jer ne zahtijeva dodir s proizvodom. Upravo zato treba znati što on ne može (ThermoWorks 2024.).

Granice metode · infracrveni termometar

- Mjeri samo **površinu**, a ne unutrašnjost. Površina pakiranja mesa može biti na 3 °C, a sredina komada toplija ili hladnija.
- **Ne vidi kroz staklo** ni kroz prozirne površine, iako crvena točka lasera prolazi kroz njih. Usmjeren kroz vrata vitrine, mjeri temperaturu stakla (ThermoWorks 2024.).
- Ovisi o **emisivnosti** površine. Većina uređaja ima unaprijed postavljenu emisivnost oko 0,95, prikladnu za hranu i papir, a na sjajnom metalu i aluminijskoj foliji pokazuje pogrešno, često prenisko.
- Mjeri **krug** čiji promjer raste s udaljenošću. Uređaj omjera 12:1 s udaljenosti od 36 cm mjeri krug promjera oko 3 cm. Udaljite li se, u krug ulazi i polica, i zrak, i susjedni proizvod.

- Rezultat je **pokazatelj**, a ne dokaz. Inspektor mjeri sondom u proizvodu, a takvo mjerenje građanin u trgovini ne smije napraviti na tuđem proizvodu (pogl. 16).

Kako onda mjeriti? Usmjerite termometar okomito na neprozirnu, matiranu površinu pakiranja (karton, papirnatu etiketu, mutnu plastiku), s udaljenosti od 10 do 20 cm. Izmjerite nekoliko pakiranja na različitim mjestima vitrine, sprijeda i straga, na vrhu i pri dnu. Razlika između pakiranja na vrhu otvorene škrinje i onih pri dnu često je veća od pogreške uređaja, i to je podatak koji ima smisla zabilježiti.

Izračun · koliko vrijedi jedno mjerenje

Podaci

Na šest pakiranja jogurta u otvorenoj vitrini izmjerili ste površinske temperature 6,5 °C, 7,0 °C, 9,5 °C, 10,0 °C, 7,5 °C i 11,0 °C. Na deklaraciji piše „čuvati na temperaturi do 8 °C". Proizvođač uređaja navodi točnost ± 2 °C.

Srednja vrijednost

$(6{,}5 + 7{,}0 + 9{,}5 + 10{,}0 + 7{,}5 + 11{,}0)/6 = 51{,}5/6 \approx 8{,}6$ °C.

Tumačenje

Ako je stvarna temperatura 8 °C, uređaj točnosti ± 2 °C može pokazati bilo što od 6 do 10 °C. Tri pakiranja (9,5 °C, 10,0 °C i 11,0 °C) su iznad 8 °C, ali samo kod jednog (11,0 °C) je razlika veća od točnosti uređaja. Najtoplija pakiranja bila su na vrhu i sprijeda.

Zaključak koji smijete napisati

„Na površini tri od šest pakiranja izmjerena je temperatura viša od uvjeta čuvanja s deklaracije, a kod jednog je razlika veća od deklarirane točnosti uređaja." Ne smijete napisati „jogurt je pokvaren" ni „trgovina krši zakon". Ponovljeno mjerenje drugog dana reći će više od jednog posjeta.

17.4 Znakovi prekida hladnog lanca

Prekid hladnog lanca kod smrznute hrane ostavlja tragove koji se mogu vidjeti bez otvaranja pakiranja. Nijedan od njih nije dokaz sam po sebi, ali zajedno upućuju na to da je proizvod bio djelomično odmrznut i ponovno smrznut.

- ☐ Sloj leda ili inja unutar pakiranja, osobito kristali uz stijenku vrećice.
- ☐ Grude leda između komada u pakiranju ili između pakiranja, pa se komadi koji bi trebali biti rastresiti (grašak, kukuruz, škampi) drže zajedno.
- ☐ Poderana ambalaža ili pakiranje koje nije dobro zatvoreno.

☐ Proizvodi složeni iznad oznake granice punjenja u otvorenoj škrinji.

Led u pakiranju je voda izvučena iz same hrane, pa takav proizvod obično ima lošiji okus i teksturu. Isti izvor savjetuje da ne kupujete ni smrznutu ni ohlađenu hranu složenu iznad oznake granice punjenja vitrine (CSIRO 2021.).

Kod ohlađene hrane tragovi su slabiji. Kapljice kondenzirane vode na unutarnjoj strani poklopca i mutna tekućina u pakiranju mesa mogu biti posljedica promjena temperature, ali i normalne pojave. Tu pomaže samo mjerenje, ponovljeno u više navrata.

17.5 Ambalaža

Napuhana i oštećena ambalaža

Napuhano pakiranje jogurta, sira ili mesa u zaštitnoj atmosferi je znak da mikroorganizmi u proizvodu stvaraju plin. Napuhana limenka (**bombaža**) ili limenka koja curi, jako je udubljena ili zahrđala ne smije se koristiti ni kušati, jer to može biti znak razmnožavanja bakterije *Clostridium botulinum* (USDA Food Safety and Inspection Service 2024.). Takvu limenku ne kupujte. Ako je već imate kod kuće, ne otvarajte je, nego je zatvorite u vrećicu i, ako želite prijaviti sumnju, sačuvajte je zajedno s računom (pogl. 19).

Staklenke s metalnim poklopcem često imaju ispupčeni sigurnosni gumb na sredini poklopca. Kad je staklenka ispravno zatvorena, gumb je uvučen zbog podtlaka. Gumb koji je izbočen i popušta pod prstom znači da je podtlak izgubljen. Američka Agencija za hranu i lijekove savjetuje kupcima da pri kupnji provjere je li sigurnosni gumb spušten, da ne kupuju proizvod s otvorenom, poderanom ili oštećenom ambalažom i da sumnjivo pakiranje usporede s ostalima na polici (U.S. Food and Drug Administration 2024.).

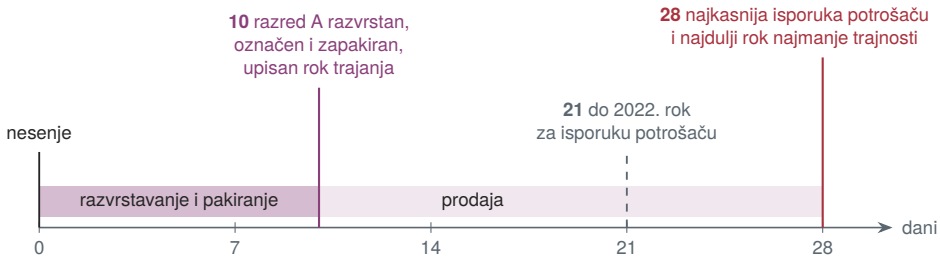
Vakuumsko pakiranje koje je olabavilo, pa folija više ne prianja uz proizvod, izgubilo je vakuum. Probušena ili poderana folija, oštećen čep i trag otvaranja na zaštitnoj traci razlozi su da proizvod ne kupite i da na to upozorite prodavača.

Limenke s udubljenjem

Malo udubljenje na tijelu limenke obično nije problem. Udubljenje na šavu ili rubu, gdje se limenka spaja s poklopcem, može oštetiti brtvu, pa u limenku može ući zrak i mikroorganizmi (USDA Food Safety and Inspection Service 2024.). Ako je takvih limenki na polici više, to je podatak za bilježnicu i za razgovor s voditeljem trgovine.

17.6 Tržnica

Tržnica je drugačija od trgovine. Roba je često nepakirana, deklaracija je usmena, a uvjete prodaje određuju i vrijeme, sunce i raspored štandova. To ne znači da pravila ne vrijede. Prodavač na tržnici je subjekt u poslovanju s hranom i ima iste obveze o higijeni i hladnom lancu kao i trgovina (Europski parlament i Vijeće 2004.b).

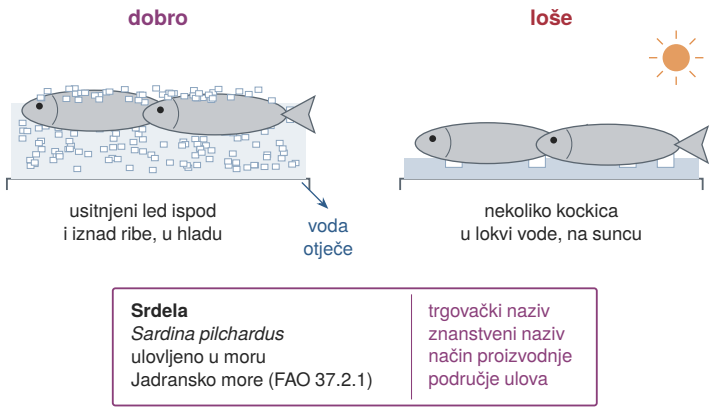


Slika 17.2. Rokovi za kokošja jaja računaju se od dana nesenja. Jaja razreda A razvrstavaju se i pakiraju u roku od 10 dana, a potrošaču moraju stići najkasnije 28 dana nakon nesenja, što je ujedno najdulji rok najmanje trajnosti. Isprekidana crta je prijašnji rok od 21 dan (Europski parlament i Vijeće 2004.c; Europska komisija 2022.b; Europska komisija 2023.b).

Sunce. Izravno sunce na kutiji jagoda ili na siru u prozirnoj foliji podiže temperaturu površine za nekoliko stupnjeva u kratkom vremenu. Zabilježite na kojoj strani je štand, u koliko sati sunce pada na robu i je li roba zaštićena suncobranom. Izmjerite infracrvenim termometrom površinu proizvoda na suncu i u hladu, pa usporedite.

Jaja. Uredba 853/2004 traži kako se jaja čuvaju i prevoze na temperaturi, po mogućnosti stalnoj, koja najbolje čuva njihova higijenska svojstva. Od izmjene Delegiranom uredbom (EU) 2022/2258 jaja se potrošaču moraju isporučiti najkasnije 28 dana nakon nesenja, a rok najmanje trajnosti kokošjih jaja smije biti najviše 28 dana od nesenja (Prilog III., odjeljak X., poglavlje I., točke 3. i 4.) (Europski parlament i Vijeće 2004.c; Europska komisija 2022.b). Prije je rok za isporuku potrošaču bio 21 dan. Delegirana uredba (EU) 2023/2465, koja je zamijenila Uredbu 589/2008, traži da se jaja razreda A razvrstaju, označe i zapakiraju u roku od 10 dana od nesenja, a da se rok najmanje trajnosti označi pri pakiranju (čl. 6) (Europska komisija 2023.b). Na tržnici pogledajte jesu li jaja u hladu, jesu li ljuske čiste i neoštećene i ima li na pakiranju ili pultu oznaka s rokom trajanja. Kako se čita oznaka otisnuta na ljusci, opisano je u pogl. 11, a o jajima iz vlastitog dvorišta govori pogl. 15. Rokovi su složeni na vremensku crtu na slici 17.2.

Riba na ledu. Svježa riba mora biti na temperaturi leda koji se topi (Europski parlament i Vijeće 2004.c). U praksi to znači da je riba okružena usitnjenim ledom, a ne položena na nekoliko kockica u lokvi vode. Pogledajte ima li leda ispod i iznad ribe, otječe li voda od leda i je li riba izložena suncu. Kako se po izgledu očiju, škrga i kože procjenjuje svježina ribe, opisano je u pogl. 12. Na deklaraciji ili pločici uz ribu moraju biti trgovački i znanstveni naziv vrste, način proizvodnje (ulov ili uzgoj) i područje ulova (Europski parlament i Vijeće 2013.). Taj podatak vratit će se u pogl. 18.



Slika 17.3. Riba na tržnici. Lijevo je riba u sloju usitnjenog leda, u hladu, s odvodom vode od leda, desno nekoliko kockica leda u lokvi vode na suncu. Dolje je primjer pločice s obveznim podacima (Europski parlament i Vijeće 2004.c; Europski parlament i Vijeće 2013.).

Pokušajte sami

Jedno promatranje, jedan obrazac

SVRHA

Zabilježiti uvjete prodaje u jednoj vitrini ili na jednom štandu tako da zapis može provjeriti i netko tko nije bio s Vama.

PRIBOR

Bilježnica ili obrazac iz priloga A, mobitel sa satom i fotoaparatom, po želji infracrveni termometar s poznatom točnošću.

POSTUPAK

1. Ispunite zaglavlje prije ulaska u trgovinu.
2. Pogledajte termometar vitrine i zapišite vrijednost i sat.
3. Ako imate infracrveni termometar, izmjerite površinu šest pakiranja na različitim mjestima (vrh i dno, sprijeda i straga) bez dodira i bez otvaranja vrata duže nego što je potrebno.
4. Opišite stanje robe s kontrolne liste iz ovog poglavlja.
5. Ako je dopušteno, fotografirajte vitrinu bez ljudi u kadru.
6. Ponovite očitanje termometra vitrine nakon 30 minuta, ako je moguće.

ŠTO BILJEŽITI

Datum i sat _____

Prodajno mjesto (naziv, adresa) _____

Vrsta vitrine (zatvorena, otvorena, škrinja, pult, štand) _____

Temperatura okoline ili vrijeme (sunce, hlad) _____

Termometar vitrine (°C) i sat očitanja _____

Uvjet čuvanja s deklaracije _____

Površinske temperature 1 do 6 (°C) i položaj pakiranja _____

Uređaj (model, deklarirana točnost) _____

Opis (led, sljepljivanje, napuhnutost, oštećenja, granica punjenja) _____

Fotografije (broj, sat) _____

KAKO TUMAČITI

Jedno promatranje pokazuje stanje u jednom trenutku. Ako se isti nalaz ponovi u nekoliko posjeta, u različite dane, to je uzorak ponašanja koji ima smisla prijaviti (pogl. 19).

GRANICE

Površinska temperatura nije temperatura proizvoda. Vi niste inspektor i ne možete utvrditi prekršaj, nego samo opisati što ste opazili.

⚠ **Sigurnost.** Ne zadržavajte se dugo uz otvorenu vitrinu, ne premještajte robu i ne dodirujte proizvode koje nećete kupiti. Ne usmjeravajte laser infracrvenog termometra prema očima.

Zapamtiti

Uspoređujte izmjereno s uvjetom čuvanja na deklaraciji, a ne s osjećajem. Infracrveni termometar mjeri površinu, ne vidi kroz staklo i daje pokazatelj, a ne dokaz.

Pojmovnik poglavlja

Hladni lanac. Neprekinuto održavanje propisane niske temperature od proizvodnje do prodaje.

Brzo smrznuta hrana. Hrana zamrznuta postupkom brzog smrzavanja i čuvana na −18 °C ili niže u svim dijelovima proizvoda.

Granica punjenja. Oznaka u otvorenoj rashladnoj vitrini iznad koje se roba ne smije slagati.

Infracrveni termometar. Uređaj koji iz toplinskog zračenja površine računa njezinu temperaturu, bez dodira.

Emisivnost. Sposobnost površine da zrači toplinu. O njoj ovisi točnost infracrvenog mjerenja.

Bombaža. Napuhnutost limenke ili poklopca zbog plina koji nastaje u sadržaju.

Provjera znanja

1. Koja je najviša temperatura brzo smrznute hrane u maloprodajnoj vitrini prema hrvatskom pravilniku?
2. Zašto infracrveni termometar usmjeren kroz staklena vrata vitrine ne mjeri temperaturu proizvoda?
3. Navedite tri znaka koji upućuju na odmrzavanje i ponovno smrzavanje smrznutog povrća.
4. Zašto ne biste kupili napuhanu limenku?
5. Što mora pisati uz svježu ribu na tržnici?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 18

Prijevare s hranom

U OVOM POGLAVLJU

- što je prijevara s hranom i po čemu se razlikuje od obične nesukladnosti
- koliko se sumnji na prijevaru godišnje razmijeni u Europskoj uniji
- što su pokazale koordinirane akcije EU za med, začine, ribu i meso
- koje se prijevare mogu naslutiti kod kuće, a koje traže laboratorij

MED OD SUSJEDA I MED S POLICE

Na stolu su dvije staklenke meda. Jednu je donio susjed pčelar, druga je kupljena u trgovini, s natpisom „mješavina meda iz EU i izvan EU" i cijenom koja je trećina susjedove. Obitelj kuša jedan pa drugi. Onaj iz trgovine je bistriji i rjeđi, onaj od susjeda je kristalizirao. Netko kaže da pravi med uvijek kristalizira, a netko drugi da je bistri med sigurno razrijeđen šećerom.

Nijedna od tih tvrdnji ne dokazuje ništa. Kristalizacija ovisi o omjeru glukoze i fruktoze u medu, a ne o tome je li med patvoren. Niska cijena je razlog za pitanje, ali nije dokaz. Priča je zamišljena, a odgovor na pitanje koji je med pravi daje tek laboratorij, i to ne uvijek.

18.1 Što je prijevara s hranom

Propisi EU ne sadrže jednu zakonsku definiciju prijevare s hranom. Europska komisija zato upotrebljava radnu definiciju s četiri mjerila, koja moraju biti ispunjena zajedno da bi se slučaj smatrao **sumnjom na prijevaru**, a ne samo nesukladnošću (Europska komisija 2026.b).

1. **Povreda propisa.** Prekršeno je jedno ili više pravila prehrambenog lanca EU (Europski parlament i Vijeće 2017.).
2. **Obmana kupca.** Kupac je doveden u zabludu, primjerice izmijenjenom bojom, oznakom ili deklaracijom koja skriva pravu kakvoću ili čak narav proizvoda.
3. **Nepoštena ekonomska korist.** Počinitelj izravno ili neizravno zarađuje.

4. **Namjera.** Postoje jaki razlozi za vjerovanje da nesukladnost nije slučajna.

Razlika je važna i za građanina. Etiketa na kojoj je zbog pogreške u tiskari izostao jedan sastojak je nesukladnost, ali nije prijevara. Med kojem je namjerno dodan jeftini šećerni sirup, a prodaje se kao med, ispunjava sva četiri mjerila. Većina prijevara nije opasna za zdravlje, nego za novčanik i povjerenje. Neke ipak jesu, primjerice kad se zamjenom sastojka u proizvod unese alergen koji nije naveden na deklaraciji.

Mreža za borbu protiv prijevara

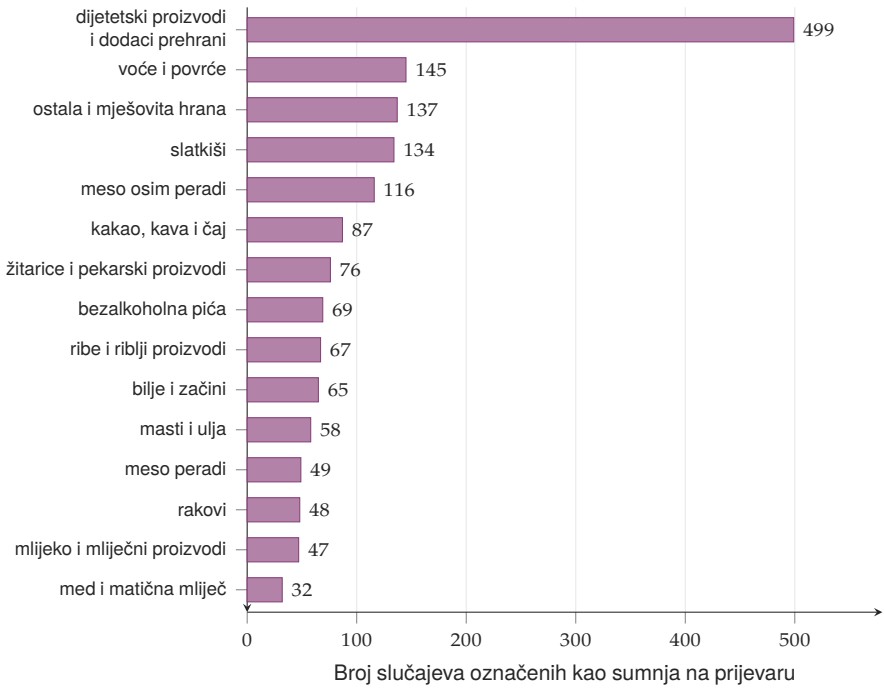
Mreža EU za borbu protiv prijevara s hranom je osnovana 2013., nakon slučaja konjskog mesa (Europska komisija 2020.). Danas je dio šire ACN, u kojoj nadležna tijela država članica razmjenjuju obavijesti kroz tri sustava, sustav brzog uzbunjivanja (RASFF), sustav administrativne pomoći i suradnje te mrežu za prijevare. Pravila za te obavijesti propisuje Provedbena uredba (EU) 2019/1715 (Europska komisija 2019.).

Komisija svake godine objavljuje izvješće mreže. Prema izvješću za 2025., u ACN-u je razmijenjeno 10.490 obavijesti, 11 % više nego 2024. Od toga je 1755 obavijesti (713 iz sustava administrativne pomoći i 1042 iz RASFF-a) označeno kao moguća posljedica namjernog postupanja, 47 % manje nego 2024. Dio tog pada je posljedica promjene pravila brojanja, jer se ostaci pesticida u proizvodima iz trećih zemalja više ne svrstavaju automatski u sumnju na prijevaru (Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane 2026.). To je dobar primjer zašto se brojevi iz različitih godina ne smiju uspoređivati bez čitanja metodologije.

Najviše sumnji na prijevaru u 2025. se odnosilo na dijetetske proizvode i dodatke prehrani (499), zatim na voće i povrće (145) i slatkiše (134). Meso osim peradi je imalo 116 slučajeva, ribe i riblji proizvodi 67, bilje i začini 65, masti i ulja 58, a med i matična mliječ 32 (Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane 2026.). Te brojke pokazuju što su nadzorna tijela otkrila i prijavila, a ne koliko je prijevara stvarno na tržištu. Na slici 18.1 vidi se kako je dodataka prehrani bilo više nego sljedećih triju skupina zajedno.

Granice metode · broj obavijesti nije broj prijevara

Broj obavijesti ovisi o tome koliko država traži, gdje traži i kako razvrstava nalaze. Više obavijesti može značiti više prijevara, ali i bolji nadzor. Manje obavijesti može značiti manje prijevara, ali i promjenu pravila razvrstavanja, kao 2025.



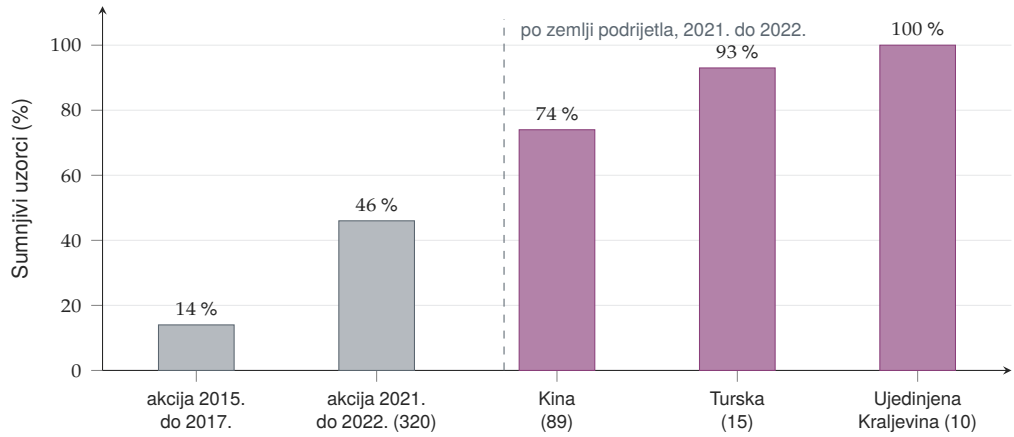
Slika 18.1. Slučajevi označeni kao sumnja na prijevaru u mreži ACN 2025. za petnaest skupina proizvoda. Prikazano je četrnaest najbrojnijih skupina hrane i med. Dodaci prehrani prednjače, ali stupci pokazuju gdje su nadzorna tijela tražila i našla, a ne koliko prijevara ima na tržištu (Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane 2026.).

18.2 Med

Med je u Europi jedan od proizvoda koji se najčešće patvore. Direktiva o medu propisuje da med ne smije imati dodanih tvari i određuje mu sastav, primjerice kako udio vode općenito ne smije biti veći od 20 % i da sadržaj HMF općenito ne smije biti veći od 40 mg/kg (Vijeće Europske unije 2001.). Najčešći oblik prijevare je dodavanje šećernih sirupa, a uz njega i lažno navođenje zemljopisnog ili botaničkog podrijetla.

Iz prakse · koordinirana akcija „From the Hives"

Od studenoga 2021. do veljače 2022. šesnaest država članica te Norveška i Švicarska uzele su na granici 320 uzoraka meda iz uvoza. Analize je napravio JRC (Zajednički istraživački centar Europske komisije, engl. *Joint Research Centre*). Čak 147 uzoraka (46 %) je imalo barem jedan pokazatelj stranog šećera i proglašeno je sumnjivim. U prethodnoj akciji od 2015. do 2017. taj je udio bio 14 %, a Komisija navodi da je dio porasta posljedica boljih metoda (Europska komisija 2023.c; Ždiniaková i sur. 2023.).



Slika 18.2. Udio uzoraka meda iz uvoza s barem jednim pokazateljem stranog šećera. Sivo su dvije koordinirane akcije EU, a ljubičasto zemlje podrijetla u akciji 2021. do 2022., s brojem uzoraka u zagradi. Dio porasta između akcija posljedica je boljih metoda (Europska komisija 2023.c; Ždiniaková i sur. 2023.).

Udio sumnjivih uzoraka se razlikovao po podrijetlu. Iz Kine je bilo 89 uzoraka, od čega 66 sumnjivih (74 %), iz Turske 15, od čega 14 sumnjivih (93 %), a svih deset uzoraka iz Ujedinjene Kraljevine bilo je sumnjivo, vjerojatno zbog miješanja meda drugog podrijetla prije ponovnog izvoza (Europska komisija 2023.c). Uz sirupe su istrage otkrile i dodavanje boja, uklanjanje peludi kojim se prikriva podrijetlo i krivotvorenu dokumentaciju.

Važno je razumjeti što „sumnjiv" znači. To nije pravomoćno utvrđena prijevara, nego nalaz koji opravdava daljnju istragu. Komisija ističe kako nalazi nisu upućivali na rizik za zdravlje, nego na obmanu potrošača i nepošteno tržišno natjecanje (Europska komisija 2023.c).

Slika 18.2 uspoređuje udjele sumnjivih uzoraka. Uz svaku zemlju je broj uzoraka, jer 100 % od deset uzoraka govori manje od 74 % od 89 uzoraka.

Zašto izotopi više nisu dovoljni

Klasična metoda za otkrivanje šećernog sirupa u medu je IRMS (masena spektrometrija omjera stabilnih izotopa, engl. *Isotope Ratio Mass Spectrometry*). Biljke kao što su kukuruz i šećerna trska vežu ugljik drugim biokemijskim putem (C4) od većine medonosnih biljaka (C3), pa im šećeri imaju drukčiji omjer stabilnih izotopa ugljika ^{13}C i ^{12}C. Usporedbom omjera u medu i u bjelančevinama istog meda može se otkriti dodatak od približno 7 % C4 šećera i više (White i Winters 1989.).

Prevaranti su se prilagodili. U akciji „From the Hives" izotopna metoda nije bila učinkovita, jer se sirupi od kukuruza i šećerne trske vjerojatno zamjenjuju sirupima od riže, pšenice ili šećerne repe, a te su biljke C3 kao i medonosne biljke (Europska komisija 2023.c). Zato JRC kombinira nekoliko metoda, među kojima je i LC-HRMS (tekućinska

kromatografija sa spektrometrijom masa visoke razlučivosti), kojom se traže spojevi koji su biljezi pojedinih sirupa (Paiano i sur. 2025.). Ni ta kombinacija ne daje udio dodanog sirupa, nego samo odgovor ima li pokazatelja stranog šećera ili nema.

? Mit ili činjenica

MIT

Pravi med uvijek kristalizira, a med koji ostaje tekuć je patvoren.

ŠTO KAŽU PODACI

Brzina kristalizacije ovisi o omjeru fruktoze i glukoze i o udjelu vode, dakle o botaničkom podrijetlu, te o temperaturi čuvanja. Med s nižim omjerom fruktoze i glukoze i manje vode kristalizira brže (Escuredo i sur. 2014.). Bagremov med ima više fruktoze i dugo ostaje tekuć, a med uljane repice kristalizira u nekoliko tjedana (pogl. 13). Kristalizacija ne razlikuje pravi med od patvorenog, jer sirup se može dodati i medu koji kristalizira.

18.3 Maslinovo ulje

Maslinovo ulje se prodaje u nekoliko kategorija, od ekstra djevičanskog do ulja komine maslina, a cijene se među njima razlikuju višestruko. Kategoriju određuju kemijski pokazatelji i organoleptička ocjena koju daje osposobljeni panel kušača (Europska komisija 2022.a). Najčešće prijevare su prodaja niže kategorije kao ekstra djevičanskog ulja, miješanje s jeftinijim biljnim uljima i lažno navođenje podrijetla. U 2025. je u ACN-u bilo 58 sumnji na prijevaru u skupini masti i ulja (Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane 2026.).

Kod kuće se kategorija ulja ne može pouzdano odrediti. Okus i miris pomažu, jer ekstra djevičansko ulje ne smije imati senzornih mana, ali ocjena laika nije ocjena panela.

? Mit ili činjenica

MIT

Ako ulje stavite u hladnjak i ono se stvrdne, ekstra djevičansko je.

ŠTO KAŽU PODACI

Centar za masline Sveučilišta Kalifornije u Davisu je ispitao taj „test hladnjaka" 2013. Nijedan od sedam uzoraka se nije zgusnuo ni nakon 60 sati u laboratorijskom hladnjaku, a nijedan se nije potpuno skrutnuo ni nakon 180 sati. Stvrdnjavanje ovisi o udjelu zasićenih masnih kiselina i voskova, a ne o kategoriji, čistoći ni svježini ulja (UC Davis Olive Center 2013.).



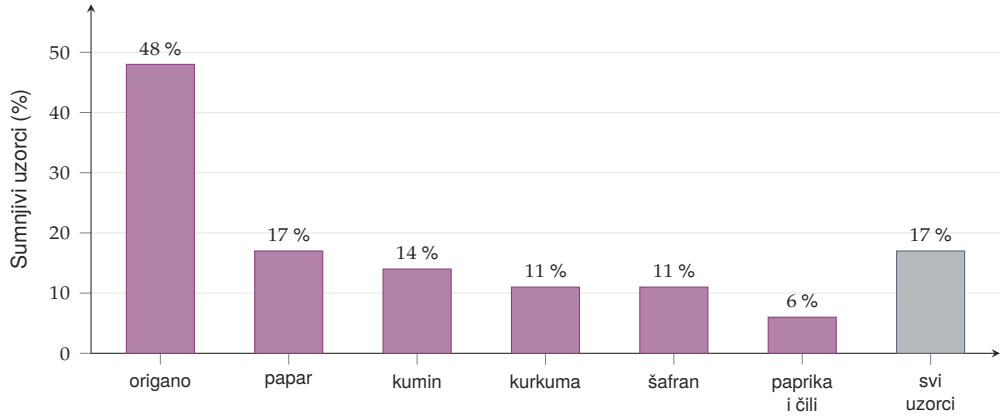
Slika 18.3. Uzimanje uzorka tkiva ribe za određivanje vrste prema slijedu DNA u laboratoriju američke Uprave za hranu i lijekove. Iz uzorka se umnoži standardni dio DNA i usporedi s referentnom bazom. Fotografija: U.S. Food and Drug Administration (Wikimedia Commons), javno dobro.

18.4 Riba pogrešne vrste

Zamjena skuplje vrste ribe jeftinijom se teško otkriva okom, osobito kad je riba u fileima, smrznuta ili pohana. Zato propis traži da se uz proizvode ribarstva navede trgovački i znanstveni naziv vrste, način proizvodnje i područje ulova (Europski parlament i Vijeće 2013.). Znanstveni naziv (primjerice *Merluccius merluccius* za oslića) je jednoznačan, dok se trgovački nazivi razlikuju od zemlje do zemlje.

Vrsta se utvrđuje **DNA barkodiranjem**. Iz tkiva se umnoži kratak, standardni dio DNA (deoksiribonukleinska kiselina), najčešće dio mitohondrijskog gena za citokrom-oksidazu I, i njegov se slijed usporedi s referentnom bazom poznatih vrsta. Metoda radi i na fileima, smrznutoj ribi i prerađevinama, ako DNA nije previše razgrađena (u konzervama često jest). Za analizu je dovoljan mali komad tkiva (slika 18.3).

Europska komisija je 2015. organizirala koordinirani plan kontrole zamjene vrsta ribe. Od 1. lipnja do 15. srpnja 2015. su 27 država članica i dvije države Europskog udruženja slobodne trgovine analizirale 3906 uzoraka, većinom bijele ribe, iz više od 150 vrsta. Deklarirana vrsta je potvrđena u 94 % uzoraka, ali je kod nekih vrsta udio nesukladnosti ostao velik (Europska komisija 2015.). Na to je upozorio i Europski parlament (Europski parlament 2016.). Istraživanje iz iste godine provedeno u nekoliko zemalja EU također je našlo niske stope pogrešnog označavanja u maloprodaji, nižu od onih iz ranijih studija (Mariani i sur. 2015.).



Slika 18.4. Udio sumnjivih uzoraka po vrsti začina u prvom koordiniranom planu kontrole EU za bilje i začine. Origano je bio sumnjiv gotovo u svakom drugom uzorku, a paprika i čili u svakom šesnaestom. Sivi stupac je prosjek svih 1885 analiziranih uzoraka (Maquet i sur. 2021.).

18.5 Začini

Začini su skupi po kilogramu, prodaju se samljeveni i u malim pakiranjima, pa je patvorenje teško vidjeti, a isplativo. U prvom koordiniranom planu kontrole EU za bilje i začine 21 država članica te Norveška i Švicarska dostavile su gotovo 1900 uzoraka, a JRC je analizirao 1885. Sumnjivo je bilo 17 % uzoraka (323), a po vrsti začina origano 48 %, papar 17 %, kumin 14 %, kurkuma i šafran po 11 % te paprika i čili 6 %. U origanu je najčešći dodatak bilo lišće masline (Maquet i sur. 2021.). Razlike među začinima prikazuje slika 18.4.

Šafran je najskuplji začin i klasična meta prijevare. Od 141 uzorka šafrana sumnjivo je bilo 16. Četiri su se uglavnom sastojala od šafranike (*Carthamus tinctorius*), a jedan od kadifice (*Tagetes*), dok je u još 11 uzoraka bez stranog biljnog materijala nađeno nedopušteno sintetsko bojilo. Od 421 uzorka papra sumnjivo je bilo 70. U 37 su nađena punila sa škrobom (riža, heljda, pšenica, ječam), u devet sjeme gorušice, koje je alergen, a u ostalima premalo piperina, previše pepela ili neoznačeni drugi začini (Maquet i sur. 2021.). Cijele niti šafrana i cijela zrna papra su zato sigurniji izbor od mljevenih, jer se primjese lakše vide.

18.6 Meso i konjsko meso 2013.

Irska agencija za sigurnost hrane je 14. siječnja 2013. irskim vlastima dostavila nalaze laboratorijskih ispitivanja prema kojima su neki proizvodi deklarirani kao goveđi sadržavali DNA drugih životinja. Daljnja istraga je otkrila problem koji je zahvatio više europskih država (Vijeće Europske unije 2013.). Komisija je u veljači 2013. preporučila koordinirani plan kontrole. Države članice obavile su 7259 ispitivanja, od kojih 4144 na konjsku DNA i 3115 na lijek fenilbutazon. Konjska DNA je nađena u 193 uzorka (4,66 %), a fenilbutazon u 16 (0,51 %). U drugom krugu 2014. konjska DNA je nađena u 16 od 2622 uzorka

(0,61 %) (Europska komisija 2014.a). Komisija je slučaj opisala kao prijevaru, a ne kao problem sigurnosti hrane.

Pouka je jednostavna. Prijevara s konjskim mesom se ne bi otkrila nikakvom kućnom provjerom. Otkrila ju je PCR (lančana reakcija polimerazom) metoda koja traži DNA određene vrste (Europska komisija 2014.a).

18.7 „Domaće"

Riječi „domaće", „s farme", „tradicionalno" i „od bake" prodaju. Za razliku od ekološke oznake i zaštićenih oznaka podrijetla, izraz „domaće" ne jamči nadzor treće strane (pogl. 3). Uredba o informiranju potrošača zabranjuje informacije koje dovode u zabludu o podrijetlu, načinu proizvodnje i sastavu hrane (Europski parlament i Vijeće 2011.b). Ako je navedena zemlja ili mjesto podrijetla hrane, a primarni sastojak dolazi odnekud drugdje, to se mora navesti (čl. 26) (Europski parlament i Vijeće 2011.b). Natpis „domaći ajvar" na staklenci čija deklaracija navodi paprike iz treće zemlje nije nužno prekršaj, ali je razlog za pitanje.

Drugačije je sa znakovima iza kojih stoji provjera. HAPIH provodi neobvezni sustav označavanja „Hrana s hrvatskih farmi i polja". Na mesu i mesnim proizvodima znak u crvenoj boji jamči da su životinje rođene, uzgojene i zaklane, a meso prerađeno u Hrvatskoj, a znak u plavoj boji da su životinje uzgojene, a meso prerađeno u Hrvatskoj (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu 2025.b). Što jamči znak „Dokazana kvaliteta", opisano je u pogl. 3.

Na tržnici je „domaće" najčešće usmena tvrdnja. Prodavač koji kaže da je sir domaći možda ga je zaista sam napravio, a možda ga je kupio na veliko. Upitajte gdje je gospodarstvo, ima li upisani OPG (obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo) ili registrirani objekt i postoji li deklaracija. Odgovor zabilježite, ali ga ne tretirajte kao dokaz.

18.8 Što se može naslutiti kod kuće, a što ne

Kućne provjere ne otkrivaju prijevaru, nego povod za sumnju. Četiri izvora su korisna.

1. **Cijena.** Cijena znatno ispod tržišne za proizvod koji je skup za proizvodnju (šafran, ekstra djevičansko maslinovo ulje, med, divlja riba) razlog je za pitanje. Usporedite cijenu po kilogramu ili litri s barem pet drugih proizvoda iste kategorije.
2. **Deklaracija.** Mješavina podrijetla („iz EU i izvan EU"), nejasan naziv proizvoda, nedostatak znanstvenog naziva ribe i neslaganje slike i sastava povod su za bilješku. Kako se čita deklaracija, opisano je u pogl. 11.
3. **Osjetila.** Neobičan miris, okus ili izgled (pogl. 12) mogu upućivati na kvarenje ili zamjenu, ali rijetko na određenu prijevaru.
4. **Jednostavni instrumenti.** Refraktometar mjeri udio vode u medu. Med s udjelom vode većim od 20 % ne zadovoljava opći zahtjev Direktive o medu (Vijeće Europske unije

2001.), ali med s dodanim sirupom može imati sasvim uobičajen udio vode. Refraktometar zato može otkriti razrijeđen ili nezreo med, ali ne i sirup. Kućne provjere i njihove granice opisane su u pogl. 13 i 14.

Granice metode · kućni „testovi" meda

Na mrežama kruže testovi s vodom, plamenom, papirom i palcem. Nijedan od njih ne razlikuje med s dodanim sirupom od pravog meda, jer sirupi koji se danas koriste oponašaju šećerni sastav meda (Europska komisija 2023.c). Takav test može samo dati lažni osjećaj sigurnosti ili neopravdanu sumnju. Pojedini testovi i razlozi zbog kojih ne rade opisani su u pogl. 13.

Što traži laboratorij

- **DNA metode** (barkodiranje, PCR specifičan za vrstu) za vrstu ribe, mesa i biljnih primjesa u začinima.
- **IRMS** za omjere stabilnih izotopa ugljika, vodika, kisika i dušika, koji otkrivaju C4 šećere i mogu upućivati na zemljopisno podrijetlo.
- **NMR (nuklearna magnetska rezonancija)** i **LC-HRMS** za „otisak" sastava, koji se uspoređuje s bazom autentičnih uzoraka (Spiteri i sur. 2015.; Paiano i sur. 2025.).
- **Kemijski pokazatelji i panel kušača** za kategoriju maslinovog ulja (Europska komisija 2022.a).
- **Spektroskopija i mikroskopija** za primjese u začinima (Maquet i sur. 2021.).

Gotovo sve te metode trebaju referentne baze autentičnih uzoraka i iskusne analitičare. Nisu jeftine, a neke rade samo nekoliko laboratorija u Europi. Kako odabrati laboratorij i što pitati prije slanja uzorka, opisano je u pogl. 24.

Praktični zadatak · Cijena po kilogramu kao prvi pokazatelj

U dvije trgovine i na jednoj tržnici zapišite cijenu po kilogramu za med, a u trgovini i za mljeveni i cijeli crni papar. Za svaki proizvod zabilježite naziv, proizvođača, podrijetlo s deklaracije i neto količinu. Izračunajte medijan cijena po kilogramu za svaku skupinu i označite proizvode čija je cijena manja od polovice medijana. To nije dokaz prijevare, nego popis proizvoda o kojima ima smisla pitati više, primjerice u skupini koja planira zajedničko uzorkovanje (pogl. 26).

Zapamtiti

Prijevara je namjerna obmana radi zarade. Cijena, deklaracija i osjetila daju povod za sumnju, ali dokaz daju tek DNA metode, izotopi i drugi laboratorijski postupci, i to ne uvijek.

Tablica 18.1. Najčešće prijevare s hranom, što se može naslutiti kod kuće i koja metoda daje odgovor (Europska komisija 2023.c; Maquet i sur. 2021.; Europska komisija 2014.a; Europski parlament i Vijeće 2013.; Europska komisija 2022.a).

Proizvod	Prijevara	Kod kuće	Laboratorij
Med	dodani šećerni sirup, lažno podrijetlo	cijena, mješavina podrijetla na deklaraciji, refraktometar (samo voda)	IRMS (C4 šećeri), LC-HRMS (markeri sirupa), analiza peludi
Maslinovo ulje	niža kategorija kao ekstra djevičansko, miješanje s drugim uljima	cijena, kategorija i berba na deklaraciji, okus	kemijski pokazatelji, panel kušača
Riba	zamjena vrste, lažno područje ulova	znanstveni naziv na deklaraciji, cijena, izgled cijele ribe	DNA barkodiranje
Začini	primjese (lišće, ljuske, boje)	cijena, cijela zrna ili niti umjesto mljevenih	mikroskopija, spektroskopija, DNA metode
Meso	zamjena vrste (konjsko u goveđem)	ništa pouzdano	PCR specifičan za vrstu
„Domaće”	lažna tvrdnja o podrijetlu ili načinu proizvodnje	pitanje prodavaču, deklaracija, upis gospodarstva	dokumentacija, ponekad izotopi

Pojmovnik poglavlja

Prijevara s hranom. Namjerna povreda propisa o hrani kojom se kupac dovodi u zabludu radi ekonomske koristi.

Sumnja na prijevaru. Nalaz koji ispunjava mjerila prijevare i opravdava daljnju istragu, ali još nije utvrđena prijevara.

Koordinirana akcija. Istodobno uzorkovanje i analiza istog proizvoda u više država EU po zajedničkom planu.

DNA barkodiranje. Utvrđivanje vrste usporedbom slijeda kratkog standardnog dijela DNA s referentnom bazom.

Biljke C3 i C4. Biljke koje ugljik vežu različitim biokemijskim putem, pa im se razlikuje omjer stabilnih izotopa ugljika.

Refraktometar. Optički uređaj koji iz loma svjetlosti određuje udio otopljene tvari, kod meda posredno udio vode.

Provjera znanja

1. Koja četiri mjerila Europska komisija primjenjuje za sumnju na prijevaru s hranom?
2. Koliki je udio uzoraka meda iz uvoza bio sumnjiv u akciji „From the Hives" 2021. i 2022.?
3. Zašto izotopna analiza nije otkrila sirupe u svim sumnjivim uzorcima meda?
4. Može li refraktometar otkriti med s dodanim sirupom?
5. Kojom se metodom utvrđuje vrsta ribe u fileu?
6. Zašto broj obavijesti o prijevarama u jednoj godini nije broj prijevara na tržištu?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 19

Kako prijaviti sumnju

U OVOM POGLAVLJU

- kome se obratiti, ovisno o tome što se dogodilo
- kako se podnosi prijava Državnom inspektoratu i što joj priložiti
- kako sačuvati proizvod da ostane dokaz
- razlika između anonimne i imenovane prijave i kako pratiti odgovor
- što učiniti kod sumnje na trovanje hranom i što pokazuje portal RASFF za potrošače

TRI NAPUHANA PAKIRANJA

Utorak je navečer. Žena otvara hladnjak i vidi da je pakiranje narezane šunke, kupljeno prije dva dana, napuhano kao jastuk. Rok trajanja ističe tek za deset dana. Sjeća se da su u vitrini bila još dva takva pakiranja i da joj se to tada učinilo čudnim.

Prvi poriv je pakiranje baciti, a drugi napisati nešto na društvenoj mreži. Ona ne čini ni jedno ni drugo. Fotografira pakiranje sa svih strana, tako da se vide deklaracija, rok i oznaka serije, stavlja ga neotvoreno u vrećicu za zamrzavanje, zapisuje na vrećicu datum i vraća ga u hladnjak. Pronalazi račun u novčaniku i fotografira ga. Sutradan šalje prigovor trgovini i prijavu inspekciji.

Priča je zamišljena. U ovom poglavlju objašnjavamo svaki od tih koraka i zašto je redoslijed važan.

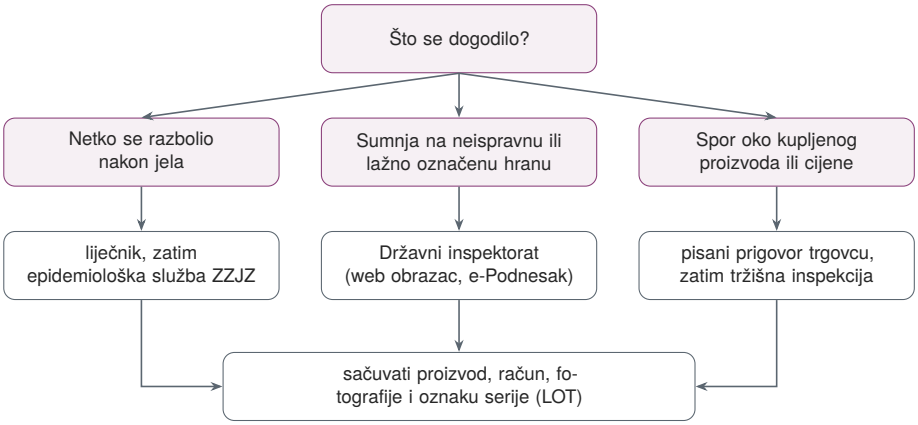
19.1 Kome se obratiti

Prvo pitanje nije „kako", nego „kome". Odgovor ovisi o tome što se dogodilo (slika 19.1).

- **Netko se razbolio nakon jela.** Najprije liječnik. Zdravlje je preče od dokaza, a liječnik je taj koji može potaknuti epidemiološku obradu.
- **Sumnjate da je hrana zdravstveno neispravna, pogrešno označena ili patvorena**, ili ste opazili loše uvjete prodaje. To se prijavljuje DIRH. Unutar Inspektorata hranu nadziru sanitarna, veterinarska i poljoprivredna inspekcija, a predmet se raspoređuje prema vrsti hrane i mjestu nadzora (Hrvatski sabor 2023.a). Vi ne morate znati koja je inspekcija nadležna.

- **Spor oko kupljenog proizvoda**, primjerice odbijen povrat novca ili pogrešno naplaćena cijena. Najprije pisani prigovor trgovcu, a tek zatim predstavka tržišnoj inspekciji (pogl. 16).

Ništa od toga ne isključuje ostalo. Pisani prigovor trgovcu i prijava inspekciji mogu ići istodobno, a to što ste otišli liječniku ne znači da ne trebate prijaviti proizvod.



Slika 19.1. Kome se obratiti. U svim slučajevima sačuvajte proizvod, račun i fotografije (Hrvatski sabor 2022.; Hrvatski sabor 2023.a; Državni inspektorat Republike Hrvatske 2026.c).

19.2 Prijava Državnom inspektoratu

Kako se podnosi

DIRH na svojoj stranici navodi dva načina podnošenja prijave (Državni inspektorat Republike Hrvatske 2026.c; gov.hr 2026.).

1. **Web obrazac** na stranici Inspektorata (https://dirh.gov.hr, izbornik „Podnošenje prijava"). Sva polja su obvezna. Upisuju se ime i prezime, adresa elektroničke pošte i adresa podnositelja, područni ured (Osijek, Rijeka, Split, Varaždin ili Zagreb), naziv i adresa subjekta na kojeg se prijava odnosi i opis. Mogu se priložiti datoteke do 20 MB po prilogu, u oblicima doc, docx, pdf, jpeg, mp3, mp4, rar ili zip (Državni inspektorat Republike Hrvatske 2026.c).
2. **e-Podnesak u sustavu e-Građani**, uz prijavu putem NIAS (Nacionalni identifikacijski i autentifikacijski sustav). Prijava se upisuje u unaprijed pripremljen obrazac, mogu se priložiti dokazi, a sustav automatski potvrđuje da je podnesak zaprimljen i upisan u evidenciju (gov.hr 2026.).

Sjedište Inspektorata je u Zagrebu, Šubićeva 29, a telefon središnjice je 01 2375 100 (Državni inspektorat Republike Hrvatske 2026.c). Popis područnih ureda i ispostava s kontaktima nalazi se u prilogu H. Stranica za prijave ne navodi slanje poštom ni elektroničkom poštom. Ako Vam ta dva načina ne odgovaraju, pitajte područni ured kako predati pisanu prijavu.

Prednost e-Podneska je automatska potvrda primitka s datumom. Ako šaljete web obrazac, napravite snimku zaslona prije i poslije slanja, a tekst opisa sačuvajte i u svojoj bilježnici.

Što priložiti

Prijava s dobrim prilozima omogućuje inspektoru da odluči treba li nadzor i gdje ga obaviti. Prijava bez priloga često završi bez ishoda, ne zato što je neistinita, nego zato što se iz nje ne vidi ni proizvod ni serija.

- ☐ Fotografije proizvoda sa svih strana, tako da se vide naziv, proizvođač, oznaka serije (LOT), datum trajanja, uvjeti čuvanja i oštećenje ili promjena koju prijavljujete.
- ☐ Fotografija računa (naziv i adresa prodajnog mjesta, datum, sat, artikl, cijena).
- ☐ Fotografija vitrine ili štanda, ako je relevantna i ako ste je smjeli snimiti (pogl. 16), bez ljudi u kadru.
- ☐ Zapis promatranja s datumom, satom i izmjerenim vrijednostima (pogl. 17).
- ☐ Kratak, činjeničan opis. Što ste opazili, kada, gdje i koliko pakiranja.
- ☐ Napomena gdje se proizvod čuva i da ste ga spremni predati inspektoru.

Odgovornost · činjenice, ne optužbe

Prijava inspekciji nije mjesto za zaključke o krivnji. Napišite „pakiranje je napuhano, a rok trajanja ističe 24. svibnja", a ne „trgovina prodaje pokvarenu robu". Inspektor će utvrditi je li riječ o prekršaju i tko je odgovoran, proizvođač, prijevoznik ili trgovac. Vaše je da opišete točno ono što ste vidjeli. Pretjerana ili neprovjerena prijava troši vrijeme inspektora i smanjuje povjerenje u sve druge prijave građana.

19.3 Sačuvajte proizvod

Najčešća pogreška je baciti proizvod. Bez proizvoda prijava se svodi na Vašu riječ, a s proizvodom i oznakom serije inspektor može potražiti istu seriju kod trgovca ili proizvođača.

1. **Ne otvarajte** pakiranje ako već nije otvoreno. Ne kušajte i ne mirišite sadržaj izbliza.
2. **Zatvorite** proizvod u čistu vrećicu ili posudu s poklopcem, odvojeno od druge hrane.
3. **Označite** vrećicu (datum i sat kupnje, datum spremanja, Vaše ime).
4. **Čuvajte** na temperaturi koja odgovara proizvodu. Ohlađenu hranu u hladnjaku, smrznutu u zamrzivaču, a konzerve na hladnom mjestu. Ohlađeni proizvod ne zamrzavajte, jer se uzorci za mikrobiološku pretragu u pravilu čuvaju ohlađeni, a ne zamrznuti (prilog C). Ako proizvod ne stigne brzo do laboratorija, način čuvanja dogovorite s epidemiološkom službom zavoda za javno zdravstvo ili s laboratorijem.

5. **Sačuvajte** ambalažu i račun čak i ako je sadržaj pojeden.

Uzorak koji kod kuće spremite nije službeni uzorak. Službeni uzorak uzima inspektor po propisanom postupku, uz zapisnik, pečat i, ako subjekt to traži, uzorak za drugo stručno mišljenje (čl. 35. Uredbe 2017/625) (Europski parlament i Vijeće 2017.; Hrvatski sabor 2023.a). Vaš primjerak je dokaz da proizvod postoji i pokazuje koja je serija u pitanju. Ako ga želite poslati u laboratorij o svom trošku, pročitajte prije toga pogl. 23 i 24.

19.4 Anonimna ili imenovana prijava

Zakon o Državnom inspektoratu predviđa da se predstavke u kojima su navedeni ime, prezime i adresa prijavitelja mogu koristiti kao povod za inspekcijski nadzor. Ako inspektor povodom predstavke obavi nadzor, podnositelja će pisano obavijestiti o utvrđenom činjeničnom stanju i poduzetim mjerama, a ako nije nadležan, i o tome će ga pisano obavijestiti (čl. 58) (Hrvatski sabor 2023.a). Inspektor je dužan čuvati identitet podnositelja predstavke (čl. 57) (Hrvatski sabor 2023.a).

Anonimna prijava nije zabranjena, ali ima dva nedostatka. Prvi je da nemate pravo na povratnu informaciju, jer Vas nitko ne može obavijestiti. Drugi je da je inspektor ne mora smatrati povodom za nadzor. Za poljoprivrednu inspekciju zakon izrijekom navodi da se u postupcima po anonimnim prijavama uzorci ne uzimaju, osim kad inspektor procijeni da je to nužno (čl. 94) (Hrvatski sabor 2023.a).

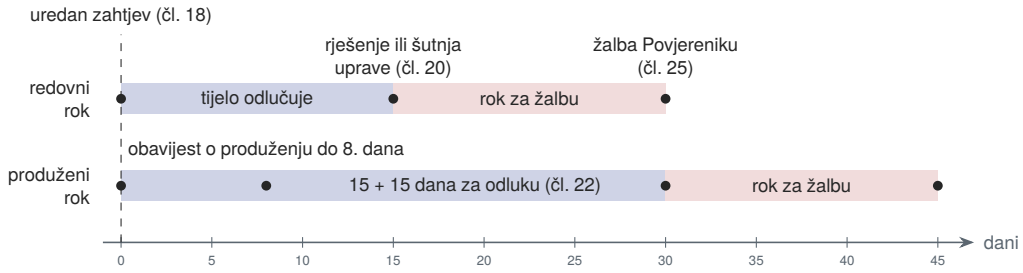
Granice metode · trošak analize

Ista odredba za poljoprivrednu inspekciju propisuje da u postupku pokrenutom po prijavi, ako je rezultat analize u skladu s propisima, trošak analize snosi prijavitelj (čl. 94) (Hrvatski sabor 2023.a). Prije prijave koja se odnosi na kakvoću, primjerice meda ili maslinovog ulja, dobro je to znati. Za sanitarnu inspekciju, koja nadzire zdravstvenu ispravnost hrane, zakon propisuje da trošak analize službenog uzorka snosi Državni inspektorat ako uzorak odgovara propisanim zahtjevima, a stranka ako je uzorak neispravan (čl. 88). Obveza prijavitelja da plati analizu tu nije propisana (Hrvatski sabor 2023.a).

Za građanina istraživača imenovana prijava je gotovo uvijek bolji izbor. Vaše ime ostaje zaštićeno, a dobivate pisani odgovor koji je i sam dokument.

19.5 Praćenje odgovora

Nakon prijave vodite kratku evidenciju (datum slanja, način, broj ili potvrda primitka, datum odgovora, sadržaj odgovora). Zakon o Državnom inspektoratu ne propisuje rok u kojem podnositelj mora dobiti obavijest. Ako odgovora nema nakon razumnog vremena, primjerice dva mjeseca, pošaljite kratak upit s brojem ili datumom prijave.



Slika 19.2. Rokovi za zahtjev za pristup informacijama. Tijelo odlučuje u 15 dana, a rok se može produžiti za još 15 uz obavijest podnositelju u roku od osam dana. Žalba Povjereniku za informiranje podnosi se u 15 dana od rješenja ili od isteka roka u kojem tijelo nije odlučilo (Hrvatski sabor 2013.).

Pravo na pristup informacijama

ZPPI (Zakon o pravu na pristup informacijama) daje svakome pravo zatražiti informaciju koju posjeduje tijelo javne vlasti (Hrvatski sabor 2013.). Zahtjev se može podnijeti pisano ili usmeno, a razlog ne treba navoditi (čl. 18). Tijelo mora odlučiti najkasnije u roku od 15 dana od urednog zahtjeva (čl. 20). Rok se može produžiti za još 15 dana, primjerice ako se traži veći broj različitih informacija, o čemu tijelo mora obavijestiti podnositelja u roku od osam dana (čl. 22). Protiv rješenja ili ako tijelo ne odluči u roku, može se izjaviti žalba Povjereniku za informiranje u roku od 15 dana (čl. 25) (Hrvatski sabor 2013.). Kako se ti rokovi nižu, prikazuje slika 19.2.

Taj zakon ima i granice. Zahtjevom za pristup informacijama ne smatra se traženje objašnjenja, uputa, izrade analize ni stvaranja nove informacije (čl. 18) (Hrvatski sabor 2013.). Dokumentaciju iz inspekcijskog postupka Inspektorat čuva kao inspekcijsku tajnu (čl. 57) (Hrvatski sabor 2023.a), pa zapisnik o nadzoru nad određenom trgovinom vjerojatno nećete dobiti. Zbirne podatke, primjerice broj nadzora određene vrste hrane u Vašoj županiji u prošloj godini ili rezultate plana monitoringa, ima smisla tražiti. O tome koje podatke nadležna tijela redovito objavljuju govori pogl. 6.

19.6 Sumnja na trovanje hranom

Kad se nakon obroka pojave mučnina, povraćanje, proljev ili grčevi, prvo je pitanje zdravlje. Javite se liječniku obiteljske medicine ili, kod teških simptoma, hitnoj službi. Liječniku recite što ste jeli u posljednja dva do tri dana, gdje je hrana kupljena ili pripremljena i je li se razbolio još netko tko je jeo isto. Ako se razboli više osoba nakon zajedničkog obroka, to je mogući epidemijski događaj, koji obrađuje epidemiološka služba županijskog ZZJZ (zavod za javno zdravstvo (županijski)). Zakon o zaštiti pučanstva od zaraznih bolesti epidemijom smatra porast oboljenja od zarazne bolesti neuobičajen po broju slučajeva, vremenu, mjestu i zahvaćenom pučanstvu (čl. 2). Svaka epidemija zarazne bolesti

s liste zaraznih bolesti podliježe obvezi prijavljivanja, a liječnik je prijavljuje nadležnom zavodu za javno zdravstvo i istodobno HZJZ-u (čl. 16) (Hrvatski sabor 2007.).

Za epidemiologa su važni ostaci hrane, ambalaža i popis onoga što je tko jeo. Spremite ostatke kako je opisano u odjeljku o čuvanju proizvoda i nemojte ih bacati dok Vam epidemiolog ne kaže da više nisu potrebni. Zapišite što ste jeli, kada su se pojavili prvi simptomi i koliko su trajali. Kako se uzorci hrane uzimaju i čuvaju za analizu, opisano je u pogl. 22.

19.7 Portal RASFF za potrošače

RASFF je sustav kojim nadležna tijela država članica i Komisija razmjenjuju obavijesti o riziku od hrane i hrane za životinje. Pristup samom sustavu imaju samo nadležna tijela, a javnost preko baze RASFF Window vidi sažetke nedavno poslanih obavijesti i može pretraživati starije obavijesti (Europska komisija 2026.h). U njima se ne navode trgovački nazivi ni imena subjekata. Unutar RASFF Windowa je i **portal RASFF za potrošače**, koji prikazuje nedavna povlačenja proizvoda s tržišta i javna upozorenja u državama članicama povezana s obavijestima u sustavu (Europska komisija 2026.h).

Portal je koristan za dvije stvari. Prvo, možete provjeriti je li proizvod koji imate kod kuće već povučen negdje u EU. Drugo, možete vidjeti koje su opasnosti i u kojim proizvodima trenutno najčešće. Portal ne zamjenjuje prijavu. Ako Vaš proizvod nije na popisu, to ne znači da je ispravan, nego samo da o njemu nije poslana obavijest. Obavijesti o opozivu proizvoda s hrvatskog tržišta objavljuje DIRH na svojoj stranici, u odjeljku „RASFF", pod naslovom „Obavijesti za potrošače" (Državni inspektorat Republike Hrvatske 2026.b).

Pokušajte sami

Pretražite RASFF Window

SVRHA

Upoznati se s javnim obavijestima RASFF-a i naučiti čitati jednu obavijest.

PRIBOR

Računalo ili mobitel s pristupom internetu, bilježnica.

POSTUPAK

1. Otvorite stranicu RASFF-a Europske komisije i iz nje RASFF Window (Europska komisija 2026.h).
2. Filtrirajte obavijesti tako da je Hrvatska zemlja koja je poslala obavijest ili zemlja u koju je proizvod distribuiran, za posljednjih dvanaest mjeseci.
3. Odaberite tri obavijesti i za svaku zapišite datum, vrstu proizvoda, opasnost, zemlju podrijetla i vrstu obavijesti.

ŠTO BILJEŽITI

Tablica s pet stupaca (datum, proizvod, opasnost, podrijetlo, vrsta obavijesti).

KAKO TUMAČITI

Usporedite opasnosti iz obavijesti s opasnostima opisanima u pogl. 4 i 5. Koje se ponavljaju?

GRANICE

Obavijesti RASFF-a pokazuju slučajeve s prekograničnim značenjem koje su otkrila nadležna tijela. Ne pokazuju koliko je neispravne hrane na tržištu.

19.8 Predložak prijave

Predložak u nastavku možete prepisati u web obrazac Inspektorata ili ga ispuniti i priložiti kao datoteku. Isti predložak, uz manje izmjene, poslužit će i za pisani prigovor trgovcu.

Praktični zadatak · Predložak prijave sumnje na neispravnu hranu

Podnositelj (ime i prezime, adresa, e-pošta, telefon) _____

Datum prijave _____

Prodajno mjesto (naziv, adresa) ili mjesto gdje je hrana posluživana _____

Datum i sat kupnje, broj računa _____

Proizvod (naziv, proizvođač ili pakirer, adresa s deklaracije) _____

Oznaka serije (LOT) i datum trajanja _____

Neto količina i broj pakiranja _____

Što ste opazili (činjenice, bez zaključaka) _____

_____

_____

_____

Kada i gdje ste to opazili (u trgovini, kod kuće, nakon koliko vremena) _____

Je li netko jeo proizvod i ima li zdravstvenih tegoba _____

Gdje se proizvod sada čuva i na kojoj temperaturi _____

Prilozi (popis fotografija, račun, zapis promatranja) _____

Je li podnesen prigovor trgovcu (datum, odgovor) _____

Pristajem da me inspektor kontaktira radi preuzimanja proizvoda ☐ DA ☐ NE

Zapamtiti

Ne bacajte proizvod. Fotografirajte deklaraciju, oznaku serije i račun, spremite proizvod na odgovarajuću temperaturu i podnesite imenovanu prijavu s činjenicama, a ne zaključcima.

Pojmovnik poglavlja

Prijava (predstavka) inspekciji. Podnesak kojim se nadležnu inspekciju upozorava na moguću povredu propisa.

Oznaka serije (LOT). Oznaka skupine proizvoda proizvedenih u istim uvjetima, po kojoj se proizvod može pratiti i povući.

e-Podnesak. Elektronička usluga u sustavu e-Građani za slanje podnesaka Državnom inspektoratu, s automatskom potvrdom primitka.

Inspekcijska tajna. Obveza Inspektorata da dokumentaciju i podatke iz inspekcijskog postupka čuva kao povjerljive.

Epidemijski događaj. Pojava bolesti kod dviju ili više osoba povezanih istim izvorom, primjerice zajedničkim obrokom.

Portal RASFF za potrošače. Javni dio sustava RASFF s obavijestima o povlačenju hrane i javnim upozorenjima u državama članicama.

Provjera znanja

1. Kome se najprije obratiti ako se nakon obroka razbolite?
2. Koje podatke o proizvodu obavezno fotografirati prije prijave?
3. Zašto je imenovana prijava za građanina istraživača obično bolja od anonimne?
4. U kojem roku tijelo javne vlasti mora odlučiti o zahtjevu za pristup informacijama?
5. Znači li to što proizvod nije na portalu RASFF za potrošače da je ispravan?

Odgovori su na kraju knjige.

V. DIO

Uzorkovanje i slanje uzoraka na analizu

Kako uzeti uzorak koji nešto znači, sačuvati njegovu vjerodostojnost, odabrati laboratorij i pročitati izvješće.

POGLAVLJE 20

Uzorak je pola rezultata

U OVOM POGLAVLJU

- Što znači da je uzorak reprezentativan i zašto laboratorij ne može popraviti loše uzet uzorak.
- Razlika između slučajnog i ciljanog uzorka te između pojedinačnog i skupnog uzorka.
- Zašto se mikotoksini u žitu pojavljuju u „gnijezdima" i koliko pojedinačnih uzoraka propisi traže zbog toga.
- Jednostavan izračun koji pokazuje koliko zahvata treba da se gnijezdo ne promaši.

VREĆA S VRHA

Zamislite susjeda koji je u jesen kupio dvije tone kukuruza za kokoši i svinje. Kad je čuo da je ljeto bilo vruće i suho, odlučio je provjeriti ima li u zrnu aflatoksina. Popeo se na hrpu u kukuruzištu, rukom zahvatio pola kilograma zrna s vrha, stavio ga u vrećicu za zamrzivač i odnio u laboratorij. Nalaz je stigao za dva tjedna i glasio je „ispod granice kvantifikacije". Susjed je bio miran sve do proljeća, kada je jedan dio hrpe, onaj uz vlažni zid, bio vidljivo pljesniv. Analiza nije bila pogrešna. Laboratorij je točno izmjerio ono što je dobio, ali dobio je pola kilograma s jednog mjesta, a pitanje se odnosilo na dvije tone. Ovo poglavlje govori o razlici između te dvije stvari.

Kad se govori o analizi hrane, pažnja obično ide na laboratorij. Instrumenti su skupi, metode su validirane, a izvješće ima pečat. Ipak, većina pogrešaka u lancu od pitanja do odgovora nastaje prije nego što uzorak stigne u laboratorij. Pregledni rad o uzorkovanju za mikotoksine navodi kako je uzorkovanje obično najveći izvor varijabilnosti u cijelom postupku ispitivanja, veći od pripreme uzorka i od same kemijske analize (Whitaker 2006.). Odatle i naslov poglavlja. Rezultat analize vrijedi točno onoliko koliko vrijedi uzorak na kojem je dobiven.

20.1 Što znači reprezentativan uzorak

Uzorak je dio neke veće cjeline koji se analizira umjesto cjeline. Cjelina može biti partija žita u silosu, sve staklenke meda iz jedne berbe, gredica salate ili voda iz kućne instalacije. U propisima se ta cjelina zove **partija** (ili serija, engl. *lot*), to jest količina hrane isporučena u isto vrijeme, za koju se smatra da ima zajednička obilježja, kao što su podrijetlo, sorta, vrsta ambalaže, pakirer ili pošiljatelj (Europska komisija 2023.e).

Uzorak je **reprezentativan** kad se njegov sastav, u onome što mjerimo, ne razlikuje sustavno od sastava cjeline. To ne znači da je uzorak jednak cjelini u svakom zrnu. Znači da nismo birali dio koji je bolji ili lošiji od prosjeka, bilo namjerno bilo slučajno. Kad je partija ujednačena, na primjer dobro promiješano mlijeko u tanku ili voda iz gradskog vodovoda, gotovo svaki dio je reprezentativan. Kad je partija neujednačena, na primjer hrpa kukuruza u kojoj je pljesniv samo kut uz zid, jedan zahvat ne govori gotovo ništa o cjelini.

? Mit ili činjenica

MIT

Akreditirani laboratorij s modernim instrumentom dat će točan rezultat bez obzira na to kako je uzorak uzet.

ŠTO KAŽU PODACI

Laboratorij odgovara za ono što se događa s uzorkom od trenutka kad ga primi. Rezultat u izvješću se odnosi na primljeni uzorak, a ne na partiju iz koje je uzet. Analiza mikotoksina sastoji se od četiri koraka (uzimanje uzorka, mljevenje, uzimanje poduzorka i sama analiza), a svaki od njih unosi nesigurnost. Najveći dio ukupne nesigurnosti obično dolazi od prvog koraka, jer je onečišćen mali udio zrna, a koncentracija u pojedinom zrnu može biti vrlo visoka (Whitaker 2006.). Instrument tu pogrešku ne vidi i ne može je ispraviti.

20.2 Slučajni i ciljani uzorak

Postoje dva osnovna pitanja na koja uzorak može odgovoriti, i za svako se uzorak uzima drukčije.

Prvo pitanje glasi „kakva je partija u prosjeku?". Na njega odgovara **slučajni uzorak**, u kojem svaki dio partije ima jednaku priliku da uđe u uzorak. U praksi to znači da se zahvati raspoređuju po cijeloj partiji, po unaprijed određenom rasporedu, a ne tamo gdje je najlakše prići. Uredba o uzorkovanju mikotoksina traži da se pojedinačni uzorci uzimaju, koliko je moguće, na različitim mjestima raspoređenima po cijeloj partiji ili podpartiji (Europska komisija 2023.e). Isto načelo stoji u općim smjernicama Codexa za uzorkovanje (Codex Alimentarius Commission 2004.).

Drugo pitanje glasi „ima li u partiji nečeg sumnjivog?”. Na njega odgovara **ciljani uzorak**, kad namjerno uzmete ono što izgleda najgore, na primjer pljesniva zrna, nabubrelu konzervu ili jaja kokoši koje kopaju uz staru ogradu. Ciljani uzorak je legitiman alat, ali njegov rezultat se ne smije prikazati kao prosjek partije. Ako ciljani uzorak pokaže visoku koncentraciju, znate da opasnost postoji. Ne znate koliki je udio partije zahvaćen.

Praktični zadatak · Koje pitanje postavljate?

Za svaki primjer odlučite treba li slučajni ili ciljani uzorak.

1. Želite znati koliko kadmija u prosjeku unosite salatom iz svog vrta.
2. Primijetili ste tamna, smežurana zrna u vreći pšenice i želite znati jesu li opasna.
3. Udruga želi usporediti sadržaj nitrata u špinatu s pet tržnica u gradu.
4. Susjed tvrdi da je med iz jedne staklenke „čudnog okusa”.

Za 1. i 3. treba slučajni uzorak, jer je pitanje o prosjeku. Za 2. i 4. ciljani, jer je pitanje o sumnjivom dijelu. U 4. primjeru rezultat vrijedi samo za tu staklenku.

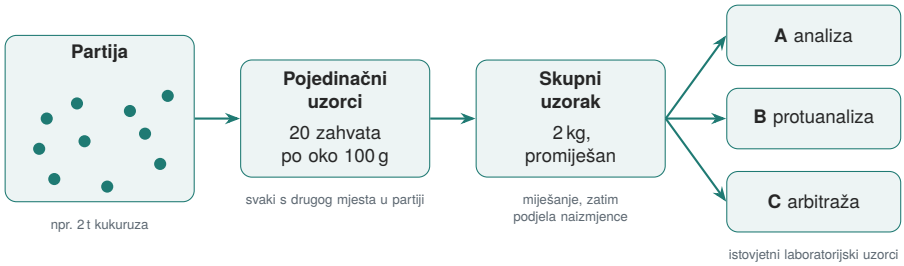
20.3 Pojedinačni i skupni uzorak

Uzorak koji ide u laboratorij je rijetko jedan zahvat. Obično je sastavljen od mnogo manjih dijelova. Propisi razlikuju nekoliko razina.

- **Pojedinačni uzorak** (engl. *incremental sample*) je količina uzeta s jednog mjesta u partiji. Za žitarice je to oko 100 g (Europska komisija 2023.e).
- **Skupni uzorak** (zove se i **kompozitni**) nastaje spajanjem i miješanjem svih pojedinačnih uzoraka iz partije.
- **Laboratorijski uzorak** je dio skupnog uzorka koji se šalje laboratoriju, nakon što se skupni uzorak homogenizira i podijeli.

Slika 20.1 prikazuje taj put na primjeru partije kukuruza od dvije tone, za koju propis o mikotoksinima traži 20 pojedinačnih uzoraka (tablica 20.1).

Skupni uzorak ima dvije prednosti. Prva je u tome što prosjek mnogo zahvata bolje predstavlja partiju od bilo kojeg pojedinačnog zahvata. Druga je cijena, jer se plaća jedna analiza umjesto dvadeset. Nedostatak je to što skupni uzorak skriva raspodjelu. Ako je jedan zahvat od dvadeset jako onečišćen, a ostali su čisti, skupni uzorak pokazat će umjerenu vrijednost i nećete znati je li onečišćenje jednoliko ili usredotočeno na jedno mjesto. Kad Vas zanima raspodjela, na primjer koja je gredica u vrtu problem, šaljete pojedinačne uzorke odvojeno.



Slika 20.1. Put od partije do laboratorijskog uzorka. Pojedinačni uzorci uzimaju se s različitih mjesta u partiji, spajaju u skupni uzorak, a on se nakon miješanja dijeli na istovjetne dijelove za analizu, protuanalizu i arbitražu. Broj i masa zahvata vrijede za mikotoksine u partiji žitarica od 1 do 3 t. (Europska komisija 2023.e)

Izračun · Razrjeđivanje u skupnom uzorku

Pretpostavka

Partija kukuruza ima jedno gnijezdo s 1000 μg/kg aflatoksina B_1, a ostatak partije je bez aflatoksina. Granica za žitarice koje se stavljaju na tržište za krajnjeg potrošača je 2,0 μg/kg (Europska komisija 2023.g). Pojedinačni uzorci su jednake mase.

Skupni uzorak od 100 zahvata, od kojih je jedan iz gnijezda

$\frac{1 \times 1000 + 99 \times 0}{100} = 10$ μg/kg. Skupni uzorak je iznad granice, iako je samo jedan zahvat od sto onečišćen.

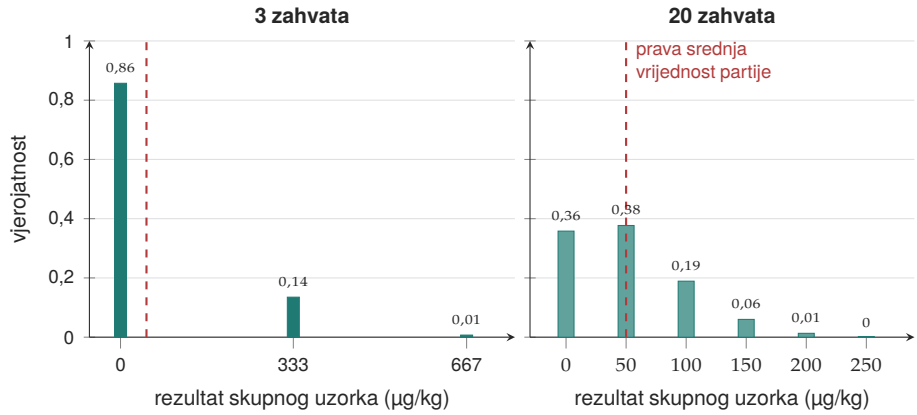
Skupni uzorak od 3 zahvata

Ako nijedan zahvat ne pogodi gnijezdo, rezultat je 0. Ako ga jedan pogodi, rezultat je $1000/3 \approx 333$ μg/kg.

Tumačenje

S malo zahvata rezultat skače između „ništa" i „jako puno", ovisno o sreći. S mnogo zahvata rezultat je bliži stvarnom prosjeku partije. Brojevi su zamišljeni i služe samo za ilustraciju.

Isti model može se izračunati za sve moguće ishode. Slika 20.2 pokazuje koliko često bi skupni uzorak od 3 odnosno 20 zahvata dao pojedini rezultat, ako gnijezda s 1000 μg/kg zauzimaju 5 % partije, a ostatak je čist. Prava srednja vrijednost partije je tada 50 μg/kg. Skupni uzorak od tri zahvata u 86 % slučajeva pokazuje nulu, a u ostalim slučajevima 333 μg/kg ili više. Nijedan od tih ishoda nije blizu prave vrijednosti. Uzorak od dvadeset zahvata češće daje rezultat blizu 50 μg/kg, ali i on u više od trećine slučajeva pokazuje nulu.



Slika 20.2. Vjerojatnosti mogućih rezultata skupnog uzorka od 3 i od 20 jednakih zahvata iz zamišljene partije u kojoj gnijezda s 1000 µg/kg zauzimaju 5 % volumena. Isprekidana crta je prava srednja vrijednost partije. Podaci su zamišljeni, a vjerojatnosti su izračun autora prema binomnoj raspodjeli.

20.4 Varijabilnost unutar serije

Ni najbolje uzet skupni uzorak ne uklanja **varijabilnost** unutar partije. Ona samo postaje izmjerljiva. Postoje barem tri izvora razlika između dijelova iste partije.

- Prirodne razlike među jedinicama. Dvije jabuke s istog stabla nemaju istu količinu ostataka pesticida, jer je jedna bila na suncu, a druga u sjeni. Zato propisi za ostatke pesticida traže najmanje deset plodova srednje veličine, a ne jedan (Europska komisija 2002.).
- Razlike u položaju. Gornji sloj silosa, rub hrpe ili kut skladišta mogu imati drukčiju vlagu i temperaturu, pa se plijesan i toksini razvijaju neravnomjerno.
- Razlike u vremenu. Voda iz slavine ujutro, nakon noći u cijevima, nije isto što i voda nakon pet minuta puštanja (pogl. 22).

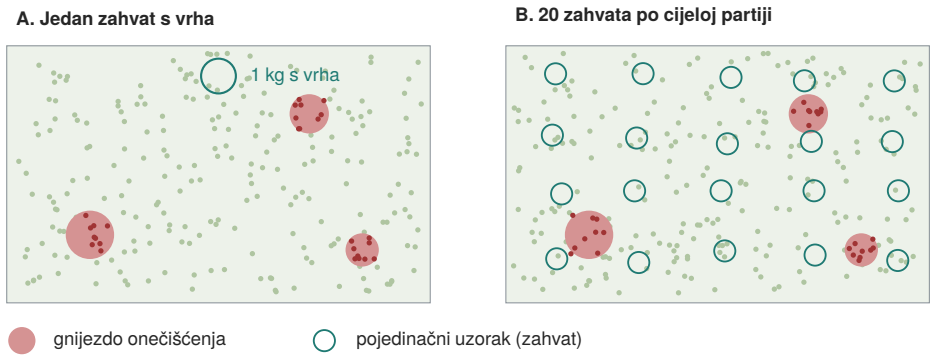
Za građanina istraživača iz toga slijede dva pravila. Prvo, zapišite kako je uzorak uzet, s koliko mjesta i kojim redom, jer bez toga nitko ne može procijeniti koliko je rezultat reprezentativan (pogl. 23). Drugo, kad je to moguće, uzmite dva neovisna skupna uzorka iste partije. Razlika među njima je gruba, ali poštena procjena koliko se partija razlikuje sama od sebe.

20.5 Mikotoksini u žitu kao „gnijezda"

Mikotoksini su otrovni proizvodi plijesni, o kojima se više govori u pogl. 5. Za uzorkovanje je važna jedna njihova osobina. Plijesan ne raste jednoliko po cijeloj partiji, nego na mjestima gdje su uvjeti povoljni, a to su oštećena zrna, vlažni džepovi, rubovi uz zid ili krov. Zbog toga je toksin usredotočen u malom udjelu zrna, a pojedino zrno može imati vrlo visoku koncentraciju (Whitaker 2006.). Takva mjesta zovemo **gnijezda** (engl. *hot*

spots). Kad se partija preveze ili presipa, gnijezda se djelomično rasprše, ali raspodjela i dalje ostaje neravnomjerna.

Slika 20.3 pokazuje zašto to mijenja uzorkovanje. U lijevom primjeru uzorak je uzet s jednog mjesta, gdje ga je bilo najlakše zahvatiti. Promašio je sva tri gnijezda, pa će rezultat biti „ispod granice", iako partija nije čista. U desnom primjeru je dvadeset manjih zahvata raspoređeno po cijeloj partiji i neki od njih pogađaju gnijezda.



Slika 20.3. Shematski prikaz partije žita s tri gnijezda onečišćenja. A. Jedan zahvat od 1 kg s vrha promašuje sva gnijezda. B. Dvadeset zahvata od oko 100 g, raspoređenih po cijeloj partiji, daje skupni uzorak od 2 kg koji gnijezda zahvaća razmjerno njihovu udjelu. Prikaz je zamišljen.

Što propisi traže

Službeno uzorkovanje mikotoksina u hrani u EU je dugo bilo uređeno Uredbom (EZ) br. 401/2006 (Europska komisija 2006.). Nju je od 1. travnja 2024. zamijenila Provedbena uredba Komisije (EU) 2023/2782, koja je zadržala isti pristup (Europska komisija 2023.e). Za žitarice i proizvode od žitarica pojedinačni uzorak ima oko 100 g, a broj pojedinačnih uzoraka raste s masom partije (tablica 20.1). Velike partije dijele se na podpartije, a iz svake podpartije uzima se 100 pojedinačnih uzoraka i skupni uzorak od 10 kg. U maloprodaji skupni uzorak mora imati barem 1 kg, osim ako to nije moguće, na primjer kad je pakiranje premalo (Europska komisija 2023.e).

Primijetite da skupni uzorak od 1 kg iz partije od jedne tone ne smije biti jedan zahvat od kilograma, nego deset zahvata od po 100 g. Masa je ista kao u priči na početku poglavlja, ali je raspoređena po cijeloj partiji. Za susjedove dvije tone kukuruza propis bi tražio 20 pojedinačnih uzoraka i skupni uzorak od 2 kg.

Iz homogeniziranog skupnog uzorka uzimaju se i poduzorci za obranu i arbitražu (Europska komisija 2023.e). O tome kako to primijeniti u građanskom uzorkovanju govori pogl. 23.

Tablica 20.1. Broj pojedinačnih uzoraka i masa skupnog uzorka za mikotoksine u žitaricama, za partije do 100 tona. Pojedinačni uzorak ima oko 100 g, a kod partija do 500 kg pojedinačni uzorci moraju biti veći, da skupni uzorak dosegne 1 kg. Za sitna zrna (tisuću zrna lakše od 10 g) pojedinačni uzorak ima oko 25 g, a skupni uzorak je četiri puta manji. Izvor Europska komisija (2023.e, Prilog, dio II.A).

Masa partije	Broj pojedinačnih uzoraka	Masa skupnog uzorka
do 50 kg	3	1 kg
od 50 kg do 500 kg	5	1 kg
od 0,5 t do 1 t	10	1 kg
od 1 t do 3 t	20	2 kg
od 3 t do 10 t	40	4 kg
od 10 t do 20 t	60	6 kg
od 20 t do 100 t	100	10 kg

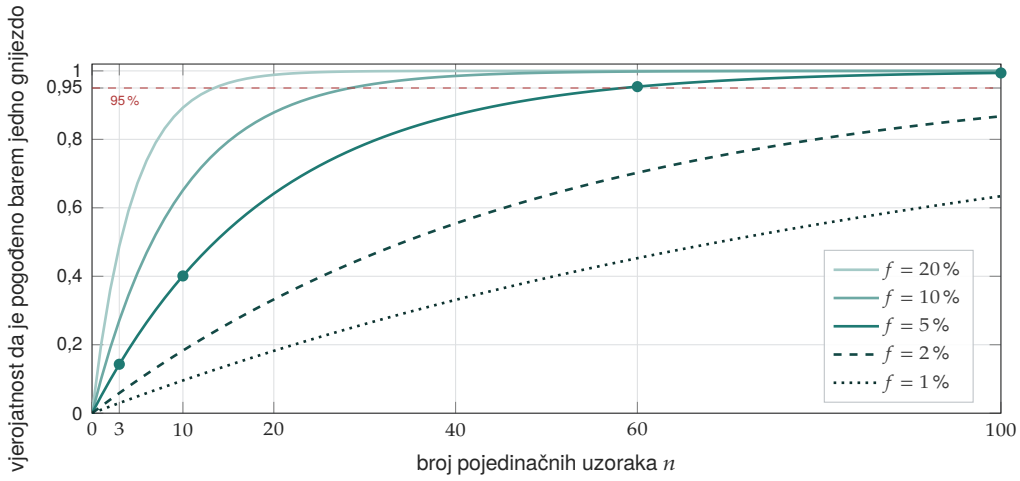
Koliko zahvata treba? Jednostavan izračun

Zašto baš 20, 40 ili 100 zahvata? Odgovor se može naslutiti iz jednostavnog modela. Zamislite da su gnijezda raspoređena po partiji tako da zauzimaju udio f njezina volumena. Ako svaki zahvat neovisno pada na slučajno mjesto, vjerojatnost da jedan zahvat promaši sva gnijezda je $1 - f$, a da svih n zahvata promaši gnijezda je $(1 - f)^n$. Iz toga slijedi vjerojatnost da *barem jedan* zahvat pogodi gnijezdo

$$P(n) = 1 - (1 - f)^n.$$

Model je pojednostavljen. Pretpostavlja da su zahvati neovisni i jednako veliki te da je gnijezdo ili potpuno onečišćeno ili potpuno čisto. Stvarna raspodjela mikotoksina je složenija, pa se za službene planove uzorkovanja koriste statistički modeli raspodjele koncentracija (Whitaker 2006.). Za razumijevanje reda veličine model je dovoljan.

Slika 20.4 pokazuje rezultat. Ako gnijezda zauzimaju 5 % partije, tri zahvata pogodit će barem jedno gnijezdo s vjerojatnošću od samo 14 %, deset zahvata s 40 %, a šezdeset zahvata s 95 %. Ako gnijezda zauzimaju samo 1 % partije, ni sto zahvata ne daje više od 63 %. Iz toga slijede dva zaključka. Prvi je u tome da broj zahvata vrijedi više od mase uzorka, jer kilogram iz jednog zahvata ima istu vjerojatnost pogotka kao jedan zahvat od 100 g. Drugi je u tome da negativan rezultat iz malo zahvata ne dokazuje da gnijezda nema.



Slika 20.4. Vjerojatnost da barem jedan od n pojedinačnih uzoraka pogodi gnijezdo onečišćenja, ako gnijezda zauzimaju udio f partije, prema modelu $P(n) = 1 - (1-f)^n$. Točke označavaju 3, 10, 60 i 100 zahvata za $f = 5\,\%$. Izračun autora.

Izračun · Koliko zahvata za 95 % vjerojatnosti

Postavljanje

Tražimo najmanji n za koji je $1 - (1-f)^n \geq 0{,}95$, odnosno $(1-f)^n \leq 0{,}05$.

Logaritmiranje

$$n \geq \frac{\ln 0{,}05}{\ln(1-f)}.$$

Brojevi

Za $f = 0{,}05$ dobivamo $n \geq \dfrac{-3{,}00}{-0{,}0513} = 58{,}4$, dakle 59 zahvata. Za $f = 0{,}10$ treba 29 zahvata, za $f = 0{,}20$ treba 14, a za $f = 0{,}01$ treba čak 299 zahvata.

Usporedba s propisom

Za partiju od 10 do 20 t propis traži 60 pojedinačnih uzoraka (tablica 20.1). U našem pojednostavljenom modelu to odgovara vjerojatnosti od oko 95 % da se pogodi gnijezdo koje zauzima 5 % partije. Ova usporedba je ilustracija, a ne obrazloženje propisa.

Iz prakse · Aflatoksin u kukuruzu nakon sušnog ljeta 2012.

Ljeto 2012. u Hrvatskoj je od svibnja do rujna bilo vruće i suho, što pogoduje plijesni *Aspergillus flavus* i stvaranju aflatoksina. Pleadin i sur. (2014.) su analizirali kukuruz s hrvatskih farmi i iz tvornica stočne hrane uzorkovan tijekom 2013. godine i izmjerili najvišu koncentraciju aflatoksina B_1 od 2072 μg/kg, u kukuruzu iz istočne Hrvatske. Petogodišnje praćenje iste skupine autora, na 1949 uzoraka žitarica i krmiva prikupljenih od 2009. do 2013. (od toga 972 uzorka kukuruza), je pokazalo da je 21,7 % uzoraka kukuruza iz 2013. prelazilo dopuštene razine, a aflatoksin B_1 je u svim godinama zajedno određen u 16,4 % uzoraka (Pleadin i sur. 2015.). Velik raspon, od uzoraka u kojima aflatoksin nije određen do uzoraka s više od dvije tisuće mikrograma po kilogramu, je upravo ono što model gnijezda predviđa.

Što to znači za građanina

Građanin rijetko uzorkuje partiju od deset tona. Ipak, ista logika vrijedi i za vreću brašna od 25 kg, za tri vreće kukuruza za kokoši ili za lijeske orahe s jednog stabla. Ako Vas zanimaju mikotoksini, uzmite barem deset manjih zahvata s različitih mjesta (s vrha, iz sredine, s dna, sa strana), spojite ih u skupni uzorak i tek ga onda promiješajte i podijelite. Postupak za žitarice i brašno je opisan u pogl. 22, a pribor u pogl. 21.

Pokušajte sami

Gnijezda u zdjeli riže

SVRHA

Vidjeti vlastitim očima koliko broj zahvata utječe na to hoće li se gnijezdo pronaći.

PRIBOR

1 kg bijele riže, žlica crne leće ili crnog sezama, plitka posuda ili pladanj, žlica za jušnu juhu, papir i olovka.

POSTUPAK

1. Rasporedite rižu u sloj debljine oko 3 cm.
2. Na jedno mjesto blizu ruba utisnite žlicu crne leće, tako da zauzima oko desetine površine posude. To je Vaše „gnijezdo".
3. Netko drugi, tko ne zna gdje je gnijezdo, neka uzme tri žlice s mjesta koja sam odabere. Prebrojite zrna leće.
4. Vratite rižu na mjesto. Sada neka uzme deset žlica po unaprijed nacrtanoj mreži (dva reda po pet točaka). Prebrojite zrna leće.
5. Ponovite oba postupka pet puta, svaki put s gnijezdom na drugom mjestu.

ŠTO BILJEŽITI

Za svako ponavljanje broj zahvata, broj zrna leće i je li gnijezdo pogođeno (da ili ne).

KAKO TUMAČITI

Usporedite koliko ste puta pogodili gnijezdo s tri, a koliko s deset zahvata. Usporedite i rezultat s krivuljom na slici 20.4. Ako gnijezdo zauzima oko desetinu površine, očekuje se pogodak u otprilike četvrtini ponavljanja s tri zahvata i u dvije trećine ponavljanja s deset zahvata.

GRANICE

Riža i leća se razlikuju bojom, pa ih vidite, a mikotoksine ne vidite. Pokus pokazuje samo geometriju uzorkovanja, a ne kemiju. Pet ponavljanja je premalo za pouzdanu procjenu vjerojatnosti, ali dovoljno da se razlika uoči.

⚠ **Sigurnost.** Rižu i leću nakon pokusa ne koristite za hranu ako su bile na podu ili u dodiru s neopranim priborom.

Zapamtiti

Laboratorij mjeri uzorak, a ne partiju. Za neravnomjerno raspoređena onečišćenja, kao što su mikotoksini, broj zahvata raspoređenih po cijeloj partiji važniji je od mase uzorka, a negativan nalaz iz jednog zahvata ne dokazuje da onečišćenja nema.

Pojmovnik poglavlja

Partija (serija, lot). Količina hrane iste vrste i podrijetla, isporučena ili proizvedena u isto vrijeme, za koju se pretpostavlja da ima zajednička obilježja.

Reprezentativan uzorak. Uzorak čiji se sastav u mjerenom svojstvu ne razlikuje sustavno od sastava cjeline.

Slučajni uzorak. Uzorak u kojem svaki dio partije ima jednaku priliku da bude uzet. Odgovara na pitanje o prosjeku.

Ciljani uzorak. Uzorak namjerno uzet s mjesta ili od jedinica koje izgledaju sumnjivo. Odgovara na pitanje postoji li opasnost, ali ne i koliko je raširena.

Pojedinačni uzorak. Količina uzeta s jednog mjesta u partiji.

Skupni (kompozitni) uzorak. Uzorak nastao spajanjem i miješanjem svih pojedinačnih uzoraka iz iste partije.

Gnijezdo onečišćenja. Mali dio partije u kojem je onečišćenje usredotočeno, tipično za mikotoksine u zrnu.

Provjera znanja

1. Zašto laboratorij ne može ispraviti pogrešku nastalu pri uzorkovanju?
2. Koja je razlika između slučajnog i ciljanog uzorka?
3. Koliko pojedinačnih uzoraka i koliki skupni uzorak traži propis za mikotoksine u partiji žitarica od dvije tone?
4. Ako gnijezda zauzimaju 5 % partije, kolika je vjerojatnost da tri zahvata promaše sva gnijezda?
5. Koja je prednost, a koji nedostatak skupnog uzorka?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 21

Pribor, čistoća i slijepe probe

U OVOM POGLAVLJU

- Zašto se pri mjerenju tragova onečišćenje iz pribora, ruku i zraka lako izmjeri kao da je bilo u hrani.
- Koje rukavice i koje posude odabrati prema tvari koja se traži.
- Što su slijepa terenska proba, prijenosna proba i duplikat te kako ih napraviti.
- Kako oprati pribor i čega se kloniti na dan uzorkovanja.

BOČICA OD MINERALNE VODE

Zamislite stanovnicu prigradskog naselja koja je čula da je u bunarima u susjedstvu pronađen PFAS. Odlučila je poslati vodu iz svog bunara na analizu. Bio je srpanj i prije nego što je izašla u dvorište namazala se kremom za sunčanje. Vodu je natočila u praznu bočicu od mineralne vode koju je prethodno isprala, čep je omotala aluminijskom folijom da ne curi, a bočicu je u hladnjaku držala pokraj kutije pizze. Laboratorij je izmjerio nekoliko spojeva PFAS-a u niskim koncentracijama. Je li ih bilo u bunaru? Na to pitanje nitko više ne može odgovoriti, jer je u ovoj priči barem pet mogućih izvora onečišćenja koji nemaju veze s bunarom. Ovo poglavlje govori o tome kako ih izbjeći i kako dokazati da ste ih izbjegli.

21.1 Zašto je čistoća pri uzorkovanju toliko važna

Mnoge tvari koje se traže u hrani i vodi mjere se u mikrogramima po kilogramu ili nanogramima po litri. Jedan mikrogram po kilogramu je milijunti dio grama u kilogramu hrane. Pri takvim koncentracijama malo prašine, trag kreme s prstiju ili čestica s rukavice mogu donijeti u uzorak više tvari nego što je ima u samoj hrani.

Američka agencija za zaštitu okoliša u metodi za uzorkovanje tragova metala u vodi navodi mnogo mogućih izvora onečišćenja. To su metalni pribor i posude, rukavice s talkom koje sadrže mnogo cinka, neočišćena oprema, prašina, ispušni plinovi automobila i dim cigarete. Navodi čak i to da su amalgamske plombe u ustima laboratorijskog osoblja onečistile uzorke izložene njihovu dahu (U.S. EPA 1996.). Metode za PFAS u vodi za piće

upozoravaju da se ti spojevi nalaze u mnogim uobičajenim materijalima, uključujući proizvode od politetrafluoroetilena, aluminijsku foliju i ambalažu za hranu (Shoemaker i Tettenhorst 2020.).

Iz toga slijede tri pravila koja se ponavljaju kroz cijelo poglavlje.

1. Ništa što dodiruje uzorak ne smije sadržavati tvar koju tražite.
2. Posuda ne smije vezati tvar koju tražite niti je otpuštati u uzorak.
3. Čistoću treba dokazati, a ne samo pretpostaviti. Za to služe slijepe probe.

21.2 Rukavice i ruke

Ruke su najčešći izvor onečišćenja i za mikrobiološke i za kemijske analize. Prije uzorkovanja operite ruke sapunom i vodom. Metode za PFAS u vodi za piće izrijekom traže pranje ruku i **nitrilne rukavice** pri punjenju i zatvaranju boca (Shoemaker i Tettenhorst 2020.; U.S. EPA 2019.). Metoda za tragove metala traži čiste rukavice bez talka (U.S. EPA 1996.). Zato je razumno pravilo za sve kemijske analize nitrilne rukavice bez pudera.

- Rukavice mijenjajte između dvaju uzoraka, a i kad dotaknete bilo što drugo (mobitel, kvaku, automobil, vlastito lice).
- Ne dirajte unutrašnjost čepa, grlo boce ni dio hrane koji ide u uzorak. Hranu uzimajte priborom, a ne prstima.
- Za mikrobiološke uzorke rukavice ne zamjenjuju sterilnu tehniku. Sterilna je posuda, a ne ruka, pa rukom ne smijete dodirnuti ništa što ulazi u posudu.

Kad uzorkujete PFAS, osim rukavica važna je i odjeća. Provedbena uredba (EU) 2022/1428 o uzorkovanju PFAS-a u hrani traži da osoba koja uzorkuje ne nosi odjeću ni rukavice s fluoropolimernim slojem ili vodoodbojnim premazima na bazi PFAS-a te da na dan uzorkovanja ne koristi kreme, kozmetiku ni kreme za sunčanje koje sadrže PFAS (Europska komisija 2022.e). Budući da sastav kozmetike rijetko znate, najsigurnije je taj dan ne koristiti nijednu. Vodootporna jakna ili planinarske hlače s impregnacijom nisu dobar izbor za taj dan.

21.3 Posude prema analitu

Ne postoji posuda koja odgovara za sve analize. Staklo je dobro za organske tvari, jer iz njega ne izlaze omekšivači i druge organske tvari koje sadrži plastika. Za metale je bolja plastika i nemetalni pribor (U.S. EPA 1996.; ISO 2024.). Za PFAS je staklo propisom izrijekom zabranjeno (Europska komisija 2022.e). Zato se posuda bira prema tvari koja se traži, koju zovemo **analit**.

Organske tvari (pesticidi, PAH, PCB, dioksini)

Za poluhlapljive organske tvari, među koje spadaju pesticidi, PCB i PAH, posude su obično od stakla s navojnim čepom obloženim PTFE (politetrafluoroetilen (teflon)) (U.S. EPA 2018.). Plastične posude i plastični čepovi bez PTFE-uloška ne bi se smjeli koristiti, jer iz plastike u uzorak mogu prijeći ftalati i drugi ugljikovodici, a plastika može vezati dio tvari iz uzorka (U.S. EPA 2018.). Za dioksine i PCB u hrani propis dopušta posude od stakla, aluminija, polipropilena ili polietilena, uz uvjet da ne mijenjaju razinu tih tvari u uzorku (Europska komisija 2017.). Za vodene uzorke za te tvari ista zbirka metoda navodi boce od tamnog stakla s čepom s PTFE-uloškom i hlađenje na 0 do 6 °C (U.S. EPA 2018.).

Metali (olovo, kadmij, živa, arsen)

Za metale se koriste posude od polietilena (PE (polietilen)) ili polipropilena (PP (polipropilen)). Metoda za tragove metala u vodi traži nemetalni pribor i posude, jer je metalni pribor jedan od glavnih izvora onečišćenja (U.S. EPA 1996.). Upute za čuvanje vodenih uzoraka nalaze se u normi HRN EN ISO 5667-3 (ISO 2024.). Uzorke vode za metale laboratorij obično zakiseli dušičnom kiselinom. Ako Vam laboratorij da bocu s kiselinom, ne ispirite je i ne prolijte kiselinu. Za hranu je najjednostavnije čuvati izvorno pakiranje ili koristiti čistu vrećicu od PE, a za rezanje plastični ili keramički nož.

PFAS

Za PFAS vrijede najstroža pravila. Provedbena uredba (EU) 2022/1428 traži da uzorak bude u čistoj, inertnoj posudi od polipropilena, polietilena ili drugog materijala bez PFAS-a, a upotreba staklenih posuda nije dopuštena (Europska komisija 2022.e). Uzorak ne smije dodirivati daske za rezanje, posude ni uloške čepova od PTFE-a (teflona), polivinilidenfluorida (PVDF (polivinilidenfluorid)) ni drugih fluoropolimera. Metode US EPA 537.1 i 533 za vodu za piće traže boce od polipropilena ili polietilena s čepom od polipropilena, a metoda 533 kaže da se boca koristi samo jednom (Shoemaker i Tettenhorst 2020.; U.S. EPA 2019.).

Ovdje je važno uočiti suprotnost. Čep s PTFE-uloškom, koji je pravi izbor za pesticide, za PFAS je izvor onečišćenja. Staklo, koje je pravi izbor za organske tvari, za PFAS je zabranjeno. Ako iz istog mjesta trebate i pesticide i PFAS, trebate dvije različite posude.

Mikrobiologija

Za mikrobiološku analizu posuda mora biti **sterilna**, to jest bez živih mikroorganizama, i zatvorena do trenutka uzorkovanja. Najčešće su to tvornički sterilne plastične posude ili vrećice, a za vodu sterilne boce koje sadrže natrijev tiosulfat. Tiosulfat neutralizira klor, koji bi inače i u boci nastavio ubijati bakterije, pa bi nalaz bio bolji od stvarnog stanja (ISO 2006.). Za mikrobiološki uzorak vode iz slavine Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" traži sterilnu bocu od 500 mL (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.). Sterilnu posudu zatražite od laboratorija. Kuhanje staklenke u kućanstvu nije zamjena za sterilnu posudu.

Tablica 21.1. Posude i pribor prema analitu. Prije uzorkovanja uvijek provjerite zahtjeve laboratorija, jer pojedine metode mogu tražiti drukčije posude ili konzervanse.

Analit	Posuda i pribor	Izbjegavati
Pesticidi, PAH, PCB	staklo (tamno) s čepom s PTFE-uloškom; pribor od nehrđajućeg čelika ili stakla (U.S. EPA 2018.)	plastične posude i čepove bez PTFE-uloška (ftalati), gumu
Dioksini i PCB u hrani	staklo, aluminij, PP ili PE (Europska komisija 2017.)	papir i papirnatu prašinu na posudi
Metali (Pb, Cd, Hg, As)	PE ili PP, nemetalni pribor (plastika, keramika) (U.S. EPA 1996.)	metalni pribor i posude, rukavice s talkom ili puderom
PFAS	PP ili PE bez PFAS-a, čep od PP-a; za vodu boca za jednu upotrebu (Europska komisija 2022.e; U.S. EPA 2019.)	staklo, PTFE, PVDF, aluminijsku foliju, vodoodbojnu odjeću, kreme
Mikrobiologija	sterilna posuda ili vrećica; za vodu sterilna boca s natrijevim tiosulfatom (ISO 2006.)	ponovno korištene posude, dodir grla ili čepa
Ostalo (nitrati, osnovna kemija vode)	čista PE boca ili posuda koju da laboratorij (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.)	boce od sokova i deterdženata

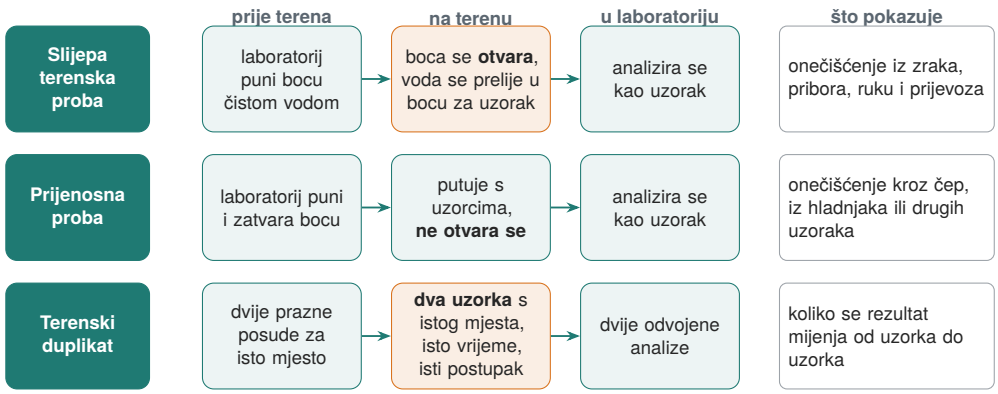
? Mit ili činjenica

MIT

Dobro oprana staklenka od pekmeza ili bočica od mineralne vode je jednako dobra kao posuda iz laboratorija.

ŠTO KAŽU PODACI

Za neke analize, na primjer osnovne pokazatelje vode ili šećer u medu, laboratorij ponekad prihvati čistu kućnu posudu, ali to treba unaprijed pitati. Za tragove tvari kućna posuda je nepoznat izvor onečišćenja. Metalni poklopci staklenki imaju unutarnji premaz, a plastične boce mogu otpuštati organske tvari (U.S. EPA 2018.). Za PFAS je staklo zabranjeno (Europska komisija 2022.e), a za mikrobiologiju posuda mora biti sterilna. Posuda iz laboratorija stoji malo ili ništa, a uklanja jedno od najčešćih pitanja koja će Vam postaviti svatko tko čita nalaz.



Slika 21.1. Tri vrste terenskih kontrolnih uzoraka. Narančasto su označeni koraci u kojima se kontrolni uzorak izlaže istim uvjetima kao pravi uzorak. Svaka vrsta otkriva drugi izvor pogreške, pa jedna ne zamjenjuje drugu. (U.S. EPA 2019.; U.S. EPA 1996.; Shoemaker i Tettenhorst 2020.)

21.4 Slijepe probe i duplikat

Najbolji dokaz da pribor i postupak nisu onečistili uzorak jest uzorak koji ne bi smio sadržavati ništa, a prošao je isti put kao pravi uzorak. Takav uzorak zove se **slijepa proba**. U terenskom radu koriste se tri vrste kontrolnih uzoraka. Slika 21.1 prikazuje put svake od njih i što svaka može otkriti.

Slijepa terenska proba

Slijepa terenska proba je čista voda iz laboratorija koja se na terenu tretira točno kao uzorak, osim što ne dolazi iz sredine koju istražujete. Metoda 533 to opisuje ovako. Laboratorij napuni jednu bocu provjereno čistom vodom i pošalje je zajedno s praznim bocama. Na mjestu uzorkovanja otvorite bocu s čistom vodom, prelijete je u praznu bocu za uzorak, zatvorite je i označite datumom, vremenom i mjestom. Svaki skup uzoraka uzetih na istom mjestu u isto vrijeme mora imati jednu takvu probu (U.S. EPA 2019.). Metoda za tragove metala traži barem jednu terensku slijepu probu po mjestu ili jednu na svakih deset uzoraka, što god je više (U.S. EPA 1996.).

Kako se tumači? Ako je slijepa proba čista, a uzorak sadrži tvar, tvar vrlo vjerojatno potječe iz uzorka. Ako slijepa proba sadrži istu tvar u sličnoj koncentraciji kao uzorak, rezultat uzorka nije pouzdan, jer se ne može razlučiti što je došlo iz bunara, a što iz okoline, pribora ili ruku. Oduzimanje vrijednosti slijepe probe od rezultata uzorka metoda 537.1 ne dopušta (Shoemaker i Tettenhorst 2020.). Slijepa proba služi za odluku vrijedi li rezultat, a ne za njegovo ispravljanje.

Za hranu je slijepa terenska proba teža, jer nema „čiste hrane" koju bi laboratorij mogao poslati. Možete napraviti probu pribora. Isperite nož, dasku i posudu malom količinom čiste vode iz laboratorija i tu vodu pošaljite kao zaseban uzorak. Takvu probu treba dogovoriti s laboratorijem, jer se ona ne analizira istom metodom kao hrana.

Prijenosna proba

Prijenosna proba (engl. *trip blank*) je zatvorena boca čiste vode koju laboratorij pripremi i koja putuje s uzorcima od laboratorija do terena i natrag, ali se na terenu ne otvara. Ona pokazuje može li tvar ući u uzorke tijekom prijevoza i čuvanja, na primjer kroz čep, iz hladnjaka ili iz drugih uzoraka u istoj kutiji. Najčešće se koristi za hlapljive tvari. Za građanina je važna kad u istom hladnjaku putuju uzorci vrlo različitih koncentracija.

Duplikat

Terenski duplikat su dva uzorka uzeta na istom mjestu, u isto vrijeme i na isti način, koji se zatim odvojeno analiziraju. Razlika među njima pokazuje koliko je velika nesigurnost cijelog postupka, od uzorkovanja do analize (Shoemaker i Tettenhorst 2020.). Metoda za tragove metala traži i terenski duplikat (U.S. EPA 1996.). Ako se duplikati razlikuju dvostruko, rezultat jednog uzorka ne treba tumačiti na prvu decimalu. Duplikat ima još jednu korist, jer ostaje kao rezerva ako se izvorni uzorak izgubi ili ošteti (U.S. EPA 2019.). O razlici između duplikata i poduzorka za protuanalizu govori pogl. 23.

Granice metode · Slijepe probe koštaju

Svaka slijepa proba i svaki duplikat analiziraju se kao pravi uzorak i laboratorij ih naplaćuje. Za građanina koji šalje jedan uzorak to može udvostručiti trošak. Razuman kompromis je sljedeći. Za PFAS i tragove metala, gdje je onečišćenje pri uzorkovanju vjerojatno, slijepa terenska proba je gotovo nužna. Za mikrobiologiju i ostatke pesticida u voću je obično dovoljan pažljiv postupak i dobar zapis. U zajedničkim projektima, gdje se uzima mnogo uzoraka, jedna slijepa proba po mjestu ili jedna na deset uzoraka, što god je više, je razmjerno jeftina (pogl. 26).

21.5 Pranje pribora

Najjednostavnije je koristiti pribor za jednu upotrebu koji daje laboratorij, ili nov pribor iz zatvorenog pakiranja. Ako pribor koristite više puta, na primjer nož, žlicu, lopaticu za tlo ili posudu za miješanje, perite ga ovim redom.

1. Mehanički uklonite ostatke hrane ili tla.
2. Operite toplom vodom i deterdžentom bez mirisa, četkom koja ne ostavlja vlakna.
3. Dobro isperite vodovodnom vodom, barem tri puta.
4. Završno isperite destiliranom ili deioniziranom vodom.
5. Osušite na zraku, na čistoj podlozi, poklopljeno od prašine.

Za organske tvari laboratoriji pribor dodatno ispiru otapalom (U.S. EPA 2018.), a za metale razrijeđenom kiselinom. To ne radite kod kuće, nego zatražite od laboratorija već očišćen pribor. Za mikrobiologiju pribor mora biti steriliziran, a ne samo opran. Između dvaju uzoraka pribor operite ili zamijenite, inače prenosite tvar iz prvog uzorka u drugi. Ako uzimate uzorke od manje prema više sumnjivima, tu pogrešku smanjujete.

21.6 Izvori onečišćenja koje treba izbjeći

Kontrolna lista za dan uzorkovanja.

- ☐ Ruke oprane, rukavice nitrilne i bez pudera, nove za svaki uzorak.
- ☐ Bez kreme za ruke, kreme za sunčanje, losiona i parfema na dan uzorkovanja, posebno za PFAS (Europska komisija 2022.e).
- ☐ Bez vodoodbojne ili impregnirane odjeće pri uzorkovanju za PFAS.
- ☐ Bez aluminijske folije za PFAS. Folija je navedena kao mogući izvor PFAS-a u laboratoriju (Shoemaker i Tettenhorst 2020.), a kiseli i lužnati uzorci s njom reagiraju (U.S. EPA 2018.).
- ☐ Bez pušenja, jela i pića u blizini otvorene posude. Dim, ambalaža hrane i neka hrana izvori su onečišćenja (U.S. EPA 1996.; Shoemaker i Tettenhorst 2020.).
- ☐ Automobil s upaljenim motorom podalje od mjesta uzorkovanja (U.S. EPA 1996.).
- ☐ Posuda otvorena što kraće, čep okrenut unutrašnjošću prema dolje ili držan u ruci.
- ☐ Ne govoriti i ne kašljati iznad otvorene sterilne posude.
- ☐ Uzorci u hladnjaku odvojeni od hrane, zatvoreni i u zasebnoj vrećici.

Praktični zadatak · Složite komplet za uzorkovanje

Planirate uzeti uzorak vode iz bunara za PFAS i za mikrobiologiju te uzorak jaja iz dvorišta za PFAS. Napišite popis pribora i za svaku stavku odgovorite na tri pitanja. Od čega je napravljena? Je li čista ili sterilna? Tko ju je dao?

Rješenje. Za vodu za PFAS trebate PP ili PE bocu iz laboratorija, s čepom od PP-a i dodanim konzervansom ako ga metoda traži, te bocu za slijepu terensku probu (U.S. EPA 2019.). Za mikrobiologiju trebate sterilnu bocu s tiosulfatom (ISO 2006.). Za jaja trebate čistu posudu ili vrećicu od PP-a ili PE-a (Europska komisija 2022.e). Uz to trebate nitrilne rukavice bez pudera, prijenosni hladnjak s rashladnim uloškima, mjerač temperature, vodootporni flomaster, naljepnice, zapisnik (prilog A) i vrećice za odvajanje uzoraka. Aluminijska folija i staklene staklenke ne ulaze u komplet.

Zapamtiti

Posuda se bira prema analitu, a ne prema onome što je pri ruci. Staklo s PTFE-čepom za organske tvari, plastika za metale, plastika bez PTFE-a za PFAS i sterilna posuda za mikrobiologiju. Čistoću dokazuje slijepa proba, a ne dobra namjera.

Pojmovnik poglavlja

Analit. Tvar ili mikroorganizam koji se u uzorku traži i mjeri.

Slijepa terenska proba. Čista voda iz laboratorija koja se na terenu tretira kao uzorak, kako bi se provjerilo unosi li postupak uzorkovanja onečišćenje.

Prijenosna proba. Zatvorena boca čiste vode koja putuje s uzorcima, ali se ne otvara. Provjerava onečišćenje tijekom prijevoza i čuvanja.

Terenski duplikat. Dva uzorka uzeta na istom mjestu u isto vrijeme na isti način. Pokazuje nesigurnost cijelog postupka.

Sterilna posuda. Posuda bez živih mikroorganizama, zatvorena do trenutka uzorkovanja.

Natrijev tiosulfat. Tvar u sterilnim bocama za vodu koja neutralizira klor i tako sprječava da klor u boci ubija bakterije prije analize.

Provjera znanja

1. Zašto se za PFAS ne koristi staklena boca s čepom obloženim teflonom?
2. Koju posudu odabrati za pesticide, a koju za olovo?
3. Što pokazuje slijepa terenska proba i smije li se njezina vrijednost oduzeti od rezultata uzorka?
4. Čemu služi natrijev tiosulfat u boci za mikrobiološki uzorak vode?
5. Navedite tri izvora onečišćenja koja treba izbjeći pri uzorkovanju za PFAS.

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 22

Uzorkovanje po vrsti hrane

U OVOM POGLAVLJU

- Koliko uzorka treba za pojedinu vrstu hrane, vode i tla i zašto se količina razlikuje od analize do analize.
- U što se uzorak stavlja, na kojoj temperaturi se čuva i u kojem roku mora stići u laboratorij.
- Posebnosti voća i povrća, žitarica i brašna, meda, mesa i ribe, jaja, mlijeka i sira, vode za piće i tla iz vrta.
- Tablica sažetka koja se može ponijeti na teren.

TRI KILOGRAMA RAJČICA I JEDNA STAKLENKA MEDA

Zamislite udrugu koja je na tržnici kupila tri kilograma rajčica od jednog prodavača, staklenku meda od drugoga i komad domaćeg sira od trećega. Sve je stavila u jednu platnenu vrećicu, ostavila u automobilu do večeri i sutradan ujutro odnijela u laboratorij. Za rajčice je laboratorij rekao da je količina dovoljna. Med je primio bez primjedbi. Za sir je rekao da mikrobiološku analizu ne može napraviti, jer je uzorak više od dvadeset sati bio na sobnoj temperaturi, a u automobilu i toplije. Udruga je zaključila da je laboratorij bio pretjerano strog. Laboratorij je zapravo samo primijenio pravilo koje je udruga trebala znati prije kupnje. Ovo poglavlje skuplja ta pravila na jedno mjesto.

Svaka vrsta hrane ima svoja pravila uzorkovanja. Ona ovise o tri pitanja. Koliko je jedinica potrebno da uzorak predstavlja partiju (pogl. 20)? Od čega mora biti posuda da ne onečisti uzorak (pogl. 21)? Koliko dugo i na kojoj temperaturi uzorak ostaje nepromijenjen? Prvo pitanje uglavnom ovisi o veličini jedinice (zrno, jabuka, glavica kupusa), drugo o analitu, a treće o tome je li uzorak kvarljiv i traži li se mikrobiološka ili kemijska analiza.

Za službene kontrole ta pravila propisuju uredbe EU o metodama uzorkovanja za mikotoksine (Europska komisija 2023.e), metale (Europska komisija 2007.), dioksine i PCB (Europska komisija 2017.), PFAS (Europska komisija 2022.e) i ostatke pesticida (Europska komisija 2002.; Europska komisija 2026.e). Za građanina ti propisi nisu obvezni, ali su najbolji dostupni vodič, jer su ih sastavili stručnjaci upravo za pitanje koliko uzorka treba da rezultat nešto znači. Prije uzimanja uzorka ipak uvijek nazovite laboratorij (pogl. 24). Laboratorij zna koliko materijala treba njegova metoda i može tražiti više od propisanog minimuma, na primjer za ponovljenu analizu.

Granice metode · Propisi se mijenjaju

Direktiva 2002/63/EZ o uzorkovanju za ostatke pesticida, na koju se ovo poglavlje oslanja, zamjenjuje se Provedbenom uredbom Komisije (EU) 2026/765 od 1. travnja 2026., koja se primjenjuje od 1. siječnja 2027. (Europska komisija 2026.e). Nova uredba ažurira pravila i dodaje posebne odredbe za med i pčelinje proizvode te za ribu. Najmanje mase laboratorijskih uzoraka za žitarice, mlijeko, sir i meso ostaju iste. Novo je da se za kokošja jaja traži 10 umjesto 12 jaja, da su krupni plodovi podijeljeni u dvije skupine, da se za peršin traži 0,2 kg umjesto 0,5 kg i da je za med propisano 0,5 kg (Europska komisija 2026.e, Prilog, tabl. 4 do 6). Ovo poglavlje navodi mase iz nove uredbe. Za ribu i riblje proizvode uredba najmanju masu ne propisuje, nego je prepušta nacionalnom planu kontrole ostataka.

22.1 Opća pravila za sve matrice

Prije pojedinih vrsta hrane, nekoliko pravila koja vrijede uvijek.

- **Ne perite, ne gulite i ne režite** hranu prije uzorkovanja, osim ako to laboratorij izrijekom traži. Najveće dopuštene razine ostataka pesticida odnose se na proizvod kakav se stavlja na tržište, a dio proizvoda na koji se razina odnosi propisan je u prilogu Uredbe (EZ) br. 396/2005 (Europski parlament i Vijeće 2005.). Laboratorij ga priprema prema propisu.
- **Pakirana hrana ostaje u izvornom pakiranju.** Izvorno pakiranje je najčišća posuda koju imate, a na njemu su serija (LOT), rok trajanja i proizvođač.
- **Jedinice iz iste serije.** Ako kupujete više pakiranja, provjerite da imaju istu oznaku serije. Pakiranja iz različitih serija su različite partije.
- **Kvarljivo hladno, smrznuto smrznuto.** Kvarljivi uzorci čuvaju se hladni, a smrznuti moraju ostati smrznuti tijekom cijelog prijevoza (Europska komisija 2026.e, Prilog, toč. B.4).
- **Uzorak u laboratorij što prije.** Za ostatke pesticida propis traži da uzorak stigne u laboratorij što je prije moguće (Europska komisija 2026.e, Prilog, toč. B.4), a za mikrobiologiju rok se obično mjeri u satima, a ne danima.
- **Svaki uzorak u svojoj vrećici**, da ne kaplje jedan na drugi i da se ne zamijene naljepnice.

22.2 Voće i povrće

Voće i povrće se najčešće šalju na ostatke pesticida, nitrate (lisnato povrće) i metale. Za ostatke pesticida masa laboratorijskog uzorka ovisi o veličini ploda (Europska komisija 2026.e, Prilog, tabl. 5).

- Sitni plodovi, obično lakši od 25 g po komadu (bobičasto voće, grašak, masline, trešnje), najmanje 1 kg.
- Srednji plodovi, od 25 do 250 g (jabuke, naranče, rajčice, krumpir), najmanje 1 kg i barem 10 komada.

- Krupni plodovi, od 250 do 1000 g (krastavci, grozdovi), najmanje 2 kg i barem 5 komada.
- Vrlo krupni plodovi, teži od 1 kg (bundeve, dinje), najmanje 2 kg i barem 3 komada.

Svježe začinsko bilje, uključujući peršin, traži manje, oko 0,2 kg (Europska komisija 2026.e, Prilog, tabl. 5). Ista vrsta može ovisno o veličini plodova pripasti različitoj skupini, pa krastavci ili krumpir mogu biti srednji ili krupni. Plodovi se uzimaju cijeli. Jabuka prerezana na pola nije uzorak, jer se ne zna je li polovica reprezentativna i jer se prerezana površina mijenja.

Kupujete li na tržnici, uzmite plodove iz različitih dijelova hrpe ili sanduka, ne samo odozgo. U vlastitom vrtu uberite plodove s više biljaka i s različitih strana gredice. Ako Vas zanimaju metali u lisnatom povrću, nemojte otresti svu zemlju na mjestu, ali je i nemojte ostaviti na listu. Zapišite što ste napravili, jer čestice tla na listu mogu povisiti izmjereni olovo više nego što ga je u samoj biljci. O tome je li biljku za analizu potrebno oprati odlučuje pitanje koje postavljate (je li hrana onakva kakvu jedemo ili kakvu kupujemo), pa to dogovorite s laboratorijem.

- **Posuda.** Čista vrećica od PE-a ili izvorno pakiranje. Za metale ne koristite metalni pribor za rezanje peteljki (U.S. EPA 1996.).
- **Čuvanje.** Hladno, u hladnjaku, ne smrzavati ako laboratorij ne traži. Smrzavanje uništava strukturu ploda, a za pesticide ga laboratorij ionako homogenizira.
- **Rok dostave.** Propis traži da uzorak stigne u laboratorij što prije i da se ne pokvari (Europska komisija 2026.e, Prilog, toč. B.4). Preporuka je isti ili sljedeći dan, prije nego što plodovi počnu gubiti vodu ili trunuti, a meko voće (jagode, maline) što prije. Točan rok dogovorite s laboratorijem.

22.3 Žitarice i brašno

Za žitarice su najvažniji mikotoksini, a pravila za njih su opisana u pogl. 20. Ukratko, za partiju zrna uzima se 3 do 100 pojedinačnih uzoraka od oko 100 g, ovisno o masi partije, a skupni uzorak ima od 1 do 10 kg (tablica 20.1). U maloprodaji skupni uzorak treba imati najmanje 1 kg (Europska komisija 2023.e). Za ostatke pesticida dovoljan je 1 kg zrna, a za brašno, kruh i suho voće 0,5 kg (Europska komisija 2026.e, Prilog, tabl. 5).

Kako uzorkovati vreću? Vreće brašna ili zrna nisu iznutra ujednačene. Ako imate sondu za žito (dugačku cijev s otvorima), zabodite je dijagonalno kroz vreću. Ako nemate, otvorite vreću, izvadite zahvate žlicom s vrha, iz sredine i s dna, ili presipajte vreću u veću čistu posudu i zahvatite iz mlaza na nekoliko jednako razmaknutih trenutaka. Za kupljeno brašno u pakiranjima od 1 kg najjednostavnije je kupiti dva ili tri pakiranja iste serije i poslati ih neotvorena.

- **Posuda.** Izvorno pakiranje, papirnata vrećica ili čista vrećica od PE-a. Zrno mora ostati suho.

- **Čuvanje.** Suho, tamno, na sobnoj temperaturi ili hladnije. Vlažno zrno u zatvorenoj plastičnoj vrećici na toplom može nastaviti plijesniti, pa vlažan uzorak ohladite i dostavite odmah.
- **Rok dostave.** Suho zrno i brašno nisu vremenski osjetljivi, ali ih dostavite unutar nekoliko dana, prije nego što se promijene uvjeti.

22.4 Med

Med se najčešće šalje zbog sumnje na patvorenje, o čemu govori pogl. 18, zbog ostataka veterinarskih lijekova i pesticida te zbog parametara kakvoće (voda, šećeri, hidroksimetilfurfural). Med je stabilan i nije kvarljiv, pa su pravila jednostavnija nego za meso ili mlijeko.

Kupljeni med pošaljite u izvornoj, neotvorenoj staklenci. Ako uzorkujete kod pčelara iz veće posude, med prije uzimanja promiješajte, jer se u posudi raslojava, a kristaliziran med može biti neujednačen. Uzmite med čistom žlicom iz više dijelova posude u čistu staklenku. Ne zagrijavajte med da biste ga lakše natočili, jer zagrijavanje povećava sadržaj hidroksimetilfurfurala, jednog od pokazatelja po kojima se procjenjuje kakvoća i svježina meda (Fallico i sur. 2004.).

- **Masa.** Za ostatke pesticida najmanje 0,5 kg u pakiranjima (Europska komisija 2026.e, Prilog, tabl. 4), dakle barem jedna staklenka od 0,5 kg. Za analizu kakvoće, patvorenja i ostataka lijekova količinu unaprijed dogovorite s laboratorijem.
- **Posuda.** Izvorna staklenka ili čista staklenka. Za PFAS ne staklo, nego PP ili PE (Europska komisija 2022.e).
- **Čuvanje.** Sobna temperatura, tamno, daleko od izvora topline.
- **Rok dostave.** Nije hitno, ali je preporuka unutar tjedan dana.

22.5 Meso i riba

Meso i riba šalju se na mikrobiološku analizu (*Salmonella*, *Listeria*, *E. coli*), na ostatke veterinarskih lijekova, na metale (riba na živu) i na dioksine, PCB i PFAS. Uzorkovanje se razlikuje prema vrsti analize.

Za mikrobiološku analizu

Mikrobiološki kriteriji za hranu u EU se često ne odnose na jedan komad, nego na plan uzorkovanja s više jedinica. U mnogim kriterijima iz Uredbe (EZ) br. 2073/2005 plan uzorkovanja ima pet jedinica ($n = 5$), na primjer za salmonelu u mljevenom mesu (Europska komisija 2005.). Građanin obično šalje jedno pakiranje, i to treba imati na umu pri tumačenju. Pozitivan nalaz u jednom pakiranju jasan je signal. Negativan nalaz u jednom pakiranju govori malo o seriji.

- **Masa.** Jedno ili više neotvorenih pakiranja iste serije. Za nepakirano meso masu dogovorite s laboratorijem. Za dokazivanje salmonele ispituje se 25 g uzorka (pogl. 25), a

svaka dodatna pretraga traži svoj dio, pa ponesite nekoliko stotina grama po jedinici, u sterilnoj vrećici.

- **Posuda.** Izvorno pakiranje ili sterilna vrećica. Meso uzimajte sterilnim priborom ili kroz vrećicu, bez dodira rukom.
- **Čuvanje.** Rashlađeno, u prijenosnom hladnjaku s rashladnim uloškima. Rashlađeno meso se ne smrzava, jer smrzavanje mijenja broj živih bakterija. Smrznuto meso ostaje smrznuto. Smjernice za uzimanje i prijevoz uzoraka za mikrobiološku analizu hrane daje norma ISO/TS 17728 (ISO 2015.).
- **Rok dostave.** Isti dan, najkasnije unutar 24 sata. U koordiniranom programu praćenja listerije u hrani spremnoj za konzumaciju u EU uzorci su se prevozili na temperaturi od 2 do 8 °C i morali su stići u laboratorij unutar 24 sata od uzorkovanja, iznimno unutar 48 sati, a uzorci primljeni topliji od 8 °C su se odbacivali (Europska komisija 2010.a, Prilog I., dio B). Točne uvjete za svoj uzorak dogovorite s laboratorijem.

Za kemijsku analizu

Za dioksine i PCB svaki pojedinačni uzorak ima najmanje 100 g, a skupni uzorak najmanje 1 kg, osim ako to nije izvedivo (Europska komisija 2017.). Isti najmanji skupni uzorak od 1 kg traži i propis za PFAS (Europska komisija 2022.e). Za ostatke pesticida u mesu i peradi propis dopušta da se uzorci prije slanja zamrznu, osim ako stižu u laboratorij prije nego što se mogu pokvariti (Europska komisija 2026.e, Prilog, toč. B.4).

Kod ribe valja zapisati vrstu, veličinu i podrijetlo. Metilživa se nakuplja u ribama duž hranidbenog lanca, pa velike grabežljive ribe sadrže više žive od sitnih riba poput srdele (pogl. 4) (EFSA CONTAM Panel 2012.). Zato je podatak o vrsti i veličini ribe potreban za tumačenje rezultata. Za male ribe (srdele, inćuni) skupni uzorak sastoji se od više cijelih riba. Za velike ribe uzima se mišić s nekoliko mjesta, bez kože i kostiju, ako laboratorij ne traži drukčije.

- **Posuda.** Za metale vrećica od PE-a, za dioksine staklo, aluminij, PP ili PE (Europska komisija 2017.), za PFAS PP ili PE bez stakla i aluminijske folije (Europska komisija 2022.e).
- **Čuvanje.** Rashlađeno ako se dostavlja isti ili sljedeći dan, inače smrznuto.
- **Rok dostave.** Rashlađeno unutar 24 sata, smrznuto prema dogovoru s laboratorijem.

22.6 Jaja

Jaja iz dvorišta šalju se najčešće na dioksine, PCB i PFAS, jer kokoši koje kopaju po tlu unose ta onečišćenja s tlom i kukcima (pogl. 15). Za mikrobiologiju (*Salmonella*) šalju se rijetko.

Za dioksine i PCB skupni uzorak kokošjih jaja ima najmanje 12 jaja (Europska komisija 2017.). Za PFAS skupni uzorak treba imati najmanje 1 kg (Europska komisija 2022.e). Kokošje jaje razreda M ima s ljuskom od 53 do 63 g (Europska komisija 2023.b, čl. 5.), pa 1 kg znači od 16 do 19 takvih jaja, a ako laboratorij masu računa bez ljuske, nekoliko jaja

više. Broj jaja zato dogovorite s laboratorijem. Za ostatke pesticida traži se 10 cijelih kokošjih jaja (Europska komisija 2026.e, Prilog, tabl. 6). Ako šaljete i na dioksine i na PFAS, dogovorite s laboratorijem može li se jedan skupni uzorak podijeliti. Jaja skupljajte nekoliko dana zaredom od svih kokoši u jatu, jer pojedine kokoši mogu biti različito izložene. Zapišite broj kokoši, koliko su dugo na tom mjestu, čime se hrane i kamo izlaze.

- **Posuda.** Čista plastična kutija za jaja ili posuda od PP-a.
- **Čuvanje.** Hladno, u hladnjaku. Cijela jaja u ljusci ne zamrzavajte, jer pucaju.
- **Rok dostave.** Unutar nekoliko dana od posljednjeg skupljanja.

22.7 Mlijeko i sir

Mlijeko i sir šalju se na mikrobiološku analizu, na aflatoksin M_1 (mlijeko), na ostatke antibiotika i na PFAS, dioksine i PCB. Mikrobiološka analiza je najosjetljivija na postupak, jer se bakterije u mlijeku brzo umnožavaju kad mlijeko nije hladno.

Sirovo mlijeko izravno od proizvođača najprije promiješajte, jer se mliječna mast izdvaja na površini, a s njom i tvari topljive u mastima. Natočite ga u sterilnu posudu, bez dodira grla posude. Pakirano mlijeko i sir šaljite u izvornom pakiranju. Domaći sir kupljen na tržnici zamotajte u sterilnu vrećicu, ne u papir ni u aluminijsku foliju.

- **Masa.** Mlijeka oko 0,5 L, sira jedan cijeli komad ili najmanje 0,3 kg, a od većih komada 0,5 kg, kako traže pravila za pesticide (Europska komisija 2026.e, Prilog, tabl. 6). Mlijeka se za ostatke pesticida traži 0,5 L (isto mjesto). Za mikrobiološku analizu i za druge kemijske analize količinu unaprijed dogovorite s laboratorijem.
- **Posuda.** Za mikrobiologiju sterilna posuda ili izvorno pakiranje. Za PFAS PP ili PE (Europska komisija 2022.e).
- **Čuvanje.** Rashlađeno, u prijenosnom hladnjaku. Za mikrobiološku analizu ne smrzavati.
- **Rok dostave.** Za mikrobiologiju isti dan, najkasnije unutar 24 sata. Za kemijsku analizu, uz dogovor s laboratorijem, uzorak se može i zamrznuti.

22.8 Voda za piće

Voda je jedina matrica za koju svaki zavod za javno zdravstvo ima javno objavljene upute za građane, a postupak je dobro opisan i u normama. Pravila za mikrobiološki uzorak daje norma HRN EN ISO 19458 (ISO 2006.), a za čuvanje uzoraka za kemijsku analizu HRN EN ISO 5667-3 (ISO 2024.). Za vodu se uvijek najprije pitajte što želite saznati. Kakvoća vode u vodovodu? Stanje kućnih instalacija? Voda iz vlastitog bunara? Postupak se razlikuje.

Mikrobiološki uzorak iz slavine

Uputa Nastavnog zavoda za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" opisuje postupak ovim redom (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.).

1. Sa slavine skinite sve nastavke, mrežicu, gumeno crijevo i slično.
2. Otvor slavine opalite upaljačem ili ga dezinficirajte alkoholom ili dezinficijensom.
3. Pustite da teče hladna voda od 3 do 5 minuta, po potrebi i dulje, kako ne biste uzorkovali vodu koja je stajala u instalacijama.
4. Otvorite sterilnu bocu, a grlo boce, unutarnji dio čepa i otvor slavine ne dirajte.
5. Bocu postavite neposredno ispod mlaza i punite je izravno, bez dodira sa slavinom.
6. Za mikrobiološke pokazatelje ne punite do vrha, nego ostavite oko 3 cm praznog prostora.

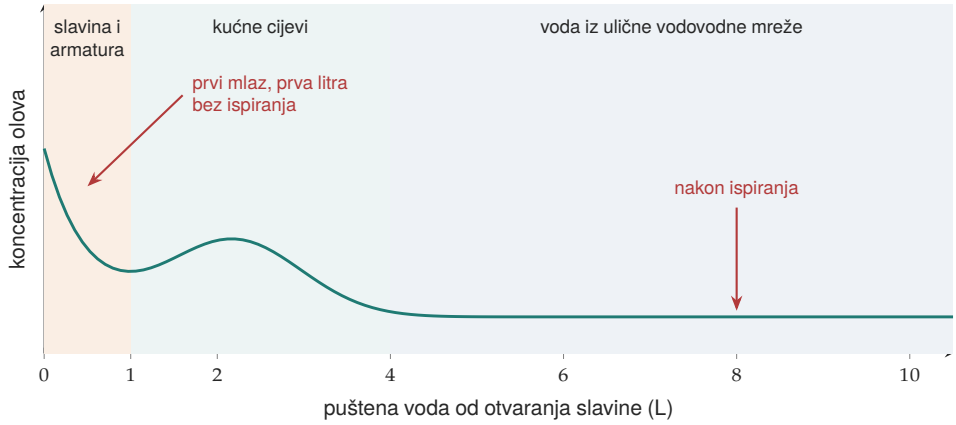
Za mikrobiološku analizu potrebna je sterilna boca od 500 mL. Za vodu iz vodovoda boca sadrži natrijev tiosulfat (pogl. 21), pa je ne ispirite. Ako uzorak ne možete predati isti dan, čuvajte ga u hladnjaku na oko 4 °C i dostavite najkasnije unutar 24 sata (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.).

Kemijski uzorak

Za osnovnu analizu vode, koja obuhvaća mikrobiološke i dio fizikalno-kemijskih pokazatelja, navedeni zavod traži jednu litru uzorka. Bocu za fizikalno-kemijske pokazatelje napunite do vrha (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.). Do vrha se puni zato što zrak u boci može promijeniti otopljene plinove, pH i neke spojeve (ISO 2024.).

Za PFAS se voda pušta dok joj se temperatura ne ustali, prema metodi 537.1 otprilike 3 do 5 minuta, a uzorak se uzima iz mlaza u bocu od polipropilena od 250 mL s konzervansom koji je laboratorij unaprijed dodao. Uzorkovatelj pere ruke i nosi nitrilne rukavice (Shoemaker i Tettenhorst 2020.). Prema metodi 533 uzorci se šalju na ledu i vrijede ako u hladnjaku pri primitku još ima leda ili ako stignu unutar dva dana od uzorkovanja na temperaturi nižoj od 10 °C. Uzorak se ne smije smrznuti, a ekstrahira se unutar 28 dana (U.S. EPA 2019.).

Kad Vas zanima olovo ili bakar iz kućnih instalacija, a ne iz vodovoda, ne puštate vodu. Za praćenje olova u školama, vrtićima, bolnicama i drugim prioritetnim objektima uzima se dnevni slučajni uzorak, tj. prva litra vode iz slavine bez prethodnog ispiranja. Ako je olovo povišeno, uzimaju se dodatni uzorci prvog mlaza, vode nakon ispiranja i vode nakon 30 minuta stajanja (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2024.). Prvi mlaz i voda nakon ispiranja odgovaraju na dva različita pitanja, a u zapisnik upišite koji ste uzorak uzeli i koliko je voda prije toga stajala. Slika 22.1 pokazuje zašto. Prva litra je stajala u slavini i armaturi, sljedeće litre u kućnim cijevima, a tek nakon ispiranja dolazi voda iz ulične mreže.



Slika 22.1. Shematski prikaz koncentracije olova u uzastopnim litrama vode iz slavine nakon što je voda stajala preko noći. Prvi mlaz govori o slavini i kućnim instalacijama, a uzorak nakon ispiranja o vodi iz vodovoda. Oblik krivulje je zamišljen i služi samo za objašnjenje, a stvarni oblik ovisi o materijalu cijevi i armature.

Voda iz bunara

Iz zdenca ili kopanog bunara bez crpke vodu zahvatite posudom koja se uobičajeno koristi. Bocu otvorite bez dodira grla i unutarnjeg dijela čepa te je napunite izlijevanjem iz kante, a ne uranjanjem boce u kantu. Za mikrobiološke pokazatelje ostavite oko 3 cm praznog prostora, a za kemijske napunite do vrha (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.). Ako bunar ima crpku i slavinu, postupajte kao sa slavinom, a u zapisnik upišite koliko je dugo voda tekla. Uz uzorak zapišite dubinu bunara, udaljenost od septičke jame, gnojišta i staja te je li nedavno bilo jake kiše. Kada je uzorkovanje bunara opravdano, govori pogl. 15.

- **Masa.** 500 mL u sterilnoj boci za mikrobiologiju, jedna litra za osnovnu kemiju, 250 mL u PP-boci za PFAS.
- **Čuvanje.** Hladno, oko 4 °C, tamno, ne smrzavati.
- **Rok dostave.** Mikrobiologija najkasnije unutar 24 sata (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.). PFAS u hladnjaku s ledom unutar dva dana (U.S. EPA 2019.).

Iz prakse · Koliko traje analiza vode

Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" na uputi za građane navodi da analiza vode traje najmanje tri dana i da se ispitni izvještaj može preuzeti osobno, poštom ili e-poštom (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.). Mikrobiološki dio analize ne može se ubrzati, jer bakterije na hranjivim podlogama trebaju vremena da narastu. Zato rok od 24 sata vrijedi za dostavu uzorka, a ne za dobivanje nalaza.

22.9 Tlo iz vrta

Tlo iz vrta šalje se na metale (olovo, kadmij, arsen), PAH, PCB, dioksine i PFAS, a ne radi gnojidbe nego radi pitanja prelaze li onečišćenja u povrće ili u jaja kokoši koje kopaju po tlu (pogl. 4 i 15). Tlo je jedna od najneujednačenijih matrica. Uz staru ogradu obojenu olovnom bojom, uz cestu, na mjestu bivšeg ognjišta ili smetlišta koncentracije mogu biti višestruko veće nego dva metra dalje. Zato se tlo gotovo uvijek uzorkuje kao skupni uzorak od mnogo uboda.

Dubina

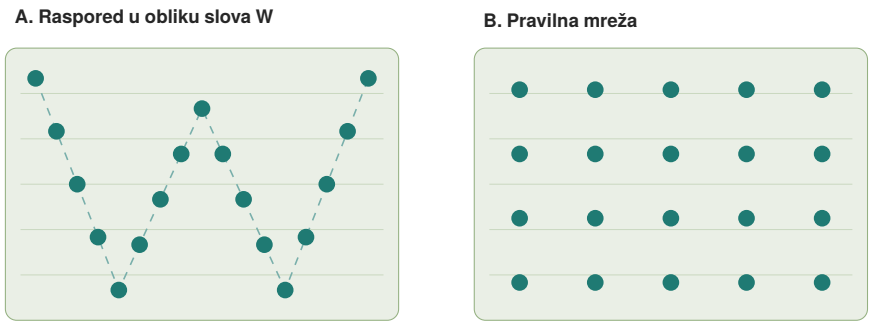
Dubina ovisi o pitanju. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu za agrokemijsku analizu tla pod ratarskim kulturama i povrćem preporučuje dubinu od 0 do 30 cm, a za višegodišnje nasade i od 30 do 60 cm (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za tlo 2019.). Europsko istraživanje površinskog sloja tla LUCAS uzima uzorke s dubine od 0 do 20 cm (Orgiazzi i sur. 2018.). Za gredicu s povrćem razumna je dubina od 0 do 20 cm, koja odgovara sloju koji se obrađuje i u kojem je većina korijenja povrća. Za travnjak po kojem se igraju djeca ili kopaju kokoši važniji je površinski sloj, od 0 do 5 cm, jer se on lijepi za ruke i kljunove. Važnije od izbora dubine je da je ista za sve ubode u skupnom uzorku i da je upisana u zapisnik.

Raspored uboda

Skupni uzorak tla sastoji se od 20 do 25 pojedinačnih uzoraka (uboda) koji se izmiješaju, a što je uboda više, skupni uzorak bolje predstavlja površinu (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za tlo 2019.). Postoji nekoliko rasporeda uboda, a strategije uzorkovanja tla opisuje norma ISO 18400-104 (ISO 2018.). Za vrt su najpraktičnija dva (slika 22.2).

- **Raspored u obliku slova W** (cik-cak). Hodate po gredici u obliku slova W i ubadate na jednakim razmacima. Brz je i pokriva cijelu površinu bez mjerenja.
- **Pravilna mreža**. Površinu podijelite na jednaka polja i ubodete u sredinu svakog polja. Sporija je, ali se može ponoviti iduće godine na istim mjestima. HAPIH radi ponovljivosti preporučuje kružni raspored oko točke određene na karti ili GPS-om (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za tlo 2019.).

Svaka površina koja se razlikuje po korištenju ili povijesti uzorkuje se zasebno. Gredica s povrćem, travnjak, kokošinjac, pojas uz ogradu i mjesto bivšeg ognjišta pet su različitih skupnih uzoraka, a ne jedan. Ako ih spojite, sumnjivo mjesto se razrijedi i nestane u prosjeku (pogl. 20).



Slika 22.2. Dva rasporeda pojedinačnih uzoraka (uboda) za skupni uzorak tla iz vrta. Pojedinačni uzorci iz iste površine spajaju se u jedan skupni uzorak. Različite površine (gredica, travnjak, kokošinjac) uzorkuju se odvojeno.

Postupak

1. Na skici vrta označite površine i raspored uboda. Fotografirajte vrt s mjesta s kojeg se vidi cijela površina.
2. Na svakom mjestu uboda uklonite travu, lišće i kamenje s površine.
3. Sondom ili lopaticom izvadite stupac tla do odabrane dubine. Ako koristite lopaticu, iskopajte rupu, a zatim s okomite stijenke odrežite tanku krišku jednake debljine od vrha do dna. Tako svaki dio dubine ulazi u uzorak jednako.
4. Sve ubode iz iste površine stavite u čistu posudu ili vrećicu i dobro promiješajte rukom u rukavici. Uklonite kamenje, korijenje i ostatke biljaka.
5. Iz promiješanog tla uzmite oko 1 kg (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za tlo 2019.) u posudu za analizu. Ostatak vratite u vrt.
6. Pribor operite između dviju površina (pogl. 21).

- **Posuda.** Za metale čista vrećica od PE-a. Za PAH, PCB i dioksine staklenka sa širokim grlom. Za PFAS posuda od PP-a ili PE-a, bez aluminijske folije.
- **Čuvanje.** Hladno i tamno. Za metale tlo se može i osušiti na zraku, na čistoj podlozi, ali to prije dogovorite s laboratorijem. Za organske tvari ne sušite, nego čuvajte u hladnjaku.
- **Rok dostave.** Za metale nije hitno, unutar nekoliko tjedana. Za organske tvari unutar nekoliko dana, hladno.

Praktični zadatak · Plan uzorkovanja vlastitog vrta

Nacrtajte tlocrt svog vrta ili dvorišta u mjerilu (jedan kvadratić bilježnice neka bude jedan metar). Označite gredice, travnjak, kokošinjac, ogradu, cestu i mjesta gdje se nekad palilo ili bacalo smeće. Odredite koliko skupnih uzoraka trebate i za svaki ucrtajte raspored uboda. Za svaki skupni uzorak upišite dubinu, broj uboda i oznaku uzorka. Usporedite trošak (broj skupnih uzoraka puta cijena analize) s onim što ste spremni platiti. Ako je trošak prevelik, odlučite koja su dva ili tri pitanja najvažnija, a ne spajajte različite površine u jedan uzorak.

22.10 Tablica sažetka

Tablica 22.1 skuplja pravila iz ovog poglavlja na jedno mjesto. Ista tablica, u obliku pogodnom za fotokopiranje, nalazi se u prilogu C. Vrijednosti su najmanje količine i okvirni rokovi. Laboratorij može tražiti više ili kraće, i njegove upute imaju prednost.

Mase u tablici 22.1 su iz propisa za službene kontrole, a rokovi dostave za hranu su preporuke, a ne propisane vrijednosti. Masu za mikrobiološku analizu, rok i temperaturu prijevoza zato uvijek potvrdite s laboratorijem kojem šaljete uzorak.

Zapamtiti

Prije uzorkovanja znajte tri broja za svoju matricu, a to su masa, temperatura i rok dostave. Kvarljiv uzorak za mikrobiologiju mora biti hladan i u laboratoriju unutar 24 sata, a stabilni uzorci (med, brašno, tlo za metale) dopuštaju više vremena.

Pojmovnik poglavlja

Laboratorijski uzorak. Dio skupnog uzorka koji se predaje laboratoriju, u količini koju traži metoda.

Plan uzorkovanja (n). Broj jedinica iz iste serije koje se analiziraju da bi se donijela odluka o seriji. Za mnoge mikrobiološke kriterije $n = 5$.

Raspored u obliku slova W. Raspored uboda pri uzorkovanju tla duž putanje u obliku slova W, koji pokriva cijelu površinu.

Pravilna mreža. Raspored uboda u čvorovima zamišljene mreže, ponovljiv iz godine u godinu.

Prvi mlaz. Voda koja izlazi iz slavine odmah nakon što je stajala u instalacijama. Pokazuje što voda preuzima iz kućnih cijevi.

Tablica 22.1. Sažetak uzorkovanja po matricama. Mase su najmanje količine za laboratorijski uzorak. „Hladno" znači u hladnjaku ili prijenosnom hladnjaku s rashladnim uloškima, oko 4 °C, ne smrznuto. Izvori su navedeni u tekstu poglavlja.

Matrica	Masa ili volumen	Posuda	Čuvanje	Rok dostave
Sitno voće i povrće (< 25 g)	1 kg	PE vrećica, izvorno pakiranje	hladno	isti ili sljedeći dan
Srednje voće i povrće (25–250 g)	1 kg, najmanje 10 komada	PE vrećica, izvorno pakiranje	hladno	isti ili sljedeći dan
Krupno voće i povrće (250–1000 g)	2 kg, najmanje 5 komada	PE vrećica	hladno	isti ili sljedeći dan
Vrlo krupno voće i povrće (> 1 kg)	2 kg, najmanje 3 komada	PE vrećica	hladno	isti ili sljedeći dan
Žitarice, zrno	1 kg u maloprodaji; partija 1–10 kg iz 3–100 zahvata	papirnata ili PE vrećica, izvorno pakiranje	suho, tamno	nekoliko dana
Brašno, kruh	0,5 kg (pesticidi), 1 kg (mikotoksini)	izvorno pakiranje	suho, tamno	nekoliko dana
Med	0,5 kg (pesticidi), ostalo po dogovoru	izvorna staklenka; za PFAS PP ili PE	sobna temperatura, tamno	do tjedan dana
Meso, riba (mikrobiologija)	izvorno pakiranje ili masa po dogovoru	izvorno pakiranje, sterilna vrećica	2–8 °C, ne smrzavati	isti dan, najviše 24 h
Meso, riba (kemija)	1 kg skupni uzorak	PE (metali); staklo, Al, PP, PE (dioksini); PP, PE (PFAS)	hladno ili smrznuto	24 h hladno, smrznuto po dogovoru
Jaja	10 jaja (pesticidi); 12 jaja (dioksini, PCB); 1 kg (PFAS)	plastična kutija, PP	hladno, ne smrzavati	nekoliko dana
Mlijeko	0,5 L	sterilna posuda, izvorno pakiranje	hladno, ne smrzavati (mikro.)	isti dan, najviše 24 h
Sir	cijeli komad ili 0,3 do 0,5 kg	izvorno pakiranje, sterilna vrećica	hladno	isti dan, najviše 24 h
Voda, mikrobiologija	500 mL	sterilna boca s tiosulfatom; 3 cm prazno	oko 4 °C	najviše 24 h
Voda, osnovna kemija	1 L	boca iz laboratorija, puna do vrha	oko 4 °C	najviše 24 h
Voda, PFAS	250 mL	PP boca s PP čepom i konzervansom	na ledu, < 10 °C	2 dana
Tlo iz vrta	1 kg iz 20–25 uboda, 0–20 cm	PE (metali); staklo (PAH, PCB); PP (PFAS)	hladno, tamno	metali tjedni, organske tvari dani

Provjera znanja

1. Koliko jabuka treba za analizu ostataka pesticida?
2. Zašto se boca za mikrobiološku analizu vode ne puni do vrha, a boca za kemijsku analizu puni?
3. Koliko jaja treba za analizu dioksina i PCB-a, a koliko za PFAS?
4. Zašto se gredica, travnjak i kokošinjac ne spajaju u jedan uzorak tla?
5. Kako se čuva i u kojem roku dostavlja uzorak sira za mikrobiološku analizu?
6. Zašto se med ne zagrijava prije uzimanja uzorka?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 23

Lanac nadzora

U OVOM POGLAVLJU

- Što je lanac nadzora i zašto bez njega i točan nalaz gubi vrijednost.
- Zapisnik o uzorkovanju, jedinstvena oznaka uzorka, fotografije, plomba i svjedok.
- Tri istovjetna poduzorka, za analizu, protuanalizu i čuvanje.
- Hlađenje, prijevoz, predaja laboratoriju i potvrda primitka.
- Odgovornost građanina istraživača, od dopuštenja vlasnika do zaštite osobnih podataka.

NALAZ BEZ PROŠLOSTI

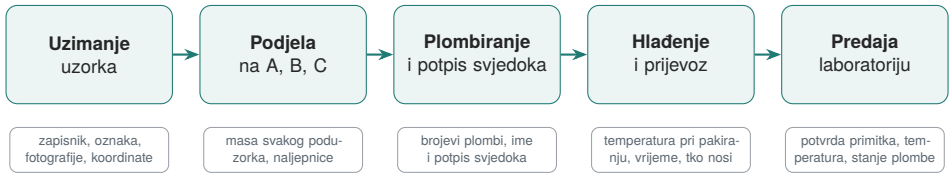
Zamislite mjesnu zajednicu koja je dobila nalaz s povišenom koncentracijom olova u povrću iz vrtova uz staru ljevaonicu. Nalaz je bio iz akreditiranog laboratorija, s pečatom i mjernom nesigurnošću. Na sastanku s predstavnicima općine je postavljeno nekoliko pitanja. Tko je uzeo uzorak i gdje točno? Je li povrće bilo oprano? Kako znamo da je to povrće iz tih vrtova, a ne iz trgovine? Gdje je uzorak stajao dva dana prije nego što je stigao u laboratorij? Ima li još tog uzorka za ponovnu analizu? Odgovori su bili „susjed", „mislim da nije", „vjerujte nam", „u hladnjaku" i „nema". Nitko nije tvrdio da je nalaz lažan. Ali nitko ga nije mogao ni provjeriti, pa je sastanak završio dogovorom da se „uzorkovanje ponovi kad bude prilike". Ovo poglavlje govori o tome kako na ista pitanja imati bolje odgovore.

23.1 Što je lanac nadzora

Lanac nadzora (engl. *chain of custody*) je neprekinut, pisani trag o uzorku, od trenutka kad je uzet do trenutka kad je analiziran. Iz njega se mora vidjeti tko je uzorak uzeo, gdje, kada i kako, tko ga je imao u rukama u svakom trenutku, u kakvim uvjetima je čuvan i je li netko mogao promijeniti njegov sadržaj. Laboratorij akreditiran prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 mora imati postupak za prijem, označivanje, čuvanje i zaštitu uzoraka od trenutka primitka (ISO 2017.). Ono što se događalo prije primitka laboratorij ne može znati. Za taj dio puta odgovorni ste Vi.

Lanac nadzora odgovara na dvije vrste sumnje. Prva je sumnja u slučajnu pogrešku, kao što su zamijenjene naljepnice, uzorak koji se ugrijao ili posuda koja je onečistila uzorak.

Druga je sumnja u namjeru, to jest da je netko uzorak podmetnuo, dopunio ili odabrao kako bi dobio željeni rezultat. Na prvu sumnju odgovaraju zapisnik, temperatura i slijepe probe (pogl. 21). Na drugu odgovaraju plomba, svjedok i poduzorak za protuanalizu. Slika 23.1 pokazuje korake i ono što se na svakom koraku zapisuje.



Slika 23.1. Koraci lanca nadzora (gore) i zapisi koji nastaju na svakom koraku (dolje). Svaka promjena posjeda uzorka upisuje se u zapisnik.

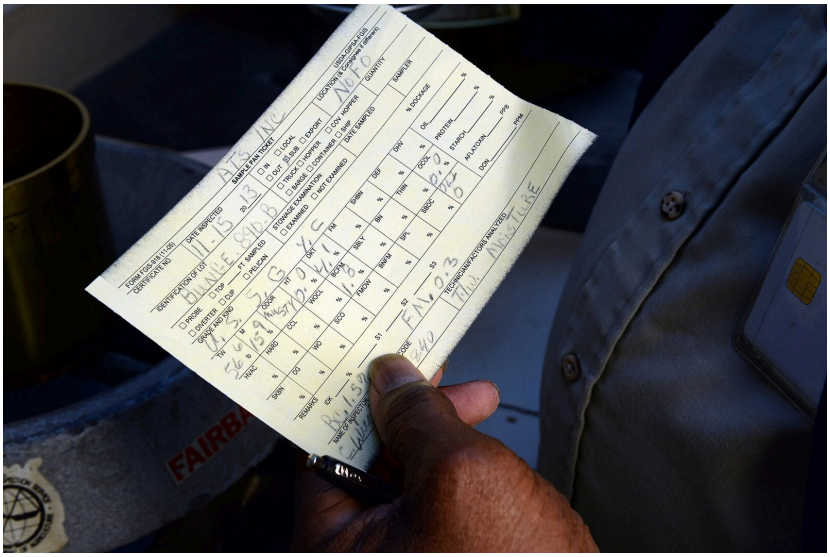
Službeno uzorkovanje u EU slijedi isti obrazac. Uzorak se zatvara na mjestu uzimanja, zapis o uzorkovanju mora omogućiti nedvojbenu identifikaciju partije, a iz homogeniziranog skupnog uzorka uzimaju se poduzorci za analizu, obranu i arbitražu (Europska komisija 2007., Prilog, dio B). Građanin nije službena osoba i njegov uzorak nema pravnu snagu službenog uzorka. Ipak, ako slijedi isti redoslijed, njegov nalaz postaje provjerljiv, a to je ono što inspekcija, novinar ili proizvođač mogu i trebaju tražiti.

23.2 Zapisnik o uzorkovanju

Zapisnik o uzorkovanju je obrazac koji se ispunjava na mjestu uzorkovanja, u trenutku uzorkovanja, a ne kasnije kod kuće po sjećanju. Obrazac A2 u prilogu A sadrži sva polja i može se umnožavati. Najvažnija polja su ova.

- **Oznaka uzorka**, datum i vrijeme uzorkovanja.
- **Pitanje** na koje uzorak treba odgovoriti (pogl. 10).
- **Što je uzorkovano**. Vrsta hrane, podrijetlo, proizvođač, serija (LOT), rok trajanja.
- **Gdje i kako je nabavljeno**. Adresa trgovine ili gospodarstva, broj računa ili ime i potpis vlasnika koji je dopustio uzorkovanje.
- **Kako je uzorak uzet**. Broj pojedinačnih uzoraka, s kojih mjesta, kojim priborom, u kakvu posudu (pogl. 20 i 22).
- **Poduzorci**. Oznaka, masa i broj plombe za poduzorke A, B i C te gdje se koji nalazi.
- **Pakiranje i svjedok**. Temperatura pri pakiranju, ime i potpis svjedoka i uzorkovatelja.
- **Predaja**. Laboratorij, vrijeme predaje, temperatura pri predaji, tražene analize, potpisi predavatelja i primatelja.

Pravila pisanja su jednostavna i ista kao za terenske bilježnice. Piše se kemijskom olovkom, ništa se ne briše, pogreška se prekriži jednom crtom tako da ostane čitljiva, a prazno polje se prekriži da se zna kako podatka nema. Zapisnik je dokument, a ne podsjetnik. Slika 23.2 prikazuje ručno ispunjen zapis o uzorcima iz jednog službenog laboratorija za pregled žitarica.



Slika 23.2. Inspektor u laboratoriju savezne službe za pregled žitarica u New Orleansu pregledava ručno upisane rezultate pregleda ranijih uzoraka kukuruza. Fotografija Anson Eaglin (U.S. Department of Agriculture), javno dobro.

23.3 Jedinstvena oznaka uzorka

Svaki uzorak dobiva **oznaku** koja je jedinstvena, kratka i ista svugdje gdje se uzorak spominje. Oznaka je na zapisniku, na naljepnici posude, na plombi, u nazivu svake fotografije i u zahtjevu laboratoriju. Prilog A predlaže oblik `GODINA-MJESTO-BROJ`, na primjer `2026-OS-014`, a poduzorci dobivaju nastavak, `2026-OS-014A`, `2026-OS-014B` i `2026-OS-014C`.

- Oznaka ne sadrži ime vlasnika, točnu adresu ni naziv proizvođača. Ti podaci su u zapisniku, koji ne putuje s uzorkom u javnost.
- Redni brojevi se ne ponavljaju i ne preskaču. Ako uzorak propadne, njegov broj se ne daje sljedećem, nego se u zapisnik upiše što se s njim dogodilo.
- Naljepnicu ispunite prije nego što je zalijepite, vodootpornim flomasterom, a lijepite je na posudu, ne na poklopac, jer se poklopci mogu zamijeniti.

23.4 Fotografije

Fotografija ne zamjenjuje zapisnik, ali ga potvrđuje. Za svaki uzorak napravite barem ove snimke.

1. Mjesto uzorkovanja u širem kadru (trgovina, polica, vrt, slavina), tako da se mjesto može prepoznati.
2. Proizvod s deklaracijom, serijom i rokom trajanja, čitljivo, s mjerilom (pogl. 10).
3. Postupak, na primjer ubod sonde u tlo ili mlaz vode u bocu.

4. Zatvorene i plombirane posude s naljepnicama, tako da se vidi oznaka i broj plombe.
5. Račun, ako je uzorak kupljen.

Ne uređujte i ne obrezujte izvorne datoteke. Spremite ih nepromijenjene, s izvornim metapodacima (datum, vrijeme, po mogućnosti koordinate), a za objavu napravite kopije. Izvorne datoteke preimenujte tako da počinju oznakom uzorka, na primjer `2026-OS-014_03.jpg`. Prije javne objave fotografija uklonite koordinate iz metapodataka ako bi otkrile privatni vrt ili bunar (odjeljak 23.10).

23.5 Plomba i svjedok

Plomba je zatvarač koji se ne može otvoriti bez vidljivog traga. Za građansko uzorkovanje je dovoljna naljepnica s rednim brojem ili sigurnosna traka koja se pri otvaranju trga, zalijepljena preko spoja poklopca i posude. Na plombu svjedok i uzorkovatelj napišu inicijale i datum. Vrećica se može zatvoriti vezicom i preko čvora zalijepiti plomba. Broj plombe upisuje se u zapisnik i vidi se na fotografiji.

Svjedok je osoba koja je prisustvovala uzorkovanju i svojim potpisom potvrđuje da je uzorak uzet onako kako piše u zapisniku. Svjedok ne mora biti stručnjak. Važno je da je punoljetan, da nije uzorkovatelj i, kad je to moguće, da nema interes za određeni ishod. Kod uzorkovanja na tuđem posjedu najbolji je svjedok sam vlasnik, jer potpisom ujedno potvrđuje i dopuštenje. Kod uzorkovanja u trgovini svjedok može biti drugi član udruge, a račun potvrđuje mjesto i vrijeme kupnje.

23.6 Tri istovjetna poduzorka

U službenom uzorkovanju skupni uzorak se homogenizira i dijeli na nekoliko istovjetnih dijelova, za analizu, za obranu i za arbitražu (Europska komisija 2007., Prilog, dio B). Ista pravila vrijede za mikotoksine (Europska komisija 2023.e), dioksine (Europska komisija 2017.) i PFAS (Europska komisija 2022.e). Subjekt u poslovanju s hranom ima pravo na **drugo stručno mišljenje** na vlastiti trošak, a nadležno tijelo, gdje je to izvedivo, uzima dovoljnu količinu uzorka da to omogući (Europski parlament i Vijeće 2017., čl. 35).

Građansko uzorkovanje može preuzeti istu logiku.

- **Poduzorak A** ide na analizu u odabrani laboratorij.
- **Poduzorak B** čuva se za **protuanalizu**, ako rezultat bude upitan ili osporen. Najbolje je da protuanalizu radi drugi akreditirani laboratorij.
- **Poduzorak C** ostaje zapečaćen kod svjedoka, udruge ili neutralne treće strane. On je jamstvo da nijedna strana nije mogla promijeniti uzorke A i B.

Poduzorci su istovjetni samo ako su nastali iz dobro homogeniziranog skupnog uzorka. Brašno, zrno i med promiješajte u čistoj posudi i podijelite naizmjence, žlicu po žlicu u svaku posudu, a ne tako da prvu trećinu stavite u A, drugu u B i treću u C. Tlo nakon miješanja raširite u tanak sloj, podijelite na kvadrate i iz svakog kvadrata uzmite po malo za svaki poduzorak. Za vodu napunite tri boce jednu za drugom iz istog mlaza.

Neke uzorke nije moguće podijeliti. Meso, sir ili mlijeko za mikrobiološku analizu ne smiju se otvarati izvan laboratorija, pa se umjesto podjele kupe tri pakiranja iste serije. Ta pakiranja nisu istovjetna, nego su tri jedinice iste partije, i to treba pisati u zapisniku. Mikrobiološki poduzorak B ionako ne može čekati tjednima, jer se broj bakterija mijenja. Za kvarljive uzorke protuanalizu treba dogovoriti unaprijed, tako da se B preda drugom laboratoriju isti dan.

Treba razlikovati poduzorak za protuanalizu od terenskog duplikata (pogl. 21). Duplikat je drugi, neovisno uzet uzorak i pokazuje koliko se rezultat mijenja od uzorka do uzorka. Poduzorak B je dio istog skupnog uzorka i pokazuje bi li drugi laboratorij na istom materijalu dobio isti rezultat.

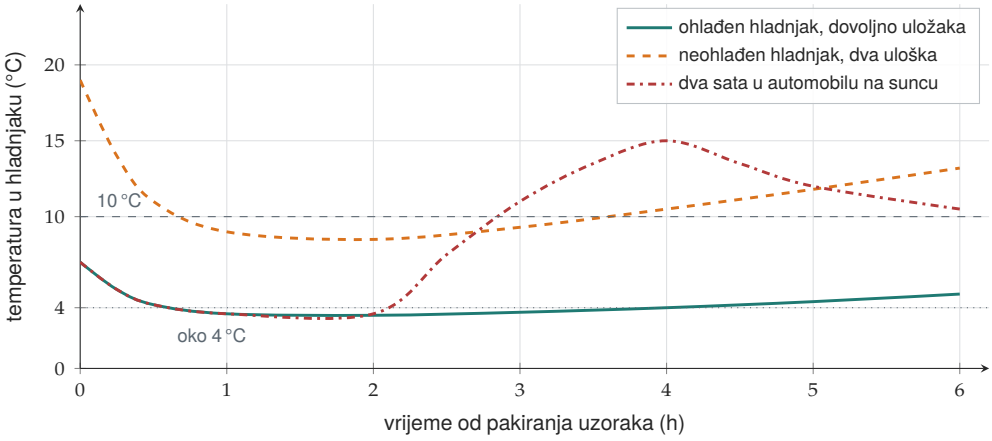
23.7 Hlađenje i prijevoz

Za kvarljive uzorke i za sve uzorke vode i hrane za mikrobiološku analizu su potrebni **prijenosni hladnjak** i dovoljno rashladnih uložaka. Pravila su sljedeća.

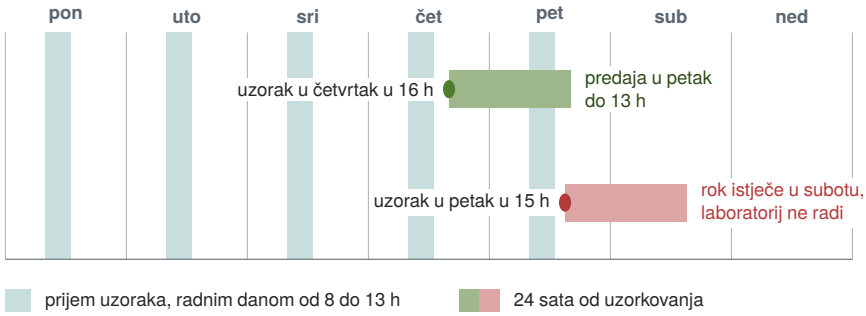
- Rashladne uloške zamrznite dan prije. Hladnjak ohladite prije polaganja uzoraka, na primjer tako da u njemu sat vremena drže ulošci.
- Uzorke stavite u zasebne zatvorene vrećice, da ne budu u izravnom dodiru s uloškima, jer se dio uzorka uz uložak može smrznuti.
- U hladnjak stavite **mjerač temperature**. Najbolji je zapisivač temperature (engl. *data logger*) koji svakih nekoliko minuta bilježi temperaturu. Dobar je i termometar s pamćenjem najniže i najviše temperature. Temperaturu pri pakiranju i pri predaji upišite u zapisnik.
- Hladnjak ne ostavljajte na suncu ni u zatvorenom automobilu. Ako putovanje traje dulje, rashladne uloške zamijenite.
- Smrznuti uzorci prevoze se smrznuti, sa suhim ledom ili u hladnjaku punom zamrznutih uložaka.

Za uzorke vode za PFAS metoda 533 kaže da su uzorci valjani ako je u hladnjaku pri primitku još bilo leda ili ako su stigli unutar dva dana od uzorkovanja na temperaturi nižoj od 10 °C (U.S. EPA 2019.). Za mikrobiološki uzorak vode zavod traži čuvanje na oko 4 °C i dostavu unutar 24 sata (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.). Ako ne znate koliko je uzorak bio topao, ne znate ni smijete li vjerovati mikrobiološkom nalazu.

Slika 23.3 pokazuje kako bi zapisivač temperature mogao izgledati u tri slučaja. Neohlađen hladnjak s premalo uložaka uopće ne dosegne 4 °C, a dva sata u automobilu na suncu podignu temperaturu iznad 10 °C i kad je hladnjak dobro pripremljen. Bez zapisivača oba slučaja ostaju neprimijećena.



Slika 23.3. Zapis temperature u prijenosnom hladnjaku tijekom šest sati u tri slučaja. Točkasta crta označava oko 4 °C, koliko zavod traži za mikrobiološki uzorak vode, a isprekidana 10 °C, gornju granicu iz metode za uzorke vode za PFAS. Podaci su zamišljeni i služe samo za objašnjenje. (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.; U.S. EPA 2019.)



Slika 23.4. Rok od 24 sata za mikrobiološki uzorak vode i prijem uzoraka radnim danom od 8 do 13 sati. Uzorak uzet u četvrtak poslijepodne može se predati u petak ujutro, a uzorak uzet u petak poslijepodne ne može se predati na vrijeme. (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.)

23.8 Predaja laboratoriju i potvrda primitka

Predaju dogovorite unaprijed, jer mnogi laboratoriji primaju uzorke samo radnim danom i samo do određenog sata. Primjerice, uputa jednog zavoda za vodu navodi prijem radnim danom od 8 do 13 sati (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.). Uzorak uzet u petak poslijepodne za mikrobiološku analizu zato često nije moguće predati na vrijeme. Slika 23.4 to pokazuje na tjednom rasporedu.

Pri predaji laboratoriju predajte poduzorak A, kopiju zapisnika (ne izvornik) i pisani zahtjev s popisom traženih analiza. Zatražite **potvrdu primitka** na kojoj laboratorij upisuje svoj broj uzorka, datum i vrijeme primitka, temperaturu pri primitku i stanje plombe i posude. Obrazac A2 u prilogu A ima za to posebno polje, a mnogi laboratoriji imaju i

vlastiti obrazac. Laboratorijski broj uzorka upišite u svoj zapisnik, jer će se u izvješću pojaviti taj broj, a ne Vaša oznaka. Veza između dviju oznaka dokazuje da se izvješće odnosi baš na Vaš uzorak. O tome kako čitati izvješće govori pogl. 25.

23.9 Kako uzorak učiniti vjerodostojnim

Vjerodostojnost nije isto što i točnost. Rezultat može biti točan, a nevjerodostojan, ako nitko ne može provjeriti kako je nastao. Vjerodostojnost se gradi na nekoliko razina.

- **Pitanje i plan zapisani prije uzorkovanja.** Ako unaprijed zapišete što ćete uzorkovati, koliko i zašto, nitko Vam ne može prigovoriti da ste birali uzorke nakon što ste vidjeli rezultate.
- **Svi rezultati, ne samo zanimljivi.** Ako ste uzeli deset uzoraka, a objavite dva iznad granice, objava je nepotpuna. Ostalih osam su jednako važan podatak.
- **Akreditirani laboratorij i metoda u opsegu akreditacije** (pogl. 24).
- **Lanac nadzora bez rupa**, kako je opisano u ovom poglavlju.
- **Poduzorak za protuanalizu** i spremnost da ga se preda drugoj strani.
- **Otvorenost o financiranju.** Tko je platio analizu i ima li interes za određeni ishod.

Za institucije je važno znati što mogu, a što ne mogu napraviti s građanskim nalazom. Inspekcija ga ne može izravno upotrijebiti kao dokaz u upravnom postupku, jer uzorak nije uzet po propisima o službenim kontrolama. Ipak, dobro dokumentiran nalaz je dobar razlog za službenu kontrolu i ciljano službeno uzorkovanje. Kako prijaviti sumnju opisuje pogl. 19. Za javnost i medije vrijedi isto. Nalaz s potpunim zapisnikom, fotografijama i poduzorkom za protuanalizu teže je osporiti od nalaza „iz nekog laboratorija", a o tome kako ga odgovorno objaviti govori pogl. 32.

Pokušajte sami

Uzorkovanje meda ili brašna s ispunjenim zapisnikom

SVRHA

Proći cijeli lanac nadzora na jednom stabilnom uzorku, koji ne traži hlađenje, prije nego što ga primijenite na kvarljivu hranu ili vodu.

PRIBOR

Tri staklenke meda iste serije ili tri pakiranja brašna iste serije, čista posuda za miješanje, čista žlica, tri čiste staklenke ili vrećice od PE-a (za brašno), nitrilne rukavice, kuhinjska vaga, naljepnice i plombe (naljepnice s brojem ili sigurnosna traka), vodootporni flomaster, ravnalo, mobitel, obrazac A2 iz priloga A i jedna osoba kao svjedok.

POSTUPAK

1. Upišite pitanje (na primjer „Odgovara li med deklaraciji?") i dodijelite oznaku, na primjer `2026-OS-001`.

2. Fotografirajte proizvode s deklaracijom, serijom i rokom, uz ravnalo, i račun.
3. Operite ruke i stavite rukavice. Sadržaj svih triju pakiranja istresite u posudu za miješanje i dobro promiješajte. Med prije toga ne zagrijavajte.
4. Podijelite smjesu naizmjence, žlicu po žlicu, u tri posude, dok u svakoj ne bude jednaka masa. Izvažite i upišite masu svake.
5. Zatvorite posude, zalijepite naljepnice `2026-OS-001A`, `B` i `C` i preko poklopca plombu. Svjedok i Vi upišete inicijale i datum na plombu.
6. Fotografirajte plombirane posude tako da se vide oznake i brojevi plombi.
7. Dovršite zapisnik, oba potpisa. Poduzorak C predajte svjedoku na čuvanje i upišite to u zapisnik.

ŠTO BILJEŽITI

Sva polja obrasca A2. Primjer ispunjenog dijela zapisnika je u tablici 23.1.

KAKO TUMAČITI

Zamolite nekoga tko nije bio prisutan da pročita zapisnik i pogleda fotografije, a zatim neka Vam postavi pitanja iz priče s početka poglavlja. Svako pitanje na koje odgovor nije u zapisniku je rupa u lancu nadzora.

GRANICE

Vježba ne zahtijeva slanje uzorka u laboratorij. Ako ga ipak šaljete, prije toga dogovorite s laboratorijem masu i posudu (pogl. 22 i 24). Miješanjem triju staklenki dobivate prosjek serije, a ne podatak o pojedinoj staklenci.

⚠ **Sigurnost.** Med i brašno nakon vježbe ne vraćajte u izvorna pakiranja ako su bili u dodiru s neopranim priborom.

23.10 Odgovornost građanina istraživača

Uzorkovanje nije samo tehnički postupak. Uzimate nešto što pripada drugome, zapisujete podatke o ljudima i mjestima i stvarate rezultat koji može utjecati na nečiji ugled i prihod. Zato ovaj dio knjige ima i etičko potpoglavlje, a sličnim se pitanjima pri objavi rezultata vraća pogl. 32.

Tablica 23.1. Primjer ispunjenog dijela zapisnika o uzorkovanju za vježbu s medom. Podaci su zamišljeni.

Polje	Upis
Oznaka uzorka	2026-OS-001
Datum i vrijeme	14. 11. 2026., 10:20
Pitanje	Odgovara li med deklaraciji (vrsta, podrijetlo)?
Matrica	med, cvjetni, prema deklaraciji
Proizvođač, serija, rok	prema etiketi, LOT 0926, najbolje upotrijebiti do 09/2028
Mjesto i način nabave	kupnja, trgovina u Osijeku, račun br. 1234/5/1
Kako je uzorak uzet	3 staklenke od 450 g iste serije, sadržaj spojen i promiješan čistom žlicom, nitrilne rukavice
Poduzorci	A 430 g, plomba 017; B 431 g, plomba 018; C 429 g, plomba 019
Gdje se nalaze	A laboratorij, B uzorkovatelj, C svjedok
Temperatura pri pakiranju	21 °C, sobna
Fotografije	2026-OS-001_01 do _08
Svjedok	ime, prezime, kontakt, potpis

Odgovornost · Tuđe vlasništvo

Uzorci iz tuđeg vlasništva uzimaju se samo uz dopuštenje vlasnika ili kupnjom. Plodovi s tuđeg voćnjaka, voda iz tuđeg bunara, tlo s tuđe njive ili jaja iz tuđeg kokošinjca ne uzimaju se bez pitanja, ni kad se čini da „nitko neće primijetiti". Dopuštenje neka bude pisano, potpisom vlasnika u zapisniku. U trgovini i na tržnici uzorak se kupuje, a račun se čuva. Kupnja Vam daje pravo da proizvod analizirate, ali ne i da u trgovini otvarate pakiranja ili uzimate uzorke s police bez plaćanja. Što potrošač smije, a što ne, opisuje pogl. 16.

Odgovornost · Kućni test nije dokaz

Rezultat kućnog testa, test trake ili brzog testa (pogl. 13 i 14) nije dokaz, nego razlog za daljnju provjeru. Ni nalaz akreditiranog laboratorija na uzorku bez lanca nadzora nije dokaz o partiji, nego podatak o primljenom uzorku. Javno imenovanje proizvođača ili trgovca na temelju neakreditiranog ili nepotpuno dokumentiranog nalaza može imati pravne posljedice, od tužbe za klevetu do zahtjeva za naknadu štete. Kada imate sumnju, prvi korak je prijava nadležnoj inspekciji (pogl. 19), a ne objava na društvenim mrežama.

Odgovornost · Osobni podaci i lokacije

Opća uredba o zaštiti podataka (GDPR) osobnim podatkom smatra svaki podatak koji se odnosi na osobu koju se može identificirati, uključujući podatke o lokaciji (Europski parlament i Vijeće 2016., čl. 4). Točne koordinate privatnog bunara ili vrta, uz ime ili adresu, jesu osobni podatak. Zapisnik s imenima, adresama i potpisima čuvajte zaštićen, a u javne baze i objave stavite samo oznaku uzorka, matricu, rezultat i lokaciju zaokruženu toliko da se pojedino kućanstvo ne može prepoznati. Prilog A preporučuje za privatne vrtove i bunare dvije decimale koordinata, što odgovara razmaku od oko 1 km. Vlasniku recite unaprijed što će se objaviti i u kojem obliku, a rezultat mu dostavite prije nego što ga objavite.

Odgovornost · Sukob interesa

Ako analizu plaća netko tko ima interes za određeni ishod, na primjer konkurentski proizvođač, susjed u sporu ili kandidat na izborima, to treba reći uz rezultat. Sukob interesa ne čini rezultat netočnim, ali čitatelj ima pravo znati za njega. Isto vrijedi za uzorkovatelja i svjedoka.

Zapamtiti

Nalaz vrijedi onoliko koliko se može provjeriti. Zapisnik, jedinstvena oznaka, fotografije, plomba, svjedok, poduzorak za protuanalizu i zapis temperature pretvaraju uzorak iz tvrdnje u dokument. Uzorak se uzima samo uz dopuštenje ili kupnjom, a lokacije privatnih osoba se ne objavljuju.

Pojmovnik poglavlja

Lanac nadzora. Neprekinut pisani trag o tome tko je, gdje, kada i kako uzeo uzorak i tko ga je imao u rukama do analize.

Zapisnik o uzorkovanju. Obrazac koji se ispunjava na mjestu uzorkovanja i sadrži sve podatke o uzorku, postupku, poduzorcima i predaji.

Plomba. Zatvarač posude koji se ne može otvoriti bez vidljivog traga.

Svjedok. Osoba koja je prisustvovala uzorkovanju i potpisom potvrđuje zapisnik.

Protuanaliza. Analiza drugog, istovjetnog poduzorka, po mogućnosti u drugom laboratoriju, kada je prvi rezultat upitan ili osporen.

Potvrda primitka. Zapis laboratorija o tome kada je i u kakvom stanju primio uzorak, s laboratorijskim brojem uzorka.

Provjera znanja

1. Zašto se zapisnik ispunjava na mjestu uzorkovanja, a ne kod kuće?
2. Čemu služe poduzorci A, B i C?
3. Po čemu se poduzorak za protuanalizu razlikuje od terenskog duplikata?
4. Zašto u hladnjak s uzorcima stavljate mjerač temperature?
5. Smijete li objaviti točne koordinate bunara u kojem ste pronašli povišene nitrate?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 24

Odabir laboratorija

U OVOM POGLAVLJU

- Što znači akreditacija prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 i kako pročitati potvrdu i prilog s opsegom akreditacije.
- Po čemu se službeni laboratorij razlikuje od akreditiranog.
- Koje se analitičke metode koriste za metale, PFAS, pesticide, toksine i mikroorganizme.
- Što su granica detekcije, granica kvantifikacije i mjerna nesigurnost.
- Koja pitanja postaviti laboratoriju prije nego što mu predate uzorak.

TRI LABORATORIJA, TRI ODGOVORA

Zamislite skupinu susjeda koja je dva tjedna pripremala uzorkovanje jaja iz dvorišta. Uzorci su uredno označeni, zapisnici potpisani, a jaja čekaju u hladnjaku. Ostalo je samo pitanje kamo ih poslati. Prvi laboratorij odgovara da analizira „sve teške metale", ali na pitanje o PFAS kaže da ih ne radi. Drugi radi PFAS, ali samo u vodi. Treći ima PFAS u hrani, no metoda u jajima nije u opsegu akreditacije, pa bi izvješće nosilo zvjezdicu. Susjedi su zbunjeni, jer su mislili da je „akreditirani laboratorij" jedna kategorija, kao „liječnik opće prakse". Ovo poglavlje objašnjava zašto to nije tako i kako odabrati laboratorij prije nego što uzorak uopće uzmete.

Laboratorij nije usluga koja se bira na kraju. Odabir laboratorija određuje masu uzorka, vrstu posude, način čuvanja i rok dostave, o kojima govore pogl. 21 i pogl. 22. Zato ovo poglavlje valja pročitati prije planiranja uzorkovanja, a ne nakon njega. Popis akreditiranih laboratorija u Hrvatskoj, s područjima ispitivanja i kontaktima, nalazi se u prilogu D.

24.1 Akreditacija prema HRN EN ISO/IEC 17025

Akreditacija je potvrda koju daje neovisno tijelo da je laboratorij osposobljen, nepristran i dosljedan u provođenju određenih ispitivanja (Hrvatska akreditacijska agencija 2024.). Zahtjeve za ispitne i umjerne laboratorije propisuje međunarodna norma ISO/IEC 17025, koja je u Hrvatskoj prihvaćena kao HRN EN ISO/IEC 17025:2017 (Hrvatski zavod za

norme 2017.). Norma traži, među ostalim, osposobljeno osoblje, umjerenu opremu, validirane metode, procjenu mjerne nesigurnosti, sudjelovanje u međulaboratorijskim usporedbama i sustav zapisa koji omogućuje da se svaki rezultat naknadno provjeri.

U Hrvatskoj akreditaciju provodi HAA (Hrvatska akreditacijska agencija), osnovana na temelju Zakona o akreditaciji (Hrvatski sabor 2003.). HAA je od 2010. potpisnica multilateralnog sporazuma s Europskom suradnjom za akreditaciju (EA, engl. *European co-operation for Accreditation*), što znači da se njezine akreditacije priznaju u drugim državama potpisnicama i obrnuto (Hrvatska akreditacijska agencija 2024.). Akreditirani laboratorij iz Slovenije ili Austrije za hrvatskog naručitelja ima isti status kao domaći. Prema prezentaciji HAA iz 2024. u Hrvatskoj je tada bilo 458 akreditiranih tijela, od toga 204 ispitna laboratorija (Hrvatska akreditacijska agencija 2024.). Ispitni laboratoriji pokrivaju vrlo različita područja, od ispitivanja građevinskog materijala do hrane, pa broj sam po sebi ne govori koliko ih radi ono što Vama treba.

? Mit ili činjenica

MIT

Akreditirani laboratorij je akreditiran za sve što radi.

ŠTO KAŽU PODACI

Akreditacija se ne odnosi na laboratorij u cjelini, nego na točno navedena ispitivanja (matrica, analit, metoda). Isti laboratorij može za olovo u vodi imati akreditiranu metodu, a za olovo u jajima ne. Popis akreditiranih ispitivanja nalazi se u prilogu potvrdi o akreditaciji (Hrvatska akreditacijska agencija 2022.).

Kako pročitati potvrdu i prilog

Svaki akreditirani laboratorij ima **potvrdu o akreditaciji** i **prilog potvrdi o akreditaciji** u kojem je opisano **područje akreditacije** (opseg). Oba dokumenta su javna i nalaze se u registru na mrežnoj stranici HAA (www.akreditacija.hr). Laboratorij Vam ih mora pokazati na zahtjev, ali je pouzdanije pogledati registar, jer se prilog mijenja nakon svakog proširenja ili suženja opsega. Na prvoj stranici priloga stoji i rečenica da je važeće izdanje dostupno na mrežnoj stranici HAA (Hrvatska akreditacijska agencija 2022.).

Kao primjer poslužit će prilog potvrdi br. 1408, koji pripada jednom laboratoriju HAPIH u Osijeku i javno je objavljen (Hrvatska akreditacijska agencija 2022.). Na naslovnoj stranici stoje sljedeći podaci.

- Broj potvrde (1408), datum izdavanja priloga i oznaka priloga koji je zamijenjen.
- Norma (HRN EN ISO/IEC 17025:2017).
- Datum prve akreditacije i datum isteka akreditacije. Ako je datum isteka prošao, akreditacija ne vrijedi.

- Naziv i adresa laboratorija, uključujući ustrojstvenu jedinicu i mjesto gdje se ispitivanje stvarno obavlja.
- Područje akreditacije u jednoj rečenici (u tom primjeru „Ispitivanje sjemena, hrane i hrane za životinje").

Iza naslovne stranice slijedi tablica sa stupcima koje treba čitati redom.

Materijali i proizvodi.
Ovo je **matrica**, ono u čemu se nešto traži (voda za piće, žitarice, jaja, mlijeko, tlo). Matrica mora odgovarati Vašem uzorku. Metoda akreditirana za mlijeko ne pokriva automatski sir, jer se masnoća, voda i proteini različito ponašaju pri pripremi uzorka.

Vrsta ispitivanja ili svojstvo.
Ovo je **analit**, tvar ili organizam koji se traži, ponekad s rasponom koncentracija. Ako piše „PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS", to su četiri tvari, a ne „svi PFAS".

Metoda ispitivanja.
Oznaka norme (npr. HRN EN ISO ...) ili vlastite metode laboratorija s brojem izdanja. Vlastite metode su uobičajene i akreditiraju se jednako kao normirane, ali moraju biti validirane.

U istom prilogu može postojati i odjeljak naslovljen **fleksibilno područje akreditacije**. U prilogu br. 1408 on se odnosi na otkrivanje genetski modificiranih organizama metodom PCR u stvarnom vremenu, a umjesto popisa pojedinačnih metoda stoji poveznica na popis koji vodi sam laboratorij. Prilog to objašnjava rečenicom da fleksibilno područje „dopušta laboratoriju primjenu metoda ispitivanja na materijale/proizvode, vrstu ispitivanja/svojstvo i raspone unutar područja, u skladu s dokumentiranim i odobrenim postupcima laboratorija" (Hrvatska akreditacijska agencija 2022.). Za Vas to znači da za ispitivanja iz fleksibilnog područja treba pogledati i laboratorijski popis. Kriterije za takvo područje HAA propisuje posebnim uputama (Hrvatska akreditacijska agencija 2024.).

Akreditirani i službeni laboratorij

Akreditacija je dobrovoljna, osim kada je propis izrijekom traži. Za službene kontrole hrane traži je Uredba (EU) 2017/625. Nadležna tijela smiju kao **službeni laboratorij** odrediti samo laboratorij koji, uz stručnost, opremu, osoblje i nepristranost, „djeluje u skladu s normom EN ISO/IEC 17025" i za to je akreditiran od nacionalnog akreditacijskog tijela (Europski parlament i Vijeće 2017., čl. 37.). Određivanje se obavlja pisanim aktom u kojem su navedene zadaće laboratorija.

Iz toga proizlaze dva zaključka.

1. Službeni laboratorij u pravilu mora biti akreditiran (iznimke su dopuštene samo za nekoliko područja, poput aroma, prehrambenih aditiva i zdravlja bilja (Ministarstvo poljoprivrede 2024., čl. 3.)), ali svaki akreditirani laboratorij nije službeni. Službeni status znači da laboratorij radi za državu u službenim kontrolama (pogl. 6).

2. Za građanina je važnija akreditacija za konkretno ispitivanje nego službeni status. Službeni laboratorij Vašem uzorku ne daje snagu službenog uzorka, jer uzorak nije uzela nadležna inspekcija. Takav nalaz je *privatni* nalaz, kakav god laboratorij bio.

Službene laboratorije rješenjem ovlašćuje ministarstvo nadležno za poljoprivredu, a popis metoda za koje je pojedini laboratorij ovlašten objavljuje se na mrežnim stranicama tog ministarstva (Ministarstvo poljoprivrede 2024., čl. 13.). Taj pravilnik iz 2024. zamijenio je raniji pravilnik iz 2010.

24.2 Kojom se metodom što mjeri

Laboratorij ne mjeri „otrove", nego određene tvari određenim tehnikama. Svaka tehnika otkriva samo ono za što je pripremljena. Tablica 24.1 daje grubi pregled tehnika koje ćete najčešće sresti u prilozima akreditacije i izvješćima.

Tablica 24.1. Najčešće analitičke tehnike u ispitivanju hrane i što one mogu, a što ne mogu pokazati.

Tehnika	Što se mjeri	Napomena za naručitelja
ICP-MS	olovo, kadmij, živa, arsen (ukupni), ostali elementi	Mjeri ukupni sadržaj elementa. Anorganski arsen traži dodatno razdvajanje oblika (specijaciju).
LC-MS/MS	PFAS, većina pesticida, mikotoksini, ostaci lijekova	Mjeri samo tvari s popisa za koje laboratorij ima standarde. „Nije pronađeno" vrijedi samo za taj popis.
GC-MS	hlapljive i slabo polarne tvari (dio pesticida, PAH, PCB)	Za dioksine i PCB koriste se posebne izvedbe visoke razlučivosti.
ELISA	mikotoksini, alergeni, neki ostaci lijekova	Brza i jeftinija tehnika probira. Pozitivan nalaz obično se potvrđuje kromatografijom.
PCR	DNA patogena, vrste (riba, meso), GMO	Pokazuje prisutnost DNA, a ne nužno žive mikroorganizme.
Kultivacija	salmonela, listerija, *E. coli*, ukupni broj bakterija	Pokazuje žive mikroorganizme. Traje danima jer bakterije moraju narasti.

Dva su opća pravila. Prvo, **ciljana analiza** traži unaprijed određeni popis tvari. Ako tvar nije na popisu, izvješće o njoj ništa ne govori (pogl. 9). Drugo, brzi testovi i metode probira (ELISA, test trake iz pogl. 14) imaju mjesto, ali pozitivan rezultat probira nije potvrđeni rezultat.

24.3 Granica detekcije i granica kvantifikacije

Svaki instrument ima šum. Kad u uzorku nema tražene tvari, signal ne pada na nulu, nego malo titra oko nje. **Granica detekcije** (LOD, engl. *Limit of Detection*) je najmanja količina tvari čiji se signal može razlikovati od tog šuma. **Granica kvantifikacije** (LOQ, engl. *Limit of Quantification*) je najmanja količina koja se može i izmjeriti s prihvatljivom točnošću i preciznošću. Uobičajeno se LOD procjenjuje kao trostruka standardna devijacija signala slijepih proba, a LOQ kao šesterostruka ili deseterostruka (Europska komisija 2007., Prilog, C.3.1. Magnusson i Örnemark 2014.). Slika 24.1 to prikazuje shematski.



Slika 24.1. Shematski prikaz signala instrumenta. Lijevi vrh ne razlikuje se od šuma, srednji je iznad granice detekcije, ali ispod granice kvantifikacije (tvar je otkrivena, a količina nije pouzdano izmjerena), desni je izmjeren. s_0 je standardna devijacija signala slijepih proba. Vrijednosti su izmišljene.

Za naručitelja je važna usporedba LOQ s graničnom vrijednošću koja Vas zanima. Ako je najveća dopuštena količina PFOS-a u jajima 1,0 µg/kg (Europska komisija 2023.g, Prilog I., točka 4.2.3.), a LOQ laboratorija 2 µg/kg, rezultat „manje od LOQ" ne govori je li granica prekoračena. Metoda tada nije prikladna za svrhu. Propisi o službenim metodama zato postavljaju zahtjeve i za LOQ, a za PFAS u hrani ih sadrži Provedbena uredba (EU) 2022/1428 (Europska komisija 2022.e). Kako se „< LOQ" čita i uvrštava u izračun, objašnjava pogl. 25.

24.4 Mjerna nesigurnost i sljedivost

Nijedno mjerenje nije savršeno. Rezultat od 1,6 µg/kg znači da je prava vrijednost vjerojatno blizu toga, ali ne točno toliko. **Mjerna nesigurnost** je parametar koji kaže koliko daleko od izmjerene vrijednosti razumno može biti prava vrijednost (JCGM 2008.). Laboratorij je procjenjuje iz svih izvora odstupanja, od vaganja i razrjeđivanja do kalibracije instrumenta i iskorištenja pri ekstrakciji (Ellison i Williams 2012.).

U izvješću se najčešće navodi **proširena mjerna nesigurnost** U. Ona se dobiva množenjem standardne nesigurnosti u s **faktorom pokrivanja** $k = 2$, čime interval $x \pm U$ obuhvaća pravu vrijednost s vjerojatnošću od oko 95 %. Upravo tako je definiraju i propisi o

službenoj kontroli metala i PFAS-a u hrani (Europska komisija 2007.; Europska komisija 2022.e).

Izračun · od relativne do apsolutne nesigurnosti

Podaci

Laboratorij navodi da je relativna proširena nesigurnost metode za kadmij 20 % ($k = 2$). Izmjereno je 0,15 mg/kg.

Apsolutna nesigurnost

$U = 0{,}20 \times 0{,}15 = 0{,}03\,\text{mg/kg}$.

Interval

Rezultat je $0{,}15 \pm 0{,}03$ mg/kg, dakle prava vrijednost je uz razinu pouzdanosti od oko 95 % između 0,12 i 0,18 mg/kg.

Napomena

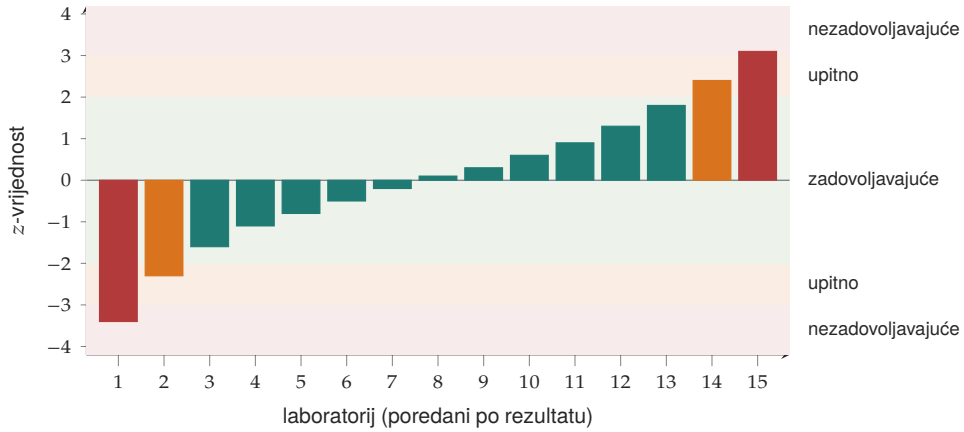
Brojevi su izmišljeni i služe samo za računski primjer.

Mjeriteljska sljedivost znači da se rezultat lancem umjeravanja može povezati s priznatim referentnim vrijednostima, u kemiji najčešće s certificiranim referentnim materijalima, a u konačnici s jedinicama SI sustava. Bez sljedivosti „miligram po kilogramu" iz jednog laboratorija ne bi bio isti kao iz drugoga. HAA za to ima posebne upute koje laboratoriji moraju slijediti (Hrvatska akreditacijska agencija 2024.).

Međulaboratorijske usporedbe

Akreditirani laboratorij mora redovito dokazivati da mu rezultati odgovaraju rezultatima drugih laboratorija. To se radi u **ispitivanju sposobnosti** (engl. *proficiency testing*). Organizator pošalje istovjetne uzorke desecima laboratorija, a svaki rezultat pretvori u z-vrijednost, koja pokazuje koliko je rezultat udaljen od dogovorene vrijednosti. Uobičajeno je $|z| \leq 2$ zadovoljavajuće, $2 < |z| < 3$ upitno, a $|z| \geq 3$ nezadovoljavajuće (ISO 2022.). Zahtjeve za organizatore propisuje norma ISO/IEC 17043 (ISO 2023.), a HAA ima pravila o tome koliko često akreditirani laboratoriji moraju sudjelovati (Hrvatska akreditacijska agencija 2024.). Pristojno je pitati laboratorij kako je prošao na posljednjoj usporedbi za analit koji Vas zanima. Laboratorij nije dužan pokazati izvješće, ali dobar laboratorij obično odgovori.

Slika 24.2 pokazuje kako izgleda prikaz rezultata jednog kruga takvog ispitivanja. Većina laboratorija je u zadovoljavajućem pojasu, dva su u upitnom, a dva u nezadovoljavajućem. Jedan loš krug ne znači da je laboratorij loš, ali laboratorij mora istražiti uzrok i dokazati da ga je uklonio.



Slika 24.2. *z*-vrijednosti petnaest laboratorija u jednom krugu ispitivanja sposobnosti, poredane od najniže do najviše. Zeleni pojas je zadovoljavajući, narančasti upitan, a crveni nezadovoljavajući. Rezultati su zamišljeni, a granice pojaseva su iz norme. (ISO 2022.)

24.5 Rokovi izrade analize

Rok ovisi o tehnici, broju uzoraka u seriji i opterećenju laboratorija, pa ga uvijek pitajte prije slanja uzorka i zapišite ga. Rokovi se razlikuju od laboratorija do laboratorija, pa okvirne brojeve ovdje ne navodimo. Jedan rok je ipak javno objavljen. Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" navodi da analiza vode traje najmanje tri dana (Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" 2023.). Mikrobiološka analiza ne može se ubrzati, jer bakterije na hranjivim podlogama trebaju vremena da narastu. Za kemijske analize rok produljuje priprema uzorka (ekstrakcija i pročišćavanje), a ako laboratorij čeka da skupi više uzoraka za istu seriju mjerenja, i to čekanje. Pitajte zato i koliko bi stajala hitna analiza, ako je laboratorij nudi.

Rok je važan i zbog uzorka, a ne samo zbog strpljenja. Uzorak za mikrobiološku analizu mora stići u laboratorij brzo i ohlađen, jer se bakterije u njemu množe ili odumiru (pogl. 22). Za kemijske analize rok dostave obično je blaži, ali i ondje laboratorij može tražiti da uzorak stigne zamrznut ili u određenom roku.

24.6 Što pitati prije slanja uzorka

Laboratoriju se javite prije uzorkovanja. Ova kontrolna lista može se kopirati i ispuniti uz telefonski razgovor ili poruku elektroničkom poštom.

- ☐ Je li ispitivanje (matrica, analit, metoda) u opsegu akreditacije? Koji je broj potvrde i vrijedi li još?
- ☐ Koji su točno analiti uključeni? Kod PFAS-a i pesticida tražite popis tvari.
- ☐ Koliki su LOQ za svaki analit i jesu li dovoljno niski u odnosu na graničnu vrijednost koja Vas zanima?

- ☐ Kolika je proširena mjerna nesigurnost i hoće li biti navedena u izvješću?
- ☐ Kolika je potrebna masa ili volumen uzorka i u kakvoj posudi (staklo, plastika, sterilna posuda)? Daje li laboratorij posude?
- ☐ Kako uzorak čuvati i prevoziti (hladno, zamrznuto) i u kojem roku mora stići? Primaju li uzorke petkom i prije praznika?
- ☐ Kako se uzorak priprema (npr. jestivi dio jaja bez ljuske, povrće oprano ili neoprano)?
- ☐ Koliki je rok izrade izvješća?
- ☐ Hoće li laboratorij dati izjavu o sukladnosti i prema kojem pravilu odlučivanja (pogl. 25)?
- ☐ Čuva li laboratorij ostatak uzorka i koliko dugo, za slučaj ponovne analize?
- ☐ Smijete li rezultat objaviti uz naziv laboratorija i pod kojim uvjetima?

Pitanje o cijeni namjerno nije na popisu. Cijene se razlikuju i mijenjaju, pa ih ova knjiga ne navodi. Važnije je da zbog niže cijene ne pristanete na metodu s previsokim LOQ ili izvan opsega akreditacije.

Izračun · je li metoda prikladna za pitanje

Pitanje

Zanima Vas premašuju li jaja iz dvorišta najveće dopuštene količine PFAS-a iz Uredbe (EU) 2023/915. Najniže granice su 0,30 µg/kg za PFOA i PFHxS (Europska komisija 2023.g, Prilog I., točka 4.2.3.).

Ponuda laboratorija A

Metoda za PFAS u hrani životinjskog podrijetla, uključujući jaja, u opsegu akreditacije; LOQ 0,10 µg/kg za sve četiri tvari; relativna proširena nesigurnost oko 30 %.

Ponuda laboratorija B

Metoda za PFAS akreditirana samo za vodu; za jaja „može se napraviti", bez akreditacije; LOQ 0,50 µg/kg.

Usporedba

Kod laboratorija A LOQ je trostruko niži od najniže granice, pa i rezultat „< LOQ" daje odgovor (ispod granice). Kod laboratorija B LOQ je iznad granice za PFOA i PFHxS. Rezultat „< 0,50" ne bi pokazao jesu li te dvije granice prekoračene, a nalaz ne bi bio akreditiran.

Zaključak

Za ovo pitanje prikladan je laboratorij A. Ponude su izmišljene i služe samo kao primjer.

Isto razmišljanje vrijedi za svaku matricu. Ako je pitanje usporedba s graničnom vrijednošću, LOQ bi trebao biti barem nekoliko puta niži od nje. Ako je pitanje usporedba između lokacija (pogl. 26), važnije je da svi uzorci idu u isti laboratorij istom metodom, jer se tada i sustavna odstupanja metode jednako odražavaju na sve rezultate.

Granice metode · akreditacija nije jamstvo

Akreditacija jamči da laboratorij ima provjeren sustav i da je ispitivanje u opsegu provodio na propisan način. Ona ne jamči da je Vaš uzorak dobro uzet, da je stigao ohlađen ni da je metoda bila prikladna za Vaše pitanje. Rezultat najboljeg laboratorija na loše uzetom uzorku ostaje loš rezultat (pogl. 20).

Praktični zadatak · pročitajte jedan prilog akreditaciji

1. Na www.akreditacija.hr otvorite registar akreditiranih tijela i pronađite jedan ispitni laboratorij iz svoje županije ili iz priloga D.
2. Preuzmite prilog potvrdi o akreditaciji. Zapišite broj potvrde, datum isteka i datum izdavanja priloga.
3. Potražite jednu matricu koja Vas zanima (npr. jaja, med, voda za piće) i zapišite koji su analiti i metode za nju akreditirani.
4. Provjerite postoji li fleksibilno područje i gdje se nalazi popis metoda iz tog područja.
5. Napišite tri pitanja koja biste tom laboratoriju postavili prije slanja uzorka.

Zapamtiti

Akreditiran je postupak, a ne zgrada. Prije uzorkovanja provjerite da su matrica, analit i metoda u opsegu akreditacije te da je granica kvantifikacije dovoljno niska za pitanje koje postavljate.

Pojmovnik poglavlja

Akreditacija. Potvrda neovisnog tijela da je laboratorij osposobljen za točno navedena ispitivanja.

Opseg (područje) akreditacije. Popis matrica, analita i metoda za koje akreditacija vrijedi, u prilogu potvrdi o akreditaciji.

Fleksibilno područje. Dio opsega u kojem laboratorij smije prema odobrenim postupcima uvoditi metode unutar zadanog okvira; popis vodi laboratorij.

Službeni laboratorij. Akreditirani laboratorij koji je nadležno tijelo odredilo za analize u službenim kontrolama.

LOD i LOQ. Najmanja količina koja se može otkriti, odnosno pouzdano izmjeriti.

Proširena mjerna nesigurnost. Interval oko rezultata u kojem je prava vrijednost s vjerojatnošću od oko 95 % (uz $k = 2$).

Sljedivost. Povezanost rezultata s referentnim vrijednostima neprekinutim lancem umjeravanja.

Ispitivanje sposobnosti. Međulaboratorijska usporedba u kojoj laboratoriji analiziraju istovjetne uzorke, a rezultati se ocjenjuju z-vrijednošću.

Provjera znanja

1. Laboratorij je akreditiran prema HRN EN ISO/IEC 17025. Znači li to da je akreditiran za određivanje PFAS-a u jajima?
2. Je li svaki akreditirani laboratorij ujedno i službeni?
3. Najveća dopuštena količina neke tvari je 0,30 µg/kg, a LOQ laboratorija 0,50 µg/kg. Što to znači za rezultat „< LOQ”?
4. Rezultat je $0{,}40 \pm 0{,}08$ mg/kg uz $k = 2$. Što znači taj zapis?
5. Što pokazuje z-vrijednost iz ispitivanja sposobnosti?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 25

Kako čitati analitičko izvješće

U OVOM POGLAVLJU

- Kako je građeno izvješće o ispitivanju i što znači svaki njegov redak.
- Zašto rezultat „< LOQ" ne znači nulu i kako ga uvrstiti u izračun.
- Kako rezultat s mjernom nesigurnošću usporediti s graničnom vrijednošću.
- Što izvješće ne kaže, iako se to iz njega često iščitava.

DVIJE STRANICE BROJEVA

Zamislite da je stiglo izvješće za jaja Vaših kokoši. Dvije stranice, tablica, puno kratica. U jednom retku piše „1,6 ± 0,5", u drugom „< 0,10", na dnu rečenica da se rezultati odnose samo na ispitani uzorak. Susjed koji je s Vama dijelio trošak pita samo jedno. „Jesu li jaja dobra ili nisu?" Vi gledate tablicu i shvaćate da izvješće na to pitanje ne odgovara izravno. Ono kaže koliko je čega izmjereno, s kojom nesigurnošću i kojom metodom. Odgovor na susjedovo pitanje morate sastaviti sami, a ovo poglavlje pokazuje kako.

25.1 Primjer izvješća

Slika 25.1 prikazuje *izmišljeno* izvješće o ispitivanju. Laboratorij „Primjer d.o.o." ne postoji, a naručitelj, oznake, datumi i brojevi su izmišljeni. Oblik izvješća slijedi zahtjeve norme HRN EN ISO/IEC 17025, koja propisuje što izvješće akreditiranog laboratorija mora sadržavati (Hrvatski zavod za norme 2017., t. 7.8). Stvarna izvješća razlikuju se izgledom, ali sadrže iste dijelove. Brojevi u kružićima vode Vas kroz izvješće redak po redak.

25.2 Redak po redak

Zaglavlje i podaci o uzorku

Zaglavlje sadrži naziv i adresu laboratorija, jedinstveni broj izvješća i oznaku stranica (npr. „stranica 1 od 2"). Broj izvješća je važan jer se na njega pozivate u svakoj daljnjoj komunikaciji. Oznaka broja stranica sprječava da netko izostavi nepovoljnu stranicu. Akreditacijski znak HAA smije se nalaziti samo na izvješću koje sadrži akreditirana ispitivanja,

Primjer d.o.o. AKREDITACIJSKI ZNAK (izmišljen)

Laboratorij za ispitivanje hrane, Ulica uzoraka 7, 31000 Osijek

IZVJEŠĆE O ISPITIVANJU br. P-2026-0147

1	Naručitelj	N. N., Ulica primjera 1, 31000 Osijek
2	Vrsta uzorka	kokošja jaja iz dvorišnog uzgoja, 10 komada
3	Oznaka uzorka	naručitelja TV-OS-017; laboratorija 26-0147-01
4	Uzorkovanje	14. 9. 2026., obavio naručitelj (laboratorij nije uzorkovao)
5	Primitak uzorka	15. 9. 2026. u 9:40; 6 °C; ambalaža neoštećena
6	Ispitivanje	od 16. 9. do 25. 9. 2026.; jestivi dio 10 jaja, homogeniziran

7 Parametar	8 Metoda	9 LOQ	10 Rezultat $\pm U$	Jedinica
PFOS	RU-PFAS-01 (LC-MS/MS)	0,10	$1{,}6 \pm 0{,}5$	µg/kg
PFOA	RU-PFAS-01 (LC-MS/MS)	0,10	$0{,}32 \pm 0{,}10$	µg/kg
PFNA	RU-PFAS-01 (LC-MS/MS)	0,10	$< 0{,}10$	µg/kg
PFHxS	RU-PFAS-01 (LC-MS/MS)	0,10	$0{,}12 \pm 0{,}04$	µg/kg
Zbroj četiriju PFAS[a]	izračun		$2{,}0 \pm 0{,}5$	µg/kg
PFBS 11 *	RU-PFAS-01 (LC-MS/MS)	0,20	$< 0{,}20$	µg/kg

Rezultati su izraženi na mokru masu. [a] Zbroj PFOS-a, PFOA-a, PFNA-a i PFHxS-a izračunat je kao donja granica (vrijednosti ispod LOQ uzete su kao nula). U je proširena mjerna nesigurnost uz faktor pokrivanja $k = 2$ (razina pouzdanosti oko 95 %).

11 * Ispitivanje nije obuhvaćeno opsegom akreditacije.

12 Izjava o sukladnosti nije zatražena.

13 Rezultati se odnose isključivo na ispitani uzorak u stanju u kojem je zaprimljen. Izvješće se smije umnožavati samo u cijelosti.

Osijek, 29. 9. 2026. 14 Izvješće odobrio voditelj laboratorija (potpis)

PRIMJER

Slika 25.1. Izmišljeno izvješće o ispitivanju PFAS-a u jajima iz dvorišta. Svi podaci, uključujući naziv laboratorija i akreditacijski znak, izmišljeni su i služe samo kao primjer.

a laboratorij mora jasno razlikovati akreditirana od neakreditiranih ispitivanja (Hrvatska akreditacijska agencija 2024.).

1 **Naručitelj.** Ime i adresa onoga tko je naručio i platio analizu. Ako je uzorak dio zajedničkog plana (pogl. 26), dogovorite unaprijed tko je naručitelj, jer je on vlasnik izvješća.

2 **Vrsta uzorka.** Opis onoga što je laboratorij primio, ne onoga što ste Vi mislili poslati. Provjerite slaže li se s Vašim zapisnikom (pogl. 23).

3 **Oznaka uzorka.** Laboratorij daje uzorku svoju oznaku, ali mora zadržati i Vašu. Ta veza je jedina poveznica između izvješća i terenske bilježnice. Ako Vaše oznake u izvješću nema, zatražite ispravak.

4 **Uzorkovanje.** Datum i tko je uzorkovao. Rečenica „laboratorij nije uzorkovao" uobičajena je i poštena. Ona znači da laboratorij jamči za analizu, ali ne i za reprezentativnost uzorka. Za to odgovara onaj tko je uzorak uzeo.

5 **Primitak uzorka.** Datum, sat, temperatura i stanje uzorka pri primitku. Razlika između datuma uzorkovanja i primitka pokazuje koliko je uzorak putovao. Temperatura pokazuje je li hladni lanac očuvan. Za mikrobiološke uzorke ovaj redak može odlučiti je li rezultat uopće upotrebljiv.

6 **Ispitivanje i priprema.** Razdoblje ispitivanja i kako je uzorak pripremljen. „Jestivi dio 10 jaja, homogeniziran" znači da je rezultat prosjek deset jaja bez ljuske. To je skupni uzorak u smislu pogl. 20. Iz njega se ne može zaključiti koliko je PFAS-a bilo u pojedinom jajetu.

Tablica rezultata

7 **Parametar.** Naziv analita. Kod PFAS-a to su pojedinačne tvari (PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS) i njihov zbroj, jer Uredba (EU) 2023/915 za jaja propisuje najveće dopuštene količine upravo za te četiri tvari i za njihov zbroj (Europska komisija 2023.g, Prilog I., točka 4.2.3.). Tvari koje nisu u tablici nisu ispitane.

8 **Metoda.** Oznaka metode i tehnika, ovdje vlastita metoda laboratorija temeljena na LC-MS/MS. Oznaka mora odgovarati oznaci u prilogu potvrdi o akreditaciji (pogl. 24).

9 **LOQ.** Granica kvantifikacije za svaki analit. Usporedite je s graničnom vrijednošću. U primjeru je LOQ 0,10 µg/kg, a najniža granica za jaja 0,30 µg/kg (PFOA i PFHxS), pa je metoda dovoljno osjetljiva.

10 **Rezultat $\pm U$.** Izmjerena vrijednost i proširena mjerna nesigurnost uz $k = 2$, kako to traže i propisi o službenim metodama (Europska komisija 2022.e). Broj decimala nije slučajan. Rezultati se zaokružuju na onoliko znamenaka koliko ima granična vrijednost s kojom se uspoređuju (Europska komisija 2022.e). Napomena ispod tablice kaže i da su rezultati izraženi na mokru masu, kao i granične vrijednosti za PFAS (Europska komisija 2023.g). Kod nekih tvari (npr. dioksina u jajima) granice su izražene na masu masti, pa bi isti broj na mokru masu bio drukčiji.

11 **Zvjezdica.** Ispitivanje PFBS-a nije obuhvaćeno akreditacijom. Rezultat nije nužno pogrešan, ali za njega ne vrijedi potvrda HAA. U javnoj objavi to valja navesti.

12 **Izjava o sukladnosti.** Laboratorij izjavu o sukladnosti daje samo ako je naručitelj zatraži i ako je unaprijed dogovoreno **pravilo odlučivanja** (Hrvatski zavod za norme 2017., t. 7.1.3 i 7.8.6). Ovdje izjava nije zatražena, pa je usporedba s granicom na Vama. Kako se ona radi, opisuje odjeljak 25.4.

13 **Ograničenje.** Rečenica da se rezultati odnose samo na ispitani uzorak nije formalnost. Ona kaže da izvješće ne govori ništa o jajima iz susjednog dvorišta, o jajima od prošlog mjeseca ni o „jajima u Osijeku". Uopćavanje je Vaš zaključak i Vaša odgovornost.

14 **Odobrenje.** Ime i funkcija osobe koja je odobrila izvješće, potpis i datum izdavanja. Izvješće bez odobrenja je radna verzija.

Granice metode · što izvješće ne kaže

Izvješće ne kaže je li hrana „zdrava", „otrovna" ni „sigurna za djecu". Ne kaže ni koliko jaja smijete pojesti. To su pitanja izloženosti i rizika, koja ovise o tome koliko i koliko često tu hranu jedete i o tjelesnoj masi (pogl. 27 i pogl. 28). Izvješće daje jedan od ulaznih podataka za taj izračun.

25.3 Rezultat „< LOQ" nije nula

Zapis „< 0,10" znači da je koncentracija manja od granice kvantifikacije. Tvar je mogla biti prisutna u količini od, recimo, 0,07 µg/kg, a mogla je i izostati. Laboratorij to ne može razlučiti. Takvi se podaci u statistici zovu **lijevo cenzurirani podaci**, jer znamo samo da su lijevo od neke granice.

Zato rezultat „< LOQ" ne smijete zapisati kao nulu ni kao vrijednost LOQ, a da to ne kažete. EFSA preporučuje da se u procjeni izloženosti takvi rezultati obrade zamjenom i da se izračun napravi barem dvaput (European Food Safety Authority 2010.).

- **Donja granica** (LB, engl. *lower bound*). Svi rezultati ispod granice uzimaju se kao nula. To je najpovoljnija pretpostavka.
- **Gornja granica** (UB, engl. *upper bound*). Rezultati ispod granice uzimaju se kao jednaki granici (LOD ili LOQ, ovisno o tome koja je navedena). To je najnepovoljnija pretpostavka.
- Ponekad se računa i srednja granica, kad se rezultati ispod granice uzimaju kao polovica granice.

Prava vrijednost je negdje između donje i gornje granice. Ako su obje blizu, nesigurnost zbog „< LOQ" je mala. Ako su daleko, izvješće o tome mora govoriti.

Za usporedbu sa zakonskom granicom za zbroj PFAS-a vrijedi dogovor iz propisa. Najveće dopuštene količine za zbroj PFOS-a, PFOA-a, PFNA-a i PFHxS-a „odnose se na donje granice koncentracije, koje se izračunavaju pod pretpostavkom da su sve vrijednosti ispod granice kvantifikacije jednake nuli" (Europska komisija 2023.g, Prilog I., točka 4.2.). Isto pravilo vrijedi za zbrojeve aflatoksina, fumonizina, PAH-ova i drugih skupina u istoj uredbi. Zato je u primjeru izvješća zbroj izračunat kao donja granica.

Izračun · zbroj četiriju PFAS-a iz izmišljenog izvješća

Donja granica (LB)

PFNA je „< 0,10", pa se uzima kao nula.
$1{,}6 + 0{,}32 + 0 + 0{,}12 = 2{,}04\ \mu g/kg \approx 2{,}0\ \mu g/kg.$

Gornja granica (UB)

PFNA se uzima kao 0,10.
$1{,}6 + 0{,}32 + 0{,}10 + 0{,}12 = 2{,}14\,\mu g/kg \approx 2{,}1\,\mu g/kg$.

Nesigurnost zbroja

Kombinirana nesigurnost zbroja računa se kao drugi korijen zbroja kvadrata nesigurnosti pojedinih tvari (Europska komisija 2022.e).
$U = \sqrt{0{,}5^2 + 0{,}10^2 + 0{,}04^2} \approx 0{,}5\,\mu g/kg$.

Tumačenje

Razlika između LB i UB je 0,1 µg/kg, manja od nesigurnosti mjerenja. Rezultat „< LOQ" za PFNA ovdje malo mijenja zaključak. Za izračun izloženosti (pogl. 28) dobro je navesti oba broja.

? Mit ili činjenica

MIT

„Nije detektirano" znači da tvari nema.

ŠTO KAŽU PODACI

Znači da tvari nema *iznad granice detekcije te metode*. Druga metoda s nižom granicom može istu tvar izmjeriti u istom uzorku. Zato uz „nije detektirano" uvijek treba navesti i granicu (European Food Safety Authority 2010.).

25.4 Usporedba s graničnom vrijednošću

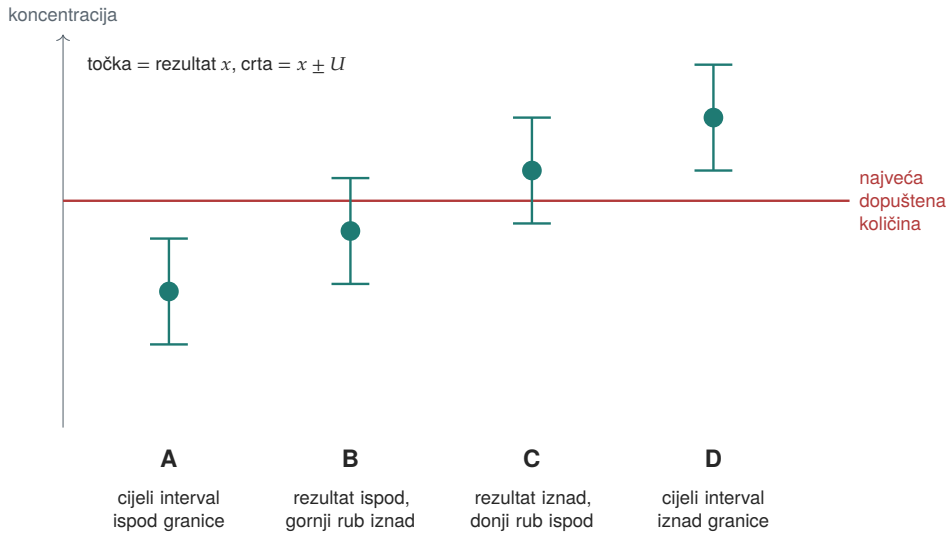
Granične vrijednosti u Uredbi (EU) 2023/915 zovu se **najveće dopuštene količine**. Kako se rezultat s nimi uspoređuje u službenoj kontroli, propisuju uredbe o metodama uzorkovanja i analize. Za metale je to Uredba (EZ) br. 333/2007, a za PFAS Provedbena uredba (EU) 2022/1428. Obje navode da se rezultat izražava kao $x \pm U$ i obje sadrže isto pravilo u dva dijela (Europska komisija 2007., Prilog, D.2; Europska komisija 2022.e, Prilog, C.2).

- Serija se *prihvaća* ako rezultat ne premašuje najveću dopuštenu količinu, uzimajući u obzir proširenu mjernu nesigurnost.
- Serija se *odbija* ako rezultat premašuje najveću dopuštenu količinu, uzimajući u obzir proširenu mjernu nesigurnost. Engleski tekst Uredbe 333/2007 kaže da rezultat mora

granicu premašiti „izvan razumne sumnje” (engl. *beyond reasonable doubt*), a hrvatski prijevod kaže „nesumnjivo premašuje” (Europska komisija 2007.).

U praksi to znači da se prekoračenje u službenoj kontroli utvrđuje tek kada je i donji rub intervala, $x - U$, iznad granice. Na taj se način štiti proizvođač od pogrešne odluke zbog nesigurnosti mjerenja. Isto pravilo, uz obrnutu logiku, može se primijeniti kad se želi zaštititi potrošača, pa se prekoračenje proglašava čim je gornji rub $x + U$ iznad granice. Zato norma traži da se pravilo odlučivanja dogovori unaprijed i da se navede u izvješću (Hrvatski zavod za norme 2017., t. 7.8.6). Smjernice o tome kako to napraviti daju ILAC i Eurachem (ILAC 2019.; Bettencourt da Silva i Williams 2021.).

Slika 25.2 prikazuje četiri moguća slučaja.



Slika 25.2. Četiri položaja rezultata $x \pm U$ prema najvećoj dopuštenoj količini. Prema pravilu iz uredbi o službenim metodama prekoračenje je utvrđeno samo u slučaju D, a slučajevi B i C ne mogu se jednoznačno odlučiti bez dogovorenog pravila.

A. Cijeli interval ispod granice.
Rezultat je sukladan bez obzira na pravilo.

B. Rezultat ispod granice, gornji rub iznad.
Izmjerena vrijednost je ispod granice, ali se ne može isključiti da je prava vrijednost iznad nje. Prema pravilu službene kontrole serija se prihvaća.

C. Rezultat iznad granice, donji rub ispod.
Izmjerena vrijednost je iznad granice, ali prekoračenje nije dokazano izvan razumne sumnje. Prema pravilu službene kontrole serija se *prihvaća*. To ne znači da je sve u redu, nego da jedan rezultat nije dovoljan za odluku.

D. Cijeli interval iznad granice.
Prekoračenje je utvrđeno izvan razumne sumnje.

Izračun · primjer iz izmišljenog izvješća

PFOS

Rezultat 1,6 ± 0,5, granica 1,0 μg/kg. Donji rub je 1,6 − 0,5 = 1,1, što je iznad 1,0. Slučaj D, prekoračenje izvan razumne sumnje.

PFOA

Rezultat 0,32 ± 0,10, granica 0,30 μg/kg. Interval je od 0,22 do 0,42. Rezultat je iznad granice, ali donji rub ispod nje. Slučaj C.

PFHxS

Rezultat 0,12 ± 0,04, granica 0,30 μg/kg. Gornji rub 0,16 je ispod granice. Slučaj A.

Zbroj

Rezultat (LB) 2,0 ± 0,5, granica 1,7 μg/kg. Interval je od 1,5 do 2,5. Slučaj C.

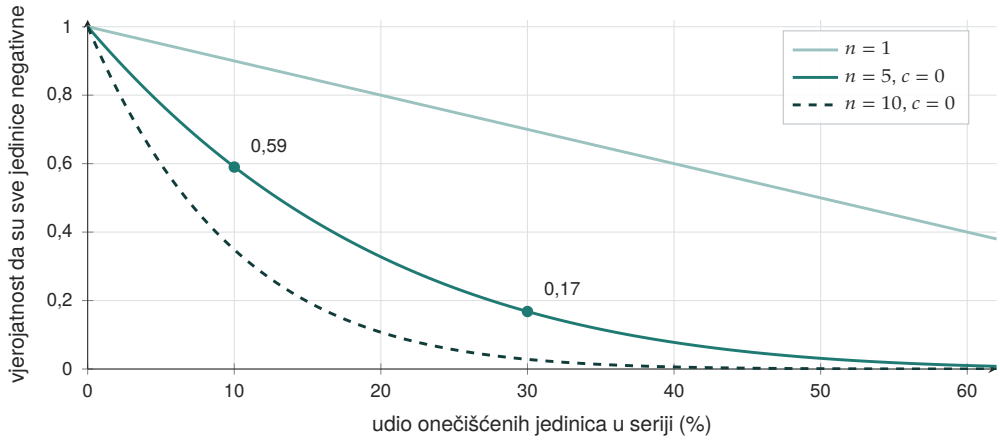
Zaključak

Za PFOS je prekoračenje u ovom uzorku utvrđeno izvan razumne sumnje. Za PFOA i zbroj rezultati su iznad granice, ali to se jednim uzorkom ne može dokazati.

Primjer pokazuje i nešto drugo. Granice iz Uredbe (EU) 2023/915 propisane su za hranu koja se stavlja na tržište. Jaja iz vlastitog dvorišta za vlastitu uporabu ne stavljaju se na tržište, pa za njih granica nije pravna obveza. Ona je ipak korisno mjerilo, jer pokazuje razinu koju zakonodavac smatra najvećom prihvatljivom u trgovini. Za odluku o tome koliko takvih jaja jesti mjerodavniji je izračun izloženosti u odnosu na podnošljivi tjedni unos (pogl. 28), a ne usporedba s graničnom vrijednošću.

Iz prakse · jedan rezultat nije dovoljan za odluku

Nizozemski institut za javno zdravstvo i okoliš (RIVM) ispitao je jaja iz 60 dvorišnih uzgoja s manje od deset kokoši. Na svakoj lokaciji prikupljeno je od 5 do 10 jaja u kolovozu 2024., a analizirano je 18 PFAS-a. Na 31 lokaciji već jedno jaje tjedno ili manje dovodilo je do unosa iznad zdravstvene referentne vrijednosti, pa je RIVM 2025. preporučio da se jaja iz vlastitog uzgoja ne jedu, dok su jaja iz trgovine ocijenjena sigurnima (Nederlof i sur. 2025.; Food Safety News 2025.). Odluka se, dakle, nije temeljila na jednom jajetu, nego na više jaja s mnogo lokacija i na izračunu izloženosti. Kasnija analiza 801 mjerenja koja su naručili sami vlasnici kokoši pokazala je i da se koncentracije u jajima iz istog dvorišta s vremenom znatno mijenjaju, pa jedno mjerenje ne pokazuje pouzdano izloženost (Aarts i sur. 2026.).



Slika 25.3. Vjerojatnost da su sve ispitane jedinice negativne, ovisno o udjelu onečišćenih jedinica u seriji, za jednu, pet i deset jedinica uz $c = 0$. Izračun autora prema izrazu $(1 - p)^n$, uz pretpostavku da metoda otkrije svako onečišćeno pakiranje. Plan $n = 5$, $c = 0$ propisan je za mnoge kriterije sigurnosti hrane. (Europska komisija 2005., Prilog I., pogl. 1)

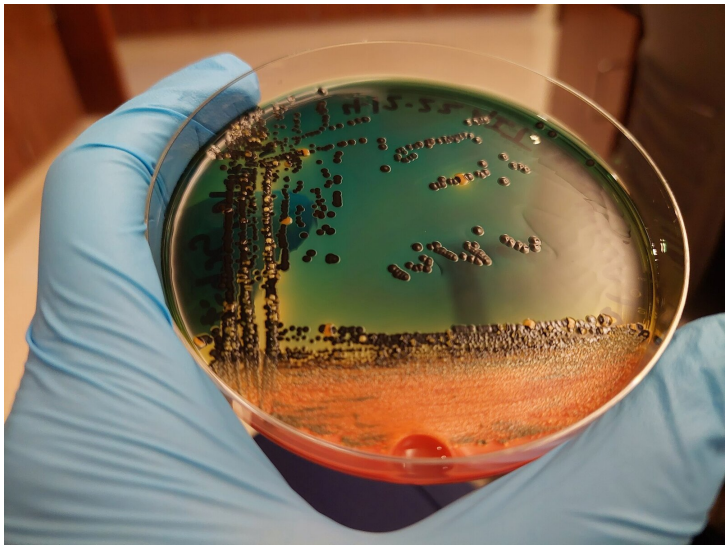
25.5 Mikrobiološko izvješće izgleda drukčije

Izvješće o mikrobiološkom ispitivanju ima isto zaglavlje i iste podatke o uzorku, ali se rezultati čitaju drukčije. Postoje dvije vrste rezultata.

Kvalitativni rezultat kaže je li mikroorganizam dokazan u određenoj količini uzorka, na primjer „*Salmonella* spp. nije dokazana u 25 g". Količina je dio rezultata. „Nije dokazana u 25 g" ne znači da salmonele nema u cijeloj seriji, nego da je nije bilo u tih 25 g. Uredba (EZ) br. 2073/2005 za mnoge vrste hrane, među njima i proizvode od jaja, kao kriterij sigurnosti propisuje „odsutnost u 25 g" u svakoj od pet jedinica uzorka, uz $n = 5$ i $c = 0$ (Europska komisija 2005., Prilog I., pogl. 1). Oznaka n je broj jedinica koje čine uzorak, a c broj jedinica koje smiju dati nepovoljan rezultat. Kriterij se, dakle, ne prosuđuje na jednom komadu, nego na planu uzorkovanja.

Zašto pet jedinica, a ne jedna? Ako je onečišćeno 10 % pakiranja u seriji, jedna jedinica bit će negativna s vjerojatnošću od 90 %, a svih pet s vjerojatnošću od $0{,}9^5 \approx 59$ % (slika 25.3). Ni pet jedinica ne isključuje onečišćenje, ali ga otkriva mnogo češće od jedne. Zato jedno negativno pakiranje koje građanin pošalje ne govori mnogo o cijeloj seriji.

Kvantitativni rezultat kaže koliko je mikroorganizama u gramu ili mililitru, izraženo u **jedinicama koje tvore kolonije** (cfu/g, engl. *colony forming units*). Jedna kolonija na hranjivoj podlozi nastaje iz jedne stanice ili iz nakupine stanica, pa je cfu procjena broja živih stanica, a ne njihov točan broj. Za *Listeria monocytogenes* u gotovoj hrani tijekom roka trajanja kriterij je, na primjer, 100 cfu/g (Europska komisija 2005., Prilog I., pogl. 1). Rezultat „< 10 cfu/g" ima isto značenje kao „< LOQ" u kemiji. Broj nije nula, nego je ispod najmanjeg broja koji metoda može izbrojati. Kolonije se broje na pločama s hranjivom podlogom (slika 25.4).



Slika 25.4. Kolonije bakterija na ploči sa selektivnom hranjivom podlogom. Boja kolonija pomaže razlikovati skupine bakterija, a svaka odvojena kolonija broji se kao jedna jedinica koja tvori koloniju. Fotografija Mediocreclementine (Wikimedia Commons), CC0.

Mjerna nesigurnost mikrobioloških brojanja obično je veća nego kod kemijskih analiza, a izražava se u logaritamskim jedinicama. Razlika između 80 i 120 cfu/g zato je često unutar nesigurnosti metode. Mikrobiološki rezultat ovisi i o tome koliko je uzorak putovao i na kojoj temperaturi, pa je redak o primitku uzorka (5) ovdje važniji nego u kemiji. Procjenu mjerne nesigurnosti mikrobioloških brojanja opisuje norma ISO 19036 (ISO 2019.).

25.6 Kada tražiti pojašnjenje ili ponovnu analizu

Laboratorij Vam treba moći objasniti svoje izvješće. Pitajte ako nešto od sljedećeg nije jasno ili nije navedeno.

- ☐ Vaša oznaka uzorka ne odgovara onoj u izvješću.
- ☐ Mjerna nesigurnost nije navedena, a namjeravate rezultat uspoređivati s granicom.
- ☐ Nije jasno je li rezultat izražen na mokru masu, suhu tvar ili mast.
- ☐ Nije jasno je li rezultat ispravljen za iskorištenje pri ekstrakciji.
- ☐ Rezultat je u slučaju B ili C, a potrebna je odluka. Tada pitajte čuva li laboratorij ostatak uzorka i je li moguća ponovna analiza.

U službenoj kontroli subjekt čiji je proizvod uzorkovan ima pravo na drugo stručno mišljenje i ponovnu analizu o vlastitom trošku (Europski parlament i Vijeće 2017., uvodna izjava 48 i čl. 35.). Privatni naručitelj nema takvo zakonsko pravo, ali ga može ugovoriti s laboratorijem, na primjer tako da uzme i pohrani paralelni uzorak (pogl. 23).

Praktični zadatak · pročitajte izvješće sami

Uzmite izmišljeno izvješće sa slike 25.1 i za PFOA promijenite rezultat u 0,26 ± 0,08 µg/kg.

1. Izračunajte interval $x \pm U$.
2. Odredite koji je to slučaj sa slike 25.2.
3. Izračunajte novi zbroj četiriju PFAS-a kao donju i gornju granicu.
4. Napišite jednu rečenicu kojom biste rezultat opisali susjedu, bez riječi „otrovno” i „sigurno”.

Zapamtiti

Izvješće daje broj, nesigurnost i granicu kvantifikacije, a ne presudu. „< LOQ” nije nula, a prekoračenje je u službenom smislu utvrđeno tek kada je i $x - U$ iznad granice.

Pojmovnik poglavlja

Izvješće o ispitivanju. Dokument laboratorija s podacima o uzorku, metodi i rezultatima; vrijedi samo za ispitani uzorak.

Lijevo cenzurirani podaci. Rezultati za koje se zna samo da su ispod neke granice (LOD ili LOQ).

Donja i gornja granica (LB i UB). Izračun u kojem se rezultati ispod granice uzimaju kao nula, odnosno kao vrijednost granice.

Najveća dopuštena količina. Granična vrijednost kontaminanta u hrani prema Uredbi (EU) 2023/915.

Pravilo odlučivanja. Unaprijed dogovoren način na koji se mjerna nesigurnost uzima u obzir pri izjavi o sukladnosti.

Izjava o sukladnosti. Izjava laboratorija da rezultat jest ili nije u skladu sa zahtjevom; daje se samo na zahtjev naručitelja.

Provjera znanja

1. Što znači rečenica „rezultati se odnose isključivo na ispitani uzorak”?
2. Rezultat za PFNA je „< 0,10 μg/kg”. Kako ga uvrstiti u izračun prema donjoj i gornjoj granici?
3. Na koji se način računa zbroj četiriju PFAS-a za usporedbu s najvećom dopuštenom količinom u Uredbi (EU) 2023/915?
4. Rezultat je $1{,}2 \pm 0{,}4$ μg/kg, a granica 1,0 μg/kg. Je li prekoračenje utvrđeno prema pravilu službene kontrole?
5. Zašto je izjava o sukladnosti u izvješću često izostavljena?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 26

Uzorkovanje u zajednici

U OVOM POGLAVLJU

- Kako skupina ljudi sastavlja zajednički plan uzorkovanja.
- Kako podijeliti troškove i kako skupno financiranje učiniti transparentnim.
- Kako surađivati s udrugom TERRA VERITAS, drugim udrugama i fakultetima.
- Što su pokazali europski projekti građanske znanosti o hrani i okolišu.
- Gdje su etičke i pravne granice zajedničkog mjerenja.

DVADESET KUĆANSTAVA I JEDNO PITANJE

Zamislite naselje uz staro odlagalište otpada. Na mjesnom zboru netko pita jesu li jaja iz dvorišta i povrće iz vrtova u redu. Javlja se dvadeset kućanstava koja su spremna dati uzorke i podijeliti trošak. Prvi prijedlog je da svatko pošalje što ima, „pa ćemo vidjeti". Učiteljica kemije iz susjedne škole predlaže drukčije. Prvo treba napisati jedno pitanje, odlučiti koliko uzoraka i odakle, naći nekoliko kućanstava daleko od odlagališta za usporedbu i dogovoriti tko plaća, tko je naručitelj i tko smije objaviti rezultate. Treba im tjedan dana više, ali na kraju imaju podatke koji nešto znače i koje nitko ne može otpisati kao „slučajne uzorke zabrinutih susjeda".

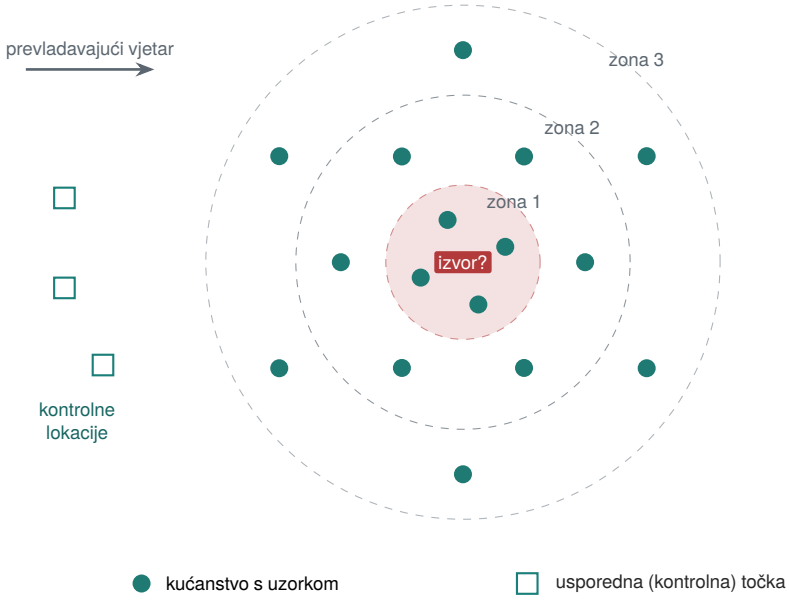
Pojedinac može uzeti dobar uzorak, ali jedan uzorak rijetko odgovara na pitanje koje zanima zajednicu. Je li nešto raširenо, je li bliže izvoru više nego dalje od njega, je li se stanje promijenilo? Za takva pitanja treba više uzoraka, uzetih na isti način, i usporedba. To traži plan, novac i povjerenje. Ovo poglavlje povezuje načela iz pogl. 10 i pogl. 20 s organizacijom zajedničkog mjerenja.

26.1 Zajednički plan uzorkovanja

Plan uzorkovanja je pisani dokument koji se dogovori *prije* prvog uzorka. On ne mora biti dug, ali mora odgovoriti na šest pitanja.

1. **Koje je pitanje?** Jedna rečenica koju je moguće provjeriti. „Imaju li jaja iz dvorišta unutar jednog kilometra od odlagališta više PFAS-a od jaja iz dvorišta udaljenih više od pet kilometara?" je pitanje. „Je li kod nas sve zatrovano?" nije.

2. **Što se mjeri i kojom metodom?** Matrica, analiti, laboratorij i LOQ (pogl. 24). Svi uzorci idu u isti laboratorij istom metodom, inače rezultati nisu usporedivi.
3. **Koliko uzoraka?** Broj ovisi o pitanju i o tome koliko se rezultati međusobno razlikuju. Za usporedbu dviju skupina potrebno je nekoliko uzoraka u svakoj skupini. Jedan uzorak po skupini ne pokazuje ništa o razlici, jer se razlika između dvaju dvorišta ne može odvojiti od razlike između dviju zona.
4. **Kako su uzorci raspoređeni u prostoru?** Unaprijed određene zone (npr. prema udaljenosti od mogućeg izvora i prema smjeru vjetra ili toka vode) i unutar njih kućanstva odabrana tako da ne budu sva na istoj strani (slika 26.1).
5. **Gdje su kontrolne lokacije?** **Kontrolne lokacije** su usporedna mjesta sličnih uvjeta (isti tip uzgoja, slična hrana kokoši, slično tlo), ali izvan dosega mogućeg izvora. Bez njih se ne zna je li izmjerena razina uobičajena za cijeli kraj ili posebna za mjesto koje Vas brine.
6. **Kada i kako?** Razdoblje uzorkovanja (isti tjedan za sve), isti postupak, isti obrazac zapisnika (prilog A) i isti lanac nadzora (pogl. 23).



Slika 26.1. Shema zajedničkog plana uzorkovanja. Kućanstva su raspoređena u tri zone oko mogućeg izvora i u različitim smjerovima, a kontrolne lokacije su izvan dosega izvora, na strani s koje puše prevladavajući vjetar. Raspored je shematski.

Broj uzoraka ne treba određivati „od oka". Ako zajednica surađuje s fakultetom, statističar može iz očekivanog raspršenja rezultata procijeniti koliko je uzoraka potrebno da se otkrije razlika određene veličine. Ako takve pomoći nema, vrijedi jednostavno pravilo da je bolje imati manje lokacija s više uzoraka nego mnogo lokacija s po jednim uzorkom. Pitanje nesigurnosti i zaključivanja iz malog broja podataka obrađuje pogl. 31.

Granice metode · što plan ne može

Plan uzorkovanja ne može dokazati izvor onečišćenja. Može pokazati da su razine bliže mogućem izvoru više nego dalje od njega, ali to je i dalje povezanost, a ne dokaz uzroka. Isti obrazac mogu stvoriti i druge razlike između zona, na primjer drukčija hrana kokoši ili starije kuće s olovnim cijevima. Zato zapisnik bilježi i takve okolnosti.

26.2 Podjela troškova i skupno financiranje

Laboratorijske analize za PFAS, dioksine ili pesticide nisu jeftine, a plan s kontrolnim lokacijama traži više uzoraka nego što bi pojedinac platio. Postoji nekoliko uobičajenih načina podjele troška.

- **Svako kućanstvo plaća svoj uzorak.** Jednostavno, ali kontrolne lokacije tada nitko ne plaća, jer ondje nitko nije zabrinut. Taj trošak valja podijeliti na sve.
- **Zajednički fond.** Svi uplate jednak iznos, a iz fonda se plaćaju svi uzorci prema planu. Pravednije je i štiti plan od toga da se uzorkuje samo ondje gdje netko plaća.
- **Skupno financiranje.** Prikupljanje malih priloga od šire javnosti putem platforme za skupno financiranje ili udruge. Daje veći iznos, ali donosi i obveze prema onima koji su platili.
- **Potpora ustanove.** Udruga, općina ili fakultet pokrije dio troška ili analize obavi u sklopu istraživačkog projekta.

U projektu CurieuzeNeuzen Vlaanderen, opisanom niže, svaki je sudionik pridonio s 10 eura za mjerni komplet (Lazarus 2018.), a organizatori su uz to pokrenuli i skupno financiranje (Vlaamse Milieumaatschappij 2018.). Osobni prilog i skupno financiranje mogu se, dakle, kombinirati.

Transparentnost

Tko plaća, utječe na to kome će se vjerovati. Proizvođač koji je pozvan na odgovornost pitat će tko je platio analize, a novinar će pitati isto. Zato zajednički projekt od početka treba javno odgovoriti na četiri pitanja.

- ☐ Tko je financirao analize i u kojem omjeru (pojedinci, udruga, općina, tvrtka, projekt)?
- ☐ Ima li tko od financijera interes u ishodu, na primjer konkurentsku tvrtku, sudski spor, prodaju zemljišta ili političku kampanju?
- ☐ Tko je naručitelj u izvješćima laboratorija i tko odlučuje o objavi?
- ☐ Hoće li se objaviti *svi* rezultati, uključujući one koji ne podupiru početnu sumnju?

Posljednje pitanje je najvažnije. Projekt koji objavi samo „loše” rezultate gubi vjerodostojnost čim se sazna za ostale. Dogovor o objavi svih rezultata treba zapisati prije prvog uzorka, kao dio plana.

Odgovornost · sukob interesa

Sukob interesa postoji kad osoba ili organizacija ima korist od određenog ishoda mjerenja. Sukob interesa sam po sebi ne poništava rezultate, ali neobjavljeni sukob interesa poništava povjerenje. Ako analize djelomično plaća netko tko ima interes u ishodu, to treba objaviti uz rezultate, a toj osobi ne treba prepustiti odluku o tome koji će se rezultati objaviti. Isto vrijedi za članove koji bi rezultate mogli upotrijebiti u vlastitom sporu sa susjedom ili tvrtkom.

26.3 Suradnja s udrugama i fakultetima

TERRA VERITAS

Ova knjiga je vezana uz program građanske znanosti udruge TERRA VERITAS, koja djeluje na području cijele Hrvatske (https://terraveritas.eu, info@terraveritas.eu). Program je zamišljen tako da građanima koji žele mjeriti ponudi tri stvari. Sve što slijedi je plan udruge, a ne usluga koja već postoji.

- **Zajedničke protokole.** Obrasce i postupke iz ove knjige (prilozi A do C), kako bi uzorci iz različitih mjesta bili usporedivi.
- **Zajedničku bazu rezultata.** Otvorenu bazu u kojoj se uz svaki rezultat nalaze metapodaci (matrica, datum, približna lokacija, laboratorij, metoda, LOQ, mjerna nesigurnost, akreditirano ili ne). Obrasci, proračunska tablica i baza rezultata bit će objavljeni na https://terraveritas.eu.
- **Pomoć pri planiranju i tumačenju.** Savjet pri sastavljanju plana uzorkovanja, odabiru laboratorija i čitanju izvješća te pri odgovornoj objavi (pogl. 32).

Za zajedničku bazu važna su dva načela. Prvo, lokacije privatnih dvorišta, vrtova i bunara objavljuju se samo zaokruženo (npr. na razini naselja ili mreže od jednog kilometra), jer je točna lokacija osobni podatak koji može otkriti vlasnika. Obrada takvih podataka mora biti u skladu s Općom uredbom o zaštiti podataka (Europski parlament i Vijeće 2016.). Drugo, svaki rezultat u bazi ima oznaku kakvoće, tako da se odmah vidi razlika između nalaza akreditiranog laboratorija na dobro dokumentiranom uzorku i rezultata kućnog testa. Planirano je da se rezultati kućnih i brzih testova, ako ih baza bude primala, upisuju odvojeno od laboratorijskih nalaza i jasno označe kao orijentacijski, kako se ne bi miješali s nalazima akreditiranih laboratorija (pogl. 13 i 24).

Druge udruge, škole i fakulteti

Udruge za zaštitu okoliša i potrošača imaju iskustvo u organiziranju ljudi i komunikaciji s institucijama. Škole mogu uključiti učenike u uzorkovanje i bilježenje podataka, uz suglasnost roditelja i vodstvo nastavnika. Fakulteti mogu pomoći u tri smjera. Mogu pomoći u planiranju i statističkoj obradi, mogu analize obaviti u sklopu istraživačkih ili diplomskih radova, a mogu i objaviti rezultate u stručnim časopisima, što im daje dodatnu provjeru. Pri tome valja znati da sveučilišni laboratorij ne mora biti akreditiran za analizu

koju radi u istraživanju. Rezultat takve analize može biti znanstveno valjan, ali u javnoj raspravi i pred institucijama ima drukčiju težinu od akreditiranog nalaza (pogl. 24).

Dobra suradnja s fakultetom počinje dogovorom o tome tko je vlasnik podataka, tko smije objaviti rezultate i kada, i hoće li sudionici biti navedeni u publikaciji. Taj dogovor treba biti pisan.

26.4 Tijek zajedničkog projekta

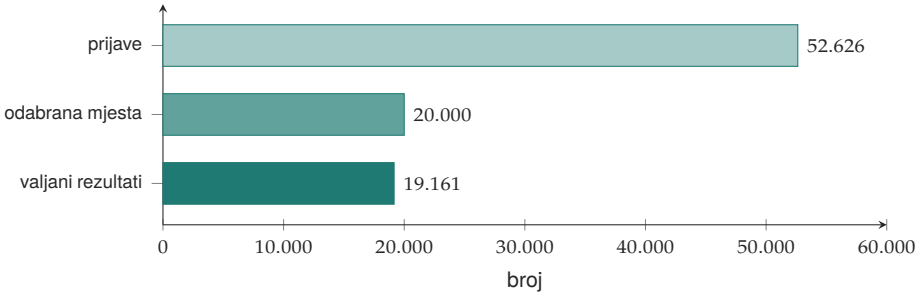
Zajednički projekt lakše je voditi ako se podijeli u faze s jasnim odgovornostima. Tablica 26.1 daje okvirni tijek. Trajanje pojedinih faza ovisi o broju sudionika i o roku laboratorija.

Tablica 26.1. Okvirni tijek zajedničkog projekta uzorkovanja.

Faza	Što se radi i tko je odgovoran
1. Pitanje	Zajednički sastanak; jedna provjerljiva rečenica; imenuje se koordinator.
2. Plan	Zone, broj uzoraka, kontrolne lokacije, laboratorij, LOQ; savjet udruge ili fakulteta.
3. Dogovor	Pisani dogovor o financiranju, naručitelju, objavi svih rezultata i zaštiti lokacija; pristanak sudionika.
4. Obuka	Kratka radionica o uzimanju uzorka, zapisniku i lancu nadzora (pogl. 21 do pogl. 23).
5. Uzorkovanje	Svi uzorci u dogovorenom razdoblju, istim postupkom; slijepe probe.
6. Analiza	Laboratorij; koordinator prati rokove i prima izvješća.
7. Povratna informacija	Svaki sudionik prvo dobiva svoj rezultat s objašnjenjem.
8. Obrada i objava	Zajednička tablica, izračun izloženosti (pogl. 28), objava svih rezultata (pogl. 32).

Dvije faze se najčešće preskaču. Prva je obuka. Ako svako kućanstvo jaja pakira na svoj način, razlike u rezultatima mogu doći od pakiranja, a ne od dvorišta. Druga je povratna informacija sudionicima. Ljudi koji su dali uzorak imaju pravo svoj rezultat saznati prvi i dobiti objašnjenje što on znači za njihovo kućanstvo, a ne pročitati ga u novinama. Ta faza je ujedno i prilika da se objasne granice podataka, tako da sudionici ne zaključe više nego što rezultati dopuštaju.

Dobro je unaprijed odlučiti i što će se dogoditi ako rezultati pokažu prekoračenje. Hoće li se obavijestiti nadležni zavod za javno zdravstvo ili inspekcija? Tko će to učiniti? Kako će se sudionicima objasniti što mogu učiniti za vlastito kućanstvo? Ta pitanja nisu pesimizam, nego dio odgovornog plana.



Slika 26.2. Projekt CurieuzeNeuzen Vlaanderen 2018., od prijava do valjanih rezultata. Manje od dvije petine prijavljenih postalo je mjernim mjestom, a valjano je bilo 96 % rezultata. (Vlaamse Milieumaatschappij 2018.; Lazarus 2018.)

26.5 Primjeri iz Europe

Iz prakse · CurieuzeNeuzen Vlaanderen, zrak

U svibnju 2018. dvadeset tisuća kućanstava, škola i tvrtki u Flandriji (Belgija) objesilo je na prozore jednostavne difuzijske cjevčice za dušikov dioksid i nakon mjesec dana vratilo ih na analizu. Projekt su organizirali Sveučilište u Antwerpenu, flamanska agencija za okoliš VMM i dnevne novine *De Standaard*, a u obradi podataka sudjelovao je i istraživački institut VITO (IRCEL-CELINE 2018.; Vlaamse Milieumaatschappij 2018.). Prijavilo se 52.626 zainteresiranih iz svih 308 flamanskih općina. Istraživači su između njih odabrali 20.000 mjernih mjesta prema unaprijed određenim mjerilima, kao što su najveća zemljopisna raspršenost i što više različitih tipova ulica i gustoće prometa (Vlaamse Milieumaatschappij 2018.). Uz osobni prilog sudionika projekt je pokrenuo i skupno financiranje za daljnji rad (Vlaamse Milieumaatschappij 2018.). Više od 99 % sudionika vratilo je cjevčice na vrijeme, a 96 % rezultata bilo je valjano (Lazarus 2018.). Projekt pokazuje dvije stvari važne i za hranu. Mjesta su odabrali organizatori prema planu, a ne sudionici prema zabrinutosti. Kontrola kakvoće podataka bila je dio projekta od početka.

Slika 26.2 pokazuje brojke tog projekta. Organizatori nisu prihvatili sve prijavljene, nego su odabrali mjesta prema planu, a od odabranih mjesta je na kraju bilo valjano 19.161 rezultata.

Iz prakse · PFASinKaart, jaja iz dvorišta u Nizozemskoj

Nizozemska građanska inicijativa PFASinKaart prikupila je rezultate analiza PFAS-a u jajima koje su vlasnici kokoši iz dvorišta, vrtova i dječjih farmi sami naručili. Podaci su prihvaćeni samo ako su analize obavili pouzdani laboratoriji (nieuws.nl 2026.), a vlasnici su uz rezultat opisali i uvjete držanja kokoši (površinu ispusta, veličinu jata, hranu i izvor vode). Analiza 801 laboratorijskog mjerenja, objavljena 2026. u recenziranom časopisu, pokazala je da je samo 36 % uzoraka bilo ispod najvećih dopuštenih razina EU za PFAS u jajima. Najčešće je

najjači čimbenik bila površina nenatkrivenog ispusta po kokoši, jer su jaja kokoši s većim ispustom imala više PFAS-a. Hrana i izvor vode nisu bili značajno povezani s koncentracijom, a ponovljena mjerenja iz istog dvorišta znatno su se razlikovala (Aarts i sur. 2026.). Primjer pokazuje vrijednost zajedničke baze s metapodacima, jer je upravo opis uvjeta držanja omogućio uočavanje obrasca.

Iz prakse · Zwijndrecht Gezond, jaja oko tvornice 3M u Belgiji

Građanski kolektiv *Zwijndrecht Gezond*, osnovan nakon otkrića onečišćenja PFAS-om oko tvornice 3M u Zwijndrechtu, zatražio je od Sveučilišta u Antwerpenu analizu jaja iz trinaest središta naselja buduće općine Beveren-Waas. Iz svakog naselja analizirano je jedno nasumično odabrano jaje. Prema objavljenim rezultatima, sva su jaja imala više PFAS-a nego što bi bilo prihvatljivo pri redovitoj konzumaciji, a najviša je vrijednost izmjerena u naselju udaljenom od tvornice (VRT NWS 2024.). Rezultat je potaknuo zahtjev za širim istraživanjem. Primjer pokazuje i granicu takvog pristupa, jer jedno jaje po naselju može upozoriti na problem, ali ne može opisati stanje cijelog naselja.

26.6 Etika zajedničkog mjerenja

Zajedničko mjerenje daje više podataka i više glasova, ali i veću odgovornost. Etička i pravna pitanja objave detaljno obrađuje pogl. 32. Ovdje su izdvojena ona koja treba riješiti već u planu.

Odgovornost · imenovanje proizvođača i kleveta

Javno imenovanje proizvođača, trgovca ili tvrtke na temelju neakreditiranog nalaza, jednog uzorka ili rezultata unutar mjerne nesigurnosti (slučajevi B i C u pogl. 25) može nanijeti štetu koja se ne može popraviti, ako se pokaže da nalaz nije točan. Kazneni zakon propisuje kaznu za klevetu, tj. iznošenje neistinite činjenične tvrdnje koja može škoditi časti ili ugledu, kad onaj tko je iznosi zna da je neistinita (Hrvatski sabor 2011.b, čl. 149.). Uz to se može tražiti i naknada štete u parničnom postupku. Prema Zakonu o obveznim odnosima i pravna osoba ima pravo na ugled i dobar glas (Hrvatski sabor 2005., čl. 19.), a za povredu ugleda sud joj može dosuditi pravičnu novčanu naknadu, i kad imovinske štete nema (Hrvatski sabor 2005., čl. 1100.). Oštećeni može tražiti i objavu ispravka ili povlačenje izjave na trošak onoga tko je povredu učinio (Hrvatski sabor 2005., čl. 1099.). Ako niste sigurni smijete li nešto objaviti, savjetujte se s pravnikom. Zato preporučujemo sljedeće.

- Sumnju na neispravnu hranu u prometu prijavite inspekciji (pogl. 19), koja može uzeti službeni uzorak.
- U javnoj objavi opišite što je izmjereno, kojom metodom i s kojom nesigurnošću, a ne tko je „kriv”.

- Proizvođaču ili tvrtki prije objave dajte priliku da odgovori.
- Ne objavljujte zaključke koje Vaši podaci ne podupiru, ni u naslovu ni u društvenim mrežama.

Odgovornost · sudionici i njihovi podaci

Svako kućanstvo koje daje uzorak treba unaprijed znati što će se s rezultatom dogoditi, tko će ga vidjeti i u kojem obliku će biti objavljen. Pisani pristanak sudionika na objavu zaokružene lokacije i rezultata štiti i sudionike i organizatore. Vlasnik bunara ili vrta mora imati pravo prvi saznati svoj rezultat, prije javnosti i prije susjeda. Uzorci iz tuđeg vlasništva uzimaju se samo uz dopuštenje vlasnika ili kupnjom.

Praktični zadatak · napišite plan uzorkovanja na jednoj stranici

Odaberite pitanje koje zanima Vaše naselje (npr. olovo u povrću iz vrtova uz prometnu cestu, nitrati u bunarima, PFAS u jajima).

1. Napišite pitanje u jednoj provjerljivoj rečenici.
2. Odredite matricu, analite i laboratorij (prilog D).
3. Nacrtajte skicu zona i označite približna mjesta uzoraka i najmanje dvije kontrolne lokacije.
4. Navedite tko plaća koji dio troška i tko je naručitelj u izvješćima.
5. Zapišite dogovor o objavi svih rezultata i o zaštiti lokacija sudionika.

Zapamtiti

Zajedničko mjerenje vrijedi onoliko koliko vrijedi njegov plan. Pitanje, kontrolne lokacije, transparentno financiranje i dogovor o objavi svih rezultata treba zapisati prije prvog uzorka.

Pojmovnik poglavlja

Plan uzorkovanja. Pisani dogovor o pitanju, broju i rasporedu uzoraka, metodi, laboratoriju i objavi, napravljen prije uzorkovanja.

Kontrolna lokacija. Usporedno mjesto sličnih uvjeta izvan dosega mogućeg izvora onečišćenja.

Skupno financiranje. Prikupljanje malih novčanih priloga od većeg broja ljudi za zajednički cilj.

Sukob interesa. Stanje u kojem osoba ili organizacija ima korist od određenog ishoda mjerenja.

Kleveta. Iznošenje neistinite činjenične tvrdnje koja može škoditi tuđoj časti ili ugledu, uz znanje da je neistinita.

Provjera znanja

1. Zašto zajednički plan uzorkovanja treba kontrolne lokacije?
2. Zašto je bolje imati zajednički fond nego da svatko plati samo svoj uzorak?
3. Koja četiri pitanja o financiranju treba javno odgovoriti?
4. Zašto se lokacije privatnih dvorišta i bunara objavljuju zaokruženo?
5. Što pokazuje primjer s jednim jajetom po naselju (Zwijndrecht Gezond)?

Odgovori su na kraju knjige.

VI. DIO

Procjena opasnosti i rizika

Od koncentracije u hrani do rizika za određenu osobu. Izloženost, smjese, osjetljive skupine i nesigurnost.

POGLAVLJE 27

Opasnost, izloženost i rizik

U OVOM POGLAVLJU

- Zašto opasnost i rizik nisu isto i kako ih povezuje izloženost.
- Četiri koraka procjene rizika, objašnjena na primjeru šalice kave.
- Po čemu se razlikuju tvari s pragom i tvari bez praga djelovanja.
- Kako prepoznati naslov u medijima koji govori o opasnosti, a ne o riziku.

DVA NASLOVA ZA DORUČKOM

Zamislite nedjeljni doručak. Na mobitelu se pojavi naslov „U uzorcima kave pronađena tvar koja može izazvati rak". Nekoliko minuta kasnije stigne drugi, „Stručnjaci tvrde da je kava dobra za zdravlje". Netko za stolom odloži šalicu, drugi slegne ramenima i natoči još jednu. Treći pita ono što je zapravo važno. Koliko te tvari ima u jednoj šalici i koliko šalica treba popiti da bi to bilo važno?

Ova scena je zamišljena, ali takvi parovi naslova su česti u svakodnevnim vijestima. Oba naslova mogu biti točna, a da nijedan ne kaže ništa o riziku za osobu koja sjedi za stolom. Prvi naslov govori o opasnosti, odnosno o tome što tvar može učiniti. Drugi govori o prosjeku velikih skupina ljudi. Ni jedan ne govori koliko ste te tvari Vi unijeli. Ovo poglavlje objašnjava kako se ta tri pitanja povezuju u jedan postupak koji se zove procjena rizika.

27.1 Opasnost nije isto što i rizik

Prva temeljna poruka ove knjige glasi da opasnost nije isto što i rizik. Ta razlika nije jezična sitnica, nego je zapisana u propisima. Uredba (EZ) br. 178/2002 određuje **opasnost** kao biološki, kemijski ili fizikalni čimbenik u hrani ili stanje hrane koje može imati štetan učinak na zdravlje. **Rizik** je u istoj uredbi funkcija vjerojatnosti štetnog učinka na zdravlje i ozbiljnosti tog učinka, a nastaje kao posljedica opasnosti (Europski parlament i Vijeće 2002., čl. 3). Opasnost je dakle svojstvo tvari ili mikroorganizma, a rizik je vjerojatnost da se to svojstvo kod određene osobe zaista pokaže.

Most između opasnosti i rizika je **izloženost**. Izloženost kaže koliko tvari ulazi u tijelo, koliko često i koliko dugo. Pojednostavljeno se to piše kao

$$\text{rizik} \approx \text{opasnost} \times \text{izloženost}.$$

Ta formula nije računska, jer se opasnost i izloženost ne mjere u istim jedinicama. Ona pokazuje logiku. Ako je jedan od dva člana blizu nule, rizik je mali, koliko god drugi bio velik. Morski pas je opasan, ali u akvariju iza debelog stakla ne predstavlja rizik za posjetitelja. Kuhinjski nož je opasan, ali rizik od posjekotine ovisi o tome koliko često i koliko pažljivo režemo. Izbjeljivač pod sudoperom je opasan, ali dijete je izloženo tek ako do boce može doći.

Isto vrijedi za hranu. Tvar s izrazito štetnim svojstvima može biti prisutna u tragovima koje gotovo nitko ne unosi u značajnoj količini. Obrnuto, tvar s blagim djelovanjem može predstavljati rizik ako je unosimo svaki dan i u velikoj količini, kao što je slučaj s kuhinjskom solju. Zato iz naslova „pronađena je tvar X" nikada ne možemo zaključiti koliki je rizik. Za to nam treba barem još jedan podatak, a to je koliko te tvari unosimo.

? Mit ili činjenica

MIT

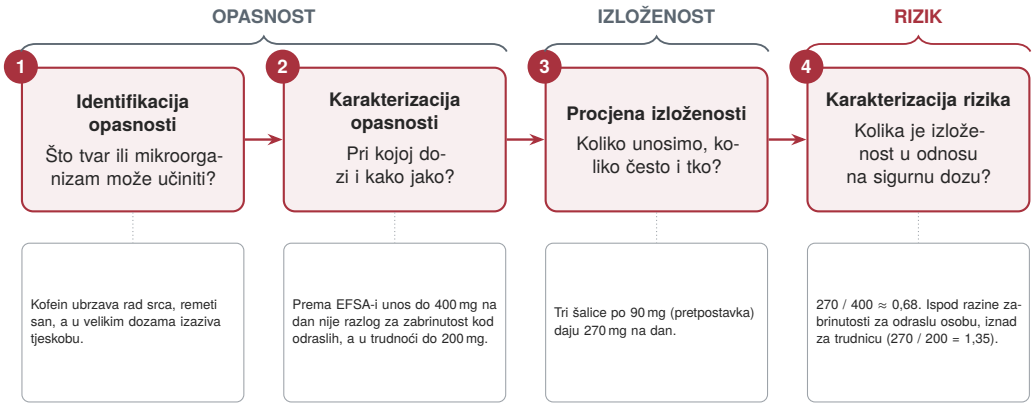
Ako je u hrani pronađena otrovna tvar, ta hrana je opasna za zdravlje.

ŠTO KAŽU PODACI

Gotovo svaka tvar može biti štetna u dovoljno velikoj dozi, a mnoge tvari koje se u velikim dozama smatraju otrovnima prisutne su u hrani u vrlo malim količinama. Suvremene laboratorijske metode otkrivaju tvari u koncentracijama od milijarditog dijela grama po kilogramu (pogl. 24), pa je „pronađeno" često samo dokaz da je metoda osjetljiva. Pitanje nije je li tvar prisutna, nego koliko je ima, koliko te hrane jedemo i kako se ta količina odnosi prema dozi za koju je procijenjeno da je sigurna (pogl. 8). Obrnuto također vrijedi. To što tvar nije pronađena ne znači da je nema, nego da je ispod granice detekcije metode ili da je nitko nije tražio (pogl. 9).

27.2 Četiri koraka procjene rizika

Ista uredba određuje da se **procjena rizika** sastoji od četiri koraka. To su identifikacija opasnosti, karakterizacija opasnosti, procjena izloženosti i karakterizacija rizika (Europski parlament i Vijeće 2002., čl. 3). Tim redoslijedom radi Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA) kad procjenjuje neku tvar, a istim redoslijedom možete razmišljati i Vi kad dobijete nalaz iz laboratorija. Slika 27.1 prikazuje korake na primjeru kofeina, tvari koju većina odraslih unosi svaki dan i za koju postoji jasna procjena EFSA-e (EFSA NDA Panel 2015.).



Slika 27.1. Četiri koraka procjene rizika. Prva dva koraka opisuju opasnost, treći izloženost, a četvrti ih spaja u ocjenu rizika. Primjer kofeina temelji se na EFSA NDA Panel (2015.); količina kofeina u šalici je pretpostavka, jer ovisi o vrsti kave i načinu pripreme.

Prvi korak. Identifikacija opasnosti

Identifikacija opasnosti odgovara na pitanje što tvar ili mikroorganizam može učiniti tijelu. Podaci dolaze iz pokusa na životinjama i stanicama, iz istraživanja na ljudima i iz iskustva s trovanjima. Za kadmij je, primjerice, utvrđeno da se nakuplja u bubrezima i da dugotrajna izloženost oštećuje bubrežne kanaliće (EFSA CONTAM Panel 2009.). Za bakteriju *Listeria monocytogenes* poznato je da kod trudnica, starijih osoba i osoba oslabljenog imuniteta može izazvati tešku bolest (EFSA BIOHAZ Panel 2018.).

U ovom koraku još se ništa ne govori o količini. Kad novinski naslov kaže da je tvar „kancerogena", „toksična za razvoj" ili „endokrini ometač", on opisuje upravo ovaj prvi korak. To je važan podatak, ali je tek početak.

Drugi korak. Karakterizacija opasnosti

Karakterizacija opasnosti odgovara na pitanje pri kojoj dozi se učinak pojavljuje i koliko je jak. Središnji alat je krivulja doza i odgovora, opisana u pogl. 8. Iz nje se izvode **referentne vrijednosti**, kao što su prihvatljivi dnevni unos (ADI) za tvari koje se namjerno dodaju hrani ili koriste u proizvodnji, podnošljivi dnevni unos (TDI (podnošljivi dnevni unos, engl. *Tolerable Daily Intake*)) i podnošljivi tjedni unos (TWI (podnošljivi tjedni unos, engl. *Tolerable Weekly Intake*)) za onečišćivače. Te vrijednosti izražavaju se po kilogramu tjelesne mase, jer veća osoba podnosi veću ukupnu količinu iste tvari.

Za kofein je EFSA ocijenila da pojedinačne doze do 200 mg i dnevni unos do 400 mg kod zdravih odraslih osoba ne izazivaju zabrinutost, a za trudnice i dojilje ta granica iznosi 200 mg na dan (EFSA NDA Panel 2015.). Ista tvar dakle ima različitu sigurnu razinu za različite skupine, o čemu više govori pogl. 30.

Treći korak. Procjena izloženosti

Procjena izloženosti odgovara na pitanje koliko tvari unosimo. Za nju su potrebna dva podatka, a to su koncentracija tvari u hrani i količina te hrane koju pojedinac pojede u određenom razdoblju. Kad se te dvije vrijednosti pomnože i podijele s tjelesnom masom, dobije se unos po kilogramu tjelesne mase, koji se može usporediti s referentnom vrijednošću iz drugog koraka. Taj izračun je dovoljno jednostavan da ga možete napraviti sami, i njime se bavi cijelo pogl. 28.

Treći korak je ujedno mjesto na kojem građanin istraživač može dati najveći doprinos. Koncentracije koje koristi EFSA dolaze iz službenih kontrola i monitoringa, a te kontrole rijetko pokrivaju jaja iz dvorišta, povrće iz vlastitog vrta ili vodu iz privatnog bunara (pogl. 9 i 15). Dobro uzet uzorak iz takvog izvora daje podatak koji inače ne bi postojao.

Četvrti korak. Karakterizacija rizika

Karakterizacija rizika spaja drugi i treći korak. Najjednostavniji oblik je omjer procijenjenog unosa i referentne vrijednosti. Ako odrasla osoba popije tri šalice kave i pretpostavimo da svaka sadrži 90 mg kofeina, ukupni unos iznosi 270 mg. Omjer s granicom od 400 mg je 270 / 400 ≈ 0,68, dakle ispod razine zabrinutosti. Za trudnicu je isti unos u odnosu na granicu od 200 mg jednak 1,35, dakle iznad nje. Ista šalica kave tako daje dvije različite ocjene rizika, ovisno o tome tko je pije.

Karakterizacija rizika uvijek uključuje i opis nesigurnosti. Koliko su pouzdani podaci o koncentraciji? Jesu li prehrambene navike pretpostavljene ili izmjerene? Za koga vrijedi zaključak? EFSA za to ima posebne smjernice (EFSA Scientific Committee 2018.), a mi se nesigurnosti vraćamo u pogl. 31.

Praktični zadatak · Opasnost ili rizik?

Pronađite u medijima ili na društvenim mrežama pet naslova o tvarima u hrani, iz posljednjih nekoliko mjeseci. Za svaki naslov zapišite odgovore na četiri pitanja.

1. Navodi li naslov što tvar može učiniti (prvi korak)?
2. Navodi li pri kojoj dozi se učinak pojavljuje (drugi korak)?
3. Navodi li koncentraciju u hrani i koliko te hrane ljudi jedu (treći korak)?
4. Uspoređuje li unos s referentnom vrijednošću (četvrti korak)?

Naslovi koji imaju samo odgovor na prvo pitanje govore o opasnosti. O riziku govore tek oni koji imaju odgovor barem na treće i četvrto pitanje. Rezultat usporedite s vijestima na stranicama EFSA-e i Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu (HAPIH).

27.3 Procjena, upravljanje i komunikacija

Procjena rizika je samo jedan od tri dijela onoga što propisi nazivaju analizom rizika. Druga dva su upravljanje rizikom i komunikacija o riziku (Europski parlament i Vijeće 2002., čl. 3 i 6). Procjenu rade znanstvenici, a upravljanje rizikom tijela koja donose odluke, primjerice Europska komisija kad propisuje najveće dopuštene količine ili Državni inspektorat (DIRH) kad povlači proizvod s tržišta. Podjela je opisana u pogl. 6.

Za čitatelja ove knjige ta je podjela važna zbog jednog razloga. Najveća dopuštena količina u propisu nije isto što i granica rizika. Ona se postavlja tako da štiti zdravlje, ali i tako da bude razumno ostvariva dobrom poljoprivrednom, ribarskom i proizvođačkom praksom, uz uvažavanje rizika od konzumacije te hrane (Europska komisija 2023.g, uvodna izjava 2). Zato se može dogoditi da hrana koja zadovoljava propis, pojedena u većoj količini, dovede do unosa iznad podnošljive razine. Primjer s jajima i PFAS u pogl. 28 pokazuje upravo to. Može se dogoditi i obrnuto, da hrana iznad propisane granice, pojedena jednom, ne dovede do mjerljivog povećanja rizika. U oba slučaja nalaz treba prijaviti, jer granica je pravna mjera, a ne zdravstvena dijagnoza.

Iz prakse · Kako EFSA spaja četiri koraka

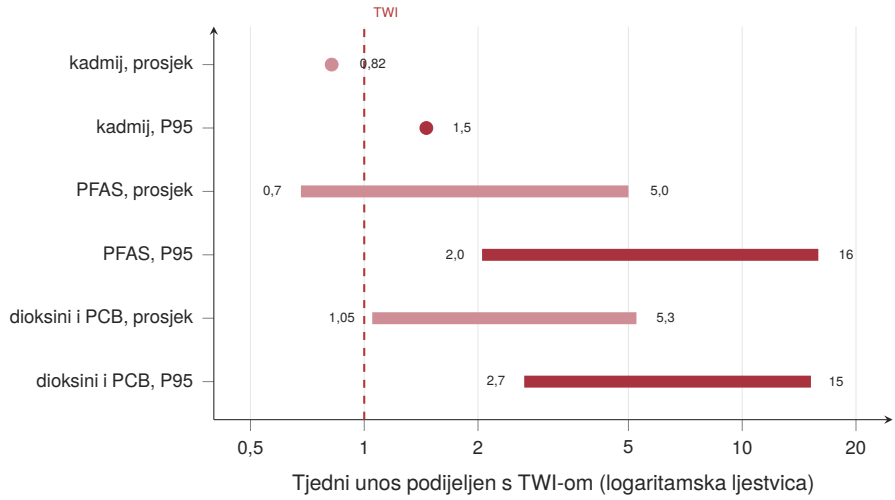
Mišljenje EFSA-e o PFAS iz 2020. godine dobar je primjer cijelog postupka. Za identifikaciju opasnosti razmatrani su učinci na jetru, kolesterol, porođajnu masu i imunosni sustav. Kao najosjetljiviji učinak odabrano je slabije stvaranje protutijela nakon cijepljenja kod djece, a iz toga je izveden podnošljivi tjedni unos od 4,4 ng po kilogramu tjelesne mase za zbroj četiriju spojeva. Procjena izloženosti je pokazala da srednji unos adolescenata i odraslih iznosi od 3 do 22 ng po kilogramu tjedno, a kod male djece je otprilike dvostruko veći. Karakterizacija rizika je zaključila da dio europskog stanovništva premašuje podnošljivi tjedni unos, što je razlog za zabrinutost (EFSA CONTAM Panel 2020.c). Svaki od tih koraka može se pročitati u sažetku mišljenja, koji je javno dostupan.

Slika 27.2 stavlja procjenu izloženosti PFAS-u uz procjene EFSA-e za kadmij i dioksine. Kod dioksina je i najniži prosječni unos iznad podnošljivog tjednog unosa. Kod PFAS-a se prosjeci kreću od nešto ispod TWI-a do pet puta iznad njega. Kod kadmija je prosjek nešto ispod TWI-a, a 95. percentil iznad. To ne znači da će ljudi s takvim unosom oboljeti, jer TWI u sebi ima sigurnosni razmak, nego da zaštitna razina za njih više nije osigurana.

27.4 Tvari s pragom i tvari bez praga

Za većinu tvari postoji **prag djelovanja**. Ispod određene doze tijelo uspijeva popraviti oštećenja ili izlučiti tvar prije nego što nastane štetan učinak. Za takve tvari ima smisla postaviti TDI ili TWI i reći da unos ispod te vrijednosti tijekom cijelog života ne bi trebao izazvati zamjetan rizik.

Za tvari koje oštećuju genetski materijal i mogu izazvati rak, **genotoksične kancerogene tvari**, prag se ne pretpostavlja. Svaka doza nosi neki, možda vrlo mali, dodatni rizik. Za



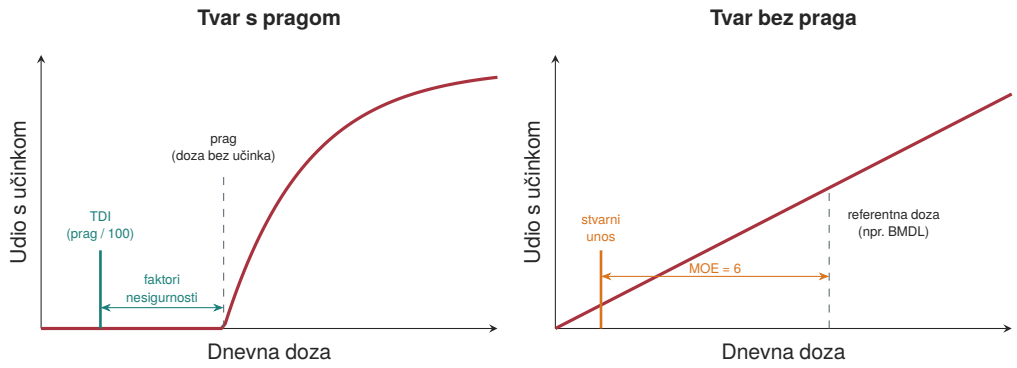
Slika 27.2. Procijenjeni tjedni unos u europskim zemljama podijeljen s podnošljivim tjednim unosom za kadmij (2,5 µg/kg), zbroj četiriju PFAS-a (4,4 ng/kg) te dioksine i PCB-e slične dioksinima (2 pg TEQ/kg). Trake pokazuju raspon procjena po zemljama i dobnim skupinama, za PFAS kod adolescenata i odraslih (donja granica), a za dioksine od adolescenata do vrlo starih osoba. Za kadmij je prikazana jedna procjena cjeloživotnog unosa. P95 je 95. percentil. Mala djeca imaju kod PFAS-a i dioksina još veću izloženost. Podaci su iz EFSA (2012.), EFSA CONTAM Panel (2020.c) i EFSA CONTAM Panel (2018.b).

njih EFSA ne postavlja podnošljivi unos, nego računa **granicu izloženosti** (MOE). To je omjer između doze koja u pokusima ili istraživanjima na ljudima izaziva mali mjerljivi učinak i stvarnog unosa ljudi. Kad se ta referentna doza dobije iz pokusa na životinjama, MOE od 10.000 ili veći smatra se znakom niske zabrinutosti za javno zdravlje (EFSA Scientific Committee 2005.). Taj pristup se koristi za aflatoksine, policikličke aromatske ugljikovodike (PAH) i anorganski arsen, kojemu se vraćamo u pogl. 28.

Slika 27.3 prikazuje razliku između ta dva pristupa. Kod tvari s pragom referentna vrijednost leži daleko lijevo od praga, a razmak čine faktori nesigurnosti. Kod tvari bez praga ne postoji doza bez učinka, pa se računa samo koliko je puta stvarni unos manji od referentne doze.

Granice metode · Što MOE ne govori

MOE nije vjerojatnost da ćete oboljeti. On kaže koliko je puta stvarni unos manji od doze s malim mjerljivim učinkom. Veći MOE je bolji. Granica od 10.000 nije propisana vrijednost, nego dogovoreni prag za određivanje prioriteta, koji uključuje razlike između životinja i ljudi, razlike među ljudima i nesigurnost same referentne doze (EFSA Scientific Committee 2005.). Kad referentna doza dolazi iz istraživanja na ljudima, kao kod anorganskog arsena, prag zabrinutosti je drukčiji i određuje se posebno za svaku tvar.



Slika 27.3. Tvar s pragom i tvar bez praga. Lijevo se TDI izvodi iz doze bez učinka dijeljenjem s faktorima nesigurnosti, obično sa 100. Desno krivulja kreće od nule, pa se umjesto TDI-a računa granica izloženosti (MOE), omjer referentne doze i stvarnog unosa. Krivulje su zamišljene i služe samo za objašnjenje.

27.5 Akutna i kronična izloženost

Rizik ovisi i o vremenu. **Akutna izloženost** je jednokratni unos veće količine, na primjer jedan obrok s ostacima pesticida iznad uobičajenih. Za takve slučajeve postoji akutna referentna doza (ARfD (akutna referentna doza)). **Kronična izloženost** je dugotrajni unos manjih količina, a za nju vrijede ADI, TDI i TWI. Tvari koje se nakupljaju u tijelu, kao kadmij, PFAS, dioksini i poliklorirani bifenili (PCB), procjenjuju se gotovo isključivo kronično. Za kadmij je, primjerice, utvrđeno da je vrijeme poluraspada u ljudskom tijelu od 10 do 30 godina (EFSA CONTAM Panel 2009.). Jedan obrok zato malo mijenja ukupnu količinu u tijelu, a važno je što jedemo godinama.

Mikrobiološke opasnosti uglavnom su akutne. Kod njih nema TDI-a, nego se rizik procjenjuje iz broja bakterija u obroku i vjerojatnosti da taj broj izazove bolest. EFSA je procijenila da je više od 90 % slučajeva invazivne listerioze posljedica hrane koja sadrži više od 2000 jedinica koje tvore kolonije po gramu, i da je trećina slučajeva posljedica rasta bakterije u kućanstvu, nakon kupnje (EFSA BIOHAZ Panel 2018.). Čak i kod mikroorganizama, dakle, odlučuje količina i ono što s hranom radimo kod kuće.

Zapamtiti

Opasnost kaže što tvar može učiniti, izloženost kaže koliko je unosimo, a rizik nastaje tek kad se te dvije stvari spoje. Nalaz „tvar je pronađena" govori o opasnosti. O riziku možemo govoriti tek kad znamo koncentraciju, količinu hrane i za koga računamo.

Pojmovnik poglavlja

Opasnost. Biološki, kemijski ili fizikalni čimbenik u hrani ili stanje hrane koje može imati štetan učinak na zdravlje.

Rizik. Vjerojatnost štetnog učinka na zdravlje i ozbiljnost tog učinka, kao posljedica izloženosti opasnosti.

Izloženost. Količina tvari koju osoba unese, zajedno s učestalošću i trajanjem unosa.

Procjena rizika. Znanstveni postupak od četiri koraka, identifikacije i karakterizacije opasnosti, procjene izloženosti i karakterizacije rizika.

Referentna vrijednost. Unos za koji je procijenjeno da tijekom cijelog života ne izaziva zamjetan rizik (ADI, TDI, TWI) ili koji služi kao polazište za MOE.

Prag djelovanja. Doza ispod koje se štetan učinak ne očekuje.

Granica izloženosti (MOE). Omjer referentne doze s malim mjerljivim učinkom i stvarnog unosa. Koristi se za tvari bez praga.

Provjera znanja

1. Koja su četiri koraka procjene rizika prema Uredbi (EZ) br. 178/2002?
2. Naslov glasi „U medu pronađen pesticid". O kojem koraku procjene rizika govori i što nedostaje za ocjenu rizika?
3. Zašto ista količina kofeina može biti prihvatljiva za jednu osobu, a ne za drugu?
4. Zašto se za genotoksične kancerogene tvari ne postavlja TDI?
5. Zašto jedan obrok s nešto više kadmija malo mijenja rizik?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 28

Izračunajte vlastitu izloženost

U OVOM POGLAVLJU

- Kako iz koncentracije u hrani, pojedene količine i tjelesne mase izračunati unos.
- Kako unos usporediti s podnošljivim unosom (kvocijent opasnosti) i kako zbrojiti više tvari (indeks opasnosti).
- Četiri riješena primjera, kadmij i anorganski arsen u riži, PFAS u jajima i nitrati u špinatu, za odraslu osobu i za dijete.
- Zašto hrana koja zadovoljava propis ponekad dovodi do unosa iznad podnošljive razine.

NALAZ NA KUHINJSKOM STOLU

Zamislite obitelj koja drži šest kokoši u dvorištu blizu stare tvorničke deponije. Nakon tribine o onečišćenju odlučili su poslati jaja na analizu u akreditirani laboratorij. Nalaz je stigao nakon tri tjedna. Zbroj četiriju perfluoriranih spojeva iznosi 1,2 µg/kg, a najveća dopuštena količina je 1,7 µg/kg. „Ispod granice smo", kaže otac. Majka gleda u kalendar na hladnjaku. Djeca jedu po jaje gotovo svaki dan, a ona i suprug po dva za nedjeljni doručak i u kolačima. „Ispod granice za jaje", kaže ona, „ali koliko je to za nas?"

Ova obitelj je zamišljena, a nalaz je izmišljen za potrebe primjera. Pitanje je ipak stvarno i točno postavljeno. Granica u propisu odnosi se na kilogram jaja, a zdravlje ovisi o tome koliko jaja pojedemo i koliko smo teški. U ovom poglavlju računamo upravo to, korak po korak.

28.1 Formula izloženosti

Procjena izloženosti iz pogl. 27 svodi se na jednu formulu. **Procijenjeni dnevni unos** (EDI (procijenjeni dnevni unos, engl. *Estimated Daily Intake*)) jednak je umnošku koncentracije tvari u hrani i dnevne količine te hrane, podijeljenom s tjelesnom masom,

$$\mathrm{EDI} = \frac{C \times Q}{BW}.$$

Pritom je C koncentracija tvari u hrani (na primjer u mikrogramima po kilogramu hrane), Q količina hrane koju osoba pojede u danu (u kilogramima), a BW tjelesna masa (u kilogramima). Rezultat je u mikrogramima po kilogramu tjelesne mase na dan. Ako

je referentna vrijednost tjedna, kao kod kadmija ili PFAS, za Q se uzima tjedna količina i dobiva se **procijenjeni tjedni unos** (EWI (procijenjeni tjedni unos, engl. *Estimated Weekly Intake*)).

Kad više vrsta hrane sadrži istu tvar, unosi se zbrajaju,

$$\mathrm{EDI} = \frac{C_1Q_1 + C_2Q_2 + \cdots + C_nQ_n}{BW}.$$

Ta formula je temelj procjena koje rade EFSA i nacionalne agencije, samo što one za C i Q koriste tisuće izmjerenih vrijednosti i stvarne podatke o prehrani (EFSA 2012.).

Kvocijent opasnosti, indeks opasnosti i granica izloženosti

Izračunati unos uspoređuje se s referentnom vrijednošću. Za tvari s pragom djelovanja računa se **kvocijent opasnosti** (HQ (kvocijent opasnosti, engl. *Hazard Quotient*)),

$$\mathrm{HQ} = \frac{\mathrm{EDI}}{\mathrm{TDI}} \quad \text{ili} \quad \mathrm{HQ} = \frac{\mathrm{EWI}}{\mathrm{TWI}}.$$

HQ manji od 1 znači da je unos ispod podnošljive razine. HQ od 0,25 znači da unos čini četvrtinu podnošljivog unosa. HQ veći od 1 ne znači da će se bolest sigurno pojaviti, jer referentne vrijednosti u sebi imaju faktore nesigurnosti (pogl. 8). On znači da se zaštitna razina više ne može jamčiti i da je razlog za pažnju.

Kad se unosi više tvari koje djeluju na isti organ ili na isti način, njihovi se kvocijenti zbrajaju u **indeks opasnosti** (HI (indeks opasnosti, engl. *Hazard Index*)),

$$\mathrm{HI} = \mathrm{HQ}_1 + \mathrm{HQ}_2 + \cdots + \mathrm{HQ}_n.$$

O tome kada je to zbrajanje opravdano govori pogl. 29.

Za tvari bez praga djelovanja računa se MOE,

$$\mathrm{MOE} = \frac{\text{referentna doza (npr. BMDL)}}{\mathrm{EDI}}.$$

Ovdje vrijedi obrnuto nego kod HQ-a. Što je MOE veći, to je bolje.

Granice metode · Pretpostavke u primjerima

U svim primjerima računamo za odraslu osobu od 70 kg, što je zadana vrijednost koju EFSA koristi kad nema izmjerenih podataka, i za dijete od 20 kg. EFSA za malu djecu (od 1 do 3 godine) koristi 12 kg (EFSA Scientific Committee 2012.), a prosječna masa djece od 3 do 10 godina u europskim podacima iznosi oko 23 kg. Dijete od 20 kg odgovara otprilike dobi od šest godina. Količine hrane su pretpostavke koje smo odabrali kao razumne za kućanstvo koje tu hranu jede redovito, a ne prosjeci iz istraživanja. Kao koncentracije koristimo izmišljeni „nalaz" i najveću dopuštenu količinu (ML (najveća dopuštena količina kontaminanta u hrani, engl. *Maximum Level*)) iz Uredbe (EU) 2023/915 (Europska komisija 2023.g). Svaki primjer

računa unos samo iz jedne namirnice. Stvarni ukupni unos uvijek je veći, jer istu tvar unosimo i drugom hranom.

28.2 Kadmij u riži

Kadmij se nakuplja u bubrezima i u tijelu ostaje desetljećima. EFSA je 2009. godine postavila podnošljivi tjedni unos od 2,5 µg po kilogramu tjelesne mase (EFSA CONTAM Panel 2009.) i 2011. godine potvrdila tu vrijednost (EFSA CONTAM Panel 2011.). Najveća dopuštena količina kadmija u riži iznosi 0,15 mg/kg (Europska komisija 2023.g, Prilog I, toč. 3.2.12.3).

Izračun · Kadmij u riži

1. Podaci

Laboratorij je u riži izmjerio 0,05 mg/kg kadmija, odnosno 50 µg/kg (izmišljeni nalaz). Odrasla osoba pojede tri obroka riže tjedno po 75 g suhe riže, ukupno 225 g ili 0,225 kg. Dijete pojede tri obroka po 40 g, ukupno 0,120 kg tjedno. Koncentracija se odnosi na suhu, nekuhanu rižu, pa i količinu računamo kao suhu rižu.

2. Tjedni unos kadmija

Odrasla osoba: 0,225 kg × 50 µg/kg = 11,25 µg tjedno.
Dijete: 0,120 kg × 50 µg/kg = 6,0 µg tjedno.

3. Dijeljenje s tjelesnom masom

Odrasla osoba: 11,25/70 = 0,16 µg/kg tjedno.
Dijete: 6,0/20 = 0,30 µg/kg tjedno.

4. Kvocijent opasnosti

Odrasla osoba: HQ = 0,16/2,5 = 0,064, odnosno 6,4 % TWI-a.
Dijete: HQ = 0,30/2,5 = 0,12, odnosno 12 % TWI-a.

5. Isti izračun uz koncentraciju jednaku ML-u (150 µg/kg)

Odrasla osoba: 0,225 × 150/70 = 0,48 µg/kg tjedno, HQ = 0,19.
Dijete: 0,120 × 150/20 = 0,90 µg/kg tjedno, HQ = 0,36.

6. Tumačenje

Riža iz ovog primjera sama čini od 6 do 36 % podnošljivog tjednog unosa, ovisno o koncentraciji i o tome računamo li za odraslu osobu ili za dijete. To se ne smije čitati izolirano. EFSA je procijenila da prosječni cjeloživotni unos kadmija iz cijele prehrane u Europi iznosi 2,04 µg po kilogramu tjedno, a 95. percentil 3,66 µg/kg, s najvećim doprinosom žitarica, povrća i krumpira (EFSA 2012.). Prosječni Europljanin je dakle već na oko 80 % TWI-a i bez dodatne

riže. Svaki dodatni izvor zato ima veću težinu nego što bi pokazao samo izračun za jednu namirnicu.

28.3 Anorganski arsen u riži

Anorganski arsen je genotoksična kancerogena tvar. EFSA je u procjeni iz 2024. godine odustala od podnošljivog unosa i kao referentnu dozu uzela donju granicu pouzdanosti referentne doze (BMDL) od 0,06 µg po kilogramu tjelesne mase na dan, izvedenu iz istraživanja raka kože kod ljudi. MOE od 1 odgovara unosu koji je povezan s porastom učestalosti raka kože od 5 % u odnosu na osnovnu učestalost. Za odrasle u Europi EFSA je izračunala MOE između 2 i 0,4 za prosječne potrošače i između 0,9 i 0,2 za velike potrošače, te zaključila da sadašnja izloženost izaziva zabrinutost unatoč nesigurnostima (EFSA CONTAM Panel 2024.). Riža i proizvodi od riže među glavnim su izvorima (EFSA 2014.). Najveća dopuštena količina anorganskog arsena u nekuhanoj bijeloj (poliranoj) riži iznosi 0,15 mg/kg, u kuhanoj na pari (parboiled) i smeđoj riži 0,25 mg/kg, a u riži za proizvodnju hrane za dojenčad i malu djecu 0,10 mg/kg (Europska komisija 2023.g, Prilog I, toč. 3.4.1).

Budući da referentna doza ovdje nije podnošljivi unos, primjer računamo kao MOE, a ne kao HQ. Referentna doza je dnevna, pa tjednu količinu riže dijelimo sa sedam.

Izračun · Anorganski arsen u riži, izračun MOE

1. Podaci

Laboratorij je u bijeloj riži izmjerio 0,10 mg/kg anorganskog arsena, odnosno 100 µg/kg (izmišljeni nalaz). Količine su iste kao u primjeru s kadmijem, 225 g tjedno za odraslu osobu i 120 g tjedno za dijete.

2. Prosječna dnevna količina riže

Odrasla osoba: 225/7 = 32,1 g na dan = 0,0321 kg.
Dijete: 120/7 = 17,1 g na dan = 0,0171 kg.

3. Dnevni unos (EDI)

Odrasla osoba: 0,0321 × 100/70 = 0,046 µg/kg na dan.
Dijete: 0,0171 × 100/20 = 0,086 µg/kg na dan.

4. Granica izloženosti

Odrasla osoba: MOE = 0,06/0,046 = 1,3.
Dijete: MOE = 0,06/0,086 = 0,70.

5. Isti izračun uz koncentraciju jednaku ML-u (150 µg/kg)

Odrasla osoba: EDI = 0,069 µg/kg na dan, MOE = 0,87.
Dijete: EDI = 0,129 µg/kg na dan, MOE = 0,47.

6. Tumačenje

Već sama riža, tri puta tjedno, daje MOE oko 1 ili manji. To je u skladu sa zaključkom EFSA-e da izloženost anorganskom arsenu u Europi izaziva zabrinutost. MOE manji od 1 ne znači da će osoba oboljeti, nego da je unos u rasponu u kojem su u istraživanjima na ljudima zabilježeni mjerljivi učinci, bez sigurnosnog razmaka. Dijete ima dvostruko manji MOE od odrasle osobe iako jede manje riže, jer pojede više riže po kilogramu tjelesne mase.

Granice metode · Kuhanje riže i ostali izvori

Nalaz laboratorija odnosi se na suhu rižu. Kuhanje u velikoj količini vode koja se zatim odlije smanjuje udio anorganskog arsena u kuhanoj riži (Raab i sur. 2009.), pa izračun iz suhe riže daje gornju procjenu. Riža ipak nije jedini izvor. Žitarice, pića i voda za piće također doprinose (EFSA 2014.), osobito voda iz bunara u područjima s prirodno povišenim arsenom u podzemnoj vodi. Za takva kućanstva treba uz rižu izračunati i unos iz vode (pogl. 15).

28.4 PFAS u jajima

EFSA je 2020. godine postavila podnošljivi tjedni unos od 4,4 ng po kilogramu tjelesne mase za zbroj četiriju spojeva, perfluorooktanske kiseline (PFOA (perfluorooktanska kiselina)), perfluorononanske kiseline (PFNA (perfluorononanska kiselina)), perfluoroheksansulfonske kiseline (PFHxS (perfluoroheksansulfonska kiselina)) i perfluorooktansulfonske kiseline (PFOS (perfluorooktansulfonska kiselina)). Jaja su, uz ribu i voće, među namirnicama koje najviše pridonose izloženosti (EFSA CONTAM Panel 2020.c). Za jaja propis određuje najveće dopuštene količine od 1,0 µg/kg za PFOS, 0,30 µg/kg za PFOA, 0,70 µg/kg za PFNA, 0,30 µg/kg za PFHxS i 1,7 µg/kg za zbroj svih četiriju (Europska komisija 2023.g, Prilog I, toč. 4.2.3).

Paziti treba na jedinice. Podnošljivi unos je u nanogramima, a nalaz u mikrogramima. Jedan mikrogram ima 1000 nanograma, pa 1,2 µg/kg iznosi 1200 ng/kg.

Izračun · PFAS u jajima iz dvorišta

1. Podaci

Zbroj PFOA, PFNA, PFHxS i PFOS u jajima iznosi 1,2 μg/kg, odnosno 1200 ng/kg (izmišljeni nalaz iz uvodne priče, ispod ML-a). Jestivi dio jajeta srednje veličine je oko 50 g (pretpostavka). Odrasla osoba pojede šest jaja tjedno, ukupno 0,300 kg, a dijete tri jaja tjedno, ukupno 0,150 kg.

2. Tjedni unos

Odrasla osoba: 0,300 × 1200 = 360 ng tjedno.
Dijete: 0,150 × 1200 = 180 ng tjedno.

3. Dijeljenje s tjelesnom masom

Odrasla osoba: 360/70 = 5,1 ng/kg tjedno.
Dijete: 180/20 = 9,0 ng/kg tjedno.

4. Kvocijent opasnosti

Odrasla osoba: HQ = 5,1/4,4 = 1,2.
Dijete: HQ = 9,0/4,4 = 2,0.

5. Isti izračun uz koncentraciju jednaku ML-u (1700 ng/kg)

Odrasla osoba: 0,300 × 1700/70 = 7,3 ng/kg tjedno, HQ = 1,7.
Dijete: 0,150 × 1700/20 = 12,8 ng/kg tjedno, HQ = 2,9.

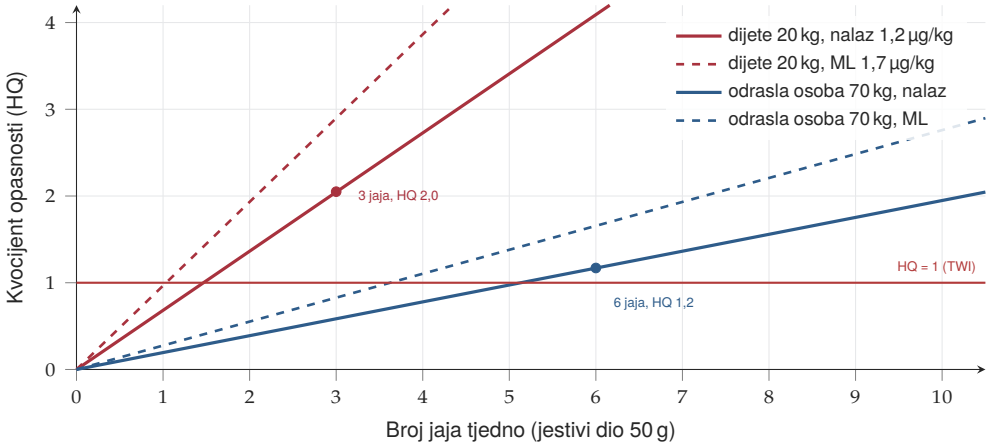
6. Koliko jaja daje HQ jednak 1?

Najveća tjedna količina je 4,4 × BW/C. Za odraslu osobu to je 4,4 × 70/1,2 = 257 g, otprilike pet jaja tjedno. Za dijete je 4,4 × 20/1,2 = 73 g, otprilike jedno i pol jaje tjedno. Pritom bi jaja bila jedini izvor PFAS-a, što nije realno.

7. Tumačenje

Jaja koja zadovoljavaju propis mogu sama dovesti do unosa iznad podnošljive razine, i to kod djeteta dvostruko. To nije pogreška u propisu, nego posljedica toga što se najveće dopuštene količine postavljaju na strogoj razini koja je razumno ostvariva dobrom praksom, uz uvažavanje rizika (pogl. 27), dok se podnošljivi unos odnosi na ukupnu prehranu. Obitelj iz uvodne priče ne bi trebala zaključiti ni „sve je u redu" ni „jaja su otrovna", nego da je smanjenje broja tih jaja, osobito kod djece, razumna mjera dok se ne utvrdi izvor onečišćenja (pogl. 15).

Slika 28.1 pokazuje isti izračun za svaki broj jaja od nula do deset. Pravci za dijete rastu tri i pol puta strmije nego za odraslu osobu, jer je dijete tri i pol puta lakše (70/20 = 3,5). Pravac za dijete prelazi HQ od 1 već kod jednog i pol jajeta tjedno, a za odraslu osobu kod pet jaja.



Slika 28.1. Kvocijent opasnosti za zbroj četiriju PFAS-a u odnosu na broj jaja tjedno, za dijete od 20 kg i odraslu osobu od 70 kg. Puna crta vrijedi za izmišljeni nalaz od 1,2 µg/kg, isprekidana za najveću dopuštenu količinu od 1,7 µg/kg (Europska komisija 2023.g, Prilog I, toč. 4.2.3). Točke su primjeri iz izračuna. TWI je 4,4 ng/kg tjedno (EFSA CONTAM Panel 2020.c), a jaja su u izračunu jedini izvor PFAS-a.

28.5 Nitrati u špinatu

Nitrati nisu onečišćivač u uobičajenom smislu. Prirodno su prisutni u povrću, a lisnato povrće ih nakuplja najviše (EFSA CONTAM Panel 2008.a). Prihvatljivi dnevni unos iznosi 3,7 mg nitratnog iona po kilogramu tjelesne mase. EFSA ga je 2017. godine zadržala i upozorila da bi se, kad se zbroje svi izvori, ADI premašio u svim dobnim skupinama (EFSA ANS Panel 2017.b). Najveća dopuštena količina u svježem špinatu je 3500 mg nitrata po kilogramu, a u konzerviranom ili smrznutom 2000 mg/kg (Europska komisija 2023.g, Prilog I, toč. 6.1).

Ovaj primjer pokazuje još jednu važnu stvar, a to je razlika između dana obroka i dugotrajnog prosjeka.

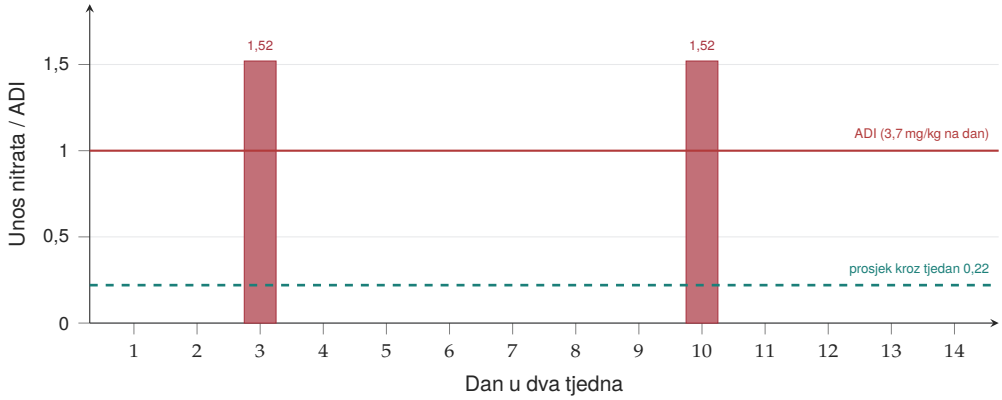
Izračun · Nitrati u špinatu

1. Podaci

Laboratorij je u svježem špinatu iz vrta izmjerio 1500 mg/kg nitrata (izmišljeni nalaz). Odrasla osoba pojede jedan obrok od 150 g svježeg špinata tjedno, a dijete 75 g.

2. Unos na dan obroka

Odrasla osoba: 0,150 × 1500 = 225 mg, 225/70 = 3,2 mg/kg, HQ = 0,87.
Dijete: 0,075 × 1500 = 112,5 mg, 112,5/20 = 5,6 mg/kg, HQ = 1,52.



Slika 28.2. Unos nitrata iz špinata za dijete od 20 kg kroz dva tjedna, uz jedan obrok od 75 g tjedno s izmišljenim nalazom od 1500 mg/kg, izražen kao udio ADI-ja od 3,7 mg/kg na dan (EFSA ANS Panel 2017.b). Na dan obroka unos je 1,52 puta veći od ADI-ja, a prosjek kroz tjedan iznosi 0,22 ADI-ja. Ostali izvori nitrata nisu uključeni.

3. Prosjek kroz tjedan

ADI se odnosi na dugotrajni prosječni unos, pa obrok dijelimo sa sedam dana.
Odrasla osoba: 3,2/7 = 0,46 mg/kg na dan, HQ = 0,12.
Dijete: 5,6/7 = 0,80 mg/kg na dan, HQ = 0,22.

4. Isti izračun uz koncentraciju jednaku ML-u (3500 mg/kg)

Dan obroka. Odrasla osoba HQ = 2,0, dijete HQ = 3,5.
Prosjek kroz tjedan. Odrasla osoba HQ = 0,29, dijete HQ = 0,51.

5. Tumačenje

Na dan obroka unos djeteta prelazi ADI, ali ADI nije granica za jedan dan, nego za dugotrajni prosjek. Uz jedan obrok tjedno prosječni unos ostaje ispod ADI-ja. Ukupni unos nitrata dolazi i iz drugog povrća i iz vode za piće, a EFSA je zaključila da korist od jedenja povrća nadmašuje rizik od nitrata (EFSA CONTAM Panel 2008.a). Posebna pažnja potrebna je za dojenčad i malu djecu s velikom potrošnjom lisnatog povrća (EFSA CONTAM Panel 2010.b).

Slika 28.2 prikazuje tu razliku za dijete iz primjera kroz dva tjedna. Dva dana su iznad ADI-ja, a prosjek ostaje na petini ADI-ja. Kad bi dijete špinat jelo svaki dan, svaki stupac bi bio iznad crte i prosjek bi bio jednak stupcu.

Tablica 28.1. Pregled riješenih primjera. Koncentracije označene kao nalaz izmišljene su za primjer, a ML je najveća dopuštena količina iz Uredbe (EU) 2023/915. Odrasla osoba ima 70 kg, dijete 20 kg. Za nitrate je naveden HQ za prosjek kroz tjedan.

	Odrasla osoba		Dijete	
Primjer i pokazatelj	**nalaz**	**ML**	**nalaz**	**ML**
Kadmij u riži, HQ (TWI 2,5 µg/kg tjedno)	0,064	0,19	0,12	0,36
Anorganski arsen u riži, MOE (BMDL 0,06 µg/kg dnevno)	1,3	0,87	0,70	0,47
PFAS u jajima, HQ (TWI 4,4 ng/kg tjedno)	1,2	1,7	2,0	2,9
Nitrati u špinatu, HQ (ADI 3,7 mg/kg dnevno)	0,12	0,29	0,22	0,51

28.6 Pregled rezultata

Tablica 28.1 okuplja sve izračune. Vrijednosti su zaokružene na dvije značajne znamenke, a svaki broj je provjeren ponovnim računanjem.

Tablica pokazuje tri pravilnosti. Prvo, dijete ima uvijek veći HQ i manji MOE od odrasle osobe, iako jede manje, jer jede više po kilogramu tjelesne mase (pogl. 30). Drugo, usklađenost s propisom ne jamči HQ manji od 1, što se vidi kod PFAS-a u jajima. Treće, kod anorganskog arsena već prosječna količina riže daje MOE blizu 1, što je u skladu s procjenom EFSA-e za cijelu Europu.

28.7 Najčešće pogreške u izračunu

Pogreške u ovakvim izračunima najčešće nastaju na nekoliko istih mjesta. Prije nego što rezultat nekome pokažete, provjerite sljedeće.

- **Jedinice.** Miligrami, mikrogrami i nanogrami razlikuju se za faktor 1000. Pogreška u jedinici daje rezultat tisuću puta prevelik ili premalen.
- **Dan ili tjedan.** TWI se uspoređuje s tjednim unosom, a TDI i ADI s dnevnim.
- **Suha ili kuhana masa, svježa ili suha tvar.** Koncentracija i količina moraju se odnositi na isto stanje hrane. Riža se važe suha, špinat svjež.
- **Jestivi dio.** Za jaja se računa sadržaj bez ljuske, za ribu mišić, za voće oguljeni ili neoguljeni plod, ovisno o tome kako je laboratorij pripremio uzorak.
- **Rezultat ispod LOQ-a.** Ako laboratorij navede „manje od LOQ", stvarna vrijednost je između nule i LOQ-a. EFSA zato računa donju granicu (uz nulu) i gornju granicu (uz LOQ). Ako se zaključak razlikuje ovisno o tome koju granicu uzmete, nalaz nije dovoljan za zaključak (pogl. 25).
- **Jedan uzorak.** Jedna koncentracija ne opisuje sve što pojedete tijekom godine. Ako je moguće, uzmite više uzoraka u različitim mjesecima (pogl. 20).

Pokušajte sami

Vaš vlastiti izračun

SVRHA

Izračunati unos jedne tvari iz jedne namirnice koju jedete redovito i usporediti ga s referentnom vrijednošću.

PRIBOR

Radni list iz priloga F, kalkulator, kuhinjska vaga, nalaz laboratorija ili podatak iz javne baze (na primjer iz godišnjeg izvješća EFSA-e), tablica referentnih vrijednosti iz priloga E.

POSTUPAK

1. Jedan tjedan važite namirnicu prije pripreme i zapisujte svaku količinu.
2. Zbrojite tjednu količinu i preračunajte je u kilograme.
3. Upišite koncentraciju u istim jedinicama kao referentnu vrijednost (µg/kg ili ng/kg).
4. Izračunajte tjedni unos, podijelite ga s tjelesnom masom i, ako je referentna vrijednost dnevna, sa sedam.
5. Izračunajte HQ ili MOE. Ponovite za svakog člana kućanstva.

ŠTO BILJEŽITI

Namirnicu, datume vaganja, količine, izvor koncentracije, tjelesne mase, rezultat i referentnu vrijednost s izvorom.

KAKO TUMAČITI

HQ ispod 0,1 znači da ta namirnica malo pridonosi ukupnom unosu. HQ između 0,1 i 1 znači da je doprinos zamjetan i da vrijedi provjeriti druge izvore iste tvari. HQ iznad 1 iz jedne namirnice razlog je za razgovor sa zavodom za javno zdravstvo i za smanjenje te namirnice dok se stanje ne razjasni.

GRANICE

Izračun vrijedi samo za tu namirnicu i taj nalaz. Ne uključuje druge izvore, razlike u apsorpciji ni nesigurnost mjerenja (pogl. 31).

Zapamtiti

Unos se računa kao koncentracija puta količina, podijeljeno s tjelesnom masom. Tek usporedba s referentnom vrijednošću, za konkretnu osobu i konkretnu količinu, govori o riziku. „Ispod granice" za kilogram hrane ne znači automatski „ispod granice" za Vas.

Pojmovnik poglavlja

Procijenjeni dnevni unos (EDI). Koncentracija tvari u hrani puta dnevna količina hrane, podijeljeno s tjelesnom masom.

Procijenjeni tjedni unos (EWI). Isto kao EDI, ali za tjednu količinu hrane. Uspoređuje se s TWI-om.

Kvocijent opasnosti (HQ). Omjer unosa i podnošljivog ili prihvatljivog unosa. Vrijednost iznad 1 znači da je unos iznad referentne vrijednosti.

Indeks opasnosti (HI). Zbroj kvocijenata opasnosti za tvari sa sličnim djelovanjem.

Najveća dopuštena količina (ML). Pravno obvezujuća najveća koncentracija kontaminanta u određenoj hrani.

Donja i gornja granica. Način računanja kad je nalaz ispod LOQ-a, uz nulu (donja) ili uz vrijednost LOQ-a (gornja).

Provjera znanja

1. Odrasla osoba od 70 kg pojede tjedno 0,5 kg hrane s 20 µg/kg kadmija. Koliki je HQ uz TWI od 2,5 µg/kg tjedno?
2. Zašto se za anorganski arsen ne računa HQ, nego MOE?
3. Kako je moguće da jaja s PFAS-om ispod najveće dopuštene količine dovedu do unosa iznad TWI-a?
4. Zašto se unos nitrata iz jednog tjednog obroka špinata dijeli sa sedam prije usporedbe s ADI-jem?
5. Laboratorij je naveo rezultat „manje od LOQ". Kako ga uključiti u izračun?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 29

Smjese i dugotrajna izloženost niskim dozama

U OVOM POGLAVLJU

- Zašto se tvari u smjesi ponekad zbrajaju, a ponekad ne.
- Što su dodavanje doza, neovisno djelovanje, sinergija i antagonizam.
- Kako EFSA procjenjuje skupine tvari (pesticidi, četiri PFAS, dioksini).
- Zašto „svaka tvar ispod granice" ne znači „smjesa ispod granice".
- Kako se tvari s dugim vremenom poluraspada nakupljaju u tijelu.

VOĆNA SALATA S PET NALAZA

Zamislite udrugu potrošača koja je u laboratorij poslala voćnu salatu iz jednog kioska. U nalazu stoji pet različitih pesticida. Svaki od njih je ispod najveće dopuštene razine ostataka, a dva su tik iznad granice kvantifikacije. U priopćenju jedni žele napisati „salata je sukladna propisima", drugi „u jednoj salati pet otrova". Oba su naslova formalno točna, a nijedan ne odgovara na pitanje koje si postavlja kupac. Djeluju li tih pet tvari zajedno i je li zbroj važniji od svakog pojedinačnog broja?

Ova situacija je zamišljena, ali nalazi s više ostataka nisu rijetki. Odgovor ovisi o tome djeluju li tvari na isti organ i na isti način. To je tema ovog poglavlja.

29.1 Hrana je uvijek smjesa

Propisi i referentne vrijednosti uglavnom se odnose na jednu tvar. Prihvatljivi dnevni unos (ADI) jednog pesticida izveden je iz pokusa u kojima su životinje dobivale samo taj pesticid. Najveća dopuštena količina kadmija ne uzima u obzir olovo u istoj hrani. Mi pak nikada ne jedemo jednu tvar. Svaki obrok sadrži stotine prirodnih spojeva, ostatke, aditive i onečišćivače u malim količinama. Zato je pitanje smjesa jedno od temeljnih pitanja procjene rizika, a EFSA za njega ima posebne smjernice (EFSA Scientific Committee 2019.).

Smjesa ne znači automatski veći rizik. Većina tvari u hrani prisutna je u količinama daleko ispod doza s bilo kakvim učinkom, a mnoge djeluju na potpuno različite organe. Za procjenu je ključno znati koji od nekoliko načina zajedničkog djelovanja vrijedi za određenu smjesu.

29.2 Dodavanje doza

Kad dvije tvari djeluju na isti organ i istim mehanizmom, tijelo ih „vidi" kao različite doze iste tvari. Tada vrijedi **dodavanje doza** (ili dodavanje koncentracija). Svaka tvar se izrazi kao udio doze koja izaziva određeni učinak, i ti se udjeli zbrajaju. Ako tvar A dolazi u polovici doze koja izaziva učinak, a tvar B također u polovici, zajedno daju puni učinak, iako nijedna sama ne bi bila dovoljna.

Taj princip nije samo teorija. U poznatom pokusu osam slabih estrogenih tvari kombinirano je u koncentracijama od kojih je svaka bila ispod koncentracije bez opaženog učinka. Smjesa je izazvala jasan učinak, koji je bio u skladu s predviđanjem dodavanja koncentracija (Silva i sur. 2002.). Autori su rad naslovili „Nešto iz ničega". Naslov ne znači da je učinak nastao iz ničega, nego da „ispod granice učinka" za svaku tvar ne znači „bez doprinosa" smjesi.

Dodavanje doza je zadana pretpostavka u procjenama EFSA-e za tvari koje djeluju na isti način, jer je oprezna i dobro potvrđena pokusima (EFSA Scientific Committee 2019.). Na njemu se temelji i indeks opasnosti (HI) iz pogl. 28, zbroj kvocijenata opasnosti.

29.3 Neovisno djelovanje

Kad tvari djeluju na različite organe ili različitim mehanizmima, vrijedi **neovisno djelovanje**. Tada se ne zbrajaju doze, nego se kombiniraju vjerojatnosti učinka. Ako tvar A sama izaziva učinak kod 1 % izloženih, tvar B kod 2 %, a tvar C kod 3 %, udio onih kod kojih se učinak ne pojavi ni od jedne tvari je

$$0{,}99 \times 0{,}98 \times 0{,}97 = 0{,}941,$$

pa je ukupni udio s učinkom $1 - 0{,}941 = 0{,}059$, odnosno 5,9 %. To je malo manje od jednostavnog zbroja (6 %), jer se kod nekih ljudi dvije tvari „preklapaju".

Neovisno djelovanje ima jednu posljedicu važnu za niske doze. Ako je svaka tvar ispod svog praga i sama ne izaziva nikakav učinak, i kombinirani učinak je nula. Zato je za procjenu smjese ključno znati djeluju li tvari na isti način. Ako djeluju, vrijedi dodavanje doza i male doze se zbrajaju. Ako ne djeluju, male doze ispod praga uglavnom se ne zbrajaju.

29.4 Sinergija i antagonizam

Sinergija znači da je zajednički učinak veći od onoga što predviđa dodavanje doza. **Antagonizam** znači da je manji. Oba su moguća, ali sinergija je u niskim dozama rjeđa nego što se često misli. Pregled pokusa na sisavcima pronašao je 90 studija smjesa u kojima se tražila sinergija blizu doza bez učinka. Samo 11 je međudjelovanje izrazilo brojčano, a u šest studija s upotrebljivim procjenama sinergija nije premašila predviđanje dodavanja doza za više od četiri puta (Boobis i sur. 2011.). Sustavni pregled studija iz ekotoksikologije, uz definiciju sinergije kao odstupanja većeg od dva puta, pronašao je sinergiju u oko 7 % smjesa pesticida, 3 % smjesa metala i 26 % smjesa tvari protiv obrastanja brodova, i zaključio da je prava sinergija rijetka i da se češće pojavljuje u visokim koncentracijama (Cedergreen 2014.).

? Mit ili činjenica

MIT

Tvari u hrani međusobno se pojačavaju, pa je „koktel" uvijek mnogo opasniji od zbroja pojedinih tvari.

ŠTO KAŽU PODACI

Sinergija postoji, ali je u niskim dozama rijetka i, kad je izmjerena, uglavnom ne premašuje predviđanje dodavanja doza za više od nekoliko puta (Boobis i sur. 2011.; Cedergreen 2014.). Veći praktični problem nije sinergija, nego obično zbrajanje tvari sa sličnim djelovanjem, koje se zanemaruje kad se svaka tvar procjenjuje posebno. Zato EFSA kao zadanu pretpostavku koristi dodavanje doza (EFSA Scientific Committee 2019.).

29.5 Kumulativna procjena u praksi

Pesticidi sa zajedničkim učinkom

EFSA je 2020. godine, zajedno s nizozemskim institutom za javno zdravstvo, objavila prve kumulativne procjene rizika od ostataka pesticida. Pesticidi su razvrstani u skupine prema zajedničkom učinku na isti organ, a izloženost je izračunata iz podataka službenog monitoringa država članica za 2014., 2015. i 2016. godinu i podataka o prehrani deset skupina potrošača. Prva procjena se odnosila na dugotrajne učinke na štitnjaču, a druga na akutne učinke na živčani sustav, kočenje enzima acetilkolinesteraze (AChE (acetilkolinesteraza)) i promjene u motoričkim funkcijama (EFSA 2020.b; EFSA 2020.a).

Kao prag su upravitelji rizika odredili kumulativnu granicu izloženosti od 100 pri 99,9. percentilu izloženosti. Za učinke na živčani sustav procijenjena granica bila je ispod 100 za malu i ostalu djecu, ali je EFSA, nakon analize nesigurnosti i uz napomenu da su u izračunu korištene oprezne pretpostavke, zaključila da je vjerojatno ili vrlo vjerojatno da je stvarna granica iznad 100 (EFSA 2020.c). Za svih deset skupina potrošača zaključak

Tablica 29.1. Izračun toksičnog ekvivalenta za izmišljeni uzorak jaja. Koncentracije su izmišljene, a TEF su vrijednosti WHO-a iz 2005. godine (Van den Berg i sur. 2006.). Prikazana su samo četiri spoja od sedamnaest dioksina i furana i dvanaest PCB-a sličnih dioksinima koji ulaze u stvarni izračun.

Spoj	pg/g masti	TEF (2005.)	pg TEQ/g masti
2,3,7,8-TCDD	0,3	1	0,30
1,2,3,7,8-PeCDD	0,5	1	0,50
2,3,4,7,8-PeCDF	1,0	0,3	0,30
PCB 126	8,0	0,1	0,80
Zbroj			**1,90**

je glasio da kumulativna izloženost, uz različit stupanj sigurnosti, ne prelazi prag za regulatorno razmatranje (EFSA 2020.a).

Ovaj primjer pokazuje dvije stvari. Prvo, kumulativna procjena je izvediva i provodi se. Drugo, njezin rezultat nije „da" ili „ne", nego zaključak uz izrečen stupanj sigurnosti.

Zbroj četiriju PFAS-a

PFAS su tisuće spojeva. EFSA je 2020. godine zajedno procijenila četiri spoja, PFOA, PFNA, PFHxS i PFOS, odabrana zbog sličnih učinaka u pokusima, sličnog ponašanja u tijelu i koncentracija izmjerenih u ljudskoj krvi. Za njih je pretpostavljena jednaka jakost djelovanja, pa se njihove koncentracije jednostavno zbrajaju, a podnošljivi tjedni unos od 4,4 ng po kilogramu tjelesne mase odnosi se na zbroj (EFSA CONTAM Panel 2020.c). Uredba (EU) 2023/915 tome je prilagođena i uz pojedinačne granice propisuje i granicu za zbroj, na primjer 1,7 μg/kg u jajima (Europska komisija 2023.g, Prilog I, toč. 4.2.3). To je najjednostavniji oblik dodavanja doza, grupna granica.

Toksični ekvivalenti za dioksine

Dioksini, furani i PCB slični dioksinima obitelj su od nekoliko desetaka spojeva koji djeluju istim mehanizmom, ali s različitom jakošću. Svakom spoju dodijeljen je **faktor toksične ekvivalencije** (TEF (faktor toksične ekvivalencije, engl. *Toxic Equivalency Factor*)), koji kaže koliko je spoj jak u odnosu na najotrovniji, 2,3,7,8-tetraklorodibenzo-p-dioksin (TCDD), kojemu je TEF jednak 1. Koncentracija svakog spoja množi se s njegovim TEF-om i umnošci se zbrajaju u **toksični ekvivalent** (TEQ). EU koristi faktore Svjetske zdravstvene organizacije (WHO (Svjetska zdravstvena organizacija, engl. *World Health Organization*)) iz 2005. godine (Van den Berg i sur. 2006.). WHO je 2022. godine objavila nove faktore, s promjenama za neke spojeve (DeVito i sur. 2024.). Tablica 29.1 prikazuje izračun na izmišljenom primjeru.

U ovom primjeru najveći doprinos daje PCB 126, iako mu je TEF deset puta manji od TCDD-a, jer ga ima mnogo više. Najveća dopuštena količina za zbroj dioksina i PCB-a sličnih dioksinima u jajima iznosi 5,0 pg TEQ po gramu masti, a za same dioksine i furane 2,5 pg TEQ po gramu masti (Europska komisija 2023.g, Prilog I, toč. 4.1.12). EFSA je 2018. godine postavila podnošljivi tjedni unos od 2 pg TEQ po kilogramu tjelesne mase i utvrdila da ga prosječni unos adolescenata, odraslih i starijih osoba u Europi (od 2,1 do 10,5 pg TEQ po kilogramu tjedno) premašuje (EFSA CONTAM Panel 2018.b).

29.6 Problem „svaka tvar ispod granice"

Kad se nalaz smjese čita tvar po tvar, svaka usporedba može biti uredna, a smjesa ipak ne. Najbolje se to vidi na izračunu.

Izračun · Indeks opasnosti za smjesu

1. Podaci

Zamislite da je za dijete od 20 kg izračunat dnevni unos triju pesticida iz voća koje jede svaki dan. Sva tri djeluju na isti organ istim mehanizmom (izmišljeni primjer). Unosi i ADI vrijednosti su sljedeći.
Tvar A: EDI = 0,0030 mg/kg na dan, ADI = 0,010 mg/kg na dan.
Tvar B: EDI = 0,0020 mg/kg na dan, ADI = 0,005 mg/kg na dan.
Tvar C: EDI = 0,0100 mg/kg na dan, ADI = 0,020 mg/kg na dan.

2. Kvocijenti opasnosti

$HQ_A = 0{,}0030/0{,}010 = 0{,}30.$
$HQ_B = 0{,}0020/0{,}005 = 0{,}40.$
$HQ_C = 0{,}0100/0{,}020 = 0{,}50.$

3. Indeks opasnosti

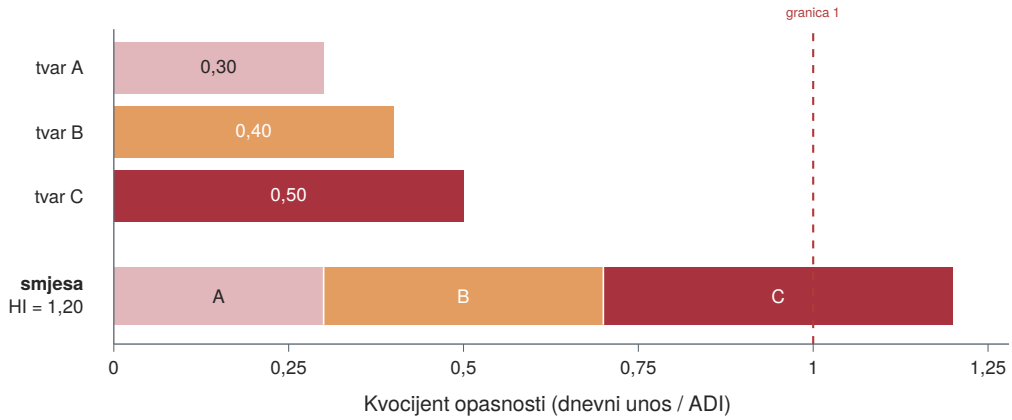
$HI = 0{,}30 + 0{,}40 + 0{,}50 = 1{,}20.$

4. Tumačenje

Svaka tvar je posebno ispod ADI-ja, najviše na polovici. Ako djeluju na isti način, njihov zajednički unos odgovara 120 % podnošljive razine. HI veći od 1 ne dokazuje štetu, ali pokazuje da zaštitna razina za smjesu nije osigurana i da treba pogledati koja tvar najviše pridonosi. Ovdje je to tvar C. Ako tvari djeluju na različite organe, zbrajanje nije opravdano i treba ih procijeniti posebno. HI je dakle oprezan prvi korak, a ne konačna ocjena.

Slika 29.1 prikazuje isti izračun. Svaka traka je posebno lijevo od granice, a tek kad se poslože jedna iza druge, zbroj prelazi granicu.

Iz izračuna slijede dvije praktične pouke. Prvo, kad u nalazu ima više tvari iste skupine (pesticidi s istim mehanizmom, metali s učinkom na bubrege, četiri PFAS-a, dioksini), vrijedi izračunati HI. Drugo, za HI su potrebne referentne vrijednosti i stvarni unosi, a



Slika 29.1. Kvocijenti opasnosti triju zamišljenih pesticida s istim djelovanjem i njihov zbroj, indeks opasnosti. Svaka tvar je ispod ADI-ja, a smjesa je iznad zaštitne razine. Brojevi su izmišljeni i služe samo za objašnjenje.

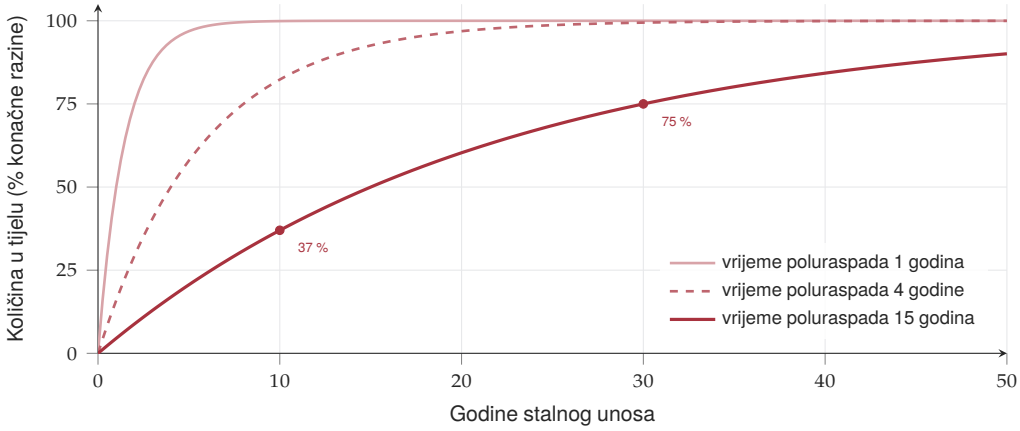
ne najveće dopuštene razine ostataka (MRL). MRL je pravna granica za kilogram hrane i ne odnosi se na tjelesnu masu (pogl. 8). Zbroj omjera „nalaz / MRL" može poslužiti kao gruba orijentacija, ali nije indeks opasnosti.

29.7 Dugotrajna izloženost niskim dozama

Neke tvari tijelo brzo izlučuje, pa unos danas malo utječe na stanje za mjesec dana. Druge ostaju u tijelu godinama. Kod stalnog unosa količina takve tvari u tijelu raste dok se unos i izlučivanje ne izjednače. Brzina tog rasta ovisi o **vremenu poluraspada** u tijelu, odnosno vremenu u kojem se izluči polovica tvari. Nakon jednog vremena poluraspada tijelo dosegne polovicu konačne razine, nakon dva tri četvrtine, a nakon četiri do pet vremena poluraspada gotovo cijelu.

Slika 29.2 pokazuje što to znači. Za kadmij je vrijeme poluraspada u tijelu od 10 do 30 godina (EFSA CONTAM Panel 2009.), pa se količina u bubrezima povećava gotovo cijeli život. Zbog toga su referentne vrijednosti za takve tvari tjedne, a ne dnevne, i zbog toga je važan dugotrajni prosječni unos, a ne pojedini obrok. Za PFAS je EFSA podnošljivi unos postavila upravo zato što je nakupljanje tijekom vremena važno (EFSA CONTAM Panel 2020.c).

Za tvari koje se nakupljaju vrijedi i obrnuto. Smanjenje unosa ne smanjuje odmah količinu u tijelu. Ako obitelj iz pogl. 28 prestane jesti onečišćena jaja, razina PFAS-a u krvi pada godinama. To nije razlog za odustajanje od promjene, nego razlog da se promjena napravi što ranije.



Slika 29.2. Količina tvari u tijelu uz stalni dnevni unos, izražena kao postotak konačne razine, za tri zamišljena vremena poluraspada. Krivulje slijede jednostavan model $1 - e^{-\ln 2 \cdot t / T_{1/2}}$. Tvar s vremenom poluraspada od 15 godina nakon deset godina dosegne 37 %, a nakon trideset godina 75 % konačne razine.

Praktični zadatak · Popis tvari jednog nalaza

Uzmite bilo koje analitičko izvješće s više tvari, svoje ili javno objavljeno (na primjer godišnje izvješće EFSA-e o ostacima pesticida). Za svaku tvar u izvješću zapišite tri podatka.

1. Na koji organ ili sustav djeluje (štitnjača, živčani sustav, bubrezi, jetra, imunosni sustav)?
2. Kolika je referentna vrijednost (ADI, TDI ili TWI) i tko ju je postavio?
3. Ima li tvar dugo vrijeme poluraspada u tijelu?

Grupirajte tvari prema organu. Za svaku skupinu s barem dvije tvari, uz pretpostavljenu količinu hrane, izračunajte HQ za svaku tvar i HI za skupinu. Usporedite rezultat s ocjenom „svaka tvar je ispod granice".

Zapamtiti

Tvari s istim djelovanjem zbrajaju se, pa i doze ispod praga mogu zajedno biti važne. Tvari s različitim djelovanjem uglavnom se ne zbrajaju. Sinergija u niskim dozama je rijetka. Kad u nalazu ima više tvari iste skupine, izračunajte indeks opasnosti.

Pojmovnik poglavlja

Dodavanje doza. Model zajedničkog djelovanja tvari s istim mehanizmom. Doze se, izražene kao udjeli doza s učinkom, zbrajaju.

Neovisno djelovanje. Model zajedničkog djelovanja tvari s različitim mehanizmima. Kombiniraju se vjerojatnosti učinka, a ne doze.

Sinergija. Zajednički učinak veći od predviđenog dodavanjem doza.

Antagonizam. Zajednički učinak manji od predviđenog.

Kumulativna procjena rizika. Procjena zajedničke izloženosti skupini tvari s istim učinkom.

Toksični ekvivalent (TEQ). Zbroj koncentracija spojeva iz iste obitelji, pomnoženih s njihovim faktorima toksične ekvivalencije.

Vrijeme poluraspada u tijelu. Vrijeme u kojem tijelo izluči polovicu tvari.

Provjera znanja

1. Kada je opravdano zbrajati kvocijente opasnosti različitih tvari?
2. Tri tvari s različitim mehanizmima izazivaju učinak kod 2 %, 2 % i 1 % izloženih. Koliki je udio s učinkom prema modelu neovisnog djelovanja?
3. Je li sinergija u niskim dozama čest problem?
4. Što je TEQ i čemu služi?
5. Zašto se razina tvari s vremenom poluraspada od 15 godina ne smanji odmah kad prestane unos?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 30

Osjetljive skupine

U OVOM POGLAVLJU

- Tri razloga zbog kojih ista koncentracija u hrani znači različit rizik za različite ljude.
- Zašto djeca po kilogramu tjelesne mase unose više i kako se to vidi u izračunu.
- Što posebno vrijedi za trudnice i dojilje (živa u ribi, *Listeria*, PFAS, alkohol, kofein).
- Starije osobe i kronični bolesnici, s primjerima kadmija i listerioze.
- Kako u kućanstvu računati za najosjetljivijeg člana.

NEDJELJNI RUČAK ZA TRI GENERACIJE

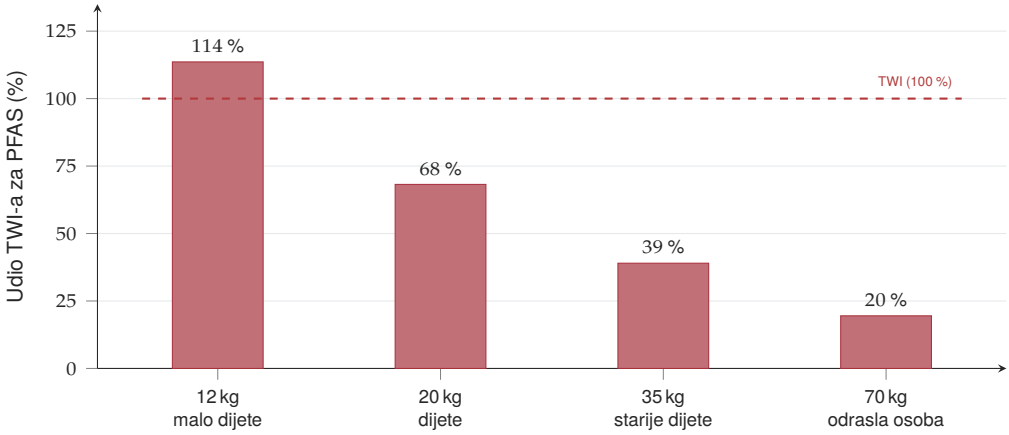
Zamislite nedjeljni ručak. Za stolom su baka od 78 godina, njezina kći u petom mjesecu trudnoće, zet i unuk od četiri godine. Na stolu je salata od tune, sir od nepasteriziranog mlijeka s tržnice, dimljeni losos kupljen prije tjedan dana i čaša vina za odrasle. Svi jedu istu hranu iz istih zdjela. Zet ne vidi razlog za brigu, jer „ta hrana je u trgovini, znači da je ispravna". Kći se pita je li tuna u redu za dijete koje nosi. Baka je nedavno čula da starije osobe trebaju paziti na neke sireve, ali ne zna zašto.

Ova scena je zamišljena, ali svako od tih pitanja ima odgovor koji se može provjeriti. Ista hrana, iz istog izvora, za svaku osobu za stolom nosi drugačiji rizik.

30.1 Zašto ista koncentracija znači različit rizik

Procjena rizika iz pogl. 27 uvijek se radi za određenu osobu ili skupinu. Postoje tri razloga zbog kojih se rizik iste hrane razlikuje među ljudima (WHO 2006.b).

1. **Količina po kilogramu tjelesne mase.** Isti obrok podijeljen s manjom tjelesnom masom daje veći unos. Djeca uz to jedu i piju više po kilogramu tjelesne mase nego odrasli.
2. **Osjetljivost organa.** Mozak, imunosni i hormonski sustav u razvoju osjetljiviji su na neke tvari od razvijenih organa. Za neke tvari je zato najosjetljivija skupina nerođeno dijete, a izloženost dolazi preko majke.



Slika 30.1. Udio podnošljivog tjednog unosa za zbroj četiriju PFAS-a (4,4 ng/kg tjedno, EFSA CONTAM Panel (2020.c)) iz jednog jajeta tjedno, uz jestivi dio od 50 g i izmišljenu koncentraciju od 1,2 µg/kg. Obrok je isti, mijenja se samo tjelesna masa.

3. **Fiziologija i zdravstveno stanje.** Oslabljen imunitet, smanjena funkcija bubrega, nedostatak željeza ili trudnoća mijenjaju koliko se tvari apsorbira, koliko se izlučuje i kako tijelo podnosi infekciju.

Referentne vrijednosti kao TDI i TWI postavljaju se tako da štite i osjetljive skupine, a kad je poznato da je neka skupina posebno osjetljiva, referentna vrijednost se izvodi upravo iz podataka za tu skupinu. Primjer je TWI za PFAS, izveden iz smanjenog odgovora na cijepljenje kod jednogodišnje djece (EFSA CONTAM Panel 2020.c). Zato se procjena za osjetljivu skupinu najčešće ne radi s drugom referentnom vrijednošću, nego s drugom tjelesnom masom, drugom količinom hrane ili posebnim savjetom o vrsti hrane.

30.2 Djeca

Prvi razlog najlakše se vidi računom. Slika 30.1 prikazuje isti obrok, jedno jaje tjedno s 1,2 µg/kg zbroja četiriju PFAS-a (izmišljeni nalaz iz pogl. 28), za četiri tjelesne mase.

Izračun · Isto jaje, četiri tjelesne mase

1. Unos iz jednog jajeta

0,050 kg × 1200 ng/kg = 60 ng PFAS-a tjedno.

2. Dijeljenje s tjelesnom masom

70 kg: 60/70 = 0,86 ng/kg tjedno, 19,5 % TWI-a.
35 kg: 60/35 = 1,71 ng/kg tjedno, 39 % TWI-a.

20 kg: 60/20 = 3,0 ng/kg tjedno, 68 % TWI-a.
12 kg: 60/12 = 5,0 ng/kg tjedno, 114 % TWI-a.

3. Tumačenje

Dijete od 12 kg jednim jajetom tjedno unese 5,8 puta više po kilogramu nego odrasla osoba (70/12 = 5,8). Ako dijete pojede pola jajeta, a odrasla osoba cijelo, razlika je još uvijek gotovo trostruka. Djeca uz to jedu više hrane po kilogramu tjelesne mase, pa u stvarnosti razlika raste i zbog većih porcija u odnosu na masu.

Isto pokazuju i europske procjene. Kod male i ostale djece izloženost PFAS-u otprilike je dvostruko veća nego kod adolescenata i odraslih (EFSA CONTAM Panel 2020.c), a slično je i s dioksinima (EFSA CONTAM Panel 2018.b) i anorganskim arsenom (EFSA CONTAM Panel 2024.). Zbog toga propisi za neke namirnice namijenjene djeci imaju niže granice. Za rižu namijenjenu proizvodnji hrane za dojenčad i malu djecu najveća dopuštena količina anorganskog arsena je 0,10 mg/kg, a za običnu bijelu rižu 0,15 mg/kg (Europska komisija 2023.g, Prilog I, toč. 3.4.1).

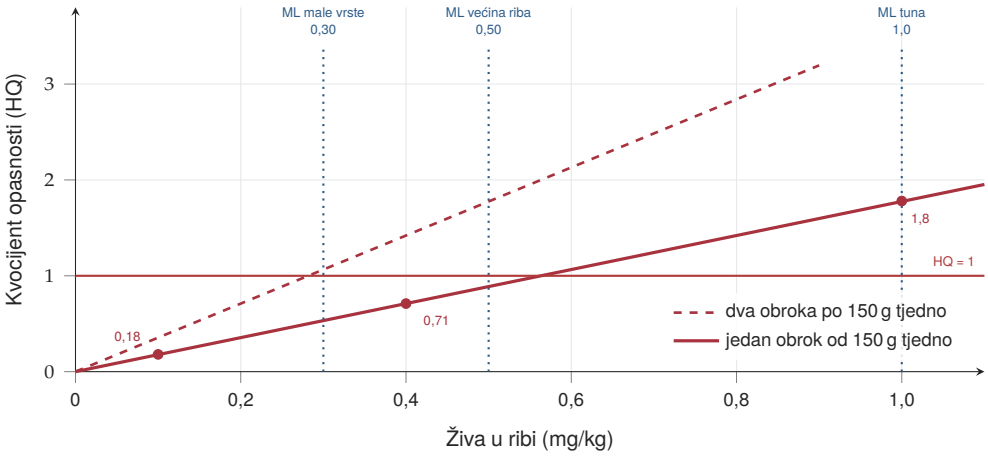
Za nitrate je EFSA posebno procijenila dojenčad i malu djecu koja jedu špinat i salatu. Zaključila je da razine nitrata u tom povrću za većinu djece nisu razlog za zabrinutost, ali da djeca od jedne do tri godine koja jedu mnogo špinata s visokim sadržajem nitrata povremeno mogu doći do unosa pri kojem se ne može isključiti methemoglobinemija, stanje u kojem krv prenosi manje kisika (EFSA CONTAM Panel 2010.b). Kao visok unos EFSA je navela više od 200 g špinata u jednom danu. Uz to je upozorila da se nitrat brže pretvara u nitrit kad se povrće usitni u kašu i kad se kuhano lisnato povrće dugo drži na sobnoj temperaturi, te da djeci s bakterijskom crijevnom infekcijom ne treba davati špinat (EFSA 2010.). Za uvođenje špinata i drugog lisnatog povrća u prehranu dojenčeta savjetujte se s pedijatrom.

30.3 Trudnice i dojilje

Kod trudnoće je osjetljiva osoba zapravo dijete koje se razvija. Za nekoliko opasnosti iz hrane to je najvažnija skupina.

Živa u ribi

Metilživa prolazi kroz posteljicu i djeluje na razvoj živčanog sustava. EFSA je postavila podnošljivi tjedni unos metilžive od 1,3 µg po kilogramu tjelesne mase (EFSA CONTAM Panel 2012.). Najveća dopuštena količina žive u mišiću većine riba je 0,50 mg/kg, za grabežljive vrste kao tuna, sabljarka i morski psi 1,0 mg/kg, a za manje vrste kao srdela, inćun, skuša i losos 0,30 mg/kg (Europska komisija 2023.g, Prilog I, toč. 3.3.1).



Slika 30.2. Kvocijent opasnosti za metilživu kod trudnice od 65 kg u odnosu na koncentraciju žive u ribi, za jedan i dva obroka od 150 g tjedno. Sva živa je računata kao metilživa. TWI je 1,3 μg/kg tjedno (EFSA CONTAM Panel 2012.), a okomite točkaste crte su najveće dopuštene količine iz Europska komisija (2023.g, Prilog I, toč. 3.3.1). Tjelesna masa i obroci su pretpostavke za primjer.

Izračun · Tuna u trudnoći

1. Podaci

Trudnica od 65 kg pojede jedan obrok od 150 g tune tjedno. Pretpostavljamo da je sva živa u ribi u obliku metilžive, što je za mišić ribe uobičajena oprezna pretpostavka. Računamo za tri koncentracije, 0,1 mg/kg, 0,4 mg/kg i 1,0 mg/kg (najveća dopuštena količina za tunu). Te vrijednosti su odabrane za primjer.

2. Tjedni unos po kilogramu tjelesne mase

0,1 mg/kg: 0,150 × 100 μg/kg/65 = 0,23 μg/kg tjedno, HQ = 0,18.
0,4 mg/kg: 0,150 × 400/65 = 0,92 μg/kg tjedno, HQ = 0,71.
1,0 mg/kg: 0,150 × 1000/65 = 2,3 μg/kg tjedno, HQ = 1,8.

3. Tumačenje

Jedan obrok tune tjedno može, ovisno o koncentraciji, iskoristiti od petine do gotovo dvaput više od podnošljivog tjednog unosa. Obrok male plave ribe s nižom koncentracijom žive daje mnogo manji unos.

Slika 30.2 prikazuje kako HQ raste s koncentracijom žive i s brojem obroka. Uz jedan obrok tjedno HQ dosegne 1 kod 0,56 mg/kg, a uz dva obroka već kod 0,28 mg/kg, dakle ispod najveće dopuštene količine za male vrste riba. Riba koja zadovoljava propis tako može, uz češće obroke, dati unos iznad TWI-a.

Riba je istodobno važan izvor hranjivih tvari za razvoj djeteta. Stručni panel EFSA-e zaključio je da je jedenje jednog do dva obroka morske hrane tjedno, a u trudnoći do tri do

četiri obroka, povezano s boljim razvojem živčanog sustava djece u odnosu na prehranu bez ribe (EFSA NDA Panel 2014.). Znanstveni odbor EFSA-e zato je preporučio ograničiti vrste s visokim sadržajem žive, a ne ribu općenito (EFSA Scientific Committee 2015.). Za trudnicu to znači birati vrstu ribe, a ne odustati od nje.

Listeria

Listeria monocytogenes raste i na temperaturi hladnjaka. EFSA je u razdoblju od 2008. do 2015. godine zabilježila rast učestalosti invazivne listerioze kod žena od 25 do 44 godine, što je vjerojatno povezano s trudnoćom, i kod osoba starijih od 75 godina (EFSA BIOHAZ Panel 2018.). Procjena je bila usmjerena na gotovu hranu koja se jede bez kuhanja, kao što su hladno dimljena i marinirana riba, kuhani mesni proizvodi te meki i polutvrdi sirevi. Kod trudnice infekcija može proći s blagim simptomima, a ipak ugroziti dijete. Zato je za trudnice važan i rok trajanja nakon otvaranja, ne samo rok na deklaraciji, jer je trećina slučajeva posljedica rasta bakterije nakon kupnje (EFSA BIOHAZ Panel 2018.).

PFAS i dojenje

PFAS se nakupljaju u tijelu majke godinama i prelaze u dijete tijekom trudnoće i dojenja. EFSA je podnošljivi unos za PFAS izvela upravo iz razine u krvi jednogodišnje djece i izračunala koliki dugotrajni unos majke dovodi do te razine (EFSA CONTAM Panel 2020.c). Granica od 4,4 ng/kg tjedno za odraslu ženu zato je postavljena tako da štiti dijete. Smanjenje izloženosti majke prije i tijekom trudnoće, na primjer manjim unosom jaja iz onečišćenog dvorišta, ima veći učinak od bilo koje mjere nakon poroda, jer se ono što je nakupljeno godinama ne izlučuje brzo (pogl. 29).

Prisutnost PFAS-a u majčinom mlijeku nije razlog za samostalno odustajanje od dojenja. Svjetska zdravstvena organizacija preporučuje isključivo dojenje tijekom prvih šest mjeseci (WHO i UNICEF 2003.). Odluku o prehrani dojenčeta u slučaju dokazano visoke izloženosti majke treba donijeti s pedijatrom, a ne na temelju jednog nalaza.

Alkohol i kofein

Alkohol je opasnost iz hrane i pića koju sami unosimo. Konzumacija alkohola u trudnoći izravan je uzrok fetalnog alkoholnog sindroma. Prema sustavnom pregledu, u svijetu alkohol u trudnoći pije oko 9,8 % trudnica, a otprilike jedna od 67 trudnica koje piju alkohol rodi dijete s fetalnim alkoholnim sindromom (Popova i sur. 2017.). Za razliku od kadmija ili PFAS-a, ovdje izloženost potpuno ovisi o odluci same osobe. Načela europskog projekta RARHA, koja je Ministarstvo zdravstva objavilo na hrvatskom, navode da je najsigurnija mogućnost u trudnoći ne piti alkohol uopće (Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske 2017.).

Za kofein je EFSA za trudnice postavila granicu od 200 mg na dan, upola manje nego za ostale odrasle osobe (EFSA NDA Panel 2015.), kako je opisano u pogl. 27.

30.4 Starije osobe

Starije osobe nisu osjetljive zbog male tjelesne mase, nego zbog slabijeg imuniteta, kroničnih bolesti i lijekova. Kod listerioze je to jasno vidljivo. Učestalost invazivne listerioze od 2008. do 2015. godine rasla je u skupini starijoj od 75 godina, a EFSA je kao vjerojatan razlog porasta broja slučajeva navela povećanje broja starijih i osjetljivih osoba u stanovništvu (EFSA BIOHAZ Panel 2018.). Za baku iz uvodne priče sir od nepasteriziranog mlijeka i dimljeni losos otvoren prije tjedan dana nose veći rizik nego za zeta.

Kod tvari koje se nakupljaju, starije osobe imaju i najduže razdoblje izloženosti. Za kadmij to znači da je količina u bubrezima najveća u starijoj dobi (slika 29.2).

30.5 Kronični bolesnici

Bubrezi i kadmij

Kritični organ za kadmij su bubrezi, a TWI je izveden iz pokazatelja oštećenja bubrežnih kanalića (EFSA CONTAM Panel 2009.; EFSA CONTAM Panel 2011.). Osobe s već oslabljenom funkcijom bubrega imaju manju rezervu. EFSA navodi da na apsorpciju, zadržavanje i toksičnost kadmija utječu prehrambeno stanje (niske zalihe željeza u tijelu), višestruke trudnoće i prethodne bolesti, a osobe s malim zalihama željeza apsorbiraju više kadmija iz hrane. U istom mišljenju navodi se i da kadmij može pojačati učinke dijabetesa na bubrege (EFSA CONTAM Panel 2009.). Za takve osobe vrijedi računati unos kadmija iz namirnica koje se jedu često, kao što su žitarice, krumpir i povrće iz vlastitog vrta na onečišćenom tlu (pogl. 15).

Oslabljen imunitet i Listeria

Osobe na kemoterapiji, nakon presađivanja organa, s nekim autoimunim bolestima ili na lijekovima koji smanjuju imunitet imaju veći rizik od invazivne listerioze. EFSA je udio osoba s takvim stanjima navela kao jedan od čimbenika koji utječu na broj slučajeva (EFSA BIOHAZ Panel 2018.). Za njih vrijede ista pravila kao za trudnice. Gotova hrana koja se ne kuha treba biti svježa, čuvana na niskoj temperaturi i pojedena brzo nakon otvaranja.

30.6 Računajte za najosjetljivijeg člana

Za građanina istraživača iz ovog poglavlja slijedi jednostavno pravilo. Kad računate izloženost za kućanstvo, računajte za svakog člana posebno, a zaključak donesite za najosjetljivijeg. Ako je HQ za dijete veći od 1, a za odrasle manji, mjera se određuje prema djetetu. Kad objavljujete rezultat, navedite za koga ste računali (pogl. 32).

Pokušajte sami

Tablica izloženosti za kućanstvo

SVRHA

Izračunati unos jedne tvari za svakog člana kućanstva i utvrditi tko je najizloženiji.

PRIBOR

Radni list iz priloga F, vaga za osobe, kuhinjska vaga, nalaz ili podatak o koncentraciji, referentna vrijednost iz priloga E.

POSTUPAK

1. Izmjerite tjelesnu masu svakog člana kućanstva.
2. Tjedan dana bilježite koliko svaki član pojede odabrane namirnice.
3. Za svakog člana izračunajte tjedni ili dnevni unos i HQ.
4. Napišite tablicu s imenom (ili oznakom) člana, masom, količinom, unosom i HQ-om.
5. Označite tko je u nekoj od osjetljivih skupina (dijete, trudnica, dojilja, starija osoba, kronični bolesnik).

ŠTO BILJEŽITI

Datume, količine po osobi, masu, koncentraciju s izvorom, referentnu vrijednost s izvorom.

KAKO TUMAČITI

Najveći HQ najčešće ima najmlađi član. Ako je najosjetljiviji član u skupini za koju postoji poseban savjet (trudnica i riba, starija osoba i gotova hrana), primijenite taj savjet bez obzira na izračun.

GRANICE

Izračun pokriva jednu tvar i jednu namirnicu. Ne zamjenjuje liječnički savjet za osobe s kroničnom bolešću ili u trudnoći.

⚠ **Sigurnost.** Tablica sadrži zdravstvene podatke članova kućanstva. Ne objavljujte je s imenima i ne šaljite je trećim osobama bez pristanka (pogl. 32).

Zapamtiti

Ista hrana ne nosi isti rizik za sve. Djeca unose više po kilogramu tjelesne mase, nerođeno dijete je osjetljivije na neke tvari, a starije osobe i kronični bolesnici osjetljiviji su na infekcije i tvari koje se nakupljaju. Računajte za najosjetljivijeg člana kućanstva.

Pojmovnik poglavlja

Osjetljiva skupina. Skupina ljudi kod kojih ista izloženost dovodi do većeg rizika, zbog veće izloženosti po kilogramu, veće osjetljivosti organa ili zdravstvenog stanja.

Metilživa. Organski oblik žive koji prevladava u ribi i djeluje na razvoj živčanog sustava.

Invazivna listerioza. Teški oblik infekcije bakterijom *Listeria monocytogenes*, opasan u trudnoći, starijoj dobi i kod oslabljenog imuniteta.

Fetalni alkoholni sindrom. Skup trajnih oštećenja djeteta uzrokovanih alkoholom koji je majka pila u trudnoći.

Kritični organ. Organ u kojem se štetan učinak tvari pojavljuje pri najnižoj dozi, na primjer bubreg za kadmij.

Provjera znanja

1. Navedite tri razloga zbog kojih ista koncentracija u hrani znači različit rizik za različite osobe.
2. Isti obrok daje odrasloj osobi od 70 kg unos od 1 ng/kg. Koliki je unos za dijete od 14 kg koje pojede isti obrok?
3. Zašto EFSA ne savjetuje trudnicama da prestanu jesti ribu?
4. Zašto su starije osobe osjetljivije na listeriozu?
5. Za koga treba donijeti zaključak kad se izloženost računa za cijelo kućanstvo?

Odgovori su na kraju knjige.

POGLAVLJE 31

Nesigurnost i vjerojatnost

U OVOM POGLAVLJU

- Razlika između varijabilnosti i nesigurnosti i zašto je važna.
- Kako jedan pozitivan nalaz mijenja naše uvjerenje, ali ga ne dokazuje.
- Bayesovo zaključivanje bez formula, s prirodnim frekvencijama na primjeru 1000 bunara.
- Što se mijenja nakon drugog nalaza i nakon laboratorijske analize.
- Kako iz malog broja uzoraka procijeniti udio onečišćenih bunara u selu.

RUŽIČASTA TRAKA

Zamislite kuću na rubu sela, s bunarom iz kojeg se pije voda. Vlasnica je kupila testne trake za nitrate i uronila jednu u čašu vode. Polje se obojilo ružičasto, u nijansi koja na skali odgovara vrijednosti iznad 50 mg/L. Prvo pomisli „voda je onečišćena". Zatim se sjeti da je traka stajala otvorena u kupaonici dva mjeseca, da je čaša možda bila mokra od deterdženta i da susjed s druge strane ulice ima uredan nalaz iz laboratorija. Druga pomisao glasi „traka je sigurno pogriješila".

Ova scena je zamišljena. Obje pomisli su pogrešne na isti način, jer pretvaraju jedan nalaz u sigurnost. Ispravno pitanje glasi koliko je, nakon ovog nalaza, vjerojatnije da je voda onečišćena nego prije njega. To pitanje ima odgovor, i u ovom poglavlju naučit ćemo ga izračunati bez ijedne formule.

31.1 Varijabilnost i nesigurnost

U procjeni rizika razlikuju se dva pojma koji se u svakodnevnom govoru miješaju (EFSA Scientific Committee 2018.). **Varijabilnost** su stvarne razlike u svijetu. Jaja iz istog dvorišta razlikuju se po koncentraciji PFAS-a, ljudi se razlikuju po masi i prehrani, a bunari po dubini i udaljenosti od gnojišta. Varijabilnost se ne može smanjiti mjerenjem, nego samo bolje opisati. **Nesigurnost** je ono što ne znamo. Koliki je pravi prosjek koncentracije u jajima? Koliko je laboratorij točno izmjerio? Vrijedi li referentna vrijednost dobivena na štakorima za ljude? Nesigurnost se može smanjiti, i to većim brojem uzoraka, boljom metodom ili novim istraživanjem.

Razlika je praktična. Ako izmjerimo deset jaja iz istog dvorišta, saznat ćemo prosjek pouzdanije nego iz jednog jajeta, dakle smanjit ćemo nesigurnost. Ali jaja se i dalje neće razlikovati manje nego prije, varijabilnost ostaje. Zato je u pogl. 20 preporučen skupni uzorak, koji izravno daje prosjek, a u pogl. 25 objašnjena je **mjerna nesigurnost**, koja je samo jedan, često ne najveći, dio ukupne nesigurnosti.

Granice metode · Rezultat blizu granice

Zamislite da je laboratorij u riži izmjerio 0,14 mg/kg kadmija, uz proširenu mjernu nesigurnost od ±0,03 mg/kg, a najveća dopuštena količina je 0,15 mg/kg. Stvarna vrijednost je s velikom vjerojatnošću između 0,11 i 0,17 mg/kg. Rezultat nije ni „sigurno ispod" ni „sigurno iznad" granice, nego je od nje udaljen manje od mjerne nesigurnosti. Kako se to tumači u službenoj kontroli, opisano je u pogl. 25. Za građanina je ispravan opis „rezultat je 0,01 mg/kg ispod granice, a mjerna nesigurnost je 0,03 mg/kg", a ne „u redu je" ili „na granici je".

31.2 Jedan nalaz mijenja uvjerenje

Vratimo se na ružičastu traku. Da bismo znali koliko joj vjerovati, trebaju nam tri broja.

- **Osnovna učestalost**. Koliki je udio onečišćenih bunara u tom kraju, prije bilo kakvog testa?
- **Osjetljivost** testa. Koliki udio stvarno onečišćenih bunara traka prepozna kao pozitivne?
- **Specifičnost** testa. Koliki udio neonečišćenih bunara traka prepozna kao negativne?

Osjetljivost i specifičnost opisane su u pogl. 14 uz komercijalne brze testove. Za ovaj primjer pretpostavit ćemo okrugle brojeve. U kraju je onečišćeno 10 % bunara, a traka ima osjetljivost 90 % i specifičnost 90 %. Ti brojevi su izmišljeni za primjer. Stvarne vrijednosti ovise o kraju, o vrsti trake i o tome kako se koristi.

Psiholozi su pokazali da ljudi ovakve zadatke rješavaju mnogo točnije kad su brojevi zadani kao **prirodne frekvencije**, dakle kao broj slučajeva od nekog ukupnog broja, nego kao postoci i uvjetne vjerojatnosti (Gigerenzer i Hoffrage 1995.). Zato ne računamo s postocima, nego zamislimo 1000 bunara.

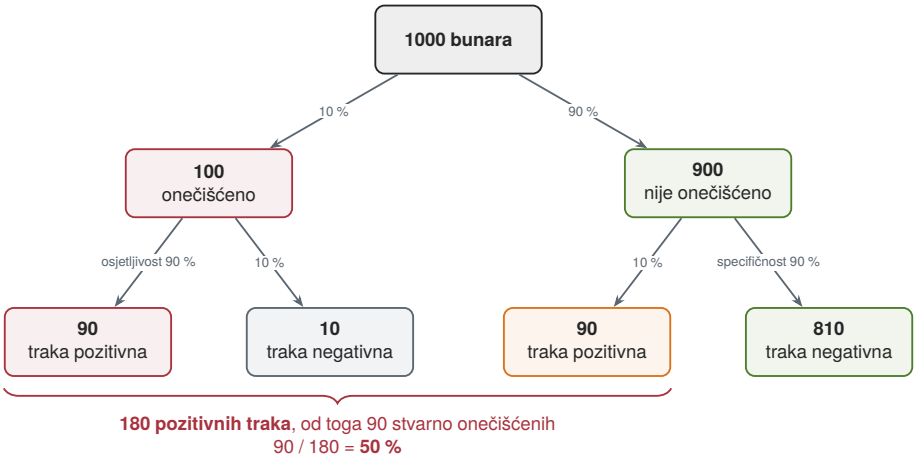
Izračun · 1000 bunara i jedna traka

1. Koliko je bunara onečišćeno

Od 1000 bunara 10 % je onečišćeno, dakle 100. Ostalih 900 nije.

2. Što traka pokazuje kod onečišćenih

Osjetljivost je 90 %, pa traka kod 90 od 100 onečišćenih bunara pokaže pozitivan rezultat. Kod 10 ih „promaši".



Slika 31.1. Stablo prirodnih frekvencija za 1000 zamišljenih bunara, uz osnovnu učestalost onečišćenja od 10 % te osjetljivost i specifičnost testne trake od 90 %. Svi brojevi su pretpostavke za primjer.

3. Što traka pokazuje kod neonečišćenih

Specifičnost je 90 %, pa je kod 810 od 900 neonečišćenih bunara rezultat negativan. Kod preostalih 90 traka pogrešno pokaže pozitivan rezultat.

4. Koliko je pozitivnih stvarno onečišćeno

Pozitivnih traka je ukupno $90 + 90 = 180$. Od njih je stvarno onečišćeno 90. Vjerojatnost da je bunar s pozitivnom trakom onečišćen je $90/180 = 50\ \%$.

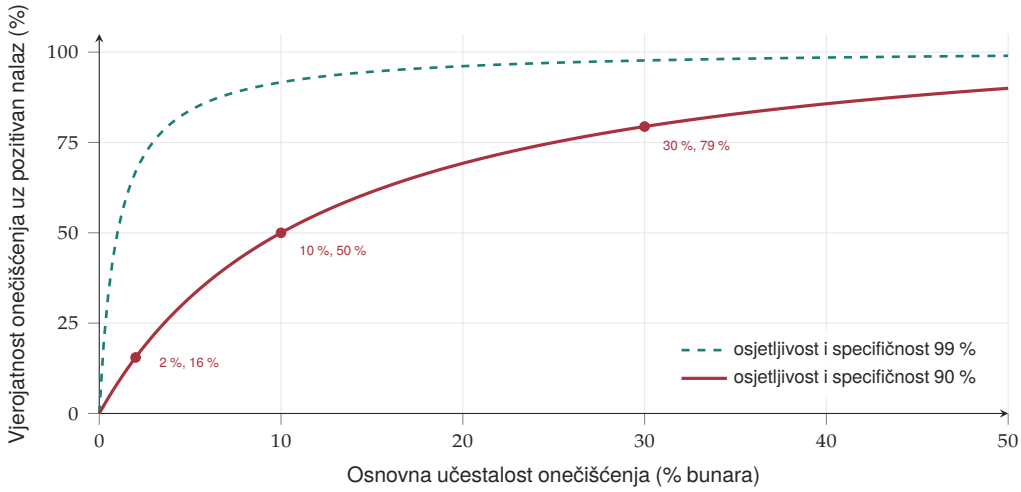
5. A negativni

Negativnih traka je $10 + 810 = 820$, od toga je 10 onečišćenih. Vjerojatnost da je bunar s negativnom trakom ipak onečišćen je $10/820 \approx 1{,}2\ \%$.

6. Tumačenje

Prije testa vjerojatnost onečišćenja bila je 10 %. Pozitivna traka podigla ju je na 50 %, a negativna spustila na 1,2 %. Pozitivan nalaz je dakle mnogo promijenio uvjerenje, ali nije dokazao onečišćenje. Polovica pozitivnih bunara u ovom primjeru je čista.

Rezultat od 50 % iznenadi većinu ljudi. Test je „točan u 90 % slučajeva”, a ipak je polovica pozitivnih nalaza lažna. Razlog je osnovna učestalost. Neonečišćenih bunara ima devet puta više, pa i mali udio pogrešaka među njima daje jednako mnogo lažno pozitivnih koliko ima stvarno pozitivnih.



Slika 31.2. Vjerojatnost da je bunar s pozitivnim nalazom stvarno onečišćen, u ovisnosti o udjelu onečišćenih bunara u kraju. Puna crta vrijedi za traku iz primjera, isprekidana za test s osjetljivošću i specifičnošću od 99 %. Točke su tri kraja iz teksta. Svojstva testova su pretpostavke za primjer.

Isti test u drugom kraju daje drugačiji odgovor. Ako je onečišćeno samo 2 % bunara, od 1000 bunara 18 ima stvarno pozitivnu traku, a 98 lažno pozitivnu, pa je vjerojatnost onečišćenja uz pozitivnu traku $18/116 \approx 16$ %. Ako je onečišćeno 30 % bunara, odnos je 270 prema 70, a vjerojatnost $270/340 \approx 79$ %. Isti nalaz, ista traka, a zaključak ovisi o tome gdje smo ga dobili. Zato je za tumačenje važno znati nešto o kraju, na primjer iz ranijih mjerenja zavoda za javno zdravstvo ili iz zajedničke baze građanskih mjerenja.

Slika 31.2 prikazuje tu ovisnost za sve učestalosti od 0 do 50 %. Za usporedbu je ucrtan i test s osjetljivošću i specifičnošću od 99 %, kakav ćemo kasnije pretpostaviti za laboratorij. I takav test pri učestalosti od 2 % daje vjerojatnost od oko 67 %, pa i laboratorijski nalaz u kraju s rijetkim onečišćenjem treba tumačiti uz osnovnu učestalost.

? Mit ili činjenica

MIT

Ako je test pouzdan u 90 % slučajeva, pozitivan rezultat znači da je voda s 90 % vjerojatnosti onečišćena.

ŠTO KAŽU PODACI

Ne znači. Vjerojatnost da je pozitivan nalaz stvaran ovisi o osjetljivosti, specifičnosti i osnovnoj učestalosti. U primjeru s 1000 bunara i 10 % onečišćenih, test s 90 % osjetljivosti i specifičnosti daje 50 % vjerojatnosti, a uz 2 % onečišćenih samo oko 16 %. Ova zamjena dviju uvjetnih vjerojatnosti jedna je od najčešćih pogrešaka u zaključivanju, a prirodne frekvencije pomažu da se izbjegne (Gigerenzer i Hoffrage 1995.).

31.3 Dva uzastopna nalaza

Što ako vlasnica napravi drugi test s novom trakom i rezultat je opet pozitivan? Krećemo od 180 bunara s prvom pozitivnom trakom, od kojih je 90 onečišćeno i 90 čisto.

Izračun · Drugi pozitivni nalaz

1. Onečišćeni bunari s prvom pozitivnom trakom

Od 90 onečišćenih druga traka je pozitivna kod 90 %, dakle kod 81.

2. Čisti bunari s prvom pozitivnom trakom

Od 90 čistih druga traka je pozitivna kod 10 %, dakle kod 9.

3. Nova vjerojatnost

Nakon dvije pozitivne trake ostaje $81 + 9 = 90$ bunara, od kojih je 81 onečišćen. Vjerojatnost onečišćenja je $81/90 = 90$ %.

4. Ako je druga traka negativna

Onečišćenih s drugom negativnom trakom je 9 (10 % od 90), a čistih 81 (90 % od 90). Vjerojatnost onečišćenja je $9/90 = 10$ %, dakle vratili smo se na početak.

Isti izračun može se napisati kraće pomoću **omjera izgleda**. Prije testa omjer onečišćenih i čistih bunara je 100 prema 900, odnosno 1 prema 9. Pozitivna traka množi taj omjer s brojem koji se zove **omjer vjerodostojnosti** i jednak je osjetljivosti podijeljenoj s udjelom lažno pozitivnih, $0{,}90/0{,}10 = 9$. Nakon prve pozitivne trake omjer je 9 prema 9, odnosno 1 prema 1 (50 %). Nakon druge je 9 prema 1, što je 90 %. To je cijelo **Bayesovo pravilo**. Novo uvjerenje je jednako starom uvjerenju pomnoženom sa snagom dokaza.

Granice metode · Kada se dva nalaza ne smiju množiti

Izračun pretpostavlja da su dva testa neovisna, odnosno da druga traka ne griješi zbog istog razloga kao prva. To često nije točno. Ako je lažno pozitivan rezultat nastao zbog tvari u vodi koja ometa reakciju, zbog vlažnih traka iz istog pakiranja ili zbog načina očitavanja boje, druga traka iz istog pakiranja ponovit će istu pogrešku. Tada drugi pozitivni nalaz vrijedi mnogo manje od devet puta. Zato je bolja potvrda drugom metodom, na primjer drugom vrstom testa ili laboratorijem, nego istim testom dvaput.

31.4 Kad stigne laboratorijski nalaz

Laboratorijska analiza je također test, samo s mnogo većom osjetljivošću i specifičnošću. Pretpostavimo da akreditirani laboratorij pri koncentracijama blizu granice ima osjetljivost i specifičnost od 99 % (pretpostavka za primjer, stvarnu točnost opisuje mjerna nesigurnost iz pogl. 25). Omjer vjerodostojnosti pozitivnog nalaza je tada $0{,}99/0{,}01 = 99$, a negativnog $0{,}01/0{,}99 \approx 1/99$.

Izračun · Ažuriranje nakon laboratorija

1. Početno uvjerenje

Nakon dvije pozitivne trake vjerojatnost onečišćenja je 90 %, omjer izgleda 9 prema 1.

2. Laboratorij potvrdi onečišćenje

Omjer izgleda postaje $9 \times 99 = 891$ prema 1, odnosno $891/892 \approx 99{,}9$ %.

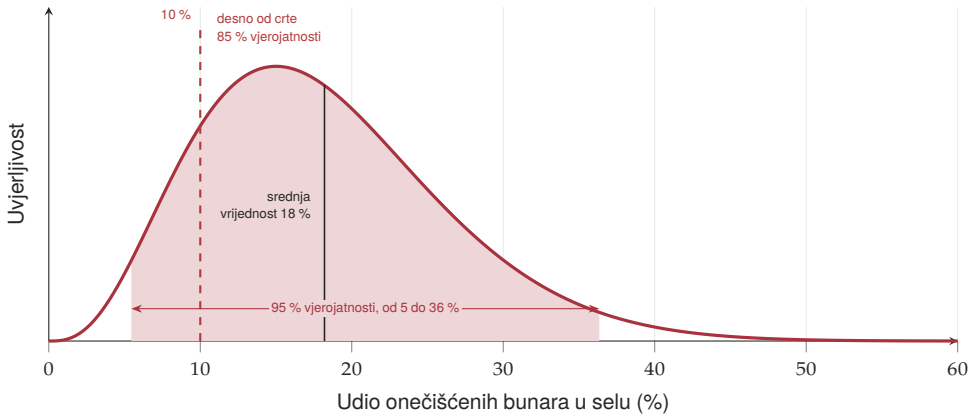
3. Laboratorij ne potvrdi onečišćenje

Omjer izgleda postaje $9 \times 1/99 = 1$ prema 11, odnosno $1/12 \approx 8{,}3$ %.

4. Tumačenje

Laboratorijski nalaz ima veću težinu od dviju traka zajedno. Ipak, i nakon negativnog nalaza preostaje oko 8 % vjerojatnosti, jer smo krenuli od snažnog uvjerenja. U praksi to znači da je razumno ponoviti uzorkovanje u drugom godišnjem dobu, osobito za nitrate čija se koncentracija u bunarima mijenja s gnojidbom i oborinama.

Iz ovog izračuna proizlazi zašto se u knjizi ponavlja da kućni test nije dokaz, nego razlog za daljnju provjeru. Kućni test ima smisla kao prvi korak, jer odvaja bunare kod kojih je laboratorij potreban od onih kod kojih je vjerojatnost onečišćenja mala. Odluku o prijavi, objavi ili tužbi treba donositi tek na temelju nalaza koji ima veliku težinu (pogl. 32).



Slika 31.3. Uvjerljivost pojedinih vrijednosti udjela onečišćenih bunara u selu nakon tri onečišćena od dvadeset zamišljenih uzoraka, uz jednoliku početnu raspodjelu. Osjenčano područje sadrži 95 % vjerojatnosti, a desno od crte na 10 % nalazi se 85 % vjerojatnosti. Nalazi su zamišljeni.

31.5 Koliko je bunara u selu onečišćeno?

Bayesovo zaključivanje radi i u drugom smjeru, kad iz nalaza više bunara želimo procijeniti udio onečišćenih u cijelom selu. Zamislite da je udruga dala analizirati vodu iz 20 slučajno odabranih bunara i da su tri iznad granice. Najjednostavniji odgovor je $3/20 = 15\,\%$. Bayesov pristup daje i raspon u kojem se pravi udio vjerojatno nalazi.

Ako na početku ne pretpostavljamo ništa o udjelu, sve vrijednosti od 0 do 100 % smatramo jednako vjerojatnima. Nakon tri onečišćena od dvadeset bunara procjena udjela je oko 18 %, a s vjerojatnošću od 95 % pravi udio je između 5 i 36 %. Vjerojatnost da je u selu onečišćeno više od 10 % bunara je oko 85 %.[1]

Slika 31.3 prikazuje cijelu raspodjelu. Najuvjerljivije su vrijednosti oko 15 %, ali ni 5 ni 35 % nisu isključeni.

Taj raspon je širok, i to je ispravno. Dvadeset bunara ne može dati preciznu procjenu. Ali već i taj podatak dovoljan je da se zaključi kako problem postoji u više od nekoliko pojedinačnih bunara i da je opravdano zatražiti sustavno ispitivanje od zavoda za javno zdravstvo. Kako se takvi planovi organiziraju u zajednici opisano je u pogl. 26.

[1] Uz jednoliku početnu raspodjelu Beta$(1, 1)$ i 3 pozitivna od 20 uzoraka, konačna raspodjela je Beta$(4, 18)$, sa srednjom vrijednošću $4/22 = 0{,}18$ i intervalom od 2,5. do 97,5. percentila od 0,054 do 0,363. Uz pretpostavku da je laboratorijski nalaz točan.

Praktični zadatak · Vaše vlastito stablo

Nacrtajte stablo prirodnih frekvencija za 1000 slučajeva i izračunajte vjerojatnost da je pozitivan nalaz stvaran za tri situacije.

1. Osnovna učestalost 5 %, osjetljivost 95 %, specifičnost 80 %.
2. Ista traka, ali osnovna učestalost 40 %.
3. Osnovna učestalost 5 %, dva uzastopna pozitivna nalaza neovisnim testovima s istim svojstvima.

Za svaki slučaj zapišite rezultat i u obliku omjera izgleda. Rješenja provjerite tako da isti izračun napravite na dva načina.

Zapamtiti

Jedan nalaz mijenja uvjerenje, ali ga ne dokazuje. Koliko ga mijenja ovisi o osjetljivosti i specifičnosti testa i o tome koliko je onečišćenje često u tom kraju. Zamislite 1000 slučajeva i brojite, umjesto da računate s postocima.

Pojmovnik poglavlja

Varijabilnost. Stvarne razlike među ljudima, uzorcima ili mjestima. Ne smanjuje se mjerenjem.

Nesigurnost. Ono što ne znamo. Smanjuje se s više podataka i boljim metodama.

Osnovna učestalost. Udio slučajeva s nekim svojstvom prije bilo kakvog testa.

Osjetljivost. Udio stvarno pozitivnih koje test prepozna kao pozitivne.

Specifičnost. Udio stvarno negativnih koje test prepozna kao negativne.

Prirodne frekvencije. Prikaz vjerojatnosti kao broja slučajeva od ukupnog broja (90 od 180), umjesto postotaka.

Omjer vjerodostojnosti. Koliko je puta neki nalaz vjerojatniji kad je tvrdnja istinita nego kad nije.

Bayesovo pravilo. Novi omjer izgleda jednak je starom omjeru izgleda pomnoženom s omjerom vjerodostojnosti nalaza.

Provjera znanja

1. Koja je razlika između varijabilnosti i nesigurnosti?
2. U kraju je onečišćeno 10 % bunara, a traka ima osjetljivost i specifičnost od 90 %. Kolika je vjerojatnost da je bunar s pozitivnom trakom onečišćen?
3. Zašto isti test daje drugačiju vjerojatnost u drugom kraju?
4. Zašto drugi pozitivni nalaz istom trakom iz istog pakiranja vrijedi manje od nalaza drugom metodom?
5. Prije laboratorija vjerojatnost onečišćenja je 50 %. Laboratorij s omjerom vjerodostojnosti 99 potvrdi onečišćenje. Kolika je nova vjerojatnost?

Odgovori su na kraju knjige.

VII. DIO

Od podatka do promjene

Kako rezultat objaviti odgovorno, bez panike i bez lažnog mira.

POGLAVLJE 32

Odgovorna objava rezultata

U OVOM POGLAVLJU

- Kako napisati rezultat tako da ne izazove ni paniku ni lažni mir.
- Kojim redom obavijestiti proizvođača, inspekciju, zavod i javnost.
- Kako razgovarati s medijima i kako izgleda dobro priopćenje.
- Kako objaviti otvorene podatke, a zaštititi vlasnike privatnih bunara i vrtova.
- Koje su pravne posljedice pogrešne objave i zašto su važni sukob interesa i transparentnost financiranja.

OBJAVA U POLA NOĆI

Zamislite malu udrugu koja je skupila novac za analizu jaja s pet obiteljskih gospodarstava u svojoj općini. Nalaz je stigao u petak navečer. Jaja s jednog gospodarstva imaju zbroj četiriju PFAS-a malo iznad najveće dopuštene količine. Jedan član udruge već je napisao objavu za društvene mreže s fotografijom ulaza na to gospodarstvo i naslovom „Otrovna jaja u našem selu". Drugi predlaže da se nalaz ne objavljuje uopće, „da ne bude problema". Treći pita tko je od njih uopće pročitao mjernu nesigurnost u izvješću.

Ova scena je zamišljena. Sve tri reakcije su razumljive i sve tri su pogrešne. Prva može nanijeti štetu obitelji kojoj se nije dala prilika da odgovori i otvoriti pravni spor. Druga ostavlja izložene ljude bez informacije koja im treba. Treće pitanje je jedino dobro, ali dolazi prekasno, jer se o načinu objave odlučuje prije nego što nalaz stigne.

32.1 Između panike i lažnog mira

Rezultat građanskog mjerenja vrijedi onoliko koliko ga drugi mogu razumjeti i provjeriti. Dvije pogreške u objavi česte su i suprotne. **Panika** nastaje kad se nalaz prikaže kao veća opasnost nego što jest, obično zato što se opasnost zamijeni s rizikom (pogl. 27), jedan uzorak s cijelim proizvodom ili jedna tvar s ukupnim zdravljem. **Lažni mir** nastaje kad se nalaz prikaže kao manji problem nego što jest, obično rečenicom „sve je ispod granice" bez navođenja koliko je ispod, za koga i što se nije mjerilo (pogl. 9). Obje pogreške imaju istu posljedicu. Ljudi donose odluke na temelju dojma, a ne podatka.

Tablica 32.1. Formulacije koje vode u paniku ili lažni mir i bolje zamjene. Brojevi su izmišljeni za primjer.

Izbjegavati	Bolje
„Otrovna jaja u našem selu."	„U jednom skupnom uzorku jaja s jednog gospodarstva zbroj četiriju PFAS-a iznosi 1,9 μg/kg (±0,4), uz najveću dopuštenu količinu od 1,7 μg/kg."
„Sve je ispod granice, nema razloga za brigu."	„Svih pet uzoraka je ispod najveće dopuštene količine, najviši na 70 % granice. Za dijete od 20 kg koje jede tri takva jajeta tjedno izračunati unos je iznad podnošljivog tjednog unosa."
„Pronađen pesticid u medu!"	„U jednom uzorku meda izmjeren je ostatak pesticida X na 10 % najveće dopuštene razine ostataka."
„Voda iz bunara je zatrovana."	„Testna traka pokazala je više od 50 mg/L nitrata. Uzorak je poslan u akreditirani laboratorij radi potvrde."
„Inspekcija ne radi ništa."	„Prijavu smo poslali 3. svibnja (klasa ...). Odgovor do danas nismo primili."

EFSA je u smjernicama za komunikaciju nesigurnosti preporučila da se u priopćenjima jasno kaže što je poznato, što nije i koliko je to važno za zaključak, umjesto da se nesigurnost izostavi ili prikrije (EFSA 2019.). EFSA je naručila i pregled o komunikaciji rizika, koji se bavi time kako različite publike doživljavaju rizik i o čemu ovisi povjerenje u izvor informacija (Maxim i sur. 2021.). Za građanina istraživača iz toga slijedi pet pravila.

1. **Broj uz usporedbu.** Ne „visoka razina", nego „1,9 μg/kg, a najveća dopuštena količina je 1,7 μg/kg".
2. **Nesigurnost uz broj.** Navedite mjernu nesigurnost i broj uzoraka. Jedan uzorak opisuje taj uzorak, a ne cijelu proizvodnju.
3. **Za koga vrijedi.** Navedite tko je izložen i koliko, po mogućnosti uz izračun iz pogl. 28, i posebno za osjetljive skupine (pogl. 30).
4. **Što se ne zna.** Što nije mjereno, je li izvor poznat, hoće li se mjerenje ponoviti.
5. **Što učiniti.** Konkretan savjet za izložene i informacija o tome tko je obaviješten.

Tablica 32.1 prikazuje razliku na primjerima.

32.2 Kojim redom obavijestiti

Redoslijed obavještavanja nije formalnost. On štiti izložene ljude, daje priliku onome tko može ukloniti uzrok i štiti Vas od pogrešaka koje se ne mogu ispraviti. Preporučeni redoslijed je sljedeći.

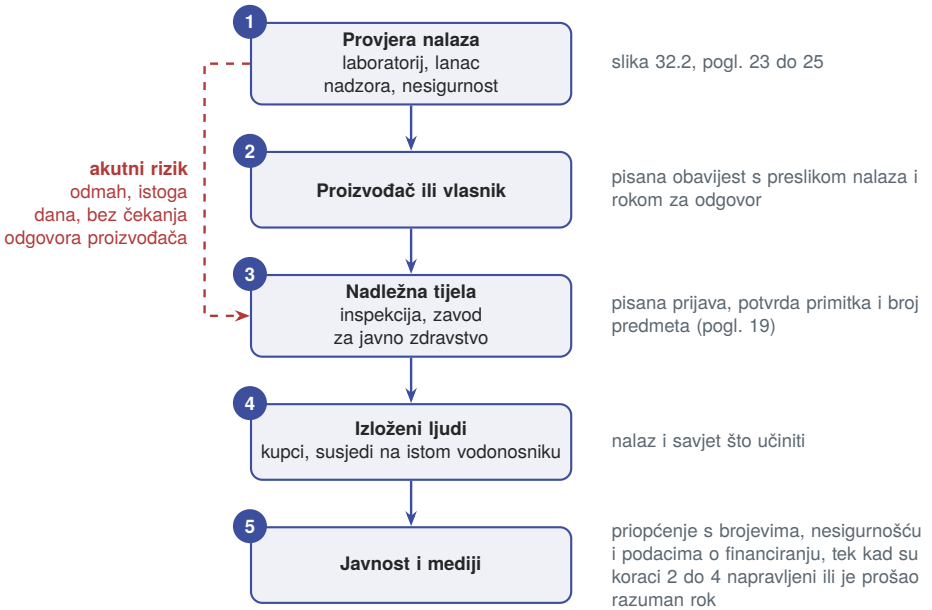
1. **Provjera nalaza.** Prije bilo kakve obavijesti provjerite je li nalaz iz akreditiranog laboratorija i za tu metodu (pogl. 24), je li lanac nadzora uzorka uredan (pogl. 23) i kako se rezultat odnosi prema granici uz mjernu nesigurnost (pogl. 25). Rezultat kućnog testa nije dokaz, nego razlog za laboratorijsku provjeru (pogl. 31).
2. **Proizvođač ili vlasnik.** Proizvođač je po Uredbi (EZ) br. 178/2002 prvi odgovoran za sigurnost hrane i dužan je povući proizvod ako utvrdi da nije u skladu sa zahtjevima sigurnosti (Europski parlament i Vijeće 2002., čl. 17 i 19). Pisana obavijest s preslikom nalaza daje mu priliku da reagira i da objasni moguće uzroke.
3. **Nadležna tijela.** Državnom inspektoratu (DIRH) za hranu u prometu, a zavodu za javno zdravstvo za vodu za piće iz javnih i privatnih izvora. Postupak prijave opisan je u pogl. 19. Inspekcija ima ovlasti koje Vi nemate, a to su službeno uzorkovanje, pregled dokumentacije i nalog za povlačenje.
4. **Izloženi ljudi.** Ako su poznati (na primjer kupci jaja s jednog gospodarstva, susjedi s bunarom na istom vodonosniku), mogu se obavijestiti izravno, uz savjet što učiniti.
5. **Javnost i mediji.** Tek kad su prethodni koraci napravljeni ili kad je za njih prošao razuman rok bez odgovora.

Iznimka postoji. Ako nalaz upućuje na ozbiljan akutni rizik, na primjer na patogenu bakteriju u gotovoj hrani ili na visoku koncentraciju toksina, inspekciju i zavod treba obavijestiti odmah, istoga dana, a ne čekati odgovor proizvođača. Brzina je tada važnija od redoslijeda.

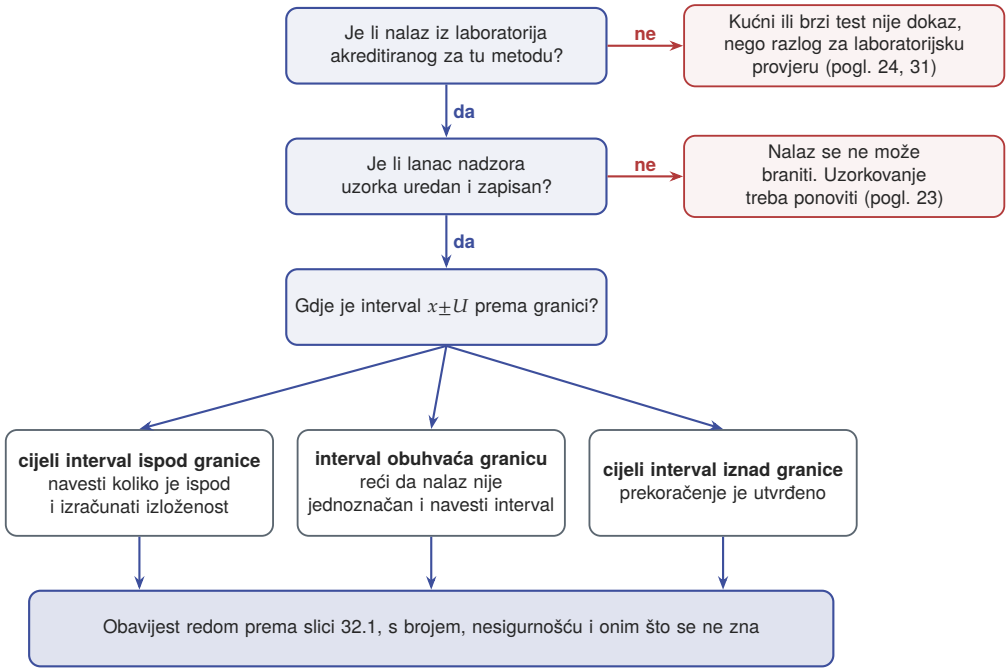
Slika 32.1 prikazuje redoslijed i iznimku, uz ono što se u svakom koraku predaje. Prvi korak je raščlanjen na slici 32.2. Tri pitanja se postavljaju istim redom, a tek kad je odgovor na prva dva potvrdan, ima smisla pitati gdje je rezultat prema granici. Četiri položaja intervala prema granici objašnjena su u pogl. 25 (slika 25.2).

Odgovornost · Zašto najprije proizvođaču

Javno imenovanje proizvođača prije nego što je dobio priliku odgovoriti ima tri rizika. Prvo, nalaz može biti pogrešan zbog uzorkovanja ili zamjene uzorka, a proizvođač to može pokazati vlastitim podacima. Drugo, šteta za ugled nastaje odmah i ne nestaje kad se pokaže da je nalaz bio pogrešan. Treće, pravna zaštita onoga tko objavljuje mnogo je jača kad može pokazati da je postupio savjesno, provjerio nalaz i dao drugoj strani priliku da se očituje. Obavijest proizvođaču nije obveza šutnje. U njoj možete navesti rok u kojem očekujete odgovor i najaviti da ćete nakon toga obavijestiti nadležna tijela i javnost.



Slika 32.1. Preporučeni redoslijed obavještavanja o nalazu. Svaki korak ostavlja pisani trag, a javnost se obavještava posljednja. Kod ozbiljnog akutnog rizika inspekcija i zavod obavještavaju se istoga dana, bez čekanja odgovora proizvođača.



Slika 32.2. Provjera nalaza prije bilo kakve obavijesti. Nalaz koji ne prođe prva dva pitanja nije podatak za objavu, nego razlog za novu analizu ili novo uzorkovanje. Za nalaz koji ih prođe, položaj intervala $x \pm U$ prema granici određuje kako se rezultat opisuje.

32.3 Komunikacija s institucijama

S institucijama se komunicira pisano. Svaka prijava ili upit treba imati datum, opis nalaza, presliku izvješća laboratorija, opis uzorkovanja i kontakt. Sačuvajte potvrdu primitka i broj predmeta. Ako odgovor ne stigne, pisani trag omogućuje da se upit ponovi i da se kasnije točno navede što je i kada poslano.

Za informacije koje tijela javne vlasti imaju, na primjer rezultate službenih kontrola ili monitoringa, može se podnijeti zahtjev za pristup informacijama prema Zakonu o pravu na pristup informacijama (Hrvatski sabor 2013.). Taj zahtjev je koristan kad želite usporediti vlastiti nalaz s nalazima službenih kontrola na istom području.

Institucije nisu protivnik. Inspektor i epidemiolog rade s ograničenim brojem uzoraka i ljudi, a dobro dokumentiran građanski nalaz za njih može biti koristan podatak o mjestu koje ne bi pregledali (pogl. 9). Ton dopisa utječe na to hoće li ga netko pročitati kao prijavu ili kao napad.

32.4 Komunikacija s medijima

Novinari trebaju kratku, točnu i provjerljivu informaciju, a često rade pod pritiskom roka. Pripremite priopćenje unaprijed i odredite jednu osobu koja govori u ime skupine. U razgovoru se držite onoga što je u priopćenju. Ako ne znate odgovor, recite da ćete ga provjeriti. Pitanje „je li to opasno" uvijek preusmjerite na brojeve. Koliko je izmjereno, koja je granica, tko je izložen i što treba učiniti.

Prije objave zatražite da Vam se pokažu citati i brojevi, ne cijeli članak. Novinar to ne mora prihvatiti, ali većina će provjeriti brojeve ako se to ponudi. Ispravak nakon objave uvijek doseže manje ljudi nego prva vijest.

Predložak priopćenja

Naslov. Kratko, činjenično, bez pridjeva. Na primjer „Rezultati analize jaja s pet gospodarstava u općini X".

Prvi odlomak. Tko je mjerio, što, kada, gdje i koliko uzoraka. Na primjer „Udruga Y je u svibnju 2026. uzela pet skupnih uzoraka jaja s pet gospodarstava i poslala ih u akreditirani laboratorij Z na analizu četiriju PFAS-a."

Rezultat. Brojevi s jedinicama, mjernom nesigurnošću i usporedbom s propisanom granicom i podnošljivim unosom. Tablica ako je uzoraka više.

Tumačenje. Za koga to znači što, uz izračun izloženosti ako je napravljen. Jasno odvojiti zaključke koji slijede iz nalaza od pretpostavki.

Što se ne zna. Broj uzoraka, što nije mjereno, je li izvor poznat.

Koga smo obavijestili. Proizvođača (datum), inspekciju (datum, broj predmeta), zavod za javno zdravstvo (datum).

Savjet. Što izloženi ljudi mogu učiniti.

Financiranje i sukob interesa. Tko je platio analizu, postoji li odnos s nekom od strana.

Podaci. Poveznica na otvorene podatke i na izvješće laboratorija (bez osobnih podataka).

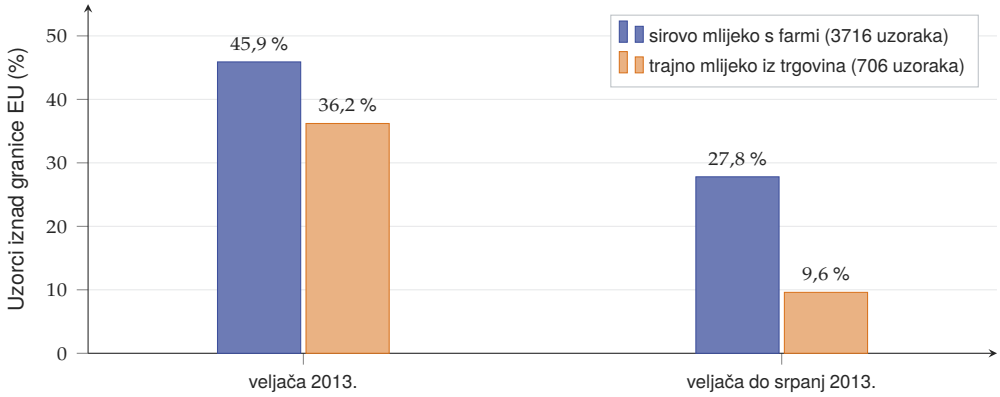
Kontakt. Ime, uloga, telefon i adresa e-pošte osobe koja odgovara na pitanja.

Iz prakse · Aflatoksin u mlijeku 2013.

Početkom veljače 2013. Bosna i Hercegovina zabranila je promet nekih serija pasteriziranog mlijeka hrvatskih proizvođača zbog aflatoksina iznad dopuštene razine. Ministarstvo poljoprivrede objavilo je 13. veljače da je pojačalo nadzor na mliječnim farmama, uključujući hranu za životinje, sirovo mlijeko, gotove proizvode i uvozno mlijeko, i da nema razloga za zabrinutost. Uzorci iznad dopuštene razine istodobno su poslani na potvrdnu analizu u laboratorij u Beču (tportal.hr 2013.). Do 23. veljače mljekare su obustavile otkup mlijeka sa 180 farmi u istočnoj Slavoniji, a predsjednik jednog seljačkog sindikata javno je doveo u pitanje onečišćenje svježeg mlijeka s farmi (tportal.hr i sur. 2013.). Ministarstvo je u travnju 2013. donijelo naredbu o privremenim najvećim dopuštenim količinama aflatoksina M1 u mliječnim proizvodima (Ministarstvo poljoprivrede 2013.). Istraživanja kukuruza i sirovog mlijeka iz tog razdoblja kasnije su objavljena u znanstvenim časopisima (Pleadin i sur. 2014.; Bilandžić i sur. 2015.). U jednom od njih analizirano je 3716 uzoraka sirovog mlijeka s farmi u istočnoj Hrvatskoj i 706 uzoraka trajnog mlijeka iz trgovina, od veljače do srpnja 2013. U veljači je granicu Europske unije za aflatoksin M1 premašilo 45,9 % uzoraka sirovog i 36,2 % uzoraka trajnog mlijeka, a u cijelom razdoblju 27,8 % uzoraka sirovog i 9,6 % uzoraka trajnog mlijeka (Bilandžić i sur. 2014.b).

Slučaj pokazuje nekoliko stvari važnih za ovo poglavlje. Poruka da nema razloga za zabrinutost objavljena je prije potvrdnih nalaza i bez brojeva, što je otežalo ocjenu rizika izvan institucija. Poruke različitih strana razlikovale su se, pa su građani dobili istodobno umirujuće i uznemirujuće informacije. Obustava otkupa pogodila je velik broj farmi istodobno, dok se izvor i opseg problema još utvrđivao. U navedenim novinskim izvješćima nema podataka o udjelu uzoraka iznad granice, a takvi podaci su kasnije objavljeni u znanstvenim radovima. Ovo je ocjena autora na temelju navedenih javnih izvora, a izvorna priopćenja Ministarstva poljoprivrede iz 2013. prenesena su ovdje prema novinskim izvješćima.

Slika 32.3 prikazuje udjele uzoraka iznad granice iz rada objavljenog godinu dana nakon događaja. Udio je u veljači bio najveći, a u cijelom razdoblju od veljače do srpnja bio je kod trajnog mlijeka gotovo četiri puta manji nego u veljači. Upravo takvi brojevi, s brojem uzoraka i razdobljem, nedostajali su u porukama javnosti dok je slučaj trajao.



Slika 32.3. Udio uzoraka mlijeka s aflatoksinom M_1 iznad granice Europske unije u istočnoj Hrvatskoj 2013. U veljači je granicu premašilo gotovo pola uzoraka sirovog mlijeka, a u cijelom razdoblju do srpnja udjeli su bili manji, posebno kod trajnog mlijeka (Bilandžić i sur. 2014.b).

32.5 Otvoreni podaci

Građanska mjerenja dobivaju na vrijednosti kad se mogu spojiti s drugim mjerenjima. Zato program TERRA VERITAS rezultate objavljuje kao **otvorene podatke**. Načela FAIR (načela dobrog upravljanja podacima (pronalazivi, dostupni, interoperabilni, ponovno upotrebljivi), engl. *Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*) kažu da podaci trebaju biti pronalazivi, dostupni, interoperabilni i ponovno upotrebljivi (Wilkinson i sur. 2016.). Za građanina istraživača to znači četiri konkretne stvari.

- **Pronalazivi.** Svaki skup podataka ima trajnu poveznicu, naslov i opis.
- **Dostupni.** Podaci se mogu preuzeti bez posebnog programa i bez prijave.
- **Interoperabilni.** Koriste se uobičajeni formati (CSV), jasni nazivi stupaca, jedinice u posebnom stupcu i decimalni zapis bez razmaka.
- **Ponovno upotrebljivi.** Uz podatke su metapodaci (tko, kada, kako, kojom metodom, s kojim LOQ-om, pogl. 10) i jasna licenca.

Za licencu preporučujemo inačicu 4.0 licence CC BY (licenca Creative Commons Imenovanje, engl. *Creative Commons Attribution*). Ona dopušta svakome da podatke koristi, mijenja i dalje dijeli, i u komercijalne svrhe, uz uvjet da navede izvor (Creative Commons 2013.). Time i institucije i istraživači mogu koristiti građanske podatke bez dodatnog dopuštenja, a autori dobivaju priznanje.

Objavite sve rezultate, ne samo one iznad granice. Baza koja sadrži samo „loše" nalaze daje iskrivljenu sliku i ne može se koristiti za procjenu udjela onečišćenih mjesta (pogl. 31).

Tablica 32.2. Približna veličina „ćelije" pri zaokruživanju koordinata u decimalnim stupnjevima na 45,5° sjeverne širine. Izračunato uz 111,1 km po stupnju širine i 111,3 km × cos 45,5° po stupnju dužine.

Decimale	Sjever i jug	Istok i zapad	Primjena
1	11 km	7,8 km	šire područje, općina
2	1,1 km	780 m	naselje, preporuka za privatne bunare i vrtove
3	110 m	78 m	dio naselja, ulica
4	11 m	7,8 m	pojedina kuća, samo za interni zapis
5	1,1 m	0,8 m	točka uzorkovanja

32.6 Zaštita osobnih podataka

Lokacija privatnog bunara ili vrta, uz adresu ili ime vlasnika, je osobni podatak. Opća uredba o zaštiti podataka (GDPR) osobnim podatkom smatra svaku informaciju koja se odnosi na osobu koja je identificirana ili se može identificirati, a podaci o lokaciji izrijekom su navedeni kao jedan od načina identifikacije (Europski parlament i Vijeće EU 2016., čl. 4). U Hrvatskoj se uredba provodi uz poseban zakon (Hrvatski sabor 2018.). Precizna koordinata bunara na seoskoj čestici gotovo uvijek pokazuje točno jednu kuću.

Zato se za javnu objavu lokacije privatnih izvora prikrivaju. Najjednostavniji način je zaokruživanje koordinata. Tablica 32.2 pokazuje koliku nesigurnost položaja daje zaokruživanje na određeni broj decimala na zemljopisnoj širini Osijeka.

Za objavu podataka s privatnih čestica preporučujemo zaokruživanje na dvije decimale ili prikaz na razini naselja. Ako u nekom naselju ima samo jedan ili dva mjerena bunara, ni to nije dovoljno, jer se vlasnik može prepoznati iz drugih podataka. Tada se podaci spajaju s susjednim naseljem ili se objavljuju tek kad ih bude više. Točne koordinate čuvaju se u internom zapisu (pogl. 23), s pristupom ograničenim na osobe koje ih trebaju. Uz to vrijedi nekoliko pravila.

- Vlasnik bunara ili vrta pisano pristaje na uzorkovanje i na način objave, i zna da pristanak može povući.
- U objavi nema imena, adresa, brojeva katastarskih čestica ni fotografija na kojima se prepoznaje kuća.
- Zdravstveni podaci članova kućanstva (tablica iz pogl. 30) se ne objavljuju.
- Proizvođači koji prodaju hranu nisu privatne osobe u istom smislu, ali i za njih vrijedi oprez iz odjeljka o redoslijedu obavještavanja.

32.7 Etika objave i pravne posljedice

Građanin ima pravo govoriti o rezultatima svojih mjerenja. Ali objava koja nekoga imenuje ima posljedice, a za njih odgovara onaj tko objavljuje.

Odgovornost · Kleveta i naknada štete

Kazneni zakon (KZ (Kazneni zakon)) propisuje kazneno djelo klevete za onoga tko pred drugim za nekoga iznosi ili pronosi neistinitu činjeničnu tvrdnju koja može škoditi njegovoj časti ili ugledu, znajući da je neistinita. Ako je djelo počinjeno putem tiska, radija, televizije, računalnog sustava ili mreže ili na drugi način zbog kojeg je postalo pristupačno većem broju osoba, propisana je veća novčana kazna. Kleveta se progoni privatnom tužbom (Hrvatski sabor 2011.c, čl. 149 i 150).

Za građanski spor nije potrebno da je objavitelj znao da je tvrdnja neistinita. Zakon o obveznim odnosima (ZOO (Zakon o obveznim odnosima)) propisuje da je onaj tko drugome prouzroči štetu dužan naknaditi je ako ne dokaže da je nastala bez njegove krivnje, a obična nepažnja se predmnijeva (Hrvatski sabor 2005., čl. 1045). Isti zakon štiti prava osobnosti, među kojima su ugled i čast, i izrijekom ih priznaje i pravnim osobama, osobito pravo na ugled i dobar glas, čast, ime odnosno tvrtku, poslovnu tajnu i slobodu privređivanja (Hrvatski sabor 2005., čl. 19). Proizvođač kojemu je objavom nanesena šteta može tražiti naknadu imovinske štete, na primjer izgubljene prodaje. Za povredu ugleda pravne osobe sud joj može dosuditi i pravičnu novčanu naknadu, ako to opravdavaju težina povrede i okolnosti slučaja, a oštećenik može zahtijevati i objavu presude ili ispravka na trošak štetnika (Hrvatski sabor 2005., čl. 1099 i 1100). Kako sudovi te odredbe primjenjuju u pojedinom slučaju, pitanje je za pravnika, pa se prije objave koja imenuje proizvođača u nejasnim slučajevima savjetujte s njim.

Najbolja zaštita je ono što ova knjiga ionako preporučuje. Nalaz iz akreditiranog laboratorija, dokumentiran lanac nadzora, točan opis onoga što je izmjereno, bez pridjeva i bez zaključaka koje nalaz ne podupire, prethodna obavijest proizvođaču i nadležnim tijelima. Rečenica „u jednom uzorku jaja kupljenom 3. svibnja izmjereno je ...” opisuje činjenicu. Rečenica „gospodarstvo X truje kupce” je tvrdnja koju jedan uzorak ne može dokazati.

Uz pravne postoje i etička pravila koja nisu zapisana u zakonu. Uzorci iz tuđeg vlasništva uzimaju se samo uz dopuštenje ili kupnjom (pogl. 16). Rezultat koji ne potvrđuje početnu sumnju objavljuje se jednako kao onaj koji je potvrđuje. Pogreška se ispravlja javno, na istom mjestu na kojem je objavljena.

32.8 Sukob interesa i transparentnost financiranja

Svaku analizu netko plati, a onaj tko plaća može imati interes za ishod. Susjed u sporu s farmom, trgovac koji prodaje konkurentski proizvod, udruga koja traži sredstva za projekt, proizvođač koji želi pokazati da je njegov proizvod bolji od drugih. Svi oni mogu imati iskren interes za istinu, ali čitatelj ima pravo znati za njihov interes.

Zato uz svaki objavljeni rezultat navedite tko je platio analizu, tko je odabrao mjesta uzorkovanja i postoji li odnos s nekim od proizvođača ili vlasnika. Plan uzorkovanja napišite i objavite prije nego što stignu nalazi (pogl. 26). Tako nitko ne može reći da su mjesta odabrana naknadno, prema rezultatu. Ako je analiza financirana skupnim financiranjem, objavite iznos i broj uplatitelja, a pojedinačne uplatitelje samo uz njihov pristanak.

Praktični zadatak · Napišite priopćenje

Uzmite izmišljeni nalaz iz uvodne priče ovog poglavlja. Pet skupnih uzoraka jaja s pet gospodarstava, četiri ispod najveće dopuštene količine za zbroj četiriju PFAS-a, jedan s 1,9 µg/kg uz mjernu nesigurnost od ±0,4 µg/kg.

1. Napišite pisanu obavijest gospodarstvu s nalazom iznad granice.
2. Napišite prijavu inspekciji.
3. Napišite priopćenje prema predlošku iz ovog poglavlja, s izračunom izloženosti za odraslu osobu i dijete iz pogl. 28.
4. Pripremite tablicu za otvorene podatke s lokacijama zaokruženima na dvije decimale.

Zamolite drugu osobu da pročita priopćenje i kaže jednu rečenicu o tome što je iz njega zaključila. Ako ta rečenica glasi „jaja su otrovna" ili „sve je u redu", priopćenje treba doraditi. Uzmite u obzir i mjernu nesigurnost. Interval od 1,5 do 2,3 µg/kg uključuje i vrijednosti ispod granice od 1,7 µg/kg, što treba jasno reći.

Zapamtiti

Najprije provjerite, zatim obavijestite proizvođača i nadležna tijela, a tek onda javnost. Objavite brojeve s usporedbom i nesigurnošću, za koga vrijede i što se ne zna. Podatke otvorite, a lokacije privatnih izvora prikrijte. Recite tko je platio.

Pojmovnik poglavlja

Lažni mir. Prikaz nalaza kao manjeg problema nego što jest, najčešće rečenicom „sve je ispod granice" bez konteksta.

Otvoreni podaci. Podaci koje svatko može slobodno preuzeti, koristiti i dalje dijeliti, uz uvjete licence.

Načela FAIR. Podaci trebaju biti pronalazivi, dostupni, interoperabilni i ponovno upotrebljivi.

CC BY 4.0. Licenca koja dopušta svaku uporabu podataka uz navođenje izvora.

Osobni podatak. Svaka informacija o osobi koja je identificirana ili se može identificirati, uključujući podatke o lokaciji.

Kleveta. Kazneno djelo iznošenja ili pronošenja neistinite činjenične tvrdnje koja može škoditi časti ili ugledu, uz znanje da je neistinita.

Sukob interesa. Odnos ili interes koji bi mogao utjecati na odabir, tumačenje ili objavu rezultata.

Provjera znanja

1. Kojim redom treba obavijestiti o nalazu iznad granice ako ne postoji akutni rizik?
2. Zašto rečenica „sve je ispod granice” može dovesti do lažnog mira?
3. Na koliko decimala treba zaokružiti koordinate privatnog bunara za javnu objavu i zašto?
4. Što licenca CC BY 4.0 dopušta i što traži?
5. Zašto plan uzorkovanja treba objaviti prije nego što stignu nalazi?

Odgovori su na kraju knjige.

Znati znači birati

Na početku ove knjige postavljeno je jednostavno pitanje. Znamo li što jedemo? Nakon tridesetak poglavlja odgovor nije ni „da" ni „ne". Znamo mnogo više nego što se iz naslova u medijima čini, a manje nego što bismo mogli znati. Između ta dva odgovora nalazi se prostor u kojem svaki čitatelj može nešto učiniti.

Knjiga se oslanjala na tri poruke. Vrijedi im se vratiti, jer sada iza svake stoje primjeri, izračuni i izvori.

Opasnost nije isto što i rizik

Prva poruka glasi da ono što je u hrani prisutno nije nužno štetno, a ono što se ne traži ne znači da ga nema. U VI. dijelu ta je rečenica dobila brojeve. Riža s kadmijem ispod najveće dopuštene količine u našem primjeru daje od 6 do 12 % podnošljivog tjednog unosa, ali u prehrani u kojoj prosječni Europljanin već unosi četiri petine te količine iz drugih izvora. Jaja ispod propisane granice za PFAS mogu djetetu dati dvostruko više od podnošljivog unosa. Špinat s nitratima na samoj propisanoj granici, pojeden jednom tjedno, ostaje u prosjeku ispod prihvatljivog dnevnog unosa (pogl. 28).

Nijedan od tih zaključaka ne može se izvesti iz same koncentracije. Za svaki je potrebno znati koliko te hrane jedemo, koliko smo teški, koje druge izvore iste tvari imamo i pripadamo li skupini koja je osjetljivija od prosjeka (pogl. 30). Granica u propisu je pravna mjera, postavljena da zaštiti zdravlje, ali i da bude ostvariva u proizvodnji. Podnošljivi unos je zdravstvena mjera, postavljena za cijelu prehranu. Kad razlikujemo te dvije stvari, prestajemo se bojati svakog nalaza i prestajemo se smirivati svakim „ispod granice".

Druga polovica prve poruke jednako je važna. Službene kontrole pokrivaju ono što je propisano i ono što je planirano (pogl. 9). Jaja iz dvorišta, povrće iz vrta uz staru deponiju, voda iz bunara uz polje i smjese tvari koje se procjenjuju pojedinačno ostaju izvan uobičajenog nadzora. Ono što nitko nije mjerio nije dokazano sigurno. Ono je samo nepoznato.

Građanin može mnogo, ali mora znati granice svojih metoda

Druga poruka glasi da građanin može puno napraviti sam, ali mora znati granice kućnih metoda i kada je potreban laboratorij. U III. i IV. dijelu knjige opisano je što se može provjeriti deklaracijom, osjetilima, termometrom, refraktometrom i testnim trakama, i što se tim putem nikada ne može otkriti. U pogl. 31 vidjeli smo zašto. Pozitivan kućni test u kraju gdje je onečišćenje rijetko češće je lažan nego stvaran, a negativan test ne isključuje

problem ako je metoda neosjetljiva. Kućni test je dobar prvi korak, jer pokazuje gdje je laboratorij opravdan. Nije dobar posljednji korak, jer ne može nositi odluku o tome koga treba prijaviti, upozoriti ili imenovati.

Granice metode nisu razlog za odustajanje. One su razlog za skromnost u zaključku i za upornost u provjeri. Građanin koji kaže „moja traka je pokazala više od 50 mg/L, uzorak je poslan u laboratorij" govori istinu i potiče djelovanje. Građanin koji kaže „voda je zatrovana" možda govori istinu, ali to još ne zna.

Jedan dobar uzorak vrijedi više od deset loših

Treća poruka glasi da dobro uzet i dokumentiran uzorak vrijedi više od deset loše uzetih. V. dio knjige posvećen je upravo tome. Reprezentativnost, čist pribor, odgovarajuća posuda, hlađenje, zapisnik, lanac nadzora i akreditirani laboratorij nisu birokracija, nego razlika između podatka i glasine. Loše uzet uzorak ne daje slabiji podatak, nego daje podatak za koji ne znamo koliko je pogrešan. Takav podatak ne može se ni potvrditi ni opovrgnuti, pa ne pomaže nikome, ni potrošaču, ni proizvođaču, ni inspekciji.

Dobro dokumentiran uzorak ima i drugu vrijednost. Može se spojiti s drugim uzorcima. Deset susjeda koji su prema istom protokolu uzeli vodu iz svojih bunara mogu zajedno reći nešto što nijedan od njih ne može sam, na primjer koliki je udio onečišćenih bunara u selu i s kolikom nesigurnošću (pogl. 31). To je temelj građanske znanosti.

Od znanja do izbora

Naslov ovog zaključka glasi „Znati znači birati". Znanje o hrani nije cilj samo po sebi. Vrijedi onoliko koliko pomaže izboru. Izbor može biti osobni, na primjer koju ribu jesti u trudnoći, koliko jaja iz dvorišta dati djetetu ili kako kuhati rižu. Može biti zajednički, na primjer hoće li selo zatražiti sustavno ispitivanje bunara, hoće li udruga financirati analizu tla pod školskim vrtom ili hoće li općina provjeriti staru deponiju. Može biti i javni, na primjer hoće li se o nekom problemu govoriti brojevima ili strahom.

Za sve te izbore vrijedi ono što je opisano u pogl. 32. Rezultat se najprije provjerava, zatim se obavještava onaj tko može ukloniti uzrok i onaj tko je dužan nadzirati, a tek onda javnost. Brojevi se objavljuju s usporedbom i nesigurnošću. Podaci se otvaraju, a privatnost se štiti. Tko plaća, to se kaže.

Slika na sljedećoj stranici povezuje dijelove knjige u jedan krug. Svaki korak ima svoje poglavlje, a izbor na kraju kruga obično otvara novo pitanje, preciznije od prvoga.

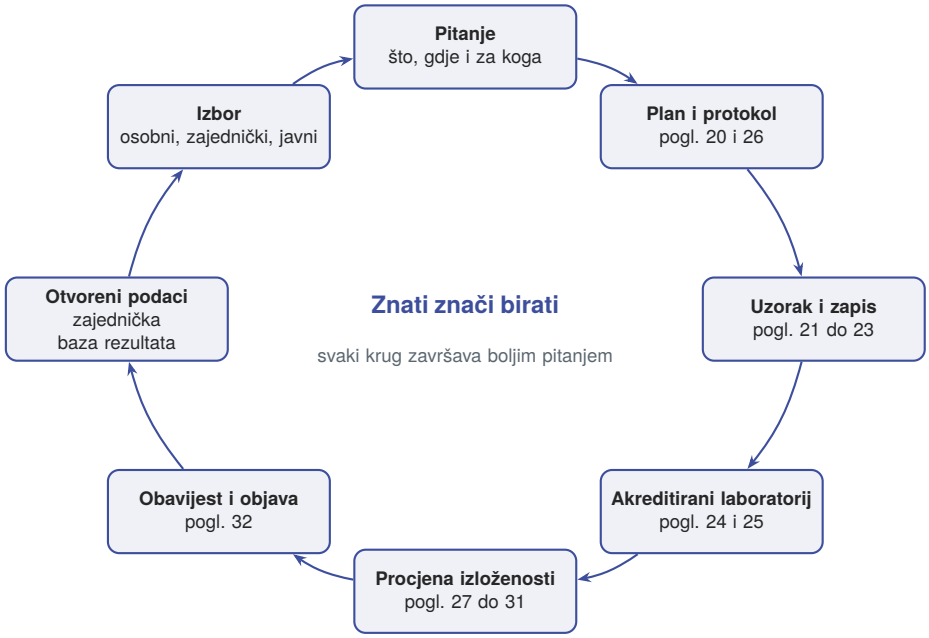
Poziv

Ova knjiga je nastala iz pitanja koja su građani postavljali na tribinama i u porukama, a na koja često nitko nije imao podatak. Program građanske znanosti udruge TERRA VERITAS pokušava taj podatak stvoriti. Cilj je zajednička, otvorena baza rezultata građanskih mjerenja, prikupljenih prema istim protokolima, s dokumentiranim uzorcima, analiziranih u akreditiranim laboratorijima i objavljenih uz zaštitu osobnih podataka.

Pozivamo Vas da se uključite na način koji Vam odgovara. Možete zabilježiti temperaturu svog hladnjaka tijekom jednog tjedna i podijeliti rezultat. Možete se pridružiti zajedničkom planu uzorkovanja u svom kraju (pogl. 26). Možete organizirati radionicu u školi ili udruzi uz okvire „Pokušajte sami" i priloge A do C. Možete upozoriti na mjesto za koje mislite da bi ga trebalo izmjeriti. Možete jednostavno pročitati sljedeću vijest o hrani i zapitati se govori li o opasnosti ili o riziku.

Udruga TERRA VERITAS djeluje na području cijele Hrvatske. Prateća mrežna stranica programa je https://terraveritas.eu, a udruzi se možete javiti na adresu e-pošte info @terraveritas.eu. Na stranici će biti objavljeni obrasci, proračunska tablica za izračun izloženosti i zajednička baza rezultata. U bazu se planiraju upisivati nalazi akreditiranih laboratorija. Rezultati kućnih i brzih testova, ako budu prihvaćeni, upisivat će se odvojeno i jasno označeni kao orijentacijski.

Ne trebate laboratorij u podrumu ni diplomu iz kemije. Trebate pitanje, protokol, bilježnicu i spremnost da rezultat prihvatite i kad nije onakav kakav ste očekivali. Sve ostalo nalazi se u ovoj knjizi, a ono što u njoj nedostaje naći ćemo zajedno.



Od pitanja do izbora. Podatak nastaje planom, uzorkom i laboratorijem, vrijednost dobiva procjenom izloženosti i odgovornom objavom, a u zajedničkoj bazi postaje temelj za osobne, zajedničke i javne izbore.

PRILOG A

Obrazac terenske bilježnice i zapisnika o uzorkovanju

Ovaj prilog sadrži tri obrasca. Obrazac A1 je jedna stranica terenske bilježnice, za jedno opažanje ili mjerenje (pogl. 10). Obrazac A2 je zapisnik o uzorkovanju na dvije stranice, za uzorak koji ide u laboratorij (pogl. 22 i 23). Obrazac A3 su naljepnice za posude s uzorkom.

- Pišite kemijskom olovkom ili vodootpornim flomasterom, ne grafitnom olovkom. Pogrešku prekrižite jednom crtom tako da ostane čitljiva, uz nju upišite ispravak i stavite paraf. Ništa ne brišite i ne prelijepite.
- Prazno polje prekrižite. Prekriženo polje kaže da ste na njega mislili i da podatka nema, a prazno polje ostavlja sumnju.
- Koordinate očitajte s mobitela u decimalnim stupnjevima. U bilježnicu ih upišite točno, a za objavu ih zaokružite. Tri decimale odgovaraju razmaku od oko 100 m, a dvije decimale razmaku od oko 1 km. Za privatne vrtove i bunare u objavi su dovoljne dvije decimale (pogl. 32).
- Oznaka uzorka je ista na zapisniku, naljepnici, fotografijama i u nazivu datoteka. Prijedlog oblika je `GODINA-MJESTO-BROJ`, na primjer `2026-OS-014`, a poduzorci dobivaju nastavak `A`, `B` ili `C`.

Zapisnik slijedi ono što propisi traže od službenog uzorkovanja. Uzorak se zatvara (plombira) na mjestu uzimanja, a zapis o uzorkovanju mora omogućiti nedvojbenu identifikaciju serije (broj serije, LOT) te sadržavati datum, mjesto i sve podatke koji mogu pomoći analitičaru (Europska komisija 2007., Prilog, toč. B.1.8). Iz homogeniziranog skupnog uzorka uzimaju se poduzorci za analizu, za obranu i za arbitražu (Europska komisija 2007., Prilog, toč. B.1.6), a subjekt u poslovanju s hranom ima pravo na drugo stručno mišljenje, za koje se, gdje je to izvedivo, uzima dovoljna količina uzorka (Europski parlament i Vijeće 2017., čl. 35). Građanin nije službena osoba i njegov uzorak nema snagu službenog uzorka, ali isti redoslijed postupaka čini nalaz provjerljivim. Zato zapisnik predviđa tri poduzorka. Poduzorak A ide na analizu, poduzorak B čuva se za protuanalizu u drugom laboratoriju, a poduzorak C ostaje zapečaćen kod svjedoka ili udruge.

OBRAZAC A1		**TERENSKA BILJEŽNICA**
Broj opažanja	Datum	Vrijeme (od i do)
Pitanje (na koje pitanje ovo opažanje odgovara?)		
Mjesto (opis, adresa, trgovina, vrt)	Koordinate, zaokružene na ____ decimale	
Vremenski uvjeti ☐ sunčano ☐ oblačno ☐ kiša ☐ vjetar ☐ u zatvorenom temperatura zraka _____ °C		
Opažanje (što vidite, mirišete, čujete; opisno, bez tumačenja)		

MJERENJE

Veličina	1. mjerenje	2. mjerenje	3. mjerenje	Instrument i jedinica

FOTOGRAFIJE I NAPOMENE

Broj fotografija	Nazivi datoteka (od … do …)
Mjerilo na fotografiji ☐ ravnalo ☐ kartica s mjerilom ☐ predmet poznate veličine ☐ bez mjerila	
Napomene (odstupanja od protokola, neobične okolnosti, što ponoviti)	
Opažač (ime)	Potpis

Obrazac se smije umnožavati za osobnu i nekomercijalnu uporabu.

OBRAZAC A2	ZAPISNIK O UZORKOVANJU (1/2)

Oznaka uzorka	Datum uzorkovanja	Vrijeme
Pitanje ili razlog uzorkovanja		

ŠTO JE UZORKOVANO

Matrica (vrsta hrane, vode ili tla)	Podrijetlo (zemlja, regija, gospodarstvo)
Proizvođač ili pakirer (naziv i adresa)	Serija (LOT)
Rok ☐ upotrijebiti do ☐ najbolje upotrijebiti do ☐ nema roka datum _____	

GDJE I KAKO JE NABAVLJENO

Mjesto nabave (trgovina, tržnica, gospodarstvo; adresa)	
Način nabave ☐ kupnja, račun br. _____ ☐ vlastiti uzgoj ili proizvodnja ☐ uz dopuštenje vlasnika; ime i potpis vlasnika _____	
Masa ili volumen skupnog uzorka	Broj jedinica (komada, pakiranja)
Posuda ☐ originalno pakiranje ☐ PE ili PP ☐ staklo ☐ sterilna boca ☐ drugo _____	
Kako je uzorak uzet (s kojih mjesta, koliko pojedinačnih uzoraka, kojim priborom, rukavice)	

PODUZORCI

Poduzorak	Oznaka	Masa	Plomba br.	Gdje se nalazi
A analiza				
B protuanaliza				
C čuvanje				

Obrazac se smije umnožavati za osobnu i nekomercijalnu uporabu.

OBRAZAC A2	ZAPISNIK O UZORKOVANJU (2/2)
Oznaka uzorka (prepisati s 1. stranice)	Broj fotografija i nazivi datoteka

PAKIRANJE I SVJEDOK

Temperatura uzorka pri pakiranju (°C)	Vrijeme pakiranja
Prijevoz ☐ prijenosni hladnjak s rashladnim uloškima ☐ smrznuto ☐ sobna temperatura	
Svjedok (ime i prezime, kontakt)	Potpis svjedoka
Uzorkovatelj (ime i prezime, kontakt)	Potpis uzorkovatelja

PREDAJA LABORATORIJU

Laboratorij (naziv, adresa)		
Datum i vrijeme predaje	Temperatura pri predaji (°C)	Predao (ime, potpis)
Tražene analize (parametri, metoda ako je poznata)		

LANAC NADZORA (SVAKA PROMJENA POSJEDA)

Datum i vrijeme	Predao	Primio	Plomba neoštećena
			☐ da ☐ ne
			☐ da ☐ ne

POTVRDA PRIMITKA (ISPUNJAVA LABORATORIJ)

Laboratorijski broj uzorka	Temperatura pri primitku (°C)
Stanje uzorka i plombe ☐ plomba neoštećena ☐ plomba oštećena ☐ posuda oštećena	
Ime i potpis primatelja	Pečat laboratorija

Obrazac se smije umnožavati za osobnu i nekomercijalnu uporabu.

OBRAZAC A3 — NALJEPNICE ZA UZORAK

Izrežite po crtkanim crtama i zalijepite na posudu, a preko spoja poklopca zalijepite plombu (naljepnicu s brojem ili traku koja se pri otvaranju trga). Naljepnicu ispunite prije nego što je zalijepite, vodootpornim flomasterom.

UZORAK · Znamo li što jedemo?

Oznaka _____

Matrica _____

Datum i vrijeme _____

Mjesto _____

Poduzorak ☐ A ☐ B ☐ C Plomba br. _____

UZORAK · Znamo li što jedemo?

Oznaka _____

Matrica _____

Datum i vrijeme _____

Mjesto _____

Poduzorak ☐ A ☐ B ☐ C Plomba br. _____

UZORAK · Znamo li što jedemo?

Oznaka _____

Matrica _____

Datum i vrijeme _____

Mjesto _____

Poduzorak ☐ A ☐ B ☐ C Plomba br. _____

UZORAK · Znamo li što jedemo?

Oznaka _____

Matrica _____

Datum i vrijeme _____

Mjesto _____

Poduzorak ☐ A ☐ B ☐ C Plomba br. _____

UZORAK · Znamo li što jedemo?

Oznaka _____

Matrica _____

Datum i vrijeme _____

Mjesto _____

Poduzorak ☐ A ☐ B ☐ C Plomba br. _____

UZORAK · Znamo li što jedemo?

Oznaka _____

Matrica _____

Datum i vrijeme _____

Mjesto _____

Poduzorak ☐ A ☐ B ☐ C Plomba br. _____

UZORAK · Znamo li što jedemo?

Oznaka _____

Matrica _____

Datum i vrijeme _____

Mjesto _____

Poduzorak ☐ A ☐ B ☐ C Plomba br. _____

Obrazac se smije umnožavati za osobnu i nekomercijalnu uporabu.

PRILOG B

Kontrolne liste za kupovinu, hladnjak i tržnicu

Tri kontrolne liste u ovom prilogu služe za sustavno opažanje, a ne za ocjenu trgovine ili prodavača. Kućicu označite kad je stavka provjerena i u redu. Kad nije u redu, kućicu ostavite praznom i u napomeni upišite što ste vidjeli, a ako je moguće priložite fotografiju s mjerilom (prilog A). Jedna lista vrijedi za jedan posjet, pa se ponovljeni posjeti mogu uspoređivati.

Lista B1 prati obvezne podatke na deklaraciji. Uredba o informiranju potrošača propisuje popis obveznih podataka, među kojima su naziv hrane, popis sastojaka, istaknuti alergeni, neto količina, datum minimalne trajnosti ili rok upotrebe, posebni uvjeti čuvanja te ime i adresa subjekta u poslovanju s hranom (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 9). Nakon isteka roka „upotrijebiti do" hrana se smatra nesigurnom (Europski parlament i Vijeće 2011.b, čl. 24). Čitanje deklaracije je opisano u pogl. 11.

Lista B2 prati hladnjak i zamrzivač. Svjetska zdravstvena organizacija raspon od 5 °C do 60 °C naziva opasnim područjem, jer se u njemu mikroorganizmi brzo razmnožavaju. Ista organizacija preporučuje odvajanje sirove od kuhane hrane, spremanje ostataka jela na hladno unutar dva sata od pripreme i odmrzavanje u hladnjaku, a ne na sobnoj temperaturi (World Health Organization 2006.b). Brzo smrznuta hrana se čuva na −18 °C ili niže (Vijeće Europskih zajednica 1989., čl. 5). Kako izmjeriti temperaturu hladnjaka termometrom opisano je u pogl. 13.

Lista B3 služi za tržnicu i prodaju izravno s gospodarstva, a uvjeti prodaje su opisani u pogl. 17. Prije opažanja u trgovini pročitajte i pogl. 16 o tome što kupac smije, a što ne smije.

OBRAZAC B1	KONTROLNA LISTA ZA JEDNU KUPOVINU	
Datum i vrijeme	Trgovina (naziv, mjesto)	Proizvod

DEKLARACIJA

- ☐ Naziv hrane je jasan (ne samo trgovačko ime).
- ☐ Postoji popis sastojaka, poredan po udjelu.
- ☐ Alergeni su u popisu sastojaka istaknuti (podebljano, drugim slovima ili bojom).
- ☐ Količina sastojka iz naziva (npr. udio voća u „voćnom" jogurtu) je navedena u postotku.
- ☐ Neto količina je navedena (g, kg, mL, L), a kod hrane u nalijevu i ocijeđena masa.
- ☐ Rok je čitljiv i jasno je je li „upotrijebiti do" ili „najbolje upotrijebiti do".
- ☐ Rok nije istekao na dan kupnje. datum roka _____
- ☐ Navedeni su uvjeti čuvanja (npr. „čuvati na temperaturi do ...").
- ☐ Navedeni su ime i adresa proizvođača, pakirera ili uvoznika.
- ☐ Navedena je zemlja ili mjesto podrijetla (gdje je obvezno ili gdje bi izostanak zavaravao).
- ☐ Postoji oznaka serije (LOT). LOT _____
- ☐ Postoji nutritivna deklaracija.
- ☐ Tekst je na hrvatskom jeziku i dovoljno velikim slovima da se može pročitati.

PAKIRANJE I ČUVANJE U PRODAVAONICI

- ☐ Pakiranje je neoštećeno, nije napuhnuto, probušeno ni ponovno zalijepljeno.
- ☐ Limenka nije ispupčena, udubljena na spoju ni zahrđala.
- ☐ Rashlađeni proizvod je bio u hladnjaku. pokazivač vitrine _____ °C
- ☐ Smrznuti proizvod je tvrd, bez nakupina leda i inja u pakiranju.
- ☐ Proizvod nije stajao na suncu ili uz izvor topline.

Napomene i brojevi fotografija

Obrazac se smije umnožavati za osobnu i nekomercijalnu uporabu.

OBRAZAC B2	KONTROLNA LISTA ZA HLADNJAK I ZAMRZIVAČ	
Datum	Vrijeme mjerenja	Termometar (vrsta)

TEMPERATURA (TERMOMETAR U ČAŠI VODE, OČITATI NAKON NAJMANJE 8 SATI)

Mjesto	1. dan (°C)	2. dan (°C)	3. dan (°C)	Napomena
Gornja polica				
Srednja polica				
Donja polica				
Vrata				
Zamrzivač				

HLADNJAK

- ☐ Temperatura na srednjoj polici je 5 °C ili niža.
- ☐ Sirovo meso i riba su u zatvorenim posudama, na najnižoj polici, ispod gotove hrane.
- ☐ Ostaci jela su u zatvorenim posudama, označeni datumom pripreme.
- ☐ Kuhana hrana je u hladnjak spremljena unutar dva sata od pripreme.
- ☐ Proizvodi s istekom roka „upotrijebiti do" su izdvojeni.
- ☐ Otvorena pakiranja su zatvorena i označena datumom otvaranja.
- ☐ Hladnjak nije prepun, zrak kruži između namirnica.
- ☐ Brtva vrata je čista i dobro prianja (papir pritisnut vratima ne izvlači se lako).
- ☐ Nema tekućine, plijesni ni mirisa kvarenja na policama i u ladicama.

ZAMRZIVAČ

- ☐ Temperatura je −18 °C ili niža.
- ☐ Pakiranja su označena sadržajem i datumom zamrzavanja.
- ☐ Nema debelog sloja leda ni inja.
- ☐ Hrana se odmrzava u hladnjaku, a ne na kuhinjskom pultu.

Napomene (što je promijenjeno nakon provjere)

Obrazac se smije umnožavati za osobnu i nekomercijalnu uporabu.

OBRAZAC B3		KONTROLNA LISTA ZA TRŽNICU
Datum i vrijeme	Tržnica ili prodajno mjesto	Temperatura zraka (°C)
Štand (broj ili opis, bez imena osoba)	Vrsta robe	

PODACI O ROBI

- ☐ Istaknuta je zemlja ili mjesto podrijetla voća i povrća.
- ☐ Istaknuta je cijena po kilogramu ili komadu.
- ☐ Za jaja, med, sir i mesne proizvode jasno je tko ih je proizveo (ime, adresa ili oznaka).
- ☐ Pakirani proizvodi (med, sir, sokovi) imaju deklaraciju (lista B1).
- ☐ Vaga je postavljena tako da kupac vidi zaslon.

UVJETI PRODAJE

- ☐ Kvarljiva roba (meso, riba, mliječni proizvodi) je u rashladnoj vitrini ili na ledu.
  pokazivač temperature _____ °C
- ☐ Riba je pokrivena ledom, a led se ne topi u lokvu ispod ribe.
- ☐ Roba je zaštićena od sunca, kiše, prašine i kukaca.
- ☐ Roba ne stoji izravno na tlu.
- ☐ Sirovo meso i riba su odvojeni od gotove hrane (sir, pekarski proizvodi).
- ☐ Prodavač ne dira hranu istom rukom kojom uzima novac, ili koristi hvataljku ili rukavicu.
- ☐ Pribor i daske za rezanje su čisti, odvojeni za sirovo i gotovo.
- ☐ Postoji voda za pranje ruku na prodajnom mjestu ili u blizini.

Napomene i brojevi fotografija (fotografirajte robu i uvjete, ne lica ljudi)

Obrazac se smije umnožavati za osobnu i nekomercijalnu uporabu.

PRILOG C

Tablica uzorkovanja po matricama

Tablica C.1 na sljedećim stranicama sažima koliko uzorka uzeti, u kakvu posudu, kako ga čuvati i do kada ga dostaviti laboratoriju. Objašnjenja su u pogl. 20 do 23. Najmanje količine su preuzete iz propisa EU o metodama uzorkovanja za službene kontrole. Ti propisi vrijede za inspekcije, ali su dobra mjera i za građanina, jer laboratorij tako zna da uzorak odgovara onome na što se granične vrijednosti odnose.

- Količine su najmanje količine *skupnog* uzorka. Za tri poduzorka (A analiza, B protuanaliza, C čuvanje, prilog A) potrebna je otprilike trostruka količina.
- Za metale, dioksine i PFAS skupni uzorak ima najmanje 1 kg ili 1 L, osim kad to nije moguće (na primjer kad je uzorak jedno pakiranje) (Europska komisija 2007.; Europska komisija 2017.; Europska komisija 2022.e). Za mikotoksine u maloprodaji skupni uzorak ima najmanje 1 kg (Europska komisija 2023.e, Prilog I, dio II, toč. A.5), a ta uredba je od 1. travnja 2024. zamijenila Uredbu (EZ) br. 401/2006 (Europska komisija 2023.e, čl. 4 i 5). Za ostatke pesticida količine su iz propisa o uzorkovanju za ostatke pesticida (Europska komisija 2026.e).
- Posuda je čista, inertna i ne smije otpuštati ni upijati tvar koja se traži (Europska komisija 2007., Prilog, toč. B.1.7). Za PFAS stakleni spremnici nisu dopušteni, a pribor i posude ne smiju sadržavati fluoropolimere (teflon, PTFE, PVDF) (Europska komisija 2022.e, Prilog, toč. A.1.5 i A.1.7). Za dioksine i PCB dopušteni su staklo, aluminij, polipropilen (PP) i polietilen (PE) (Europska komisija 2017.), a za PAH prednost ima staklo zaštićeno od svjetla (Europska komisija 2011.c).
- Oznake izvora u tablici su [P] Provedbena uredba (EU) 2026/765, koja se primjenjuje od 1. siječnja 2027. i zamjenjuje Direktivu 2002/63/EZ (Europska komisija 2026.e, čl. 6), a do tada vrijede vrijednosti iz te direktive (Europska komisija 2002.) (razlike su kod jaja, 12 umjesto 10 kokošjih jaja, i kod vrlo krupnih plodova), [M] Uredba (EZ) br. 333/2007 s izmjenom (Europska komisija 2007.; Europska komisija 2011.c), [D] Uredba (EU) 2017/644 (Europska komisija 2017.), [F] Provedbena uredba (EU) 2022/1428 (Europska komisija 2022.e), [T] Provedbena uredba (EU) 2023/2782 (Europska komisija 2023.e), [Š] uputa Nastavnog zavoda za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar (Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar 2023.) i [H] uputa Centra za tlo HAPIH-a (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za tlo 2019.).
- Rokovi dostave za hranu su preporuke, a ne propisane vrijednosti. Prije uzorkovanja dogovorite s laboratorijem dan predaje, posudu i količinu (pogl. 24).

Tablica C.1. Uzorkovanje po matricama. Količine su najmanje količine skupnog uzorka.

Matrica	Količina	Posuda	Čuvanje i prijevoz	Dostava
Voće i povrće, sitno (bobice, grašak; komad do 25 g)	1 kg [P]; za metale najmanje 1 kg [M]	čista PE vrećica ili originalno pakiranje; ne prati, ne guliti, ne rezati	hlađeno, ne zamrzavati	isti ili sljedeći dan
Voće i povrće, srednje (jabuke, naranče; od 25 do 250 g)	1 kg, najmanje 10 komada [P]	kao gore	hlađeno, ne zamrzavati	isti ili sljedeći dan
Voće i povrće, krupno (kupus, krastavci, grozdovi; od 250 do 1000 g)	2 kg, najmanje 5 komada [P]	kao gore	hlađeno, ne zamrzavati	isti ili sljedeći dan
Voće i povrće, vrlo krupno (bundeve, dinje; iznad 1 kg)	2 kg, najmanje 3 komada [P]	kao gore	hlađeno, ne zamrzavati	isti ili sljedeći dan
Žitarice u zrnu (pšenica, kukuruz, riža)	mikotoksini u maloprodaji najmanje 1 kg [T]; pesticidi 1 kg [P]; više pakiranja iste serije	originalno pakiranje ili papirnata vrećica u PE vrećici	suho, tamno, sobna temperatura	unutar tjedan dana
Brašno	mikotoksini najmanje 1 kg [T]; pesticidi 0,5 kg [P]	zatvoreno originalno pakiranje	suho, tamno, sobna temperatura	unutar tjedan dana
Med	pesticidi 0,5 kg u pakiranjima [P]; metali najmanje 1 kg ili cijela jedinica [M]; za ostatke lijekova i patvorenje prema laboratoriju	zatvorena originalna staklenka iste serije; za PFAS ne staklo	tamno, sobna temperatura, ne zagrijavati	unutar tjedan dana
Meso (svinjsko, goveđe, ovčje)	ostaci 0,5 kg bez kosti [P]; PFAS 1 kg od najmanje jedne životinje [F]; metali i dioksini najmanje 1 kg	originalno pakiranje ili PE vrećica; za PFAS bez teflona i stakla	hlađeno; za kemijske analize smije se zamrznuti, za mikrobiološke ne	hlađeno do 24 h, smrznuto po dogovoru

nastavak na sljedećoj stranici

Tablica C.1, nastavak

Matrica	Količina	Posuda	Čuvanje i prijevoz	Dostava
Perad	ostaci 0,5 kg bez kože i kosti, od najmanje tri ptice [P]; PFAS 1 kg od najmanje tri životinje [F]	kao meso	kao meso	kao meso
Riba	najmanje 1 kg; sitna riba (do 1 kg) cijela; veća riba srednji dio, najmanje 100 g po ribi [M, F]	zatvorena PE vrećica, za PFAS bez teflona i stakla	na ledu u zatvorenoj vrećici, ili smrznuto	hlađeno do 24 h, smrznuto po dogovoru
Jaja	pesticidi 10 kokošjih ili 6 pačjih ili guščjih jaja [P]; dioksini najmanje 12 jaja [D]; PFAS najmanje 1 kg [F], što je od 16 do 19 jaja razreda M u ljusci (od 53 do 63 g (Europska komisija 2023.b, čl. 5.)); ako laboratorij masu računa bez ljuske, nekoliko jaja više	originalno pakiranje u čistoj PE vrećici	hlađeno, uspravno, zaštićeno od udaraca	unutar nekoliko dana
Mlijeko	ostaci 0,5 L [P]; aflatoksin M1 najmanje 1 L [T]; metali najmanje 1 L [M]	zatvoreno originalno pakiranje ili čista PE ili PP boca	hlađeno, ne zamrzavati	isti dan, najkasnije za 24 h
Sir	0,5 kg (komadi od 0,3 kg i veći) ili 0,3 kg (manji komadi); okrugli sir rezati s dva reza iz središta [P]	originalno pakiranje ili PE vrećica	hlađeno	isti dan, najkasnije za 24 h
Voda za piće, kemijska analiza	oko 1 L za osnovnu analizu [Š]; za metale i PFAS prema laboratoriju	boca iz laboratorija, napunjena do vrha; za metale često zakiseljena	hlađeno	isti dan; inače u hladnjaku (oko 4 °C) do 24 h [Š]

nastavak na sljedećoj stranici

Tablica C.1, nastavak

Matrica	Količina	Posuda	Čuvanje i prijevoz	Dostava
Voda za piće, mikrobiološka analiza	sterilna boca od 500 mL [Š]	sterilna boca iz laboratorija; ne puniti do vrha (ostaviti oko 3 cm); ne dirati grlo boce ni unutrašnjost čepa	hlađeno	isti dan; inače u hladnjaku (oko 4 °C) do 24 h [Š]
Tlo iz vrta	oko 1 kg svježeg tla, skupni uzorak od 20 do 25 pojedinačnih uboda, za povrće od 0 do 30 cm [H]; za gredicu dopušteno od 0 do 20 cm, za travnjak s djecom ili kokošima od 0 do 5 cm (pogl. 22), ali ista dubina za sve ubode	čista čvrsta plastična vrećica [H] za metale; staklo ili aluminijska folija za organske tvari	ako se ne dostavlja odmah, osušiti na zraku pri sobnoj temperaturi [H]	za metale unutar nekoliko tjedana, za organske tvari unutar nekoliko dana

Napomene uz tablicu

- **Voda iz slavine.** Skinite mrežicu i nastavke, otvor slavine opalite upaljačem ili dezinficirajte alkoholom, pustite hladnu vodu da teče od 3 do 5 minuta, a bocu punite ne dodirujući slavinu (Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar 2023.). Uzorkovanje vode za mikrobiološku analizu uređuje norma HRN EN ISO 19458 (International Organization for Standardization 2006.), koja razlikuje uzorak vode iz sustava od uzorka vode kakvu potrošač pije. Zato laboratoriju recite koje je pitanje (pogl. 15). Norma uređuje i prijevoz i vrijeme do početka analize, a laboratorij Vam u svojoj uputi navodi koje uvjete traži. Ako uputa ne kaže drukčije, uzorak dostavite isti dan, a najkasnije za 24 sata uz čuvanje u hladnjaku (Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar 2023.).
- **Voda iz bunara.** Vodu zahvatite posudom koja se inače koristi i iz nje prelijte u bocu, bez uranjanja boce (Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar 2023.).
- **Riba.** Srednji dio ribe je oko leđne peraje ili na pola puta između škržnog otvora i analnog otvora (Europska komisija 2022.e, Prilog, toč. A.2.3).
- **Mikrobiološke analize hrane.** Uzorak se ne zamrzava i dostavlja se hlađen, što prije. U koordiniranom programu praćenja listerije u hrani spremnoj za konzumaciju u EU uzorci su se prevozili na temperaturi od 2 do 8 °C i morali su stići u laboratorij unutar 24 sata od uzorkovanja, iznimno unutar 48 sati (Europska komisija 2010.a, Prilog I., dio B). Tehnike uzorkovanja hrane za mikrobiološku analizu opisuje norma HRS CEN ISO/TS 17728 (International Organization for Standardization 2015.). Točne uvjete dogovorite s laboratorijem, a vrijeme od uzimanja do predaje upišite u zapisnik (obrazac A2).
- **Tlo.** Za metale alat i posuda za miješanje ne smiju sadržavati metale koje tražite. Pocinčani alat prevučen je cinkom, a mjed je slitina bakra i cinka, pa za uzorkovanje obično služe plastična

lopatica ili alat od nehrđajućeg čelika i čista plastična posuda. Koji alat laboratorij prihvaća, provjerite s njim. Uzorak skinite s površine bez trave i korijenja, a poduzorke uzmite jednako duboko. Uputa HAPIH-a namijenjena je agrokemijskoj analizi, pa dubinu i masu uzorka za onečišćenja dogovorite s laboratorijem (pogl. 22).

PRILOG D

Akreditirani laboratoriji u Hrvatskoj

Granice metode · stanje 29. listopada 2026.

Popis je izrađen prema registru Hrvatske akreditacijske agencije (HAA) 29. listopada 2026. (Hrvatska akreditacijska agencija 2026.). Akreditacije se izdaju na određeno vrijeme, a opseg se mijenja pri svakom nadzoru, pa prije slanja uzorka provjerite u registru je li akreditacija važeća i obuhvaća li baš Vašu matricu, Vaš analit i metodu. Opseg u tablici je sažetak priloga potvrdi o akreditaciji, a ne potpuni popis metoda. Laboratorij može obavljati i analize izvan opsega akreditacije, ali njihov rezultat nema istu dokaznu vrijednost (pogl. 24). Popis ne sadrži cijene.

Uvršteni su laboratoriji akreditirani prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 za ispitivanje hrane ili vode za ljudsku potrošnju. Kontakti su službeni podaci ustanova iz registra ili s njihovih mrežnih stranica. Kada je u registru naveden samo broj mobilnog telefona, naveli smo mrežnu stranicu.

D.1 Kako pretraživati registar

Registar je javan na adresi https://akreditacija.gov.hr/frontend/registar-akreditacija. Upišite naziv laboratorija ili broj akreditacije, a zatim otvorite prilog potvrdi o akreditaciji. U prilogu su za svaku metodu navedeni predmet ispitivanja (matrica), svojstvo (analit), oznaka metode i, za fleksibilni opseg, skupina metoda. Kako odabrati laboratorij i što ga pitati prije slanja uzorka, opisano je u pogl. 24, a kako pripremiti uzorak u pogl. 22 i prilogu C.

D.2 Popis laboratorija

Opseg u tablici sažet je iz teksta priloga potvrdama o akreditaciji u registru. Kod laboratorija s fleksibilnim opsegom (npr. Bioinstitut) popis pojedinih tvari objavljuje sam laboratorij, pa ga provjerite na njegovoj mrežnoj stranici.

Tablica D.1. Laboratoriji akreditirani za ispitivanje hrane ili vode za piće, prema registru HAA (Hrvatska akreditacijska agencija 2026.).

Laboratorij i kontakt	Br.	Opseg (sažetak)
Hrvatski zavod za javno zdravstvo i županijski zavodi		
Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Služba za zdravstvenu ekologiju Rockefellerova 7, Zagreb; 01 4863 315; hzjz.hr	1041	metali, pesticidi, mikotoksini, dioksini i PCB, PAH, aditivi, alergeni, GMO, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), vino, materijali u dodiru s hranom, nutritivni sastav
Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar", Služba za zdravstvenu ekologiju Mirogojska cesta 16, Zagreb; stampar.hr	1040	metali, pesticidi, mikotoksini, dioksini i PCB, PAH, ostaci veterinarskih lijekova, aditivi, alergeni, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), med, vino, materijali u dodiru s hranom, nutritivni sastav
Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije Franje Krežme 1, Osijek; zzjzosijek.hr	1183	metali, PAH, aditivi, alergeni, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), med, materijali u dodiru s hranom
Nastavni zavod za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske županije Vukovarska 46, Split; 021 401 129; nzjz-split.hr	1166	metali, PAH, aditivi, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), med, maslinovo ulje, nutritivni sastav
Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije Krešimirova 52a, Rijeka; zzjzpgz.hr	1127	metali, pesticidi, mikotoksini, dioksini i PCB, PAH, aditivi, alergeni, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), med, vino
Nastavni zavod za javno zdravstvo Istarske županije Nazorova 23, Pula; 052 529 060; nzzjziz.hr	1145	metali, pesticidi, dioksini i PCB, PAH, aditivi, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), nutritivni sastav
Zavod za javno zdravstvo Zadar Ljudevita Posavskog 7a, Zadar; 023 300 846; zjz-zadar.hr	1173	metali, aditivi, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), maslinovo ulje
Zavod za javno zdravstvo Šibensko-kninske županije Matije Gupca 74, Šibenik; zzjz-sibenik.hr	1363	mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija)
Zavod za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije Dr. Ante Šercera 4a, Dubrovnik; 020 341 040; zzjzdnz.hr	1285	aditivi, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija)
Zavod za javno zdravstvo Varaždinske županije Ivana Meštrovića 1/11, Varaždin; zzjzzv.hr	1272	metali, PAH, aditivi, alergeni, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), nutritivni sastav

Laboratorij i kontakt	Br.	Opseg (sažetak)
Zavod za javno zdravstvo Koprivničko-križevačke županije Trg Tomislava dr. Bardeka 10/10, Koprivnica; 048 655 132; zzjz-kkz.hr	1260	mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija)
Zavod za javno zdravstvo Bjelovarsko-bilogorske županije Matice hrvatske 15, Bjelovar; 043 247 221; zzjz-bjelovar.hr	1339	voda za piće, med (akreditacija u registru vrijedi do 1. 11. 2026., pa provjerite je li obnovljena)
Zavod za javno zdravstvo „Sveti Rok" Virovitičko-podravske županije Ljudevita Gaja 21, Virovitica; 033 781 410; zzjzvpz.hr	1246	mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), med
Zavod za javno zdravstvo Požeško-slavonske županije Županijska 9, Požega; zjz-pozega.hr	1239	voda za piće (kemija i mikrobiologija), med
Nastavni zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije Vladimira Nazora 2a, Slavonski Brod; 035 447 228; zzjzbpz.hr	1200	voda za piće (kemija i mikrobiologija)
Zavod za javno zdravstvo Sisačko-moslavačke županije, Odsjek za kemiju voda Ulica kralja Tomislava 1, Sisak; 044 567 184; zzjz-sk.hr	1733	voda za piće (kemija)
Zavod za javno zdravstvo Karlovačke županije Obala Vladimira Mažuranića 34, Karlovac; 047 411 278; zjzka.hr	1274	mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija)
Zavod za javno zdravstvo Ličko-senjske županije Senjskih žrtava 17, Gospić; 053 574 860; zzjzlsz.hr	1210	voda za piće
Zavod za javno zdravstvo Krapinsko-zagorske županije Zivtov trg 3, Zabok; 049 221 611; zzjzkzz.hr	1154	mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija)
Zavod za javno zdravstvo Zagrebačke županije Školska 2, Rakitje; 01 2889 058; zzjz-zz.hr	1227	mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija)
Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu i Hrvatski veterinarski institut		
HAPIH, Centar za kontrolu kvalitete stočarskih proizvoda Poljana Križevačka 185, Križevci; 048 279 072; hapih.hr	1061	mlijeko, med, mikotoksini, nutritivni sastav

Laboratorij i kontakt	Br.	Opseg (sažetak)
HAPIH, Centar za vinogradarstvo, vinarstvo i uljarstvo Gorice 68b, Zagreb; 01 4629 210; hapih.hr	1022	vino, maslinovo ulje (fizikalno-kemijska i senzorska analiza)
HAPIH, Centar za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Središnji laboratorij Usorska 19, Brijest (Osijek); 031 275 705; hapih.hr	1408	GMO u sjemenu, hrani i hrani za životinje
Hrvatski veterinarski institut Savska cesta 143, Zagreb; veinst.hr	1150	metali, pesticidi, mikotoksini, PCB, PAH, ostaci veterinarskih lijekova, aditivi, alergeni, mikrobiologija hrane, voda za piće, med, mlijeko, biotoksini školjkaša, nutritivni sastav
Hrvatski veterinarski institut, podružnice Veterinarski zavod Križevci, Rijeka, Split i Vinkovci Križevci, Ivana Zakmardija Dijankovečkog 10; Rijeka, Podmurvice 29; Split, Poljička cesta 33; Vinkovci, J. Kozarca 24	1150	mikrobiologija i analitička kemija (u istoj potvrdi o akreditaciji kao središnji institut)
Privatni laboratoriji		
Bioinstitut d.o.o. R. Steinera 7, Čakovec; bioinstitut.hr	1073	metali, pesticidi, PFAS u vodi, dioksini i PCB, PAH, aditivi, alergeni, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), vino, mlijeko
Sample Control d.o.o. Puškarićeva 18, Lučko (Zagreb); sample-control.hr	1257	metali, pesticidi, mikotoksini, PFAS u hrani, dioksini i PCB, PAH, ostaci veterinarskih lijekova, aditivi, alergeni, GMO, DNA vrste, mikrobiologija hrane, voda za piće, med, vino, maslinovo ulje, materijali u dodiru s hranom, nutritivni sastav
Eurofins Croatiakontrola d.o.o. Karlovačka cesta 4L, Zagreb; eurofins.hr	1049	metali, pesticidi, mikotoksini, dioksini i PCB, PAH, aditivi, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), vino, nutritivni sastav
Inspecto d.o.o. Vukovarska cesta 239b, Osijek (laboratoriji u Đakovu i Nemetinu); 031 228 605; inspecto.hr	1105	metali, pesticidi, mikotoksini, dioksini i PCB, PAH, aditivi, alergeni, GMO, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), med, vino, materijali u dodiru s hranom, nutritivni sastav
Labosan d.o.o. Slavonska avenija 26/1, Zagreb; J. J. Strossmayera 106, Virovitica; labosan.hr	1381	aditivi, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija)

Laboratorij i kontakt	Br.	Opseg (sažetak)
E.C. Inspekt d.o.o. Josipa Pupačića 2, Zagreb; 01 3815 042; ec-inspekt.hr	1554	metali, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija), vino
Euroinspekt-Agroinspekt d.o.o. Preradovićeva 31a, Zagreb; 01 4817 179; agroinspekt.hr	1481	aditivi, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija)
J.S. Hamilton d.o.o., Laboratorij Ante Starčevića 15, Zadar; hamiltonlab.hr	1431	aditivi, mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija)
RiEKO-LAB d.o.o. Janka Polić Kamova 19, Rijeka; 051 436 484; rieko-lab.hr	1378	mikrobiologija hrane, voda za piće (kemija i mikrobiologija)
Inginspekt-Opatija d.o.o. Frana Supila 2a, Matulji; 051 272 241	1282	voda za piće (kemija i mikrobiologija)
Agro Simpa d.o.o., Laboratorij za analizu meda i pčelinjeg voska Stjepana Radića 107, Petrinja; agrosimpa.hr	1742	med
Fakulteti, instituti i državna tijela		
Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Centar za kontrolu namirnica Jagićeva 31, Zagreb; 01 3740 090; ckn.pbf.hr	1110	metali, mikotoksini, aditivi, mikrobiologija hrane, materijali u dodiru s hranom, nutritivni sastav
Agronomski fakultet, Referentni laboratorij za mlijeko i mliječne proizvode Svetošimunska cesta 25, Zagreb; 01 2393 904; rlm.agr.hr	1081	mlijeko, mikotoksini, ostaci veterinarskih lijekova, nutritivni sastav
Institut za poljoprivredu i turizam Karla Huguesa 8, Poreč; 052 408 342; iptpo.hr	1185	maslinovo ulje, vino
Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Enološki laboratorij Put Duilova 11, Split; krs.hr	1202	vino
Sveučilište u Dubrovniku, Zavod za mediteranske kulture Marka Marojice 4, Dubrovnik; 020 445 963	1322	vino, maslinovo ulje
Institut za oceanografiju i ribarstvo, Laboratorij za plankton i toksičnost školjkaša Šetalište I. Meštrovića 63, Split; 021 408 000; izor.hr	1171	biotoksini u školjkašima
Institut Ruđer Bošković, Laboratorij za radioekologiju Bijenička cesta 54, Zagreb; irb.hr	1162	radioaktivnost u hrani i vodi za piće
Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada Ksaverska cesta 2, Zagreb; 01 4682 585; imi.hr	1288	radioaktivnost u hrani i vodi za piće

Laboratorij i kontakt	Br.	Opseg (sažetak)
Carinska uprava, Carinski laboratorij Alexandera von Humboldta 4a, Zagreb; 01 6511 627; carina.gov.hr	1572	vino, alkoholna pića, sastav poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda

D.3 Napomene uz popis

- Zavodi za javno zdravstvo Međimurske i Vukovarsko-srijemske županije u registru nemaju akreditirani laboratorij za hranu ili vodu za piće (Međimurski zavod ima akreditaciju samo za kliničku mikrobiologiju). Analize hrane i vode nude na svojim stranicama, pa ih pitajte koje su metode akreditirane.
- Centar za zaštitu bilja i Centar za tlo HAPIH-a akreditirani su za biljne štetnike, sredstva za zaštitu bilja i tlo (Centar za tlo i za bjelančevine u žitaricama), a ne za ostatke u hrani. U registru nismo pronašli zaseban laboratorij HAPIH-a za ostatke pesticida u hrani.
- Institut za vode Josip Juraj Strossmayer (broj 1734) akreditiran je za prirodne vode, među ostalim za PFAS, pesticide, metale i PAH, ali u opsegu nismo pronašli vodu za ljudsku potrošnju. Za vodu iz bunara pitajte ga obuhvaća li akreditacija Vašu matricu.
- Neki laboratoriji imaju više lokacija (npr. Inspecto, Labosan, Hrvatski veterinarski institut), a akreditacija ne mora obuhvaćati iste metode na svim lokacijama.
- Certifikacijska i inspekcijska tijela (npr. SGS, Bureau Veritas) u registru nisu navedena kao ispitni laboratoriji za hranu u Hrvatskoj.

PRILOG E

Granične vrijednosti za najvažnije onečišćivače

U OVOM POGLAVLJU

- najveće dopuštene količine metala, PFAS-a, dioksina, mikotoksina, nitrata i PAH-a u odabranim namirnicama
- vrijednosti parametara za vodu za piće prema europskoj direktivi i hrvatskom pravilniku
- opća granica za ostatke pesticida
- toksikološke referentne vrijednosti EFSA-e s kojima se uspoređuje izloženost

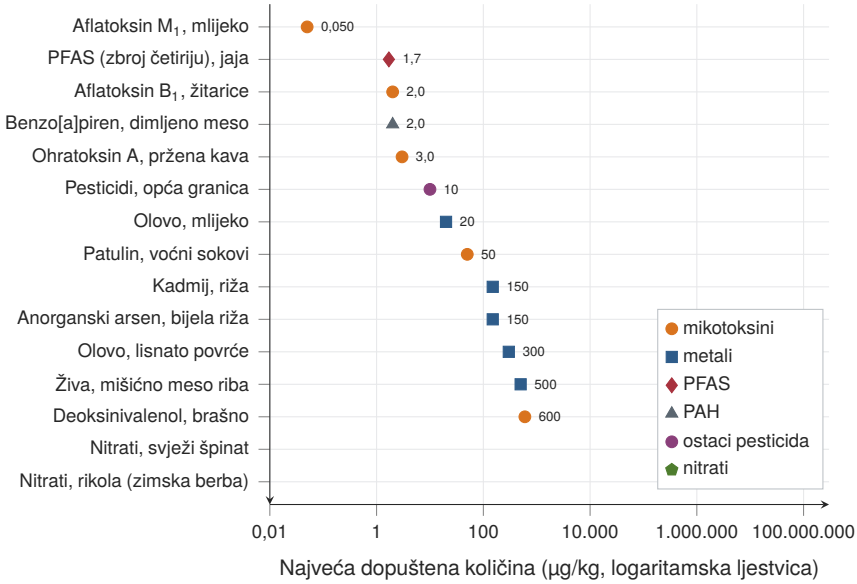
Granice metode · stanje u listopadu 2026.

Tablice su provjerene u listopadu 2026. u pročišćenom tekstu Uredbe (EU) 2023/915 od 19. kolovoza 2026., koji uključuje jedanaest izmjena (od Uredbe 2023/1510 do Uredbe 2026/1825) (Europska komisija 2026.i). Propis se mijenja nekoliko puta godišnje, pa prije usporedbe nalaza provjerite važeći pročišćeni tekst na EUR-Lexu. Stupac „Točka" navodi točku Priloga I. Uredbi 2023/915 ili Prilogu I. Direktivi (EU) 2020/2184 da biste je mogli brzo pronaći.

Tablice nisu potpune. Izabrane su namirnice koje se spominju u knjizi. Mnoge granice vrijede samo za dio namirnice (jestivi dio, mišićno meso ribe, oguljeni krumpir) ili za mokru masu, a za prerađenu i sušenu hranu primjenjuje se preračunavanje prema članku 3. Uredbe. Za dojenačku i dječju hranu vrijede posebne, niže granice koje ovdje većinom nisu navedene.

Najveća dopuštena količina je pravna granica, a ne granica između bezopasnog i štetnog (pogl. 8). Uspoređuje se s rezultatom uz mjernu nesigurnost, kako je opisano u pogl. 25, a vlastita izloženost računa se prema pogl. 28 i radnom listu u prilogu F.

Slika E.1 prikazuje odabrane granice iz ovog priloga na zajedničkoj ljestvici. Između granice za aflatoksin M_1 u mlijeku i granice za nitrate u rikoli je osam redova veličine, pa se nalaz uvijek uspoređuje s granicom za istu tvar u istoj namirnici, a nikad s granicom za drugu tvar.



Slika E.1. Najveće dopuštene količine odabranih onečišćivača, preračunate u µg/kg, na logaritamskoj ljestvici. Svaka crta mreže je stostruko veća vrijednost od prethodne. Granica je niska kad je tvar štetna već u malim količinama ili kad se u dobroj proizvodnji može održati niskom, pa sama visina granice ne govori koliko je tvar otrovna (Europska komisija 2026.i; Europski parlament i Vijeće 2005.).

E.1 Metali

Za olovo, kadmij i živu Uredba propisuje ukupni sadržaj elementa, a za arsen anorganski arsen (zbroj As(III) i As(V)), osim za sol, za koju vrijedi ukupni arsen. Granice za anorganski arsen u ribi, rakovima, školjkašima i glavonošcima dodane su Uredbom (EU) 2025/1891 i primjenjuju se od 8. listopada 2025. (Europska komisija 2025.b). Od 2024. Uredba propisuje i najveće dopuštene količine nikla (točka 3.6), koje ovdje nisu navedene.

Tablica E.1. Najveće dopuštene količine metala u odabranim namirnicama, u mg/kg mokre mase (Europska komisija 2026.i).

Namirnica	mg/kg	Točka
Olovo (Pb)		
Voće, osim brusnica, ribiza, bazge i planike	0,10	3.1.1.2
Korjenasto i gomoljasto povrće (krumpir oguljen)	0,10	3.1.2.1
Plodovito povrće (rajčica, paprika, krastavac)	0,050	3.1.4.1
Lisnato povrće, osim svježeg začinskog bilja	0,30	3.1.6
Žitarice	0,20	3.1.11
Meso goveda, ovaca, svinja i peradi	0,10	3.1.13

Namirnica	mg/kg	Točka
Mišićno meso riba	0,30	3.1.15.1
Školjkaši	1,50	3.1.15.4
Sirovo i toplinski obrađeno mlijeko	0,020	3.1.16
Med	0,10	3.1.17
Ulja i masti	0,10	3.1.18
Vino (berba 2022. i kasnije)	0,10	3.1.20.3
Divlje gljive	0,80	3.1.9.2
Dodaci prehrani	3,0	3.1.28
Kadmij (Cd)		
Voće, osim iznimki iz točaka 3.2.1.2 do 3.2.1.4	0,050	3.2.1.1
Korjenasto i gomoljasto povrće (krumpir oguljen)	0,10	3.2.2.1
Lisnato povrće	0,10	3.2.6.1
Špinat i slični listovi, svježe začinsko bilje	0,20	3.2.6.2
Žitarice, osim iznimki	0,10	3.2.12.1
Riža, kvinoja, pšenične mekinje i gluten	0,15	3.2.12.3
Meso goveda, ovaca, svinja i peradi	0,050	3.2.13.1
Jetra (goveda, ovce, svinje, perad, konji)	0,50	3.2.13.3
Bubrezi (goveda, ovce, svinje, perad, konji)	1,0	3.2.13.4
Mišićno meso riba, osim iznimki	0,050	3.2.14.1
Školjkaši	1,0	3.2.14.6
Čokolada s najmanje 50 % suhe tvari kakaa	0,80	3.2.15.3
Sjemenke lana i suncokreta	0,50	3.2.11.5
Divlje gljive	0,50	3.2.9.3
Živa (Hg)		
Rakovi, mekušci i mišićno meso riba, osim iznimki	0,50	3.3.1.1
Velike grabežljive ribe (npr. tuna, sabljarka, morski psi)	1,0	3.3.1.2
Glavonošci i ribe s nižom granicom (npr. inćun, bakalar)	0,30	3.3.1.3
Dodaci prehrani	0,10	3.3.2
Anorganski arsen (iAs)		
Bijela (brušena) riža, nepretkuhana	0,15	3.4.1.1
Pretkuhana i oljuštena (smeđa) riža	0,25	3.4.1.2
Rižini krekeri, vafli, kolačići i pahuljice	0,30	3.4.1.4
Riža za proizvodnju hrane za dojenčad i malu djecu	0,10	3.4.1.5
Napitci na bazi riže	0,030	3.4.1.6
Mišićno meso riba, osim iznimki	0,10	3.4.5.1
Školjkaši, osim kapica	0,50	3.4.7.2

E.2 PFAS

Granice za četiri PFAS (PFOS, PFOA, PFNA i PFHxS) i njihov zbroj vrijede od 2023. za jaja, meso, iznutrice, ribu, rakove i školjkaše. Odnose se na mokru masu i na zbroj linearnih i razgranatih izomera (Europska komisija 2026.i). Zbroj je posebna granica, pa nalaz može prekoračiti zbroj iako nijedan pojedinačni spoj nije iznad svoje granice.

Tablica E.2. Najveće dopuštene količine PFAS-a u μg/kg mokre mase (točka 4.2 Priloga I.) (Europska komisija 2026.i).

Namirnica (točka)	PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	Zbroj
Jaja (4.2.3)	1,0	0,30	0,70	0,30	1,7
Meso goveda, svinja, peradi (4.2.1.1)	0,30	0,80	0,20	0,20	1,3
Meso ovaca (4.2.1.2)	1,0	0,20	0,20	0,20	1,6
Iznutrice goveda, ovaca, svinja, peradi (4.2.1.3)	6,0	0,70	0,40	0,50	8,0
Meso divljači, osim medvjeda (4.2.1.4)	5,0	3,5	1,5	0,60	9,0
Mišićno meso riba, općenito (4.2.2.1.1)	2,0	0,20	0,50	0,20	2,0
Ribe s višom granicom, popis A (4.2.2.1.2)	7,0	1,0	2,5	0,20	8,0
Ribe s višom granicom, popis B (4.2.2.1.3)	35	8,0	8,0	1,5	45
Rakovi i školjkaši (4.2.2.2)	3,0	0,70	1,0	1,5	5,0

Popis A uključuje npr. palamidu, papalinu, šaruna i cipla, a popis B npr. inćun, jegulju, mrenu, deveriku, smuđa i grgeča. Točne popise vrsta potražite u Uredbi.

E.3 Dioksini i PCB

Za dioksine i dioksinima slične PCB granice se izražavaju kao toksični ekvivalent (TEQ) u pikogramima po gramu masti ili mokre mase, a za šest indikatorskih PCB-a koji nisu slični dioksinima (PCB 28, 52, 101, 138, 153 i 180) u nanogramima po gramu. Za hranu s manje od 2 % masti granica se preračunava na proizvod (Europska komisija 2026.i).

Tablica E.3. Najveće dopuštene količine dioksina i PCB-a (točka 4.1 Priloga I.) (Europska komisija 2026.i).

Namirnica (točka)	Dioksini (pg TEQ/g)	Dioksini i dl-PCB (pg TEQ/g)	Šest ndl-PCB (ng/g)
Jaja i proizvodi od jaja, osim guščjih (4.1.12)	2,5 masti	5,0 masti	40 masti
Sirovo mlijeko i mliječni proizvodi (4.1.11)	2,0 masti	4,0 masti	40 masti
Meso goveda, ovaca i koza (4.1.1.1)	2,5 masti	4,0 masti	40 masti
Meso svinja (4.1.1.2)	1,0 masti	1,25 masti	40 masti
Meso peradi (4.1.1.3)	1,75 masti	3,0 masti	40 masti

Namirnica (točka)	Dioksini	Dioksini i dl-PCB	Šest ndl-PCB
Meso divlje svinje (4.1.1.6)	5,0 masti	10,0 masti	–
Jetra goveda, koza, svinja, peradi, konja (4.1.2.1)	0,30 mokre mase	0,50 mokre mase	3,0 mokre mase
Riba i proizvodi ribarstva, općenito (4.1.5)	3,5 mokre mase	6,5 mokre mase	75 mokre mase
Divlja slatkovodna riba (4.1.6)	3,5 mokre mase	6,5 mokre mase	125 mokre mase
Divlja jegulja (4.1.8)	3,5 mokre mase	10,0 mokre mase	300 mokre mase
Biljna ulja i masti (4.1.13)	0,75 masti	1,25 masti	40 masti

E.4 Mikotoksini

Granice za aflatoksine i ohratoksin A odnose se na donju granicu procjene (vrijednosti ispod LOQ računaju se kao nula). Za neprerađena zrna žitarica granice vrijede za zrno koje se stavlja na tržište radi prve faze prerade, a za proizvode na policama trgovina vrijede granice za krajnjeg potrošača (Europska komisija 2026.i). Uzorkovanje za mikotoksine propisano je posebnom uredbom (Europska komisija 2023.e), jer su mikotoksini u zrnu raspoređeni u „gnijezdima" (pogl. 20).

Tablica E.4. Najveće dopuštene količine odabranih mikotoksina, u μg/kg (Europska komisija 2026.i).

Namirnica	μg/kg	Točka
Aflatoksini (B_1 / zbroj B_1, B_2, G_1, G_2)		
Žitarice i proizvodi od žitarica	2,0 / 4,0	1.1.12
Kikiriki i uljarice za krajnjeg potrošača	2,0 / 4,0	1.1.5
Orašasti plodovi za krajnjeg potrošača, osim iznimki	2,0 / 4,0	1.1.7
Bademi, pistacije i koštice marelice za krajnjeg potrošača	8,0 / 10,0	1.1.9
Lješnjaci i brazilski orasi za krajnjeg potrošača	5,0 / 10,0	1.1.11
Sušene smokve	6,0 / 10,0	1.1.3
Paprika, papar, muškatni oraščić, kurkuma (sušeni)	5,0 / 10,0	1.1.14
Aflatoksin M_1		
Sirovo i toplinski obrađeno mlijeko	0,050	1.1.16
Ohratoksin A		
Neprerađena zrna žitarica	5,0	1.2.9
Žitarice za krajnjeg potrošača i proizvodi od žitarica	3,0	1.2.10
Grožđice i sušene smokve	8,0	1.2.1.1
Pržena i mljevena kava	3,0	1.2.14

Namirnica	µg/kg	Točka
Topiva (instant) kava	5,0	1.2.15
Sušeni začini, osim paprike	15	1.2.17
Vino i voćno vino	2,0	1.2.20
Sok od grožđa i mošt	2,0	1.2.22
Deoksinivalenol (DON)		
Neprerađena zrna žitarica, osim iznimki	1000	1.4.1
Neprerađena durum pšenica i kukuruz	1500	1.4.2
Žitarice za krajnjeg potrošača, kukuruz za kokice	750	1.4.4
Proizvodi meljave žitarica (brašno), osim kukuruza	600	1.4.5
Proizvodi meljave kukuruza za krajnjeg potrošača	750	1.4.6.1
Tjestenina (suha)	600	1.4.8
Pekarski proizvodi, snack od žitarica, žitarice za doručak	400	1.4.7
Patulin		
Voćni sokovi i nektari	50	1.3.1
Jabukovača, rakije i druga fermentirana pića od jabuka	50	1.3.2
Kruti proizvodi od jabuka (kompot, pire)	25	1.3.3
Sok i kruti proizvodi od jabuka za dojenčad i malu djecu	10,0	1.3.4

E.5 Nitrati i PAH

Nitrati se nakupljaju u lisnatom povrću, više zimi i u zaštićenom prostoru, pa granice ovise o vrsti, načinu uzgoja i datumu berbe. Zelena salata uzgojena u zaštićenom prostoru mora biti tako označena, inače vrijedi niža granica za uzgoj na otvorenom. Za PAH granice vrijede za benzo[a]piren i za zbroj četiriju spojeva (benzo[a]piren, benz[a]antracen, benzo[b]fluoranten i krizen, PAH4) (Europska komisija 2026.i).

Tablica E.5. Najveće dopuštene količine nitrata (mg NO_3/kg) i PAH-a (µg/kg) (Europska komisija 2026.i).

Namirnica	Vrijednost	Točka
Nitrati (mg NO_3/kg)		
Svježi špinat	3500	6.1.1
Konzervirani, duboko smrznuti ili smrznuti špinat	2000	6.1.2
Zelena salata, zaštićeni prostor, berba od 1. 10. do 31. 3.	5000	6.1.3.1
Zelena salata, otvoreno, berba od 1. 10. do 31. 3.	4000	6.1.3.2
Zelena salata, zaštićeni prostor, berba od 1. 4. do 30. 9.	4000	6.1.3.3
Zelena salata, otvoreno, berba od 1. 4. do 30. 9.	3000	6.1.3.4
Salata tipa „ledenka", zaštićeni prostor / otvoreno	2500 / 2000	6.1.4
Rikola, berba od 1. 10. do 31. 3. / od 1. 4. do 30. 9.	7000 / 6000	6.1.5

Namirnica	Vrijednost	Točka
Dječja hrana i prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad	200	6.1.6
PAH (benzo[a]piren / zbroj PAH4, μg/kg)		
Dimljeno meso i dimljeni mesni proizvodi	2,0 / 12,0	5.1.6
Dimljeni proizvodi ribarstva, osim iznimki	2,0 / 12,0	5.1.7
Toplinski obrađeno meso za krajnjeg potrošača; svježi školjkaši	5,0 / 30,0	5.1.8
Ulja i masti, osim kakao maslaca i kokosova ulja	2,0 / 10,0	5.1.11
Sušeno začinsko bilje i sušeni začini	10,0 / 50,0	5.1.3, 5.1.10
Dječja hrana i prerađena hrana na bazi žitarica za dojenčad	1,0 / 1,0	5.1.14

E.6 Ostaci pesticida

Najveće dopuštene razine ostataka pesticida (MRL) propisuju se za svaki par djelatne tvari i proizvoda u prilozima Uredbe (EZ) br. 396/2005. Ako za neki par nije propisana posebna vrijednost, primjenjuje se opća vrijednost od 0,01 mg/kg (članak 18. stavak 1. točka (b)) (Europski parlament i Vijeće 2005.). Uredba dopušta da se za pojedine tvari umjesto nje utvrde drukčije zadane vrijednosti „uzimajući u obzir dostupne rutinske analitičke metode" (isti članak), a za tvari čija uporaba nije odobrena traži da se najveća razina ostataka utvrdi na primjereno niskoj razini (uvodna izjava 22) (Europski parlament i Vijeće 2005.). Koliko nisko laboratorij može pouzdano mjeriti, piše u izvješću kao granica kvantifikacije (LOQ) za svaku tvar. Vrijednosti za pojedine tvari potražite u bazi pesticida EU-a (prilog J).

E.7 Voda za piće

Direktiva (EU) 2020/2184 u Hrvatsku je prenesena Zakonom o vodi za ljudsku potrošnju i Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namijenjene za ljudsku potrošnju (Europski parlament i Vijeće 2020.; Ministarstvo zdravstva 2023.). Pravilnik te vrijednosti naziva MDK. Vrijednosti vrijede na slavini potrošača. Za PFAS se primjenjuju od 12. siječnja 2026. (članak 25. Direktive), a za olovo do 12. siječnja 2036. vrijedi prijelazna vrijednost od 10 μg/L. Hrvatski pravilnik uz direktivu propisuje i broj kolonija na 22 °C i 36 °C (do 100 u 1 mL), koji direktiva ne brojčano ograničava.

Tablica E.6. Odabrane vrijednosti parametara za vodu za piće (Europski parlament i Vijeće 2020.; Ministarstvo zdravstva 2023.).

Parametar	Vrijednost	Prilog I. Direktive
Mikrobiološki parametri		
Escherichia coli	0 u 100 mL	dio A

Parametar	Vrijednost	Prilog I. Direktive
Crijevni enterokoki	0 u 100 mL	dio A
Koliformne bakterije	0 u 100 mL	dio C
Clostridium perfringens sa sporama	0 u 100 mL	dio C
Broj kolonija na 22 °C	bez neuobičajenih promjena (Pravilnik 100/mL)	dio C
Kemijski parametri		
Nitrati	50 mg/L	dio B
Nitriti	0,50 mg/L (0,10 mg/L na izlazu iz obrade)	dio B
Uvjet za nitrate i nitrite	$[NO_3]/50 + [NO_2]/3 \leq 1$	dio B
Arsen	10 μg/L	dio B
Olovo	5 μg/L (do 12. 1. 2036. 10 μg/L)	dio B
Kadmij	5,0 μg/L	dio B
Živa	1,0 μg/L	dio B
Nikal	20 μg/L	dio B
Pesticidi, svaki pojedinačno	0,10 μg/L	dio B
Pesticidi ukupno	0,50 μg/L	dio B
Zbroj PFAS-ova (20 spojeva)	0,10 μg/L	dio B
PFAS-ovi ukupno	0,50 μg/L	dio B
Benzo[a]piren	0,010 μg/L	dio B

„Zbroj PFAS-ova" obuhvaća dvadeset spojeva navedenih u točki 3. dijela B Priloga III. Direktive, a „PFAS-ovi ukupno" sve per-i polifluoroalkilne tvari. Država članica smije primjenjivati jedan ili oba parametra, a za ukupne PFAS-ove vrijednost se primjenjuje tek kada budu dostupne tehničke smjernice za praćenje (Europski parlament i Vijeće 2020.).

E.8 Toksikološke referentne vrijednosti EFSA-e

Granice u hrani pravne su vrijednosti. Za procjenu vlastite izloženosti (pogl. 27 i 28) potrebne su toksikološke referentne vrijednosti, koje se izražavaju po kilogramu tjelesne mase (tm). Ako tvar djeluje genotoksično i kancerogeno, EFSA ne postavlja podnošljivi unos, nego referentnu točku za izračun MOE.

Tablica E.7. Toksikološke referentne vrijednosti za tvari iz ovog priloga.

Tvar	Vrijednost	Izvor
Kadmij	TWI 2,5 μg/kg tm	EFSA CONTAM Panel (2009.) i EFSA CONTAM Panel (2011.)
Olovo	bez praga; BMDL 0,50 μg/kg tm na dan (razvoj živčanog sustava djece), 0,63 (bubrezi), 1,50 (krvni tlak)	EFSA CONTAM Panel (2010.a)
Metil-živa	TWI 1,3 μg/kg tm	EFSA CONTAM Panel (2012.)
Anorganska živa	TWI 4 μg/kg tm	EFSA CONTAM Panel (2012.)
Anorganski arsen	$BMDL_{05}$ 0,06 μg/kg tm na dan, pristup MOE	EFSA CONTAM Panel (2024.)
Nikal	TDI 13 μg/kg tm	EFSA CONTAM Panel (2020.d)
PFAS (PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS)	TWI 4,4 ng/kg tm za zbroj četiriju spojeva	EFSA CONTAM Panel (2020.c)
Dioksini i dl-PCB	TWI 2 pg TEQ/kg tm	EFSA CONTAM Panel (2018.b)
Aflatoksini	$BMDL_{10}$ 0,4 μg/kg tm na dan (AFB_1), pristup MOE	EFSA CONTAM Panel (2020.a)
Ohratoksin A	$BMDL_{10}$ 4,73 μg/kg tm na dan (nekancerogeni učinci) i 14,5 (tumori), pristup MOE	EFSA CONTAM Panel (2020.b)
Deoksinivalenol	skupni TDI 1 μg/kg tm na dan (DON i njegovi oblici)	EFSA CONTAM Panel (2017.)
Nitrati	ADI 3,7 mg/kg tm na dan	EFSA ANS Panel (2017.b)
Nitriti	ADI 0,07 mg nitritnog iona/kg tm na dan	EFSA ANS Panel (2017.a)
PAH	$BMDL_{10}$ 0,07 mg/kg tm na dan (benzo[a]piren) i 0,34 (PAH4), pristup MOE	EFSA CONTAM Panel (2008.b)

PRILOG F

Radni list za izračun izloženosti

Radni list vodi kroz izračun iz pogl. 28, od koncentracije u izvješću laboratorija do usporedbe s referentnom vrijednošću. Obrazac F1 je izračun korak po korak za jednu namirnicu i jednu tvar, obrazac F2 je tablica za više namirnica, a tablice F.1 i F.2 donose referentne vrijednosti i tipične tjelesne mase. Isti izračun radi i proračunska tablica `izlozenost.xlsx` na pratećoj web stranici, u kojoj se upisuju samo žuta polja.

Procijenjeni dnevni unos (EDI) se računa kao

$$\mathrm{EDI} = \frac{C \times Q}{BW},$$

gdje je C koncentracija tvari u hrani, Q količina te hrane pojedena u danu, a BW tjelesna masa. Ako je C u μg/kg, Q u kg/dan i BW u kg, EDI je u μg po kilogramu tjelesne mase na dan. Tjedni unos je sedam puta veći. Kvocijent opasnosti (HQ) je omjer unosa i podnošljivog unosa, pri čemu se dnevni unos uspoređuje s dnevnom vrijednošću (TDI, ADI), a tjedni s tjednom (TWI). Indeks opasnosti (HI) je zbroj kvocijenata za tvari koje djeluju na isti organ ili na isti način (pogl. 29). Za tvari bez praga učinka, kao što su olovo i anorganski arsen, EFSA ne postavlja podnošljivi unos, nego računa granicu izloženosti (MOE), omjer referentne točke (BMDL) i unosa (EFSA CONTAM Panel 2010.a; EFSA CONTAM Panel 2024.).

Ako je rezultat u izvješću „manji od LOQ", izračun napravite dva puta, jednom s nulom (donja granica) i jednom s vrijednošću LOQ (gornja granica). Isti pristup koristi EFSA kad izvještava o unosu (EFSA CONTAM Panel 2020.c). Stvarni unos je između tih dviju vrijednosti.

OBRAZAC F1	IZRAČUN IZLOŽENOSTI KORAK PO KORAK	
Ime ili oznaka osobe	Namirnica	Tvar

1. Tjelesna masa $BW =$ _____ kg (izvagajte se ili uzmite vrijednost iz tablice F.2)

2. Koncentracija iz izvješća _____ _____ (broj, jedinica) $C =$ _____ µg/kg

1 mg/kg = 1000 µg/kg 1 ng/g = 1 µg/kg
1 µg/g = 1000 µg/kg 1 pg/g = 0,001 µg/kg

Za vodu i mlijeko 1 L je približno 1 kg. Kod rezultata „< LOQ" upišite 0 i LOQ, pa računajte dva puta.

3. Količina hrane _____ g na dan (ili tjedno ÷ 7) Q = g ÷ 1000 = _____ kg na dan

4. Dnevni unos $C \times Q =$ _____ × _____ = _____ µg na dan

5. EDI $C \times Q \div BW =$ _____ ÷ _____ = _____ µg/kg tjelesne mase na dan

6. Tjedni unos EDI × 7 = _____ µg/kg tjelesne mase na tjedan

7. Referentna vrijednost iz tablice F.1 ☐ TDI ili ADI ☐ TWI ☐ BMDL _____ _____ (broj, jedinica)

Referentnu vrijednost pretvorite u µg/kg (1 mg = 1000 µg, 1 ng = 0,001 µg, 1 pg = 0,000001 µg).

8a. Kvocijent opasnosti HQ = EDI ÷ TDI ili tjedni ÷ TWI = _____ ÷ _____ = _____

8b. Granica izloženosti MOE = BMDL ÷ EDI = _____ ÷ _____ = _____

9. Indeks opasnosti $HI = HQ_1 + HQ_2 + ...$ = _____ = _____

Zbrajajte samo kvocijente tvari s istim ciljnim organom ili učinkom.

Što rezultat znači (HQ manji ili veći od 1, MOE u usporedbi s tumačenjem EFSA-e, nesigurnost koncentracije i količine)

Obrazac se smije umnožavati za osobnu i nekomercijalnu uporabu.

OBRAZAC F2	IZLOŽENOST IZ VIŠE NAMIRNICA

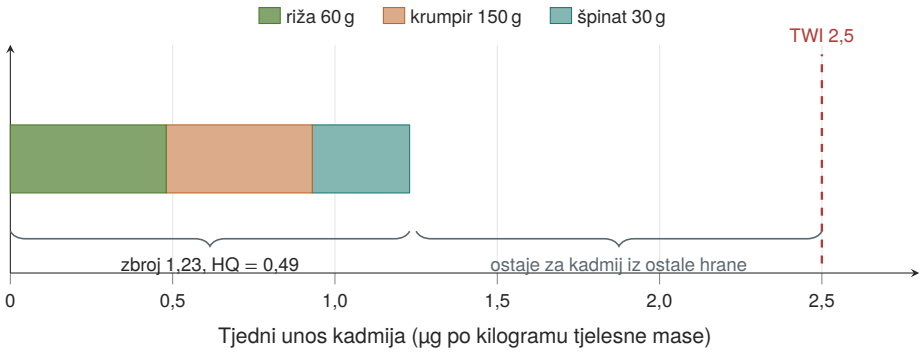
Ime ili oznaka osobe	Tjelesna masa BW (kg)	Razdoblje prehrane (dan, tjedan)

Namirnica	Tvar	C (µg/kg)	Q (g/dan)	$C \times Q \div 1000$ (µg/dan)	EDI (µg/kg/dan)	Tjedno (µg/kg/tj.)	Referentna vrijednost	HQ ili MOE

Zbroj za tvar 1 (EDI ili tjedno)	Zbroj za tvar 2	Zbroj za tvar 3
HQ ili MOE za tvar 1	HQ ili MOE za tvar 2	HQ ili MOE za tvar 3
HI (zbroj HQ za tvari s istim učinkom, navesti koje)		

Za istu tvar iz više namirnica zbrojite unose (stupac EDI ili Tjedno), a tek onda izračunajte HQ ili MOE.

Obrazac se smije umnožavati za osobnu i nekomercijalnu uporabu.



Slika F.1. Riješeni primjer kao grafikon. Tjedni unos kadmija iz triju namirnica za odraslu osobu od 70 kg iznosi oko polovice podnošljivog tjednog unosa. Koncentracije su zamišljene, za vježbu, a TWI je vrijednost EFSA-e (EFSA CONTAM Panel 2009.; EFSA CONTAM Panel 2011.).

Riješeni primjer

Slika F.1 prikazuje korake 1 do 3 sljedećeg primjera kao jedan stupac. Riža i krumpir daju gotovo jednak doprinos, iako se krumpira jede dva i pol puta više, jer je kadmija u riži u primjeru gotovo tri puta više.

Izračun · kadmij i anorganski arsen iz riže, krumpira i špinata

Koncentracije u ovom primjeru su zamišljene, za vježbu, i ne opisuju stvarne proizvode. Odrasla osoba ima 70 kg i dnevno pojede 60 g riže, 150 g krumpira i 30 g špinata.

1. Kadmij, pretvorba i dnevni unos po namirnici

Riža 0,08 mg/kg = 80 µg/kg; 80 × 0,060 = 4,8 µg na dan.
Krumpir 0,03 mg/kg = 30 µg/kg; 30 × 0,150 = 4,5 µg na dan.
Špinat 0,10 mg/kg = 100 µg/kg; 100 × 0,030 = 3,0 µg na dan.
Ukupno 4,8 + 4,5 + 3,0 = 12,3 µg kadmija na dan.

2. EDI i tjedni unos

EDI = 12,3 ÷ 70 = 0,176 µg po kilogramu tjelesne mase na dan. Tjedni unos = 0,1757 × 7 = 1,23 µg po kilogramu na tjedan.

3. Kvocijent opasnosti

TWI za kadmij je 2,5 µg/kg tjelesne mase na tjedan (EFSA CONTAM Panel 2009.; EFSA CONTAM Panel 2011.). HQ = 1,23 ÷ 2,5 = 0,49. Unos iz ovih triju namirnica iznosi oko polovice podnošljivog tjednog unosa. Druga polovica ostaje za kadmij iz ostale hrane, koji ovdje nije uračunat.

4. Indeks opasnosti

Ista osoba dnevno pojede i 200 g druge hrane sa zamišljenih 0,01 mg/kg = 10 μg/kg anorganske žive. Dnevni unos je 10 × 0,200 = 2,0 μg, EDI = 2,0 ÷ 70 = 0,0286 μg/kg, a tjedni unos 0,20 μg/kg. TWI za anorgansku živu je 4 μg/kg na tjedan (EFSA CONTAM Panel 2012.), pa je HQ = 0,20 ÷ 4 = 0,05. Kritični učinak obiju tvari je na bubrezima, pa je HI = 0,49 + 0,05 = 0,54.

5. Anorganski arsen iz riže, granica izloženosti

Riža sadrži 0,10 mg/kg = 100 μg/kg anorganskog arsena. Dnevni unos je 100 × 0,060 = 6,0 μg, a EDI = 6,0 ÷ 70 = 0,086 μg/kg na dan. BMDL za rak kože je 0,06 μg/kg na dan (EFSA CONTAM Panel 2024.), pa je MOE = 0,06 ÷ 0,0857 = 0,70. EFSA je za odrasle izračunala MOE od 0,4 do 2 kod prosječnih potrošača i ocijenila da takve vrijednosti, unatoč nesigurnostima, predstavljaju zdravstveni problem (EFSA CONTAM Panel 2024.). MOE od 0,70 je u tom rasponu.

Isti primjer je upisan u proračunsku tablicu `izlozenost.xlsx`, koja daje iste brojeve.

Referentne vrijednosti i tjelesne mase

Tablica F.1. Referentne vrijednosti EFSA-e za izračun izloženosti.

Tvar	Vrsta	Vrijednost	Kritični učinak, napomena	Izvor
Kadmij	TWI	2,5 μg/kg tjedno	bubrezi (oštećenje kanalića)	EFSA CONTAM Panel (2009.); EFSA CONTAM Panel (2011.)
Olovo	$BMDL_{01}$	0,50 μg/kg dnevno	razvoj živčanog sustava djece; nema praga, računa se MOE	EFSA CONTAM Panel (2010.a)
	$BMDL_{10}$	0,63 μg/kg dnevno	kronična bolest bubrega kod odraslih	EFSA CONTAM Panel (2010.a)
	$BMDL_{01}$	1,50 μg/kg dnevno	sistolički krvni tlak kod odraslih	EFSA CONTAM Panel (2010.a)
Anorganski arsen	$BMDL_{05}$	0,06 μg/kg dnevno	rak kože; genotoksični kancerogen, računa se MOE	EFSA CONTAM Panel (2024.)
Metil-živa	TWI	1,3 μg/kg tjedno (kao živa)	razvoj živčanog sustava	EFSA CONTAM Panel (2012.)
Anorganska živa	TWI	4 μg/kg tjedno (kao živa)	bubrezi	EFSA CONTAM Panel (2012.)
PFAS (zbroj PFOA, PFNA, PFHxS i PFOS)	TWI	4,4 ng/kg tjedno = 0,0044 μg/kg tjedno	imunosni sustav (odgovor na cijepljenje)	EFSA CONTAM Panel (2020.c)
Dioksini i dioksinima slični PCB	TWI	2 pg TEQ/kg tjedno = 0,000002 μg/kg tjedno	kakvoća sjemena nakon izloženosti prije i nakon rođenja	EFSA CONTAM Panel (2018.b)
Nitrati	ADI	3,7 mg/kg dnevno = 3700 μg/kg dnevno	ADI je zadržan unatoč nesigurnostima	EFSA ANS Panel (2017.b)

Sve vrijednosti se odnose na kilogram tjelesne mase. Za tvari s BMDL izračunajte MOE. Za genotoksične kancerogene tvari kod kojih je referentna točka iz pokusa na životinjama, EFSA smatra da MOE od 10.000 ili veći ukazuje na nisku zabrinutost (EFSA Scientific Committee 2005.). Za olovo i anorganski arsen referentne točke su iz istraživanja na ljudima, pa se to pravilo ne primjenjuje, nego tumačenje iz mišljenja EFSA-e (EFSA CONTAM Panel 2010.a; EFSA CONTAM Panel 2024.).

Tablica F.2. Zadane tjelesne mase EFSA-e po dobnim skupinama (EFSA Scientific Committee 2012.).

Skupina	Dob (godine)	Tjelesna masa (kg)
Dojenčad	manje od 1	5,0
Mala djeca	od 1 do 3	12,0
Ostala djeca	od 3 do 10	23,1
Mlađi adolescenti	od 10 do 14	43,4
Stariji adolescenti	od 14 do 18	61,3
Odrasli	18 i više	70,0

Ako znate svoju masu, upišite nju. Ista koncentracija i ista porcija daju djetetu od 12 kg gotovo šest puta veći EDI nego odrasloj osobi od 70 kg (pogl. 30).

PRILOG G

Popis E-brojeva

U OVOM POGLAVLJU

- što znači E-broj i gdje je propisan
- oko dvjesto najčešćih aditiva po skupinama, s funkcijom i podrijetlom
- aditivi s ograničenjima, obveznim upozorenjima ili novijom procjenom EFSA-e

Granice metode · stanje u listopadu 2026.

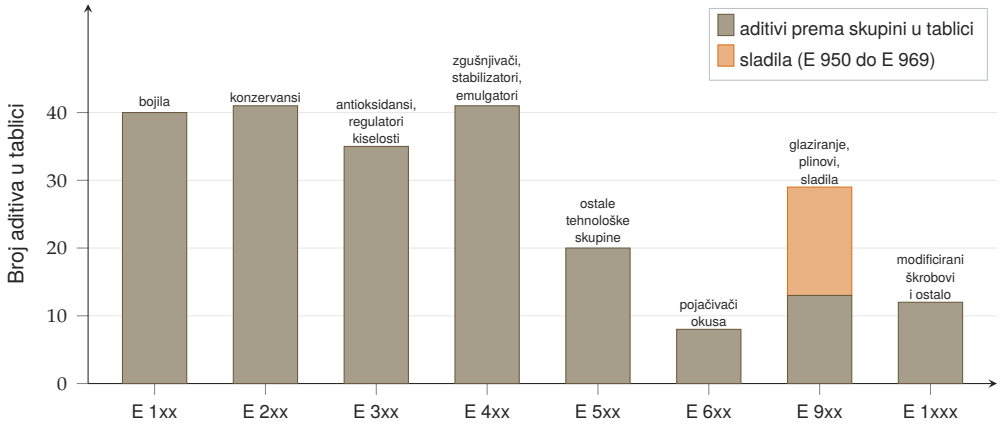
Popis je izrađen u listopadu 2026. prema pročišćenom tekstu Uredbe (EZ) br. 1333/2008 od 18. kolovoza 2026. (Prilog II., dio B) (Europski parlament i Vijeće 2026.). Nije potpun, jer Unija odobrava više od tristo aditiva, a uvjeti uporabe (u kojoj hrani i u kojoj količini) navedeni su u dijelu E Priloga II. i ovdje se ne ponavljaju. Za pojedini aditiv provjerite bazu prehrambenih aditiva Europske komisije (Europska komisija 2026.d).

E-broj je oznaka aditiva koji je odobren u Europskoj uniji. Slovo E znači da je tvar prošla procjenu sigurnosti i da je navedena na popisu Unije, a ne da je „umjetna" ili štetna. Mnogi aditivi su tvari prirodnog podrijetla (pektin iz voća, lecitin iz soje, karoteni), a neki su sintetski. Kako aditive pronaći na deklaraciji, opisano je u pogl. 11, a kako se postavljaju prihvatljivi dnevni unosi (ADI) u pogl. 8.

Slika G.1 prikazuje koliko je aditiva iz tablice G.1 u svakoj stotini brojeva i koja funkcija u njoj prevladava.

G.1 Napomene uz pojedine aditive

- **Titanov dioksid (E 171).** EFSA je 2021. zaključila kako se genotoksičnost čestica titanova dioksida ne može isključiti i da se E 171 više ne može smatrati sigurnim prehrambenim aditivom (EFSA FAF Panel 2021.). Uredbom (EU) 2022/63 izbrisan je iz popisa aditiva za hranu od 7. veljače 2022., uz prijelazno razdoblje do 7. kolovoza 2022. (Europska komisija 2022.f). Ostaje na popisu samo zbog uporabe u lijekovima.
- **Nitriti i nitrati (E 249 do E 252).** EFSA je 2017. potvrdila ADI od 3,7 mg nitrata i postavila ADI od 0,07 mg nitritnog iona po kilogramu tjelesne mase na dan (EFSA ANS



Slika G.1. Broj aditiva iz tablice G.1 po stotinama E-brojeva, s funkcijom koja u toj stotini prevladava. Brojevi od E 700 do E 899 ne postoje među prehrambenim aditivima u tablici, a modificirani škrobovi i nosači imaju četveroznamenkaste brojeve. Prvi broj daje okvirnu funkciju, ali točnu treba provjeriti u tablici (Europski parlament i Vijeće 2026.).

Panel 2017.b; EFSA ANS Panel 2017.a). Uredbom (EU) 2023/2108 najveće dodane količine u mesnim proizvodima i siru smanjene su od 9. listopada 2025., primjerice za nitrite u većini toplinski neobrađenih mesnih proizvoda sa 150 na 80 mg/kg (Europska komisija 2023.f).

- **Bojila s obveznim upozorenjem.** Hrana koja sadrži E 102, E 104, E 110, E 122, E 124 ili E 129 mora uz naziv bojila nositi upozorenje „može imati štetno djelovanje na aktivnost i pažnju djece" (Prilog V. Uredbi) (Europski parlament i Vijeće 2026.).
- **Aspartam (E 951).** EFSA je 2013. zaključila da je aspartam siguran pri unosu do ADI od 40 mg/kg tjelesne mase na dan (EFSA ANS Panel 2013.). Međunarodna agencija za istraživanje raka (IARC) svrstala ga je 2023. u skupinu 2B („moguće kancerogen za ljude"), što je ocjena opasnosti, a ne rizika pri uobičajenom unosu (Riboli i sur. 2023.). Proizvodi s aspartamom moraju nositi oznaku da sadrže izvor fenilalanina, što je važno za osobe s fenilketonurijom (Europski parlament i Vijeće 2011.b).
- **Sulfiti (E 220 do E 228).** Sumporov dioksid i sulfiti u koncentraciji većoj od 10 mg/kg ili 10 mg/L, računato kao ukupni SO_2, moraju se na deklaraciji istaknuti kao alergen (Prilog II., točka 12) (Europski parlament i Vijeće 2011.b).
- **Polioli (E 420, E 421, E 953, E 965 do E 967).** Ako hrana sadrži više od 10 % dodanih poliola, mora nositi upozorenje da prekomjerna konzumacija može imati laksativni učinak (Prilog III., točka 2.4) (Europski parlament i Vijeće 2011.b).

Sve aditive koji su bili odobreni prije 2009. EFSA ponovno procjenjuje prema programu iz Uredbe (EU) br. 257/2010 (Europska komisija 2010.b), pa se ocjene i uvjeti uporabe pojedinih aditiva i dalje mijenjaju.

G.2 Popis po skupinama

Skupine u tablici slijede uobičajeni raspon brojeva, ali funkcija nije uvijek vezana uz broj. Isti aditiv može imati više funkcija, a u tablici je navedena najčešća. Sladila su izdvojena na kraj, iako su njihovi brojevi u rasponu od E 950 do E 969.

Tablica G.1. Odabrani prehrambeni aditivi odobreni u Europskoj uniji (Europski parlament i Vijeće 2026.).

E-broj	Naziv	Funkcija i podrijetlo	Napomena
Bojila (E 100 do E 199)			
E 100	Kurkumin	žuto bojilo iz korijena kurkume	
E 101	Riboflavini	žuto bojilo, vitamin B2	
E 102	Tartrazin	žuto sintetsko azo-bojilo	obvezno upozorenje
E 104	Kinolin žuta	žuto sintetsko bojilo	obvezno upozorenje
E 110	Sunset žuta FCF	narančasto sintetsko azo-bojilo	obvezno upozorenje
E 120	Karminska kiselina, karmin	crveno bojilo iz košenil-ušiju	životinjskog podrijetla, važno za vegane
E 122	Azorubin, karmoizin	crveno sintetsko azo-bojilo	obvezno upozorenje
E 123	Amarant	crveno sintetsko azo-bojilo	samo u nekim alkoholnim pićima
E 124	Ponceau 4R	crveno sintetsko azo-bojilo	obvezno upozorenje
E 127	Eritrozin	crveno sintetsko bojilo s jodom	samo koktel i kandirane trešnje
E 129	Allura crvena AC	crveno sintetsko azo-bojilo	obvezno upozorenje
E 131	Patent plava V	plavo sintetsko bojilo	
E 132	Indigotin, indigo karmin	plavo sintetsko bojilo	
E 133	Briljantna plava FCF	plavo sintetsko bojilo	
E 140	Klorofili i klorofilini	zeleno bojilo iz biljaka	
E 141	Bakreni kompleksi klorofila i klorofilina	zeleno bojilo, stabilniji oblik klorofila	
E 142	Zelena S	zeleno sintetsko bojilo	
E 150a	Obični karamel	smeđe bojilo zagrijavanjem šećera	
E 150b	Alkalno-sulfitni karamel	smeđe bojilo	
E 150c	Amonijačni karamel	smeđe bojilo	

E-broj	Naziv	Funkcija i podrijetlo	Napomena
E 150d	Sulfitno-amonijačni karamel	smeđe bojilo (kola-napitci)	
E 151	Briljantna crna PN	crno sintetsko azo-bojilo	
E 153	Biljni ugljen	crno bojilo od ugljenisanih biljnih tvari	
E 155	Smeđa HT	smeđe sintetsko azo-bojilo	
E 160a	Karoteni	narančasto bojilo, provitamin A	
E 160b	Anato (biksin, norbiksin)	narančasto bojilo iz sjemenki grma *Bixa orellana*	
E 160c	Ekstrakt paprike, kapsantin, kapsorubin	crveno-narančasto bojilo iz paprike	
E 160d	Likopen	crveno bojilo (rajčica ili fermentacija)	
E 160e	Beta-apo-8′-karotenal	narančasto karotenoidno bojilo	
E 161b	Lutein	žuto karotenoidno bojilo	
E 161g	Kantaksantin	narančasto-crveno bojilo	nije odobren u hrani, samo u lijekovima
E 162	Cikla crvena, betanin	crveno bojilo iz cikle	
E 163	Antocijani	crveno-plavo-ljubičasto bojilo iz voća i povrća	
E 170	Kalcijev karbonat	bijelo bojilo, regulator kiselosti, sredstvo protiv zgrudnjavanja	
E 171	Titanov dioksid	bijelo bojilo	u hrani zabranjen od 2022.
E 172	Željezovi oksidi i hidroksidi	žuto, crveno i crno bojilo	
E 173	Aluminij	srebrno bojilo	samo vanjski premaz šećernih ukrasa
E 174	Srebro	bojilo	samo premazi, ukrasi i likeri
E 175	Zlato	bojilo	samo premazi, ukrasi i likeri
E 180	Litolrubin BK	crveno sintetsko azo-bojilo	
Konzervansi			
E 200	Sorbinska kiselina	konzervans protiv kvasaca i plijesni	
E 202	Kalijev sorbat	konzervans	
E 210	Benzojeva kiselina	konzervans	
E 211	Natrijev benzoat	konzervans (bezalkoholna pića, umaci)	
E 212	Kalijev benzoat	konzervans	

E-broj	Naziv	Funkcija i podrijetlo	Napomena
E 213	Kalcijev benzoat	konzervans	
E 214	Etil-p-hidroksibenzoat	konzervans (paraben)	
E 215	Natrijev etil-p-hidroksibenzoat	konzervans (paraben)	
E 218	Metil-p-hidroksibenzoat	konzervans (paraben)	
E 219	Natrijev metil-p-hidroksibenzoat	konzervans (paraben)	
E 220	Sumporov dioksid	konzervans i antioksidans (vino, suho voće)	sulfiti iznad 10 mg/kg obvezno se ističu kao alergen
E 221	Natrijev sulfit	konzervans i antioksidans	kao E 220
E 222	Natrijev hidrogensulfit	konzervans i antioksidans	kao E 220
E 223	Natrijev metabisulfit	konzervans i antioksidans	kao E 220
E 224	Kalijev metabisulfit	konzervans i antioksidans (vino)	kao E 220
E 226	Kalcijev sulfit	konzervans i antioksidans	kao E 220
E 227	Kalcijev hidrogensulfit	konzervans i antioksidans	kao E 220
E 228	Kalijev hidrogensulfit	konzervans i antioksidans	kao E 220
E 234	Nizin	konzervans, peptid iz bakterije *Lactococcus lactis*	
E 235	Natamicin	konzervans protiv plijesni na površini sira i kobasica	
E 239	Heksametilentetramin	konzervans	samo sir provolone
E 242	Dimetil-dikarbonat	konzervans za pića	
E 243	Etil-lauroil-arginat	konzervans	
E 249	Kalijev nitrit	konzervans u mesnim proizvodima	granice smanjene od 9. 10. 2025.
E 250	Natrijev nitrit	konzervans u mesnim proizvodima (salamurenje)	granice smanjene od 9. 10. 2025.
E 251	Natrijev nitrat	konzervans u mesnim proizvodima i siru	granice smanjene od 9. 10. 2025.
E 252	Kalijev nitrat	konzervans u mesnim proizvodima i siru	granice smanjene od 9. 10. 2025.
E 260	Octena kiselina	konzervans i regulator kiselosti	
E 261	Kalijevi acetati	konzervans i regulator kiselosti	
E 262	Natrijevi acetati	konzervans i regulator kiselosti	
E 263	Kalcijev acetat	konzervans i regulator kiselosti	
E 270	Mliječna kiselina	konzervans i regulator kiselosti	
E 280	Propionska kiselina	konzervans (pekarski proizvodi)	

E-broj	Naziv	Funkcija i podrijetlo	Napomena
E 281	Natrijev propionat	konzervans	
E 282	Kalcijev propionat	konzervans (kruh)	
E 283	Kalijev propionat	konzervans	
E 284	Borna kiselina	konzervans	samo ikra jesetre (kavijar)
E 285	Natrijev tetraborat (boraks)	konzervans	samo ikra jesetre (kavijar)
E 290	Ugljikov dioksid	plin za pakiranje i gazirana pića	
E 296	Jabučna kiselina	regulator kiselosti	
E 297	Fumarna kiselina	regulator kiselosti	
Antioksidansi, regulatori kiselosti i sekvestranti			
E 300	Askorbinska kiselina	antioksidans (vitamin C)	
E 301	Natrijev askorbat	antioksidans	
E 302	Kalcijev askorbat	antioksidans	
E 304	Esteri masnih kiselina askorbinske kiseline	antioksidans topiv u mastima	
E 306	Ekstrakt bogat tokoferolima	antioksidans (vitamin E)	
E 307	Alfa-tokoferol	antioksidans	
E 308	Gama-tokoferol	antioksidans	
E 309	Delta-tokoferol	antioksidans	
E 310	Propil-galat	sintetski antioksidans za masti	
E 315	Izoaskorbinska kiselina	antioksidans (mesni proizvodi)	
E 316	Natrijev izoaskorbat	antioksidans	
E 319	Tercijarni butilhidrokinon (TBHQ)	sintetski antioksidans za masti	
E 320	Butilirani hidroksianisol (BHA)	sintetski antioksidans za masti	
E 321	Butilirani hidroksitoluen (BHT)	sintetski antioksidans za masti	
E 322	Lecitini	emulgator i antioksidans (soja, suncokret, jaja)	soja i jaja su alergeni
E 325	Natrijev laktat	regulator kiselosti, ovlaživač	
E 326	Kalijev laktat	regulator kiselosti	
E 327	Kalcijev laktat	regulator kiselosti	
E 330	Limunska kiselina	regulator kiselosti, antioksidans	
E 331	Natrijevi citrati	regulator kiselosti, emulgatorska sol	
E 332	Kalijevi citrati	regulator kiselosti	

E-broj	Naziv	Funkcija i podrijetlo	Napomena
E 333	Kalcijevi citrati	regulator kiselosti, učvršćivač	
E 334	Vinska kiselina	regulator kiselosti	
E 335	Natrijevi tartarati	regulator kiselosti	
E 336	Kalijevi tartarati	regulator kiselosti, sredstvo za rahljenje	
E 338	Fosforna kiselina	regulator kiselosti (kola-napitci)	
E 339	Natrijevi fosfati	regulator kiselosti, emulgatorska sol	
E 340	Kalijevi fosfati	regulator kiselosti	
E 341	Kalcijevi fosfati	regulator kiselosti, sredstvo protiv zgrudnjavanja	
E 350	Natrijevi malati	regulator kiselosti	
E 354	Kalcijev tartarat	regulator kiselosti	
E 355	Adipinska kiselina	regulator kiselosti	
E 363	Jantarna kiselina	regulator kiselosti	
E 385	Kalcijev dinatrijev EDTA	sekvestrant, veže metale	
E 392	Ekstrakti ružmarina	antioksidans biljnog podrijetla	
Zgušnjivači, želirajuća sredstva, stabilizatori i emulgatori			
E 400	Alginska kiselina	zgušnjivač iz smeđih algi	
E 401	Natrijev alginat	zgušnjivač, želirajuće sredstvo	
E 402	Kalijev alginat	zgušnjivač	
E 404	Kalcijev alginat	zgušnjivač, želirajuće sredstvo	
E 405	Propan-1,2-diol-alginat	zgušnjivač, stabilizator pjene piva	
E 406	Agar	želirajuće sredstvo iz crvenih algi	
E 407	Karagenan	zgušnjivač iz crvenih algi	
E 407a	Prerađena alga *Eucheuma*	zgušnjivač	
E 410	Brašno sjemenki rogača	zgušnjivač	
E 412	Guar guma	zgušnjivač iz sjemenki guara	
E 413	Tragakant	zgušnjivač, biljna smola	
E 414	Guma arabika	zgušnjivač, smola akacije	
E 415	Ksantan guma	zgušnjivač, proizvod bakterijske fermentacije	
E 416	Karaja guma	zgušnjivač	
E 417	Tara guma	zgušnjivač	
E 418	Gelan guma	želirajuće sredstvo, bakterijska fermentacija	

E-broj	Naziv	Funkcija i podrijetlo	Napomena
E 420	Sorbitoli	sladilo i ovlaživač (poliol)	u većim količinama laksativno djelovanje
E 421	Manitol	sladilo (poliol)	u većim količinama laksativno djelovanje
E 422	Glicerol	ovlaživač	
E 425	Konjak	zgušnjivač, želirajuće sredstvo	
E 440	Pektini	želirajuće sredstvo iz voća	
E 442	Amonijevi fosfatidi	emulgator (čokolada)	
E 450	Difosfati	regulator kiselosti, sredstvo za rahljenje	
E 451	Trifosfati	stabilizator, zadržava vodu u mesu	
E 452	Polifosfati	stabilizator, emulgatorska sol	
E 460	Celuloza	punilo, sredstvo protiv zgrudnjavanja	
E 461	Metilceluloza	zgušnjivač	
E 464	Hidroksipropil--metilceluloza	zgušnjivač, ovojnica kapsula	
E 466	Natrijeva karboksimetilceluloza	zgušnjivač	
E 470a	Soli masnih kiselina (Na, K, Ca)	emulgator, sredstvo protiv zgrudnjavanja	
E 471	Mono-i digliceridi masnih kiselina	emulgator (pekarski proizvodi, sladoled)	
E 472a	Esteri octene kiseline mono-i diglicerida	emulgator	
E 472b	Esteri mliječne kiseline mono-i diglicerida	emulgator	
E 472c	Esteri limunske kiseline mono-i diglicerida	emulgator	
E 472e	Diacetilvinski esteri mono-i diglicerida	emulgator (kruh)	
E 473	Saharozni esteri masnih kiselina	emulgator	
E 475	Poliglicerolni esteri masnih kiselina	emulgator	
E 476	Poliglicerol-poliricinoleat	emulgator (čokolada)	
E 481	Natrijev stearoil-2-laktilat	emulgator (pekarski proizvodi)	

E-broj	Naziv	Funkcija i podrijetlo	Napomena
E 482	Kalcijev stearoil-2-laktilat	emulgator	
E 491	Sorbitan-monostearat	emulgator	
Ostale tehnološke skupine			
E 500	Natrijevi karbonati	sredstvo za rahljenje (soda bikarbona)	
E 501	Kalijevi karbonati	regulator kiselosti	
E 503	Amonijevi karbonati	sredstvo za rahljenje (amonijak za kolače)	
E 504	Magnezijevi karbonati	sredstvo protiv zgrudnjavanja	
E 507	Kloridna kiselina	regulator kiselosti	
E 508	Kalijev klorid	zamjena za sol, učvršćivač	
E 509	Kalcijev klorid	učvršćivač (sir, konzervirano povrće)	
E 511	Magnezijev klorid	učvršćivač (tofu)	
E 516	Kalcijev sulfat	učvršćivač (tofu)	
E 524	Natrijev hidroksid	regulator kiselosti (pereci, masline)	
E 535	Natrijev ferocijanid	sredstvo protiv zgrudnjavanja (kuhinjska sol)	
E 536	Kalijev ferocijanid	sredstvo protiv zgrudnjavanja soli	
E 551	Silicijev dioksid	sredstvo protiv zgrudnjavanja	
E 552	Kalcijev silikat	sredstvo protiv zgrudnjavanja	
E 553b	Talk	sredstvo protiv zgrudnjavanja	
E 554	Natrijev aluminijev silikat	sredstvo protiv zgrudnjavanja	
E 570	Masne kiseline	sredstvo za glaziranje, nosač	
E 575	Glukono-delta-lakton	regulator kiselosti, koagulant (tofu)	
E 579	Željezov glukonat	stabilizator boje crnih maslina	
E 585	Željezov laktat	stabilizator boje crnih maslina	
Pojačivači okusa			
E 620	Glutaminska kiselina	pojačivač okusa (umami)	
E 621	Mononatrijev glutaminat	pojačivač okusa (umami)	
E 622	Monokalijev glutaminat	pojačivač okusa	
E 627	Dinatrijev gvanilat	pojačivač okusa	
E 631	Dinatrijev inozinat	pojačivač okusa	
E 635	Dinatrijevi 5′-ribonukleotidi	pojačivač okusa	
E 640	Glicin i njegova natrijeva sol	pojačivač okusa	
E 650	Cinkov acetat	pojačivač okusa	
Sredstva za glaziranje, plinovi i ostalo			

E-broj	Naziv	Funkcija i podrijetlo	Napomena
E 900	Dimetilpolisiloksan	sredstvo protiv pjenjenja (ulje za prženje)	
E 901	Pčelinji vosak	sredstvo za glaziranje	
E 902	Kandelila vosak	sredstvo za glaziranje	
E 903	Karnauba vosak	sredstvo za glaziranje (bomboni, voće)	
E 904	Šelak	sredstvo za glaziranje, izlučevina kukaca	životinjskog podrijetla
E 905	Mikrokristalni vosak	sredstvo za glaziranje (iz nafte)	
E 914	Oksidirani polietilenski vosak	sredstvo za glaziranje	samo kora južnog voća
E 920	L-cistein	sredstvo za tretiranje brašna	
E 938	Argon	plin za pakiranje	
E 941	Dušik	plin za pakiranje	
E 942	Dušikov oksid (N_2O)	potisni plin (šlag u spreju)	
E 948	Kisik	plin za pakiranje	
E 999	Ekstrakt kvilaje	sredstvo za pjenjenje (pića)	
E 1105	Lizozim	konzervans iz bjelanjka (zreli sir)	jaje je alergen
E 1200	Polidekstroza	punilo, nosač	
E 1404	Oksidirani škrob	zgušnjivač (modificirani škrob)	
E 1412	Diškrobni fosfat	zgušnjivač (modificirani škrob)	
E 1414	Acetilirani diškrobni fosfat	zgušnjivač (modificirani škrob)	
E 1420	Acetilirani škrob	zgušnjivač (modificirani škrob)	
E 1422	Acetilirani diškrobni adipat	zgušnjivač (modificirani škrob)	
E 1442	Hidroksipropil-diškrobni fosfat	zgušnjivač (modificirani škrob)	
E 1450	Natrijev oktenilsukcinat škroba	emulgator (modificirani škrob)	
E 1505	Trietil-citrat	nosač, otapalo	
E 1518	Gliceril-triacetat (triacetin)	nosač, ovlaživač	
E 1520	Propan-1,2-diol (propilenglikol)	nosač za arome i bojila	
Sladila			
E 950	Acesulfam K	sintetsko sladilo	

E-broj	Naziv	Funkcija i podrijetlo	Napomena
E 951	Aspartam	sintetsko sladilo iz dviju aminokiselina	izvor fenilalanina; vidi tekst
E 952	Ciklamati	sintetsko sladilo	
E 953	Izomalt	sladilo (poliol)	u većim količinama laksativno djelovanje
E 954	Saharini	sintetsko sladilo	
E 955	Sukraloza	sladilo dobiveno kloriranjem saharoze	
E 957	Taumatin	sladilo, protein iz biljke *Thaumatococcus daniellii*	
E 959	Neohesperidin DC	sladilo iz agruma	
E 960a	Steviol-glikozidi iz stevije	sladilo iz lista stevije	
E 961	Neotam	sintetsko sladilo	
E 962	Sol aspartama i acesulfama	sintetsko sladilo	izvor fenilalanina
E 965	Maltitoli	sladilo (poliol)	u većim količinama laksativno djelovanje
E 966	Laktitol	sladilo (poliol)	u većim količinama laksativno djelovanje
E 967	Ksilitol	sladilo (poliol)	u većim količinama laksativno djelovanje
E 968	Eritritol	sladilo (poliol)	
E 969	Advantam	sintetsko sladilo	

PRILOG H

Kome se obratiti

Granice metode · stanje 29. listopada 2026.

Kontakti su provjereni 29. listopada 2026. na službenim mrežnim stranicama ustanova. Navedeni su samo službeni kontakti ustanova, bez imena zaposlenika. Nazivi ministarstava, adrese i brojevi telefona mijenjaju se, pa prije slanja prijave ili uzorka provjerite podatke na mrežnoj stranici ustanove.

Kako napisati prijavu i što joj priložiti, opisano je u pogl. 19, a kako odgovorno objaviti rezultate u pogl. 32. Laboratoriji su popisani u prilogu D. Slika H.1 sažima ovaj prilog prema vrsti slučaja, a kontakti su u tablicama ispod nje.

H.1 Hitni slučajevi

Ako sumnjate na otrovanje hranom, gljivama ili kemikalijom i osoba ima teške simptome, ne čekajte inspekciju ni nalaz laboratorija.

Služba	Kontakt
Jedinstveni broj za hitne službe	**112**
Hitna medicinska pomoć	**194**
Centar za kontrolu otrovanja, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, Zagreb	**01 2348 342** (telefonska služba 24 sata); www.imi.hr (Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada 2026.)

Centar za kontrolu otrovanja odgovara prvenstveno na pozive zdravstvenih ustanova i djelatnika, ali je otvoren i za građane (Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada 2026.). Kod teških simptoma najprije zovite 112 ili 194.

Ostatke sumnjive hrane, ambalažu i račun spremite u hladnjak ili zamrzivač i zabilježite kada je i što je tko jeo (prilog A). To kasnije pomaže liječniku i inspekciji.



Slika H.1. Kome se obratiti prema vrsti slučaja. Kod teških simptoma prvo je medicinska pomoć, a prijava i analiza dolaze poslije. U ostalim slučajevima sačuvajte proizvod, račun i zapis o tome što se dogodilo (Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada 2026.; Državni inspektorat Republike Hrvatske 2026.d; Ministarstvo gospodarstva 2026.b; Hrvatski sabor 2007.).

H.2 Prijava sumnje na neispravnu hranu

Nadzor nad hranom u prometu, ugostiteljstvu i proizvodnji provodi DIRH preko sanitarne, veterinarske, poljoprivredne i fitosanitarne inspekcije. Prijavu može podnijeti svatko, i bez prijave u sustav e-Građani (Državni inspektorat Republike Hrvatske 2026.d).

Državni inspektorat	Kontakt
Sjedište	Šubićeva 29, 10000 Zagreb; središnji telefon 01 2375 100; https://dirh.gov.hr (Državni inspektorat Republike Hrvatske 2026.a)
Obrazac za prijavu	https://dirh.gov.hr/podnosenje-prijava/83 (bez prijave u sustav, uz mogućnost priloga do 20 MB)
Prijava preko e-Građana	https://epodnesak.dirh.hr
Elektronička pošta	info@dirh.hr (upiti građana), pisarnica.dirh@dirh.hr (pisarnica)

Dežurni sanitarni inspektori dostupni su radnim danom od 8 do 15 sati (Državni inspektorat Republike Hrvatske 2026.e).

Područni ured	Adresa	Dežurni sanitarni inspektor
Zagreb	Šubićeva 29, Zagreb	01 2375 151
Osijek	Ulica Hrvatske Republike 21, Osijek	031 389 835
Rijeka	Blaža Polića 2/1, Rijeka	051 841 466
Split	Mike Tripala 6, Split	021 340 380
Varaždin	Stanka Vraza 4, Varaždin	042 716 086

Za Područni ured Zagreb stranica dežurstava navodi adresu Šubićeva 29. Dežurni brojevi objavljeni su za sanitarnu, tržišnu, građevinsku inspekciju i inspekciju rada, a za veterinarsku i poljoprivrednu inspekciju nisu, pa se za njih služite obrascem za prijavu ili središnjim telefonom (Državni inspektorat Republike Hrvatske 2026.e).

H.3 Ministarstva

Ministarstvo	Kontakt
Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva	Ulica grada Vukovara 78, 10000 Zagreb; 01 6106 111; https://poljoprivreda.gov.hr; upiti građana upiti.gradjana@mps.hr
Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane	Planinska 2a, 10000 Zagreb; centrala 01 6443 828
Ministarstvo zdravstva	Ksaver 200A, 10000 Zagreb; 01 4607 555; https://zdravstvo.gov.hr; pisarnica i predstavke pisarnica@miz.hr
Ministarstvo gospodarstva (zaštita potrošača)	Ulica grada Vukovara 78, 10000 Zagreb; 01 6106 111; https://mingo.gov.hr

H.4 Stručne ustanove

Ustanova	Kontakt
Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH)	Ulica kardinala Alojzija Stepinca 17, 31000 Osijek; 031 275 200; https://www.hapih.hr
Centar za sigurnost hrane	Ivana Gundulića 36b, 31000 Osijek; 031 227 600; https://www.hapih.hr/csh/ (procjena rizika, znanstvena mišljenja, RASFF, potrošački kutak)
Hrvatski zavod za javno zdravstvo (HZJZ)	Rockefellerova 7, 10000 Zagreb; 01 4863 222; hzjz@hzjz.hr; https://www.hzjz.hr (Služba za zdravstvenu ekologiju, godišnja izvješća o vodi za ljudsku potrošnju)
Hrvatska akreditacijska agencija (HAA)	Ulica grada Vukovara 78, 10000 Zagreb; 01 610 9536 (pisarnica); akreditacija@akreditacija.hr; https://akreditacija.hr; registar https://akreditacija.gov.hr/frontend/registar-akreditacija
Hrvatske vode	Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb; 01 6307 333; https://www.voda.hr
Agencija za zaštitu osobnih podataka	Ulica Metela Ožegovića 16, 10000 Zagreb; 01 4609 000; https://azop.hr (objava lokacija i osobnih podataka, pogl. 32)

H.5 Županijski zavodi za javno zdravstvo

Zavodi za javno zdravstvo analiziraju vodu za piće i hranu, a mnogi na zahtjev građana i vodu iz privatnih bunara (pogl. 15). Liječnik epidemiju zarazne bolesti, pa i trovanje hranom u skupini ljudi, prijavljuje nadležnom zavodu za javno zdravstvo, a njegova epidemiološka služba je ta koja ispituje izvor (pogl. 19) (Hrvatski sabor 2007., čl. 16). Upute za vlasnike bunara neki zavodi objavljuju na svojim stranicama. Zavod Ličko-senjske županije, na primjer, vlasnicima preporučuje cjelovitu mikrobiološku i fizikalno-kemijsku analizu vode najmanje četiri puta godišnje (Zavod za javno zdravstvo Ličko-senjske županije 2026.), a Nastavni zavod „Dr. Andrija Štampar" objavio je uputu za uzimanje uzorka vode (Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar 2023.). Koji su njihovi laboratoriji akreditirani i za što, navedeno je u prilogu D.

Tablica H.1. Zavodi za javno zdravstvo po županijama.

Županija	Zavod (sjedište)	Mrežna stranica
Bjelovarsko-bilogorska	ZZJZ Bjelovarsko-bilogorske županije (Bjelovar)	zzjz-bjelovar.hr
Brodsko-posavska	Nastavni ZZJZ Brodsko-posavske županije (Slavonski Brod)	zzjzbpz.hr
Dubrovačko-neretvanska	ZZJZ Dubrovačko-neretvanske županije (Dubrovnik)	zzjzdnz.hr

Županija	Zavod (sjedište)	Mrežna stranica
Grad Zagreb	Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" (Zagreb)	stampar.hr
Istarska	Nastavni ZZJZ Istarske županije (Pula)	nzzjziz.hr
Karlovačka	ZZJZ Karlovačke županije (Karlovac)	zjzka.hr
Koprivničko-križevačka	ZZJZ Koprivničko-križevačke županije (Koprivnica)	zzjz-kkz.hr
Krapinsko-zagorska	ZZJZ Krapinsko-zagorske županije (Zlatar)	zzjzkzz.hr
Ličko-senjska	ZZJZ Ličko-senjske županije (Gospić)	zzjzlsz.hr
Međimurska	ZZJZ Međimurske županije (Čakovec)	zzjz-ck.hr
Osječko-baranjska	Nastavni ZZJZ Osječko-baranjske županije (Osijek)	zzjzosijek.hr
Požeško-slavonska	ZZJZ Požeško-slavonske županije (Požega)	zjz-pozega.hr
Primorsko-goranska	Nastavni ZZJZ Primorsko-goranske županije (Rijeka)	zzjzpgz.hr
Sisačko-moslavačka	ZZJZ Sisačko-moslavačke županije (Sisak)	zzjz-sk.hr
Splitsko-dalmatinska	Nastavni ZJZ Splitsko-dalmatinske županije (Split)	nzjz-split.hr
Šibensko-kninska	ZZJZ Šibensko-kninske županije (Šibenik)	zzjz-sibenik.hr
Varaždinska	ZZJZ Varaždinske županije (Varaždin)	zzjzzv.hr
Virovitičko-podravska	ZZJZ „Sveti Rok" Virovitičko-podravske županije (Virovitica)	zzjzvpz.hr
Vukovarsko-srijemska	ZZJZ Vukovarsko-srijemske županije (Vinkovci)	zzjz-vsz.hr
Zadarska	Zavod za javno zdravstvo Zadar (Zadar)	zjz-zadar.hr
Zagrebačka	ZZJZ Zagrebačke županije (Zaprešić)	zzjz-zz.hr

Sjedište zavoda nije uvijek u istom mjestu kao laboratorij. Zavod Krapinsko-zagorske županije ima sjedište u Zlataru, a akreditirani laboratorij u Zaboku, dok Zavod Zagrebačke županije ima sjedište u Zaprešiću, a laboratorij u Rakitju (prilog D). Uzorke nosite na adresu laboratorija.

H.6 Zaštita potrošača

Ustanova ili udruga	Kontakt
Središnji portal za potrošače (Ministarstvo gospodarstva)	https://www.szp.hr; besplatni telefon **0800 414 414** (ponedjeljak, srijeda i petak od 10 do 14 sati); obrazac za upit https://www.szp.hr/Upit.aspx (Ministarstvo gospodarstva 2026.b)
Europski potrošački centar Hrvatska	Ministarstvo gospodarstva, Ulica grada Vukovara 78, 10000 Zagreb; www.ecc-croatia.hr (za sporove s trgovcima iz drugih država članica)
Hrvatska udruga za zaštitu potrošača	Ozaljska 93/II, 10000 Zagreb; 01 4633 366; https://huzp.hr
Unija potrošača Hrvatske	https://unijapotrosaca.hr
Udruga „Potrošački centar" (Rijeka)	https://www.potrosackicentar.hr
Centar za edukaciju i informiranje potrošača (Osijek)	https://ceip.hr

Popis svih aktivnih udruga za zaštitu potrošača objavljen je na Središnjem portalu za potrošače (www.szp.hr, odjeljak „Udruge za zaštitu potrošača").

H.7 Europska razina

Ustanova ili alat	Kontakt
RASFF, portal za potrošače	https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/consumers
RASFF Window, pretraživanje obavijesti	https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/search
Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA)	Via Carlo Magno 1A, 43126 Parma, Italija; +39 0521 036 111; https://www.efsa.europa.eu
Europska komisija, sigurnost hrane	https://food.ec.europa.eu/food-safety_en

H.8 Građanska znanost

Udruga	Kontakt
TERRA VERITAS	info@terraveritas.eu; www.terraveritas.eu (na stranici će biti objavljeni obrasci, proračunska tablica i baza rezultata, pogl. 26)

PRILOG I

Pojmovnik i popis kratica

Pojmovnik okuplja pojmove iz cijele knjige s kratkim objašnjenjima. Opširnija objašnjenja nalaze se u poglavljima na koja upućuju zagrade, a stranice na kojima se pojam prvi put objašnjava navedene su u kazalu pojmova na kraju knjige. Pojmovi su poredani prema hrvatskoj abecedi.

Pojmovnik

A

Aditiv. Tvar koja se namjerno dodaje hrani radi tehnološke svrhe (boja, trajnost, tekstura, okus), a sama se obično ne jede kao hrana. U Europskoj uniji smiju se upotrebljavati samo aditivi s popisa Unije, označeni E-brojem (prilog G).

Aflatoksini. Mikotoksini plijesni roda *Aspergillus*, najčešći u kikirikiju, orašastim plodovima, kukuruzu i začinima. Aflatoksin B_1 je genotoksičan kancerogen, pa se za njega ne postavlja podnošljivi unos.

Akreditacija. Službena potvrda nacionalnog akreditacijskog tijela da je laboratorij osposobljen za određene metode prema normi HRN EN ISO/IEC 17025. Odnosi se samo na metode iz opsega akreditacije, a ne na sve što laboratorij radi.

Akrilamid. Tvar koja nastaje pri prženju i pečenju hrane bogate škrobom na visokoj temperaturi (pomfrit, čips, kava). Genotoksični je kancerogen u pokusnim životinjama.

Akutna referentna doza. Količina tvari po kilogramu tjelesne mase koja se može unijeti u jednom obroku ili jednom danu bez zamjetnog rizika za zdravlje (ARfD).

Alergen. Sastojak koji kod osjetljivih osoba izaziva imunosnu reakciju. Četrnaest skupina alergena mora se istaknuti na deklaraciji, primjerice gluten, mlijeko, jaja, orašasti plodovi i sulfiti.

Analit. Tvar ili mikroorganizam koji se u uzorku određuje analizom, primjerice kadmij, ohratoksin A ili *Salmonella*.

Analitičko izvješće. Dokument laboratorija s podacima o uzorku, primijenjenim metodama, rezultatima, mjernoj nesigurnosti i granicama kvantifikacije (pogl. 25).

Anorganski arsen. Zbroj trovalentnog i peterovalentnog arsena. Toksičniji je od organskih spojeva arsena u ribi, a najviše ga ima u riži, proizvodima od riže i nekim algama.

Antioksidans. Aditiv koji usporava kvarenje hrane uzrokovano kisikom, primjerice užeglost masti ili posmeđivanje voća.

ATP-test. Brzi test kojim se svjetlosnom reakcijom mjeri adenozin-trifosfat na površini. Pokazuje ostatke organske tvari i čistoću površine, ali ne razlikuje bakterije od ostataka hrane.

B

Bayesovo zaključivanje. Način ažuriranja uvjerenja kada stigne novi podatak, pri čemu se polazna (apriorna) vjerojatnost kombinira s dokazom (pogl. 31).

Benchmark doza. Doza koja izaziva unaprijed odabranu promjenu učinka, npr. pet ili deset posto. Njezina donja granica pouzdanosti (BMDL) služi kao referentna točka.

Benzo[a]piren. Policiklički aromatski ugljikovodik koji nastaje nepotpunim izgaranjem, primjerice pri dimljenju i pečenju na žaru. Služi kao pokazatelj onečišćenja PAH-ovima.

Bioakumulacija. Nakupljanje tvari u organizmu brže nego što ga organizam izlučuje, pa se koncentracija s vremenom povećava (kadmij u bubrezima, PFAS u krvi).

Biomagnifikacija. Povećanje koncentracije tvari od nižih prema višim razinama hranidbenog lanca. Zato grabežljive ribe imaju više metil-žive od malih riba.

Brzi test. Komercijalni test koji u kratkom vremenu i bez laboratorija daje okvirni rezultat (pogl. 14). Rezultat brzog testa razlog je za daljnju provjeru, a ne dokaz.

D

Deklaracija. Podaci o hrani na ambalaži ili uz proizvod, među ostalim naziv, popis sastojaka, alergeni, neto količina, rok trajanja i podrijetlo (pogl. 11).

Deoksinivalenol. Mikotoksin plijesni roda *Fusarium* (DON), najčešći u pšenici i kukuruzu. Djeluje na probavni sustav i imunosni sustav.

Dioksini. Skupina postojanih kloriranih spojeva koji nastaju pri izgaranju i nekim industrijskim procesima. Nakupljaju se u masti životinja, pa ih najviše ima u jajima, mlijeku, mesu i ribi.

DNA barkodiranje. Identifikacija vrste prema kratkom, za vrstu specifičnom odsječku DNA. Rabi se za otkrivanje zamjene ribe, mesa ili začina (pogl. 18).

Dobra higijenska praksa. Skup osnovnih higijenskih mjera u proizvodnji i rukovanju hranom (čišćenje, osobna higijena, kontrola štetnika, temperatura), na kojemu se temelji sustav HACCP.

Dodatak prehrani. Hrana u obliku kapsula, tableta ili kapi kojoj je svrha dopuna uobičajene prehrane vitaminima, mineralima ili drugim tvarima. Ne smatra se lijekom.

Donja i gornja granica procjene. Dva načina računanja zbroja ili prosjeka kad su neki rezultati ispod LOQ. Donja granica (engl. *lower bound*) ih računa kao nulu, a gornja kao vrijednost LOQ.

Doza i odgovor. Odnos između primljene doze tvari i učestalosti ili jačine učinka. Na krivulji doze i odgovora temelje se NOAEL i BMDL.

E

E-broj. Oznaka prehrambenog aditiva odobrenog u Europskoj uniji (prilog G).

Ekološka proizvodnja. Način poljoprivredne proizvodnje prema Uredbi (EU) 2018/848, uz ograničenu uporabu sintetskih sredstava, s nadzorom certifikacijskog tijela i oznakom EU-a.

ELISA. Imunokemijska metoda u kojoj protutijelo veže ciljnu tvar, a enzimska reakcija daje mjerljivu boju. Rabi se za alergene, mikotoksine i neke ostatke lijekova.

Endokrini ometač. Tvar koja mijenja djelovanje hormonskog sustava i time može izazvati štetne učinke u organizmu ili njegovu potomstvu.

Enterokoki. Bakterije iz probavnog sustava ljudi i životinja. U vodi za piće pokazuju fekalno onečišćenje.

***Escherichia coli*.** Bakterija iz crijeva toplokrvnih životinja. U vodi i hrani pokazatelj je fekalnog onečišćenja, a neki sojevi (npr. STEC) izazivaju teške bolesti.

F

Faktor nesigurnosti. Broj kojim se dijeli referentna točka iz pokusa (npr. NOAEL) da bi se dobio ADI ili TDI. Uobičajeno je 100, deset za razliku između vrsta i deset za razlike među ljudima.

Fumonizini. Mikotoksini plijesni roda *Fusarium*, najčešći u kukuruzu i proizvodima od kukuruza.

G

GC-MS. Plinska kromatografija s masenom spektrometrijom (GC-MS), metoda za hlapljive i polu-hlapljive organske tvari, primjerice mnoge pesticide i PAH.

Genotoksičnost. Sposobnost tvari da ošteti genetski materijal stanice. Za genotoksične kancerogene ne postavlja se podnošljivi unos, nego se rabi pristup granice izloženosti (MOE).

Glazura. Tanki sloj leda na smrznutoj ribi i plodovima mora koji ih štiti od isušivanja. Neto masa na deklaraciji ne smije uključivati glazuru (pogl. 13).

GMO. Genetski modificirani organizam, organizam čiji je genetski materijal izmijenjen na način koji se ne događa prirodnim razmnožavanjem. Hrana iz GMO-a u Uniji se mora odobriti i označiti.

Građanska znanost. Sudjelovanje građana u prikupljanju i obradi znanstvenih podataka prema jasnim i provjerljivim protokolima (pogl. 10).

Granica detekcije. Najmanja koncentracija analita koju metoda može razlikovati od nule (LOD), ali je ne može pouzdano izmjeriti.

Granica izloženosti. Omjer između referentne točke iz toksikoloških ispitivanja (npr. BMDL) i procijenjene izloženosti (MOE). Što je veći, to je manji razlog za zabrinutost.

Granica kvantifikacije. Najmanja koncentracija koju metoda može izmjeriti s prihvatljivom točnošću i preciznošću (LOQ). Rezultat „manje od LOQ" ne znači da tvari nema.

Granična vrijednost. Opći naziv za propisanu najveću dopuštenu količinu tvari u hrani, vodi ili okolišu. Pravna je granica i ne dijeli hranu na bezopasnu i otrovnu (pogl. 8).

H

HACCP. Sustav samokontrole u kojemu proizvođač analizira opasnosti i određuje kritične kontrolne točke na kojima ih nadzire (HACCP, pogl. 7).

Histamin. Biogeni amin koji nastaje razgradnjom aminokiseline histidina u ribi koja nije dovoljno ohlađena (tuna, skuša, srdela). Ne razgrađuje se kuhanjem.

Hladni lanac. Neprekinuti niz hlađenja ili zamrzavanja hrane od proizvodnje do potrošača (pogl. 17).

I

ICP-MS. Masena spektrometrija s induktivno spregnutom plazmom (ICP-MS), metoda za istodobno određivanje mnogih metala i elemenata u vrlo niskim koncentracijama.

Identifikacija opasnosti. Prvi korak procjene rizika, u kojemu se utvrđuje može li tvar ili mikroorganizam izazvati štetni učinak (pogl. 27).

Indeks opasnosti. Zbroj kvocijenata opasnosti za više tvari sa sličnim učinkom (HI). Vrijednost veća od 1 znači da treba pobliže procijeniti zajedničku izloženost.

Integrirana proizvodnja. Poljoprivredna proizvodnja u kojoj se kemijska sredstva rabe tek kada druge mjere nisu dovoljne, uz vođenje evidencije i nadzor (pogl. 3).

Izloženost. Količina tvari koju osoba unese hranom, vodom, zrakom ili kožom u određenom vremenu, obično izražena po kilogramu tjelesne mase na dan ili tjedan.

Izotopska analiza. Određivanje omjera stabilnih izotopa (npr. ugljika, dušika ili kisika) koji može upućivati na zemljopisno ili botaničko podrijetlo hrane, primjerice meda ili vina.

K

Kadmij. Teški metal koji se iz tla prenosi u biljke i nakuplja u bubrezima i jetri. Glavni izvori u prehrani su žitarice, povrće i krumpir.

Kampilobakter. Bakterija *Campylobacter*, najčešći bakterijski uzročnik crijevnih infekcija iz hrane u Europskoj uniji, često povezan s nedovoljno termički obrađenom peradi.

Kancerogen. Tvar ili čimbenik koji može izazvati rak. Razvrstavanje u skupine (npr. prema IARC-u) govori o snazi dokaza o opasnosti, a ne o veličini rizika.

Karakterizacija opasnosti. Drugi korak procjene rizika, u kojemu se opisuje odnos doze i učinka i postavlja referentna vrijednost (pogl. 27).

Karakterizacija rizika. Završni korak procjene rizika, u kojemu se izloženost uspoređuje s referentnom vrijednošću i opisuje nesigurnost (pogl. 27).

Karencija. Najkraće vrijeme od posljednje primjene pesticida ili veterinarskog lijeka do berbe, klanja ili uporabe mlijeka i jaja.

Koliformne bakterije. Skupina bakterija koje žive u crijevima, ali i u okolišu. U vodi za piće pokazuju nedostatnu obradu ili naknadno onečišćenje.

Kontaminant. Tvar koja nije namjerno dodana hrani, a u nju je dospjela tijekom proizvodnje, prerade, skladištenja ili iz okoliša.

Kritična kontrolna točka. Korak u proizvodnji na kojemu se nadzorom može spriječiti, ukloniti ili smanjiti opasnost na prihvatljivu razinu, primjerice pasterizacija mlijeka.

Kumulativni učinak. Zajednički učinak više tvari ili ponovljene izloženosti istoj tvari kroz dulje razdoblje (pogl. 29).

Kvaliteta hrane. Svojstva hrane važna potrošaču, primjerice okus, sastav, podrijetlo i izgled. Hrana slabije kvalitete može biti zdravstveno ispravna.

Kvocijent opasnosti. Omjer procijenjene izloženosti i referentne vrijednosti (npr. TDI) (HQ). Vrijednost veća od 1 znači da je izloženost iznad referentne vrijednosti.

L

Laboratorijski uzorak. Dio uzorka koji se šalje u laboratorij nakon homogenizacije i podjele terenskog uzorka (pogl. 20).

Lanac nadzora. Dokumentirani slijed svih osoba i koraka kroz koje uzorak prolazi od uzimanja do analize, kojim se dokazuje da uzorak nije zamijenjen ni izmijenjen (pogl. 23).

Lažno negativan rezultat. Rezultat testa koji ne pokazuje tvar ili mikroorganizam iako su u uzorku prisutni.

Lažno pozitivan rezultat. Rezultat testa koji pokazuje prisutnost tvari ili mikroorganizma kojih u uzorku nema.

LC-MS/MS. Tekućinska kromatografija s tandemnom masenom spektrometrijom (LC-MS/MS), metoda za pesticide, mikotoksine, PFAS i ostatke lijekova.

Listerija. Bakterija *Listeria monocytogenes*, koja raste i na temperaturi hladnjaka. Posebno je opasna za trudnice, novorođenčad i starije osobe.

LOAEL. Najniža ispitana doza pri kojoj je u pokusu opažen štetni učinak (LOAEL).

M

Materijali u dodiru s hranom. Ambalaža, posuđe, pribor i strojevi koji dolaze u dodir s hranom. Ne smiju u hranu otpuštati tvari u količinama opasnim za zdravlje.

Matrica. Vrsta uzorka u kojoj se analit određuje, primjerice med, jaja ili tlo. Matrica utječe na izbor metode, LOQ i način uzorkovanja.

Metapodaci. Podaci o podacima, primjerice datum, mjesto, podrijetlo, serija, tko je uzeo uzorak i kako. Bez njih rezultat analize gubi vrijednost (pogl. 10).

Metil-živa. Organski oblik žive koji nastaje u vodi, nakuplja se u ribi i djeluje na živčani sustav, osobito u razvoju.

Mikotoksini. Otrovne tvari koje proizvode plijesni na žitaricama, orašastim plodovima, voću i začinima, prije ili poslije žetve.

Mikroplastika. Čestice plastike manje od pet milimetara koje nastaju razgradnjom većih predmeta ili se proizvode namjerno.

Mjerna nesigurnost. Raspon oko izmjerene vrijednosti unutar kojega se s određenom vjerojatnošću nalazi stvarna vrijednost. Navodi se u analitičkom izvješću (pogl. 25).

MRL. Najveća dopuštena razina ostataka pesticida ili veterinarskog lijeka u hrani (MRL). Postavlja se prema dobroj poljoprivrednoj praksi, uz provjeru da ne ugrožava potrošača.

N

Najbolje upotrijebiti do. Datum minimalne trajnosti. Nakon njega hrana može izgubiti kakvoću, ali nije nužno zdravstveno neispravna.

Najveća dopuštena količina. Pravni naziv za graničnu vrijednost kontaminanta u hrani prema Uredbi (EU) 2023/915 (prilog E).

Nitrati. Soli dušične kiseline. Prirodno se nakupljaju u lisnatom povrću, a u vodu dospijevaju iz gnojiva i otpadnih voda. U organizmu se dio pretvara u nitrite.

NOAEL. Najveća ispitana doza pri kojoj u pokusu nije opažen štetni učinak (NOAEL). Polazište je za izračun ADI ili TDI.

Norovirusi. Virusi koji izazivaju akutni gastroenteritis. Šire se onečišćenom hranom (školjkaši, smrznute bobice, salate) i dodirom.

O

Ohratoksin A. Mikotoksin plijesni roda *Aspergillus* i *Penicillium* u žitaricama, kavi, grožđicama, vinu i začinima. Djeluje na bubrege.

Olovo. Teški metal bez poznatog praga sigurnog unosa. Najosjetljiviji je živčani sustav djece u razvoju.

Opasnost. Svojstvo tvari, mikroorganizma ili stanja da može izazvati štetni učinak (pogl. 27).

Opseg akreditacije. Popis metoda, matrica i analita za koje je laboratorij akreditiran. Objavljen je uz potvrdu o akreditaciji na stranicama Hrvatske akreditacijske agencije.

Osjetilna procjena. Procjena hrane vidom, mirisom, okusom, dodirom i sluhom (pogl. 12). Otkriva kvarenje, ali ne otkriva metale, pesticide ni većinu toksina.

Osjetljive skupine. Skupine stanovništva koje su zbog dobi, trudnoće, bolesti ili načina prehrane izloženije ili osjetljivije, primjerice djeca, trudnice i starije osobe (pogl. 30).

Osjetljivost testa. Udio stvarno pozitivnih uzoraka koje test ispravno prepozna kao pozitivne. Niska osjetljivost daje lažno negativne rezultate.

Ostaci pesticida. Djelatne tvari sredstava za zaštitu bilja i njihovi razgradni proizvodi koji ostaju u hrani ili na njoj.

Ostaci veterinarskih lijekova. Djelatne tvari lijekova za životinje i njihovi metaboliti koji ostaju u mesu, mlijeku, jajima ili medu ako se ne poštuje karencija.

P

PAH. Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH), spojevi s više povezanih benzenskih prstenova koji nastaju nepotpunim izgaranjem. Neki su genotoksični kancerogeni.

Parametar sukladnosti. Pokazatelj kakvoće vode za piće (mikrobiološki, kemijski ili indikatorski) za koji je propisana MDK vrijednost.

Partija. Količina hrane proizvedena i pakirana u gotovo jednakim uvjetima, označena istim brojem serije (lot).

Patulin. Mikotoksin plijesni koje rastu na oštećenim i trulim jabukama. Prati se u sokovima i proizvodima od jabuka.

PCB. Poliklorirani bifenili (PCB), industrijske kemikalije zabranjene desetljećima, ali postojane u okolišu. Dio njih djeluje slično dioksinima.

PCR. Lančana reakcija polimerazom (PCR), metoda umnažanja odabranog odsječka DNA. Rabi se za dokaz mikroorganizama, GMO-a i vrste životinje ili biljke.

PFAS. Per-i polifluoroalkilne tvari (PFAS), velika skupina postojanih umjetnih spojeva koji odbijaju vodu i mast. Nakupljaju se u organizmu i prisutni su u vodi, jajima i ribi.

pH. Mjera kiselosti ili lužnatosti otopine na ljestvici od 0 do 14. Važan je za trajnost hrane jer o njemu ovisi rast mikroorganizama.

Podnošljivi dnevni unos. Količina kontaminanta po kilogramu tjelesne mase koju čovjek može unositi svaki dan tijekom cijelog života bez zamjetnog rizika (TDI).

Podnošljivi tjedni unos. Kao podnošljivi dnevni unos, ali izražen tjedno, za tvari koje se dugo zadržavaju u organizmu, primjerice kadmij, PFAS i dioksine (TWI).

Pojedinačni uzorak. Količina hrane uzeta na jednom mjestu u partiji. Više pojedinačnih uzoraka spaja se u skupni uzorak (pogl. 20).

Ponovljivost. Slaganje rezultata ponovljenih mjerenja istog uzorka istom metodom u istim uvjetima. Za građansku znanost važnija je od skupe opreme.

Prihvatljivi dnevni unos. Količina aditiva ili ostatka pesticida po kilogramu tjelesne mase koja se može unositi svaki dan tijekom cijelog života bez zamjetnog rizika (ADI).

Prijevara s hranom. Namjerno obmanjivanje kupca radi zarade, primjerice zamjena vrste, razrjeđivanje, lažno podrijetlo ili lažna oznaka (pogl. 18).

Procjena izloženosti. Korak procjene rizika u kojemu se procjenjuje koliko tvari unose pojedine skupine stanovništva (pogl. 28).

Procjena rizika. Znanstveni postupak od četiri koraka (identifikacija opasnosti, karakterizacija opasnosti, procjena izloženosti i karakterizacija rizika) (pogl. 27).

Protokol. Unaprijed zapisan postupak koji opisuje što se, kako, kada i čime mjeri ili uzorkuje, tako da ga drugi mogu ponoviti.

R

RASFF. Sustav brzog uzbunjivanja Europske unije za hranu i hranu za životinje (RASFF), kojim države članice razmjenjuju obavijesti o opasnim proizvodima.

Referentni materijal. Materijal poznatog sastava kojim laboratorij provjerava točnost metode.

Refraktometar. Uređaj koji mjeri indeks loma svjetlosti, iz kojega se očitava udio topljive suhe tvari (°Brix), primjerice u medu i sokovima (pogl. 13).

Reprezentativnost. Svojstvo uzorka da vjerno predstavlja cijelu partiju ili populaciju iz koje je uzet (pogl. 20).

Rizik. Vjerojatnost i težina štetnog učinka koji nastaje zbog izloženosti opasnosti. Bez izloženosti nema rizika (pogl. 27).

S

Salmonela. Bakterija roda *Salmonella*, čest uzročnik crijevnih infekcija iz jaja, peradi i svinjetine.

Samokontrola. Obveza subjekta u poslovanju s hranom da sam nadzire sigurnost svojih proizvoda, najčešće prema načelima HACCP-a (pogl. 7).

Sigurnost hrane. Svojstvo hrane da ne šteti zdravlju potrošača ako se priprema i jede u skladu s namjenom (pogl. 1).

Skupni uzorak. Uzorak dobiven spajanjem i miješanjem više pojedinačnih uzoraka iz iste partije (kompozitni uzorak) (pogl. 20).

Slijepa proba. Uzorak bez analita (npr. čista voda u istoj posudi) koji prolazi isti postupak kao pravi uzorak, da bi se otkrilo onečišćenje iz pribora ili okoliša (pogl. 21).

Službena kontrola. Kontrola koju provode nadležna tijela (inspekcije) radi provjere usklađenosti s propisima o hrani (pogl. 6).

Sljedivost. Mogućnost praćenja hrane i njezinih sastojaka kroz sve faze proizvodnje, prerade i distribucije, jedan korak unatrag i jedan korak unaprijed.

Smjesa tvari. Istodobna prisutnost više tvari u hrani ili organizmu. Učinci se mogu zbrajati, ali i međusobno pojačavati ili slabiti (pogl. 29).

Specifičnost testa. Udio stvarno negativnih uzoraka koje test ispravno prepozna kao negativne. Niska specifičnost daje lažno pozitivne rezultate.

Subjekt u poslovanju s hranom. Fizička ili pravna osoba odgovorna za ispunjavanje zahtjeva propisa o hrani u poslovanju koje vodi, od OPG-a do trgovačkog lanca.

Suha tvar. Ono što ostane od uzorka kada se ukloni voda. Rezultati na suhu tvar i na mokru masu ne smiju se izravno uspoređivati.

T

Terenska bilježnica. Zapis svih podataka i opažanja prikupljenih pri uzorkovanju ili mjerenju, vođen odmah na mjestu i bez naknadnog prepravljanja (prilog A).

Teški metali. Uobičajeni naziv za metale i polumetale poput olova, kadmija, žive i arsena koji su otrovni već u malim količinama i nakupljaju se u organizmu.

Toksični ekvivalent. Zbroj koncentracija dioksina i dioksinima sličnih PCB-a, svake pomnožene s faktorom toksičnosti u odnosu na najotrovniji dioksin (TEQ).

Toksikološka referentna vrijednost. Zajednički naziv za vrijednosti kao što su ADI, TDI, TWI i ARfD, s kojima se uspoređuje izloženost (prilog E).

U

Upotrijebiti do. Datum na lako kvarljivoj hrani nakon kojega hrana nije sigurna i ne smije se stavljati na tržište ni jesti.

Uzorkovanje. Postupak uzimanja dijela hrane, vode ili tla tako da on predstavlja cjelinu i da se tijekom prijevoza ne promijeni (pogl. 20 do 23).

V

Vrijednost parametra. Propisana najveća dopuštena vrijednost pokazatelja u vodi za ljudsku potrošnju, u hrvatskom pravilniku nazvana MDK (prilog E).

Z

Zdravstvena ispravnost. Svojstvo hrane da zadovoljava propisane zahtjeve sigurnosti, odnosno da ne sadrži opasnosti iznad dopuštenih razina (pogl. 1).

Zoonoza. Bolest ili infekcija koja se prirodno prenosi sa životinja na ljude, primjerice salmoneloza ili kampilobakterioza.

Ž

Živa. Metal koji se u okolišu pretvara u metil-živu. Glavni izvor u prehrani su ribe na vrhu hranidbenog lanca, primjerice tuna i sabljarka.

Popis kratica

HACCP	analiza opasnosti i kritične kontrolne točke, engl. *Hazard Analysis and Critical Control Points*
EFSA	Europska agencija za sigurnost hrane
RASFF	sustav brzog uzbunjivanja za hranu i hranu za životinje
HAPIH	Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu
HZJZ	Hrvatski zavod za javno zdravstvo
ZZJZ	zavod za javno zdravstvo (županijski)

DIRH	Državni inspektorat Republike Hrvatske
HAA	Hrvatska akreditacijska agencija
OPG	obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo
PFAS	per-i polifluoroalkilne tvari
PCB	poliklorirani bifenili
PAH	policiklički aromatski ugljikovodici
NOAEL	najviša doza bez opaženog štetnog učinka, engl. *No Observed Adverse Effect Level*
LOAEL	najniža doza s opaženim štetnim učinkom
BMDL	donja granica pouzdanosti referentne doze, engl. *Benchmark Dose Lower confidence limit*
ADI	prihvatljivi dnevni unos, engl. *Acceptable Daily Intake*
TDI	podnošljivi dnevni unos, engl. *Tolerable Daily Intake*
TWI	podnošljivi tjedni unos, engl. *Tolerable Weekly Intake*
ARfD	akutna referentna doza
MRL	najveća dopuštena razina ostataka, engl. *Maximum Residue Level*
LOD	granica detekcije, engl. *Limit of Detection*
LOQ	granica kvantifikacije, engl. *Limit of Quantification*
HQ	kvocijent opasnosti, engl. *Hazard Quotient*
HI	indeks opasnosti, engl. *Hazard Index*
MOE	granica izloženosti, engl. *Margin of Exposure*
DNA	deoksiribonukleinska kiselina
ATP	adenozin-trifosfat
ELISA	enzimski imunotest, engl. *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*
PCR	lančana reakcija polimerazom
ICP-MS	masena spektrometrija s induktivno spregnutom plazmom
LC-MS/MS	tekućinska kromatografija s tandemnom masenom spektrometrijom
GC-MS	plinska kromatografija s masenom spektrometrijom
MDK	najveća dopuštena koncentracija
EU	Europska unija
WHO	Svjetska zdravstvena organizacija, engl. *World Health Organization*
FAO	Organizacija za prehranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda
IARC	Međunarodna agencija za istraživanje raka
TEQ	toksični ekvivalent
NN	Narodne novine
GPS	globalni pozicijski sustav
ECDC	Europski centar za sprečavanje i kontrolu bolesti
STEC	*Escherichia coli* koja proizvodi Shiga toksin
ZOI	zaštićena oznaka izvornosti
ZOZP	zaštićena oznaka zemljopisnog podrijetla
ZTS	zajamčeno tradicionalni specijalitet
BPA	bisfenol A
AFM1	aflatoksin M1

AFB1	aflatoksin B1
DON	deoksinivalenol
OTA	ohratoksin A
TF	faktor prijenosa (engl. *transfer factor*)
VNPSK	Višegodišnji nacionalni plan službenih kontrola
KKT	kritična kontrolna točka
DHP	dobra higijenska praksa
HMF	hidroksimetilfurfural
BMD	referentna doza, engl. *Benchmark Dose*
ALARA	onoliko nisko koliko je razumno ostvarivo, engl. *As Low As Reasonably Achievable*
ACN	Mreža za uzbunjivanje i suradnju, engl. *Alert and Cooperation Network*
TFA	trifluoroctena kiselina
MPŠR	Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva
ECSA	Europsko udruženje za građansku znanost, engl. *European Citizen Science Association*
QUID	navođenje količine sastojka, engl. *Quantitative Ingredient Declaration*
USDA FSIS	Služba za sigurnost i inspekciju hrane Ministarstva poljoprivrede SAD-a
BfR	Savezni institut za procjenu rizika, Njemačka, njem. *Bundesinstitut für Risikobewertung*
LFD	imunokromatografski test s bočnim tokom, engl. *Lateral Flow Device*
RLU	relativne jedinice svjetlosti, engl. *Relative Light Units*
BGYF	svijetla zelenkastožuta fluorescencija, engl. *Bright Greenish-Yellow Fluorescence*
GDPR	Opća uredba o zaštiti podataka, Uredba (EU) 2016/679, engl. *General Data Protection Regulation*
JRC	Zajednički istraživački centar Europske komisije, engl. *Joint Research Centre*
IRMS	masena spektrometrija omjera stabilnih izotopa, engl. *Isotope Ratio Mass Spectrometry*
NMR	nuklearna magnetska rezonancija
LC-HRMS	tekućinska kromatografija sa spektrometrijom masa visoke razlučivosti
NIAS	Nacionalni identifikacijski i autentifikacijski sustav
ZPPI	Zakon o pravu na pristup informacijama
EA	Europska suradnja za akreditaciju, engl. *European co-operation for Accreditation*
LB	donja granica, engl. *lower bound*
UB	gornja granica, engl. *upper bound*
PFOS	perfluorooktansulfonska kiselina
PFOA	perfluorooktanska kiselina
PFNA	perfluorononanska kiselina
PFHxS	perfluoroheksansulfonska kiselina
PTFE	politetrafluoroetilen (teflon)
PVDF	poliviniliden-fluorid
PE	polietilen
PP	polipropilen

EDI	procijenjeni dnevni unos, engl. *Estimated Daily Intake*
EWI	procijenjeni tjedni unos, engl. *Estimated Weekly Intake*
ML	najveća dopuštena količina kontaminanta u hrani, engl. *Maximum Level*
TEF	faktor toksične ekvivalencije, engl. *Toxic Equivalency Factor*
AChE	acetilkolinesteraza
FAIR	načela dobrog upravljanja podacima (pronalazivi, dostupni, interoperabilni, ponovno upotrebljivi), engl. *Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*
KZ	Kazneni zakon
ZOO	Zakon o obveznim odnosima
CC BY	licenca Creative Commons Imenovanje, engl. *Creative Commons Attribution*

PRILOG J

Literatura i izvori za daljnje čitanje

U popisu literature navedeni su svi izvori citirani u knjizi, poredani abecedno po autoru. Propisi Europske unije navedeni su pod nazivom donositelja (Europska komisija ili Europski parlament i Vijeće), a znanstvena mišljenja EFSA-e pod nazivom stručnog povjerenstva koje ih je izradilo. Propisi se mijenjaju, pa uvijek čitajte pročišćeni tekst na EUR-Lexu (eur-lex.europa.eu), u kojemu su izmjene već uključene, a hrvatske propise u Narodnim novinama (narodne-novine.nn.hr). Mrežne stranice provjerene su u listopadu 2026.

Preporučeno za daljnje čitanje

Mrežni izvori i baze podataka

- **Tematske stranice EFSA-e** (Europska agencija za sigurnost hrane 2026.b). Za svaku skupinu tvari (metali, mikotoksini, PFAS, aditivi, pesticidi) sažetak mišljenja i poveznice na izvorne znanstvene radove. Dobro polazište prije čitanja samih mišljenja.
- **OpenFoodTox** (Europska agencija za sigurnost hrane 2026.a). Baza toksikoloških referentnih vrijednosti (ADI, TDI, ARfD, NOAEL) iz svih mišljenja EFSA-e, s izvorom za svaku vrijednost. Korisna za radni list iz priloga F.
- **Baza pesticida EU-a** (Europska komisija 2026.c). Važeće najveće dopuštene razine ostataka za svaki par djelatne tvari i proizvoda te status odobrenja tvari.
- **Baza prehrambenih aditiva EU-a** (Europska komisija 2026.d). Uvjeti uporabe pojedinog E-broja po kategorijama hrane (prilog G).
- **Portal RASFF za potrošače** (Europska komisija 2026.f). Obavijesti o povlačenju i opozivu proizvoda u Europskoj uniji, s pretraživanjem po državi i vrsti hrane (pogl. 19).
- **Centar za sigurnost hrane HAPIH-a** (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu 2026.). Znanstvena mišljenja o procjeni rizika za Hrvatsku, rječnik pojmova i obavijesti za potrošače na hrvatskom jeziku.
- **Registar HAA** (Hrvatska akreditacijska agencija 2026.). Opseg akreditacije laboratorija (prilog D).

Knjige i priručnici

- World Health Organization (2006.a). Priručnik Svjetske zdravstvene organizacije o pet pravila sigurne pripreme hrane u kućanstvu (čistoća, odvajanje sirovog i kuhanog, temeljita toplinska obrada, sigurna temperatura, sigurna voda i namirnice). Kratak i slobodno dostupan.
- Shaw (2018.). Sveučilišni udžbenik o mikrobiološkim i kemijskim opasnostima u hrani, od toksina i ostataka pesticida do ambalaže. Zahtijeva osnovno znanje kemije. Drugo izdanje (2018.) dopunjeno je poglavljima o radioaktivnosti, autentičnosti hrane i dodacima prehrani.
- Spiegelhalter (2019.). Popularno objašnjenje statistike, nesigurnosti i tumačenja rizika na primjerima iz zdravstva. Dopuna pogl. 31.
- Gigerenzer (2014.). Kako razumjeti postotke, relativni i apsolutni rizik te zašto se ljudi i stručnjaci često pogrešno odlučuju kada su podaci prikazani nespretno. Dopuna pogl. 27 i 32.

Popis literature

Aarts, G., D. van Donselaar i R. Lasters (2026.). „Citizen-science data reveal drivers of PFAS variability in backyard chicken eggs". *Peer Community Journal* 6, e110. DOI: 10.24072/pcjournal.816.

Altman, D. G. i J. M. Bland (1994.). „Diagnostic tests 1: sensitivity and specificity". *BMJ* 308.6943, str. 1552. DOI: 10.1136/bmj.308.6943.1552.

Anfossi, L., C. Baggiani, C. Giovannoli, G. D'Arco i G. Giraudi (2013.). „Lateral-flow immunoassays for mycotoxins and phycotoxins: a review". *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 405.2–3, str. 467–480. DOI: 10.1007/s00216-012-6033-4.

Bain, R. i sur. (2012.). „A Summary Catalogue of Microbial Drinking Water Tests for Low and Medium Resource Settings". *International Journal of Environmental Research and Public Health* 9.5, str. 1609–1625. DOI: 10.3390/ijerph9051609.

Barański, M., D. Średnicka-Tober, N. Volakakis, C. Seal, R. Sanderson, G. B. Stewart i sur. (2014.). „Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses". *British Journal of Nutrition* 112.5, str. 794–811. DOI: 10.1017/S0007114514001366.

Bettencourt da Silva, R. i A. Williams, ur. (2021.). *Eurachem/CITAC Guide: Use of Uncertainty Information in Compliance Assessment*. 2. izdanje. Eurachem. URL: https://www.eurachem.org.

BfR (2026.). *Schimmelpilze in Lebensmitteln. Gesundheitliche Risiken und wie sie sich vermeiden lassen*. FAQ od 11. 3. 2026., Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin. URL: https://www.bfr.bund.de/fragen-und-antworten/thema/schimmelpilze-in-lebensmitteln-gesundheitliche-risiken-und-wie-sie-sich-vermeiden-lassen/ (pogledano 29. listopada 2026.).

Bilandžić, N., I. Varenina, B. Solomun Kolanović, Đ. Božić, M. Đokić, M. Sedak i sur. (2015.). „Monitoring of aflatoxin M1 in raw milk during four seasons in Croatia". *Food Control* 54, str. 331–337. DOI: 10.1016/j.foodcont.2015.02.015.

Bilandžić, N. i sur. (2014.a). „Seasonal effect on aflatoxin M1 contamination in raw and UHT milk from Croatia". *Food Control* 40, str. 260–264. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.12.002.

Bilandžić, N. i sur. (2014.b). „Seasonal effect on aflatoxin M1 contamination in raw and UHT milk from Croatia". *Food Control* 40, str. 260–264. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.12.002.

Bogdanov, S. i sur. (1999.). „Honey quality and international regulatory standards: review by the International Honey Commission". *Bee World* 80.2, str. 61–69. DOI: 10.1080/0005772X.1999.11099428.

Bonney, R. i sur. (2009.). „Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy". *BioScience* 59.11, str. 977–984. DOI: 10.1525/bio.2009.59.11.9.

Boobis, A., R. Budinsky, S. Collie, K. Crofton, M. Embry, S. Felter i sur. (2011.). „Critical analysis of literature on low-dose synergy for use in screening chemical mixtures for risk assessment". *Critical Reviews in Toxicology* 41.5, str. 369–383. DOI: 10.3109/10408444.2010.543655.

Bundesinstitut für Risikobewertung (9. lipnja 2017.). *BfR research. Proof of the transfer of aluminium from menu trays to food*. URL: https://www.bfr.bund.de/en/press-release/bfr-research-proof-of-the-transfer-of-aluminium-from-menu-trays-to-food/ (pogledano 29. listopada 2026.).

Cedergreen, N. (2014.). „Quantifying Synergy. A Systematic Review of Mixture Toxicity Studies within Environmental Toxicology". *PLoS ONE* 9.5, e96580. DOI: 10.1371/journal.pone.0096580.

Choe, E. i D. B. Min (2006.). „Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 5.4, str. 169–186. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2006.00009.x.

Clark, H. F., D. J. Brabander i R. M. Erdil (2006.). „Sources, Sinks, and Exposure Pathways of Lead in Urban Garden Soil". *Journal of Environmental Quality* 35.6, str. 2066–2074. DOI: 10.2134/jeq2005.0464.

Codex Alimentarius Commission (2004.). *General Guidelines on Sampling* (*CXG 50-2004*). FAO i WHO, Rim.

Codex Alimentarius Commission (2020.). *General Principles of Food Hygiene, CXC 1-1969*. FAO i WHO, Rim; donesen 1969., revidiran 2020. URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/.

Creative Commons (2013.). *Attribution 4.0 International* (*CC BY 4.0*). *Legal Code*. URL: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode (pogledano 29. listopada 2026.).

CSIRO (2021.). *Handling food in the home*. URL: https://www.csiro.au/en/research/health-medical/nutrition/Food-handling (pogledano 29. listopada 2026.).

DeVito, M., B. Bokkers, M. B. M. van Duursen, K. van Ede, M. Feeley, E. Antunes Fernandes Gáspár i sur. (2024.). „The 2022 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for polychlorinated dioxins, dibenzofurans and biphenyls". *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 146, str. 105525. DOI: 10.1016/j.yrtph.2023.105525.

Dickens, J. W. i T. B. Whitaker (1981.). „Bright greenish-yellow fluorescence and aflatoxin in recently harvested yellow corn marketed in North Carolina". *Journal of the American Oil Chemists' Society* 58.12. DOI: 10.1007/BF02679304.

Dnevnik.hr (2026.). *HZJZ objavio analizu vode u Lici. U dva bunara pronađene vječne kemikalije*. Dnevnik.hr, 18. 9. 2026., s priopćenjem HZJZ-a i ZZJZ Ličko-senjske županije u cijelosti. URL: https://dnevnik.hr/vijesti/hrvatska/hzjz-objavio-analizu-vode-u-lici-u-dva-bunara-pronadjene-vjecne-kemikalije---1002299.html (pogledano 29. listopada 2026.).

Dongo, D. (19. rujna 2026.). *Allergen labelling. The European Commission turns to EFSA*. FoodTimes. URL: https://www.foodtimes.eu/food-safety/efsa-review-codex-reference-doses-pal-2026/ (pogledano 29. listopada 2026.).

Državna geodetska uprava (2026.). *Geoportal DGU. Digitalni ortofoto 2018., 2019., 2022., 2023. i 2024.* (*WMS servisi*). Popis servisa na Portalu otvorenih podataka, data.gov.hr. URL: https://geoportal.dgu.hr (pogledano 29. listopada 2026.).

Državni inspektorat (2025.). *Godišnje izvješće o radu Državnog inspektorata za 2024. godinu*. Zagreb: Državni inspektorat Republike Hrvatske. URL: https://dirh.gov.hr/UserDocsImages/dokument

i/Godi%C5%A1nje%20izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20radu%20Dr%C5%BEavnog%20inspektorata%20za%202024.pdf.

Državni inspektorat Republike Hrvatske (2026.a). *Kontakti*. URL: https://dirh.gov.hr/kontakti/93 (pogledano 29. listopada 2026.).

Državni inspektorat Republike Hrvatske (2026.b). *Obavijesti za potrošače*. URL: https://dirh.gov.hr/rasff/obavijesti-za-potrosace/457 (pogledano 29. listopada 2026.).

Državni inspektorat Republike Hrvatske (2026.c). *Podnošenje prijava*. URL: https://dirh.gov.hr/podnosenje-prijava/83 (pogledano 29. listopada 2026.).

Državni inspektorat Republike Hrvatske (2026.d). *Podnošenje prijava*. URL: https://dirh.gov.hr/podnosenje-prijava/83 (pogledano 29. listopada 2026.).

Državni inspektorat Republike Hrvatske (2026.e). *Područni uredi, dežurne inspekcije*. URL: https://dirh.gov.hr/kontakti/podrucni-uredi-dezurne-inspekcije/131 (pogledano 29. listopada 2026.).

ECDC (5. ožujka 2025.). *Joint EFSA-ECDC EU report. Bacteria resistant to key antimicrobials still routinely found in humans and animals*. URL: https://www.ecdc.europa.eu/en/news-events/joint-efsa-ecdc-eu-report-bacteria-resistant-key-antimicrobials-still-routinely-found (pogledano 29. listopada 2026.).

ECSA (European Citizen Science Association) (2015.). *Ten Principles of Citizen Science*. Berlin. DOI: 10.17605/OSF.IO/XPR2N.

EFSA (9. prosinca 2010.). *EFSA assesses possible health risk for children from nitrate in leafy vegetables*. URL: https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/contam101209 (pogledano 29. listopada 2026.).

EFSA (2012.). „Cadmium dietary exposure in the European population". *EFSA Journal* 10.1, str. 2551. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2551.

EFSA (2014.). „Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population". *EFSA Journal* 12.3, str. 3597. DOI: 10.2903/j.efsa.2014.3597.

EFSA (2018.). „Occurrence of residues of fipronil and other acaricides in chicken eggs and poultry muscle/fat". *EFSA Journal* 16.5, str. 5164. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5164.

EFSA (2019.). „Guidance on Communication of Uncertainty in Scientific Assessments". *EFSA Journal* 17.1, str. 5520. DOI: 10.2903/j.efsa.2019.5520.

EFSA (2020.a). „Cumulative dietary risk characterisation of pesticides that have acute effects on the nervous system". *EFSA Journal* 18.4, str. 6087. DOI: 10.2903/j.efsa.2020.6087.

EFSA (2020.b). „Cumulative dietary risk characterisation of pesticides that have chronic effects on the thyroid". *EFSA Journal* 18.4, str. 6088. DOI: 10.2903/j.efsa.2020.6088.

EFSA (2020.c). *Cumulative risk assessment of pesticides. FAQ*. URL: https://www.efsa.europa.eu/en/news/cumulative-risk-assessment-pesticides-faq (pogledano 29. listopada 2026.).

EFSA (2026.). „The 2024 European Union report on pesticide residues in food". *EFSA Journal* 24.5, str. 10054. DOI: 10.2903/j.efsa.2026.10054.

EFSA i ECDC (2025.a). „The European Union One Health 2024 Zoonoses Report". *EFSA Journal* 23.12, e9759. DOI: 10.2903/j.efsa.2025.9759.

EFSA i ECDC (2025.b). „The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2022–2023". *EFSA Journal* 23.3, e9237. DOI: 10.2903/j.efsa.2025.9237.

EFSA ANS Panel (2013.). „Scientific Opinion on the re-evaluation of aspartame (E 951) as a food additive". *EFSA Journal* 11.12, str. 3496. DOI: 10.2903/j.efsa.2013.3496.

EFSA ANS Panel (2017.a). „Re-evaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additives". *EFSA Journal* 15.6, str. 4786. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.4786.

EFSA ANS Panel (2017.b). „Re-evaluation of sodium nitrate (E 251) and potassium nitrate (E 252) as food additives". *EFSA Journal* 15.6, str. 4787. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.4787.

EFSA BIOHAZ Panel (2010.). „Scientific Opinion on risk assessment of parasites in fishery products". *EFSA Journal* 8.4, str. 1543. DOI: 10.2903/j.efsa.2010.1543.

EFSA BIOHAZ Panel (2011.). „Scientific Opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods". *EFSA Journal* 9.10, str. 2393. DOI: 10.2903/j.efsa.2011.2393.

EFSA BIOHAZ Panel (2012.). „Scientific Opinion on Norovirus (NoV) in oysters. Methods, limits and control options". *EFSA Journal* 10.1, str. 2500. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2500.

EFSA BIOHAZ Panel (2014.). „Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 2 (Salmonella and Norovirus in berries)". *EFSA Journal* 12.6, str. 3706. DOI: 10.2903/j.efsa.2014.3706.

EFSA BIOHAZ Panel (2018.). „Listeria monocytogenes contamination of ready-to-eat foods and the risk for human health in the EU". *EFSA Journal* 16.1, str. 5134. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5134.

EFSA BIOHAZ Panel, K. Koutsoumanis, A. Allende, A. Alvarez-Ordóñez i sur. (2020.). „Guidance on date marking and related food information: part 1 (date marking)". *EFSA Journal* 18.12, e06306. DOI: 10.2903/j.efsa.2020.6306.

EFSA CEP Panel (2019.). „Update of the risk assessment of di-butylphthalate (DBP), butyl-benzyl-phthalate (BBP), bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP), di-isononylphthalate (DINP) and di-isodecylphthalate (DIDP) for use in food contact materials". *EFSA Journal* 17.12, str. 5838. DOI: 10.2903/j.efsa.2019.5838.

EFSA CEP Panel (2023.). „Re-evaluation of the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs". *EFSA Journal* 21.4, str. 6857. DOI: 10.2903/j.efsa.2023.6857.

EFSA CONTAM Panel (2008.a). „Nitrate in vegetables. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain". *EFSA Journal* 6.6, str. 689. DOI: 10.2903/j.efsa.2008.689.

EFSA CONTAM Panel (2008.b). „Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food". *EFSA Journal* 6.8, str. 724. DOI: 10.2903/j.efsa.2008.724.

EFSA CONTAM Panel (2009.). *Cadmium in food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain*. DOI: 10.2903/j.efsa.2009.980.

EFSA CONTAM Panel (2010.a). *Scientific Opinion on Lead in Food*. DOI: 10.2903/j.efsa.2010.1570.

EFSA CONTAM Panel (2010.b). „Statement on possible public health risks for infants and young children from the presence of nitrates in leafy vegetables". *EFSA Journal* 8.12, str. 1935. DOI: 10.2903/j.efsa.2010.1935.

EFSA CONTAM Panel (2011.). „Statement on tolerable weekly intake for cadmium". *EFSA Journal* 9.2, str. 1975. DOI: 10.2903/j.efsa.2011.1975.

EFSA CONTAM Panel (2012.). „Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food". *EFSA Journal* 10.12, str. 2985. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2985.

EFSA CONTAM Panel (2015.). „Scientific Opinion on acrylamide in food". *EFSA Journal* 13.6, str. 4104. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4104.

EFSA CONTAM Panel (2016.). „Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood". *EFSA Journal* 14.6, str. 4501. DOI: 10.2903/j.efsa.2016.4501.

EFSA CONTAM Panel (2017.). „Risks to human and animal health related to the presence of deoxynivalenol and its acetylated and modified forms in food and feed". *EFSA Journal* 15.9, str. 4718. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.4718.

EFSA CONTAM Panel (2018.a). „Appropriateness to set a group health-based guidance value for fumonisins and their modified forms". *EFSA Journal* 16.2, str. 5172. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5172.

EFSA CONTAM Panel (2018.b). *Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food*. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5333.

EFSA CONTAM Panel (2020.a). „Risk assessment of aflatoxins in food". *EFSA Journal* 18.3, str. 6040. DOI: 10.2903/j.efsa.2020.6040.

EFSA CONTAM Panel (2020.b). „Risk assessment of ochratoxin A in food". *EFSA Journal* 18.5, str. 6113. DOI: 10.2903/j.efsa.2020.6113.

EFSA CONTAM Panel (2020.c). *Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food*. DOI: 10.2903/j.efsa.2020.6223.

EFSA CONTAM Panel (2020.d). „Update of the risk assessment of nickel in food and drinking water". *EFSA Journal* 18.11, str. 6268. DOI: 10.2903/j.efsa.2020.6268.

EFSA CONTAM Panel (2024.). *Update of the risk assessment of inorganic arsenic in food*. DOI: 10.2903/j.efsa.2024.8488.

EFSA FAF Panel (2021.). „Safety assessment of titanium dioxide (E171) as a food additive". *EFSA Journal* 19.5, str. 6585. DOI: 10.2903/j.efsa.2021.6585.

EFSA NDA Panel (2014.). „Scientific Opinion on health benefits of seafood (fish and shellfish) consumption in relation to health risks associated with exposure to methylmercury". *EFSA Journal* 12.7, str. 3761. DOI: 10.2903/j.efsa.2014.3761.

EFSA NDA Panel (2015.). „Scientific Opinion on the safety of caffeine". *EFSA Journal* 13.5, str. 4102. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4102.

EFSA Scientific Committee (2005.). „Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to a harmonised approach for risk assessment of substances which are both genotoxic and carcinogenic". *EFSA Journal* 3.10, str. 282. DOI: 10.2903/j.efsa.2005.282.

EFSA Scientific Committee (2012.). „Guidance on selected default values to be used by the EFSA Scientific Committee, Scientific Panels and Units in the absence of actual measured data". *EFSA Journal* 10.3, str. 2579. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2579.

EFSA Scientific Committee (2015.). „Statement on the benefits of fish/seafood consumption compared to the risks of methylmercury in fish/seafood". *EFSA Journal* 13.1, str. 3982. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.3982.

EFSA Scientific Committee (2018.). „Guidance on Uncertainty Analysis in Scientific Assessments". *EFSA Journal* 16.1, str. 5123. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5123.

EFSA Scientific Committee (2019.). „Guidance on harmonised methodologies for human health, animal health and ecological risk assessment of combined exposure to multiple chemicals". *EFSA Journal* 17.3, str. 5634. DOI: 10.2903/j.efsa.2019.5634.

EFSA Scientific Committee (2022.). „Guidance on the use of the benchmark dose approach in risk assessment". *EFSA Journal* 20.10, str. 7584. DOI: 10.2903/j.efsa.2022.7584.

Ellison, S. L. R. i A. Williams, ur. (2012.). *Eurachem/CITAC Guide: Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement*. 3. izdanje. Eurachem. ISBN: 978-0-948926-30-3. URL: https://www.eurachem.org.

Escuredo, O., I. Dobre, M. Fernández-González i M. C. Seijo (2014.). „Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon". *Food Chemistry* 149, str. 84–90. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.10.097.

European Food Safety Authority (2010.). „Management of left-censored data in dietary exposure assessment of chemical substances". *EFSA Journal* 8.3, str. 1557. DOI: 10.2903/j.efsa.2010.1557.

Europska agencija za sigurnost hrane (2026.a). *OpenFoodTox. Chemical Hazards Database*. URL: https://www.efsa.europa.eu/en/microstrategy/openfoodtox (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska agencija za sigurnost hrane (2026.b). *Topics A–Z* (*tematske stranice EFSA-e*). URL: https://www.efsa.europa.eu/en/topics (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2002.). *Direktiva Komisije 2002/63/EZ o utvrđivanju metoda uzorkovanja Zajednice za službenu kontrolu ostataka pesticida u i na proizvodima biljnog i životinjskog podrijetla*. Službeni list EU L 187, 16. 7. 2002. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32002L0063.

Europska komisija (2005.). *Uredba Komisije* (*EZ*) *br. 2073/2005 o mikrobiološkim kriterijima za hranu*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32005R2073.

Europska komisija (2006.). *Uredba Komisije* (*EZ*) *br. 401/2006 o metodama uzorkovanja i analize za službenu kontrolu razina mikotoksina u hrani*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32006R0401.

Europska komisija (2007.). *Uredba Komisije* (*EZ*) *br. 333/2007 o metodama uzorkovanja i analize za službenu kontrolu razina mikroelemenata i procesnih kontaminanata u hrani*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32007R0333.

Europska komisija (2010.a). *Odluka Komisije 2010/678/EU o financijskom doprinosu Unije koordiniranom programu praćenja prevalencije* Listeria monocytogenes *u određenoj hrani spremnoj za konzumaciju u državama članicama*. Službeni list EU L 292, 10. 11. 2010., str. 40. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32010D0678 (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2010.b). *Uredba Komisije* (*EU*) *br. 257/2010 o utvrđivanju programa ponovne procjene odobrenih prehrambenih aditiva u skladu s Uredbom* (*EZ*) *br. 1333/2008*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32010R0257.

Europska komisija (2010.c). *Uredba Komisije* (*EU*) *br. 37/2010 o farmakološki djelatnim tvarima i njihovoj klasifikaciji u odnosu na najveće dopuštene količine rezidua u hrani životinjskog podrijetla*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32010R0037.

Europska komisija (2011.a). *Uredba Komisije* (*EU*) *br. 10/2011 o materijalima i predmetima od plastike koji dolaze u dodir s hranom*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32011R0010.

Europska komisija (2011.b). *Uredba Komisije* (*EU*) *br. 1276/2011 o izmjeni Priloga III. Uredbi* (*EZ*) *br. 853/2004 u pogledu postupka za ubijanje živih nametnika u proizvodima ribarstva namijenjenima prehrani ljudi*. Službeni list EU L 327, 9. 12. 2011. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32011R1276.

Europska komisija (2011.c). *Uredba Komisije* (*EU*) *br. 836/2011 o izmjeni Uredbe* (*EZ*) *br. 333/2007 o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analiza za službenu kontrolu razina olova, kadmija, žive, anorganskog kositra, 3-MCPD-a i benzo*(*a*)*pirena u hrani*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32011R0836.

Europska komisija (2013.). *Provedbena uredba Komisije* (*EU*) *br. 1337/2013 o utvrđivanju pravila za primjenu Uredbe* (*EU*) *br. 1169/2011 u pogledu navođenja zemlje podrijetla ili mjesta provenijencije za svježe, rashlađeno ili zamrznuto svinjsko, ovčje, kozje meso i meso peradi*. Službeni list EU L 335, 14. 12. 2013. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32013R1337.

Europska komisija (2014.a). *Horse meat 2013–14. Test results*. URL: https://food.ec.europa.eu/food-safety/eu-agri-food-fraud-network/eu-coordinated-actions/horse-meat-2013-14/test-results_en (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2014.b). *Provedbena uredba Komisije (EU) br. 828/2014 o zahtjevima za pružanje informacija potrošačima o odsutnosti ili smanjenoj prisutnosti glutena u hrani*. Službeni list EU L 228, 31. 7. 2014. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32014R0828.

Europska komisija (2015.). *Fish substitution (2015)*. EU Agri-Food Fraud Network, koordinirane akcije. URL: https://food.ec.europa.eu/food-safety/eu-agri-food-fraud-network/eu-coordinated-actions/fish-substitution_en (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2017.). *Uredba Komisije (EU) 2017/644 o metodama uzorkovanja i analize za kontrolu razina dioksina, dioksinima sličnih PCB-a i PCB-a koji nisu slični dioksinima u određenoj hrani*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32017R0644.

Europska komisija (2018.). *Provedbena uredba Komisije (EU) 2018/775 o utvrđivanju pravila za primjenu članka 26. stavka 3. Uredbe (EU) br. 1169/2011 u pogledu pravila za navođenje zemlje podrijetla ili mjesta provenijencije primarnog sastojka hrane*. Službeni list EU L 131, 29. 5. 2018. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32018R0775.

Europska komisija (2019.). *Provedbena uredba Komisije (EU) 2019/1715 o utvrđivanju pravila za funkcioniranje sustava za upravljanje informacijama za službene kontrole (IMSOC)*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32019R1715.

Europska komisija (2020.). *The EU Food Fraud Network and the Administrative Assistance and Cooperation System. 2019 Annual Report*. Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane. URL: https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/ff_ffn_annual-report_2019.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2021.a). *Results of first EU-wide survey about herbs and spices authenticity (2019–2021)*. EU Agri-Food Fraud Network. URL: https://food.ec.europa.eu/food-safety/eu-agri-food-fraud-network/eu-coordinated-actions/herbs-and-spices-2019-2021_en (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2021.b). *Uredba Komisije (EU) 2021/382 o izmjeni priloga Uredbi (EZ) br. 852/2004 u pogledu upravljanja alergenima u hrani, preraspodjele hrane i kulture sigurnosti hrane*. Službeni list EU L 74, 4. 3. 2021. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32021R0382.

Europska komisija (2022.a). *Delegirana uredba Komisije (EU) 2022/2104 o dopuni Uredbe (EU) br. 1308/2013 u pogledu tržišnih standarda za maslinovo ulje*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32022R2104.

Europska komisija (2022.b). *Delegirana uredba Komisije (EU) 2022/2258 o izmjeni i ispravku Priloga III. Uredbi (EZ) br. 853/2004 u pogledu posebnih higijenskih zahtjeva za hranu životinjskog podrijetla*. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2022/2258/oj (pogledano 30. listopada 2026.).

Europska komisija (2022.c). *Obavijest Komisije o provedbi sustava upravljanja sigurnošću hrane koji obuhvaćaju dobru higijensku praksu i postupke temeljene na načelima HACCP-a, uključujući olakšavanje ili fleksibilnost provedbe u određenim poslovnim subjektima u poslovanju s hranom (2022/C 355/01)*. Službeni list EU C 355, 16. 9. 2022. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:52022XC0916(01).

Europska komisija (2022.d). *Preporuka Komisije (EU) 2022/1431 o praćenju perfluoroalkilnih tvari u hrani*. Službeni list EU L 221, 26. 8. 2022. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32022H1431.

Europska komisija (2022.e). *Provedbena uredba Komisije (EU) 2022/1428 o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analize za kontrolu perfluoroalkilnih tvari u određenoj hrani*. Službeni list EU L 221, 26. 8. 2022. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32022R1428.

Europska komisija (2022.f). *Uredba Komisije (EU) 2022/63 o izmjeni priloga II. i III. Uredbi (EZ) br. 1333/2008 u pogledu prehrambenog aditiva titanijeva dioksida (E 171)*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32022R0063.

Europska komisija (2023.a). *Delegirana uredba Komisije (EU) 2023/2429 o dopuni Uredbe (EU) br. 1308/2013 u pogledu tržišnih standarda za sektor voća i povrća, određene prerađene proizvode od voća i povrća te sektor banana*. Službeni list EU L 2023/2429, 3. 11. 2023. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32023R2429 (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2023.b). *Delegirana uredba Komisije (EU) 2023/2465 o dopuni Uredbe (EU) br. 1308/2013 u pogledu tržišnih standarda za jaja i stavljanju izvan snage Uredbe Komisije (EZ) br. 589/2008*. Službeni list EU L 2023/2465, 8. 11. 2023., s izmjenama. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32023R2465 (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2023.c). *EU coordinated action „From the Hives" (Honey 2021–2022)*. URL: https://food.ec.europa.eu/food-safety/eu-agri-food-fraud-network/eu-coordinated-actions/honey-2021-2022_en (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2023.d). *EU coordinated action to deter certain fraudulent practices in the honey sector („From the hives"), 2021–2022*. EU Agri-Food Fraud Network, rezultati objavljeni u ožujku 2023. URL: https://food.ec.europa.eu/food-safety/eu-agri-food-fraud-network/eu-coordinated-actions/honey-2021-2022_en (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2023.e). *Provedbena uredba Komisije (EU) 2023/2782 o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analize za kontrolu razina mikotoksina u hrani i stavljanju izvan snage Uredbe (EZ) br. 401/2006*. Službeni list EU L, 2023/2782, 15. 12. 2023. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32023R2782.

Europska komisija (2023.f). *Uredba Komisije (EU) 2023/2108 o izmjeni Priloga II. Uredbi (EZ) br. 1333/2008 i Priloga Uredbi (EU) br. 231/2012 u pogledu prehrambenih aditiva nitrita (E 249 i E 250) i nitrata (E 251 i E 252)*. Službeni list EU L 2023/2108, 9. 10. 2023. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32023R2108.

Europska komisija (2023.g). *Uredba Komisije (EU) 2023/915 o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani i o stavljanju izvan snage Uredbe (EZ) br. 1881/2006*. Službeni list EU L 119, 5. 5. 2023. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32023R0915.

Europska komisija (2024.). *Uredba Komisije (EU) 2024/3190 o uporabi bisfenola A i drugih bisfenola i njihovih derivata u materijalima i predmetima koji dolaze u dodir s hranom*. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/3190/oj.

Europska komisija (7. ožujka 2025.a). *EU prohibition on the use and trade of Bisphenol A from 20 January 2025*. Access2Markets. URL: https://trade.ec.europa.eu/access-to-markets/en/news/eu-prohibition-use-and-trade-bisphenol-20-january-2025 (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2025.b). *Uredba Komisije (EU) 2025/1891 o izmjeni Uredbe (EU) 2023/915 u pogledu najvećih dopuštenih količina anorganskog arsena u ribi i drugim plodovima mora*. Službeni list EU L 2025/1891, 18. 9. 2025. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32025R1891.

Europska komisija (2026.a). *ACN members*. URL: https://food.ec.europa.eu/food-safety/acn/acn-members_en (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2026.b). *EU Agri-Food Fraud Network. What does it mean?* URL: https://food.ec.europa.eu/food-safety/eu-agri-food-fraud-network/what-does-it-mean_en (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2026.c). *EU Pesticides Database* (*najveće dopuštene razine ostataka pesticida*). URL: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/mrls (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2026.d). *Food Additives Database* (*baza prehrambenih aditiva EU*). URL: https://food.ec.europa.eu/food-safety/food-improvement-agents/additives/database_en (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2026.e). *Provedbena uredba Komisije* (*EU*) *2026/765 o metodama uzorkovanja i analize te tumačenju rezultata za službene kontrole ostataka pesticida i o stavljanju izvan snage Direktive 2002/63/EZ*. Službeni list EU L, 2026/765, 7. 4. 2026. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2026/765/oj.

Europska komisija (2026.f). *RASFF Consumers Portal*. URL: https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/consumers (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2026.g). *RASFF Consumers' Portal*. URL: https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/consumers (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2026.h). *RASFF. Food and feed safety alerts*. URL: https://food.ec.europa.eu/safety/rasff_en (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija (2026.i). *Uredba Komisije* (*EU*) *2023/915 o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani. Pročišćeni tekst 02023R0915-20260819* (*s izmjenama M1 do M11*). URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:02023R0915-20260819 (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane (2018.). *Smjernice za provedbu određenih odredbi Uredbe* (*EZ*) *br. 852/2004 o higijeni hrane*. Bruxelles. URL: https://food.ec.europa.eu/document/download/33573cbc-fd1c-4db4-b09c-17c22f9cacf6_hr?filename=biosafety_fh_legis_guidance_reg-2004-852_hr.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane (2022.). *2021 Annual Report. Alert and Cooperation Network*. Luxembourg: Ured za publikacije Europske unije. DOI: 10.2875/328358.

Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane (2023.). *2022 Annual Report. Alert and Cooperation Network*. Bruxelles: Europska komisija. URL: https://food.ec.europa.eu/document/download/499ffcf1-6c99-43ec-8905-5ff3e812eeb2_en?filename=acn_annual-report_2022.pdf (pogledano 30. listopada 2026.).

Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane (2024.). *2023 Annual Report. Alert and Cooperation Network*. Bruxelles: Europska komisija. URL: https://food.ec.europa.eu/document/download/911d49f2-b3ef-4752-8ea3-5f20dbbe9945_en?filename=acn_annual-report_2023.pdf (pogledano 30. listopada 2026.).

Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane (2025.). *2024 Annual Report. Alert and Cooperation Network*. Luxembourg: Ured za publikacije Europske unije. DOI: 10.2875/0397221.

Europska komisija, Glavna uprava za zdravlje i sigurnost hrane (2026.). *2025 Annual Report. Alert and Cooperation Network*. Luxembourg: Ured za publikacije Europske unije. DOI: 10.2875/9166958.

Europski parlament (2016.). *Prijedlog rezolucije o sljedivosti proizvoda ribarstva i akvakulture u restoranima i maloprodaji, B8-0581/2016*. URL: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/B-8-2016-0581_EN.html (pogledano 29. listopada 2026.).

Europski parlament i Vijeće (2000.). *Uredba* (*EZ*) *br. 1760/2000 o uvođenju sustava označivanja i registracije životinja vrste goveda, označivanju govođeg mesa i proizvoda od govođeg mesa*. Službeni list EZ L 204, 11. 8. 2000., s izmjenama. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32000R1760 (pogledano 29. listopada 2026.).

Europski parlament i Vijeće (2002.). *Uredba (EZ) br. 178/2002 o utvrđivanju općih načela i uvjeta zakona o hrani, osnivanju Europske agencije za sigurnost hrane te utvrđivanju postupaka u području sigurnosti hrane*. Službeni list EU L 31, 1. 2. 2002. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32002R0178.

Europski parlament i Vijeće (2004.a). *Uredba (EZ) br. 1935/2004 o materijalima i predmetima koji dolaze u dodir s hranom*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32004R1935.

Europski parlament i Vijeće (2004.b). *Uredba (EZ) br. 852/2004 o higijeni hrane*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32004R0852.

Europski parlament i Vijeće (2004.c). *Uredba (EZ) br. 853/2004 o utvrđivanju određenih higijenskih pravila za hranu životinjskog podrijetla*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32004R0853.

Europski parlament i Vijeće (2005.). *Uredba (EZ) br. 396/2005 o maksimalnim razinama ostataka pesticida u ili na hrani i hrani za životinje biljnog i životinjskog podrijetla*. Službeni list EU L 70, 16. 3. 2005. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32005R0396.

Europski parlament i Vijeće (2006.). *Uredba (EZ) br. 1924/2006 o prehrambenim i zdravstvenim tvrdnjama koje se navode za hranu*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32006R1924.

Europski parlament i Vijeće (2008.). *Uredba (EZ) br. 1333/2008 o prehrambenim aditivima*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32008R1333.

Europski parlament i Vijeće (2009.). *Direktiva 2009/128/EZ o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u postizanju održive uporabe pesticida*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32009L0128.

Europski parlament i Vijeće (2011.a). *Direktiva 2011/91/EU o oznakama ili znakovima koji označavaju seriju kojoj hrana pripada*. Službeni list EU L 334, 16. 12. 2011. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32011L0091.

Europski parlament i Vijeće (2011.b). *Uredba (EU) br. 1169/2011 o informiranju potrošača o hrani*. Službeni list EU L 304, 22. 11. 2011. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32011R1169.

Europski parlament i Vijeće (2012.). *Direktiva 2012/12/EU o izmjeni Direktive Vijeća 2001/112/EZ o voćnim sokovima i određenim sličnim proizvodima namijenjenima prehrani ljudi*. Službeni list EU L 115, 27. 4. 2012. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32012L0012.

Europski parlament i Vijeće (2013.). *Uredba (EU) br. 1379/2013 o zajedničkom uređenju tržišta proizvodima ribarstva i akvakulture*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32013R1379.

Europski parlament i Vijeće (2016.). *Uredba (EU) 2016/679 o zaštiti pojedinaca u vezi s obradom osobnih podataka i o slobodnom kretanju takvih podataka* (*Opća uredba o zaštiti podataka*). Službeni list EU L 119, 4. 5. 2016. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32016R0679.

Europski parlament i Vijeće (2017.). *Uredba (EU) 2017/625 o službenim kontrolama i drugim službenim aktivnostima kojima se osigurava primjena propisa o hrani i hrani za životinje*. Službeni list EU L 95, 7. 4. 2017. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32017R0625.

Europski parlament i Vijeće (2018.). *Uredba (EU) 2018/848 o ekološkoj proizvodnji i označivanju ekoloških proizvoda*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32018R0848.

Europski parlament i Vijeće (2020.). *Direktiva (EU) 2020/2184 o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju*. Službeni list EU L 435, 23. 12. 2020. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32020L2184.

Europski parlament i Vijeće (2024.a). *Direktiva (EU) 2024/1438 o izmjeni direktiva Vijeća 2001/110/EZ o medu, 2001/112/EZ o voćnim sokovima i određenim sličnim proizvodima namijenjenim prehrani ljudi, 2001/113/EZ o voćnim džemovima, želeima i marmeladama te zaslađenom kesten pireu namijenjenim prehrani ljudi i 2001/114/EZ o određenim vrstama ugušćenog (kondenziranog) mlijeka i mlijeka u prahu za prehranu ljudi*. Službeni list EU L 2024/1438, 24. 5. 2024. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32024L1438 (pogledano 29. listopada 2026.).

Europski parlament i Vijeće (2024.b). *Uredba (EU) 2024/1143 o oznakama zemljopisnog podrijetla za vino, jaka alkoholna pića i poljoprivredne proizvode te o zajamčeno tradicionalnim specijalitetima i neobaveznim izrazima kvalitete za poljoprivredne proizvode*. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1143/oj.

Europski parlament i Vijeće (2026.). *Uredba (EZ) br. 1333/2008 o prehrambenim aditivima. Pročišćeni tekst 02008R1333-20260818*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:02008R1333-20260818 (pogledano 29. listopada 2026.).

Europski parlament i Vijeće EU (2016.). *Uredba (EU) 2016/679 Europskog parlamenta i Vijeća od 27. travnja 2016. o zaštiti pojedinaca u vezi s obradom osobnih podataka i o slobodnom kretanju takvih podataka (Opća uredba o zaštiti podataka)*. Službeni list Europske unije L 119, 4. 5. 2016. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj.

FACEnetwork (2016.). *Europski vodič dobre higijenske prakse u proizvodnji tradicijskih sireva i mliječnih proizvoda*. Izmijenjena verzija od 20. 12. 2016., objavljeno na mrežnim stranicama Europske komisije. URL: https://food.ec.europa.eu/document/download/589df643-14af-4ded-b62f-e21ecd1a9161_hr?filename=biosafety_fh_guidance_artisanal-cheese-and-dairy-products_hr.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Fallico, B., M. Zappalà, E. Arena i A. Verzera (2004.). „Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys". *Food Chemistry* 85.2, str. 305–313. DOI: 10.1016/j.foodchem.2003.07.010.

FAO i WHO (2013.). *Public Health Risks of Histamine and other Biogenic Amines from Fish and Fishery Products. Meeting report*. Teh. izv. Rim i Ženeva: Organizacija za prehranu i poljoprivredu UN-a i Svjetska zdravstvena organizacija.

Food Safety News (2025.). *Dutch told to avoid backyard eggs because of PFAS risk*. Food Safety News, 21. 4. 2025. URL: https://www.foodsafetynews.com/2025/04/dutch-told-to-avoid-backyard-eggs-because-of-pfas-risk/ (pogledano 29. listopada 2026.).

Food Standards Agency (2026.). *How to chill, freeze and defrost food safely*. GOV.UK. URL: https://www.gov.uk/government/publications/how-to-chill-freeze-and-defrost-food-safely/how-to-chill-freeze-and-defrost-food-safely (pogledano 29. listopada 2026.).

Ghisi, R., T. Vamerali i S. Manzetti (2019.). „Accumulation of perfluorinated alkyl substances (PFAS) in agricultural plants: A review". *Environmental Research* 169, str. 326–341. DOI: 10.1016/j.envres.2018.10.023.

Gigerenzer, G. (2014.). *Risk Savvy. How to Make Good Decisions*. New York: Viking.

Gigerenzer, G. i U. Hoffrage (1995.). „How to improve Bayesian reasoning without instruction. Frequency formats". *Psychological Review* 102.4, str. 684–704. DOI: 10.1037/0033-295X.102.4.684.

Gilmour, M. (2023.). *The sniff test is not reliable for food safety. Here's why*. The Conversation, kolovoz 2023. (prenio Salon, 22. 8. 2023.) URL: https://www.salon.com/2023/08/22/the-sniff-test-is-not-reliable-for-safety-heres-why_partner/ (pogledano 29. listopada 2026.).

gov.hr (2026.). *Podnošenje prijava nepravilnosti Državnom inspektoratu* (*e-usluga*). URL: https://www.gov.hr/hr/podnosenje-prijava-nepravilnosti-drzavnom-inspektoratu/2708 (pogledano 29. listopada 2026.).

GOV.UK (2025.). *Understanding food labelling. Best before and use-by dates*. URL: https://www.gov.uk/understanding-food-labelling/best-before-and-use-by-dates (pogledano 29. listopada 2026.).

Green, R. E. i D. J. Pain (2019.). „Risks to human health from ammunition-derived lead in Europe". *Ambio* 48.9, str. 954–968. DOI: 10.1007/s13280-019-01194-x.

Hina (4. veljače 2025.). *Zagađeno je oko 60 % bunara u Koprivničko-križevačkoj županiji*. Index.hr. URL: https://www.index.hr/vijesti/clanak/vise-od-pola-bunara-u-koprivnickokrizevackoj-zupaniji-je-zagadjeno/2638980.aspx (pogledano 29. listopada 2026.).

Holzhauser, T., P. Johnson, J. P. Hindley, G. O'Connor, C.-H. Chan, J. Costa i sur. (2020.). „Are current analytical methods suitable to verify VITAL 2.0/3.0 allergen reference doses for EU allergens in foods?": *Food and Chemical Toxicology* 145, str. 111709. DOI: 10.1016/j.fct.2020.111709.

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (2025.a). *Godišnje izvješće o prijavi podataka Europskoj agenciji za sigurnost hrane za 2024. godinu. Rezidue veterinarsko medicinskih proizvoda i pesticida u hrani, hrani za životinje i neprehrambenim matriksima*. Osijek: HAPIH, Centar za sigurnost hrane. URL: https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2026/01/Godisnje-izvjesce-VMPR-i-pesticidi-za-2024.-godinu.pdf.

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (2025.b). *Postanite korisnik besplatnog znaka Hrana s hrvatskih farmi i polja. Vodič za proizvođače*. URL: https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2025/10/HHFP-Vodic-za-proizvodace_2025.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (2026.). *Centar za sigurnost hrane*. URL: https://www.hapih.hr/csh/ (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za tlo (2019.). *Uzimanje uzoraka tla za agrokemijsku analizu*. Uputa, Osijek. URL: https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2019/04/Uputa-za-uzimanje-uzoraka-tla-_HAPIH_CT_radno_.doc (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatska akreditacijska agencija (2022.). *Prilog potvrdi o akreditaciji br. 1408* (*Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Osijek*), *izdan 30. 11. 2022.* URL: https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2023/02/Potvrda-o-akreditaciji-1408.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatska akreditacijska agencija (2024.). *Akreditacija, Hrvatska akreditacijska agencija i postupak akreditacije* (*prezentacija na radionici Državnog inspektorata o svjetlosnom onečišćenju*). URL: https://mzoz t.gov.hr/UserDocsImages/klimatske_aktivnosti/zrak_tlo_svjetlosno/radionica_svjetlosno_dirh_2024/final_akredit_haa.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatska akreditacijska agencija (2026.). *Registar akreditacija* (*registar akreditiranih tijela s prilozima potvrdama o akreditaciji*). URL: https://akreditacija.gov.hr/frontend/registar-akreditacija (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatski sabor (2003.). *Zakon o akreditaciji*. Narodne novine 158/03, 75/09, 56/13.

Hrvatski sabor (2005.). *Zakon o obveznim odnosima*. Narodne novine 35/2005, 41/2008, 125/2011, 78/2015, 29/2018, 126/2021, 114/2022, 156/2022, 155/2023, 69/2026. URL: https://www.zakon.hr/z/75/zakon-o-obveznim-odnosima (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatski sabor (2007.). *Zakon o zaštiti pučanstva od zaraznih bolesti*. Narodne novine 79/07, 113/08, 43/09, 130/17, 114/18, 47/20, 134/20, 143/21. URL: https://www.zakon.hr/z/1067/zakon-o-zastiti-pucanstva-od-zaraznih-bolesti (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatski sabor (2009.). *Zakon o općem upravnom postupku*. Narodne novine 47/09, 110/21. URL: https://www.zakon.hr/z/65/zakon-o-opcem-upravnom-postupku (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatski sabor (2011.a). *Kazneni zakon*. Narodne novine 125/11 i kasnije izmjene. URL: https://www.zakon.hr/z/98/kazneni-zakon (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatski sabor (2011.b). *Kazneni zakon*. Narodne novine 125/11. i kasnije izmjene. URL: https://www.zakon.hr/z/98/kazneni-zakon (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatski sabor (2011.c). *Kazneni zakon*. Narodne novine 125/2011, 144/2012, 56/2015, 61/2015, 101/2017, 118/2018, 126/2019, 84/2021, 114/2022, 114/2023, 36/2024, 136/2025. URL: https://www.zakon.hr/z/98/kazneni-zakon (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatski sabor (2013.). *Zakon o pravu na pristup informacijama*. Narodne novine 25/13, 85/15, 69/22. URL: https://www.zakon.hr/z/126/zakon-o-pravu-na-pristup-informacijama (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatski sabor (2018.). *Zakon o provedbi Opće uredbe o zaštiti podataka*. Narodne novine 42/2018.

Hrvatski sabor (2019.). *Zakon o informiranju potrošača o hrani*. Narodne novine 56/2013, 14/2014, 56/2016 i 32/2019. URL: https://www.zakon.hr/z/593/Zakon-o-informiranju-potro%C5%A1a%C4%8Da-o-hrani (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatski sabor (2021.). *Zakon o službenim kontrolama i drugim službenim aktivnostima koje se provode sukladno propisima o hrani, hrani za životinje, o zdravlju i dobrobiti životinja, zdravlju bilja i sredstvima za zaštitu bilja*. Narodne novine 52/21. URL: https://www.zakon.hr/z/2806/.

Hrvatski sabor (2022.). *Zakon o zaštiti potrošača*. Narodne novine 19/22, 59/23, 59/26. URL: https://www.zakon.hr/z/193/zakon-o-zastiti-potrosaca (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatski sabor (2023.a). *Zakon o Državnom inspektoratu*. Narodne novine 115/18, 117/21, 67/23, 155/23. URL: https://informator.hr/zakoni/300142.

Hrvatski sabor (2023.b). *Zakon o hrani*. Narodne novine 18/23. Pročišćeni tekst na informator.hr provjeren 29. 10. 2026., bez izmjena nakon NN 18/23. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_02_18_302.html (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatski sabor (2023.c). *Zakon o hrani*. Narodne novine 18/23. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_02_18_302.html.

Hrvatski sabor (2023.d). *Zakon o vodi za ljudsku potrošnju*. Narodne novine 30/2023. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2023_03_30_509.html (pogledano 29. listopada 2026.).

Hrvatski zavod za norme (2017.). *HRN EN ISO/IEC 17025:2017 Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija* (*ISO/IEC 17025:2017; EN ISO/IEC 17025:2017*). Zagreb.

Hülster, A., J. F. Müller i H. Marschner (1994.). „Soil-plant transfer of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans to vegetables of the cucumber family (Cucurbitaceae)". *Environmental Science & Technology* 28.6, str. 1110–1115. DOI: 10.1021/es00055a021.

ILAC (2019.). *ILAC-G8:09/2019 Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity*. URL: https://ilac.org/publications-and-resources/ilac-guidance-series/.

Immel, S. i F. W. Lichtenthaler (2000.). „The Hydrophobic Topographies of Amylose and its Blue Iodine Complex". *Starch – Stärke* 52.1, str. 1–8. DOI: 10.1002/(SICI)1521-379X(200001)52:1<1::AID-STAR1>3.0.CO;2-H.

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada (2026.). *Centar za kontrolu otrovanja*. URL: https://www.imi.hr/hr/centar-za-kontrolu-otrovanja/ (pogledano 29. listopada 2026.).

Intawongse, M. i J. R. Dean (2006.). „Uptake of heavy metals by vegetable plants grown on contaminated soil and their bioavailability in the human gastrointestinal tract". *Food Additives and Contaminants* 23.1, str. 36–48. DOI: 10.1080/02652030500387554.

International Honey Commission (2009.). *Harmonised Methods of the International Honey Commission*. Ur. S. Bogdanov. URL: https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

International Organization for Standardization (2006.). *ISO 19458:2006 Water quality. Sampling for microbiological analysis* (*u Hrvatskoj prihvaćena kao HRN EN ISO 19458*).

International Organization for Standardization (2015.). *ISO/TS 17728:2015 Microbiology of the food chain. Sampling techniques for microbiological analysis of food and feed samples* (*u Hrvatskoj HRS CEN ISO/TS 17728:2015*).

IRCEL-CELINE (2018.). *CurieuzeNeuzen Vlaanderen*. URL: https://irceline.be/en/documentation/projects/curieuzeneuzen-flanders (pogledano 29. listopada 2026.).

ISO (2006.). *ISO 19458:2006. Water quality. Sampling for microbiological analysis* (*HRN EN ISO 19458*). International Organization for Standardization, Ženeva.

ISO (2015.). *ISO/TS 17728:2015. Microbiology of the food chain. Sampling techniques for microbiological analysis of food and feed samples*. International Organization for Standardization, Ženeva.

ISO (2017.). *ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories* (*HRN EN ISO/IEC 17025:2017*). International Organization for Standardization, Ženeva.

ISO (2018.). *ISO 18400-104:2018. Soil quality. Sampling. Part 104: Strategies*. International Organization for Standardization, Ženeva.

ISO (2019.). *ISO 19036:2019. Microbiology of the food chain. Estimation of measurement uncertainty for quantitative determinations*. International Organization for Standardization, Ženeva.

ISO (2022.). *ISO 13528:2022 Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison*.

ISO (2023.). *ISO/IEC 17043:2023 Conformity assessment. General requirements for the competence of proficiency testing providers*.

ISO (2024.). *ISO 5667-3. Water quality. Sampling. Part 3: Preservation and handling of water samples* (*HRN EN ISO 5667-3*). International Organization for Standardization, Ženeva.

James, S. J., J. Evans i C. James (2008.). „A review of the performance of domestic refrigerators". *Journal of Food Engineering* 87.1, str. 2–10. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.03.032.

JCGM (2008.). *JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data. Guide to the expression of uncertainty in measurement* (*GUM*). URL: https://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm/publications.

Kabała, C., E. Musztyfaga, B. Gałka, D. Łabuńska i P. Mańczyńska (2016.). „Conversion of Soil pH 1:2.5 KCl and 1:2.5 H2O to 1:5 H2O: Conclusions for Soil Management, Environmental Monitoring, and International Soil Databases". *Polish Journal of Environmental Studies* 25.2, str. 647–653. DOI: 10.15244/pjoes/61549.

Kabata-Pendias, A. (2011.). *Trace Elements in Soils and Plants*. 4. izdanje. Boca Raton: CRC Press.

Kijlstra, A., W. A. Traag i L. A. R. Hoogenboom (2007.). „Effect of Flock Size on Dioxin Levels in Eggs from Chickens Kept Outside". *Poultry Science* 86.9, str. 2042–2048. DOI: 10.1093/ps/86.9.2042.

Kosmala, M., A. Wiggins, A. Swanson i B. Simmons (2016.). „Assessing data quality in citizen science". *Frontiers in Ecology and the Environment* 14.10, str. 551–560. DOI: 10.1002/fee.1436.

Laaninen, T. (veljača 2021.). *Recalls of sesame seed products due to pesticide residues*. EPRS At a glance PE 679.077. European Parliamentary Research Service.

Lasters, R. i sur. (2022.). „Home-produced eggs: An important human exposure pathway of perfluoroalkylated substances (PFAS)". *Chemosphere* 308, str. 136283. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2022.136283.

Lazarus, A. (2018.). *Five things we learnt when 20,000 Belgians became air pollution scientists*. META, European Environmental Bureau, 4. 10. 2018. URL: https://meta.eeb.org/2018/10/04/five-things-we-learnt-when-20000-belgians-became-air-pollution-scientists/ (pogledano 29. listopada 2026.).

Lum, J. (2022.). *Scombrotoxin Fish Poisoning*. Food Safety Focus, br. 197, prosinac 2022., Centre for Food Safety, Hong Kong. URL: https://www.cfs.gov.hk/english/multimedia/multimedia_pub/multimedia_pub_fsf_197_01.html (pogledano 29. listopada 2026.).

Magnusson, B. i U. Örnemark, ur. (2014.). *Eurachem Guide: The Fitness for Purpose of Analytical Methods. A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics*. 2. izdanje. Eurachem. ISBN: 978-91-87461-59-0. URL: https://www.eurachem.org.

Maquet, A. i sur. (2021.). *Results of an EU wide coordinated control plan to establish the prevalence of fraudulent practices in the marketing of herbs and spices*. JRC Technical Report EUR 30877 EN. Luxembourg: Ured za publikacije Europske unije. DOI: 10.2760/309557.

Mariani, S. i sur. (2015.). „Low mislabeling rates indicate marked improvements in European seafood market operations". *Frontiers in Ecology and the Environment* 13.10, str. 536–540. DOI: 10.1890/150119.

Marić, L. i K. A. Scherf (2021.). „A Portable Gluten Sensor for Celiac Disease Patients May Not Always Be Reliable Depending on the Food and the User". *Frontiers in Nutrition* 8, str. 712992. DOI: 10.3389/fnut.2021.712992.

Marsh, P. B., M. E. Simpson, R. J. Ferretti, G. V. Merola, J. Donoso i G. O. Craig (1969.). „Mechanism of formation of a fluorescence in cotton fiber associated with aflatoxins in the seeds at harvest". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 17.3, str. 468–472. DOI: 10.1021/jf60163a006.

Mastanjević, K., B. Kartalović, L. Puljić, D. Kovačević i K. Habschied (2020.). „Influence of different smoking procedures on polycyclic aromatic hydrocarbons formation in traditional dry sausage Hercegovačka kobasica". *Processes* 8.8, str. 918. DOI: 10.3390/pr8080918.

Mastanjević, K. i sur. (2019.). „Polycyclic aromatic hydrocarbons in the traditional smoked sausage Slavonska kobasica". *Journal of Food Composition and Analysis* 83, str. 103282. DOI: 10.1016/j.jfca.2019.103282.

Maxim, L., M. Mazzocchi, S. Van den Broucke, F. Zollo, T. Robinson, C. Rogers i sur. (2021.). „Technical assistance in the field of risk communication". *EFSA Journal* 19.4, str. 6574. DOI: 10.2903/j.efsa.2021.6574.

McBride, M. B., H. A. Shayler, H. M. Spliethoff, R. G. Mitchell, L. G. Marquez-Bravo, G. S. Ferenz i sur. (2014.). „Concentrations of lead, cadmium and barium in urban garden-grown vegetables: The impact of soil variables". *Environmental Pollution* 194, str. 254–261. DOI: 10.1016/j.envpol.2014.07.036.

Ministarstvo gospodarstva (2025.). *Nacionalni program zaštite potrošača za razdoblje do 2028. godine*. URL: https://www.szp.hr/Upload/Dokumenti/Nacionalni_program_zastite_potrosaca_za_razdoblje_do_2028_20250905074930.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo gospodarstva (2026.a). *Aktivne udruge za zaštitu potrošača u RH*. Središnji portal za potrošače. URL: https://www.szp.hr/udruge-za-zastitu-potrosaca/aktivne-udruge-za-zastitu-potrosaca-u-rh (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo gospodarstva (2026.b). *Središnji portal za potrošače*. URL: https://www.szp.hr (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo poljoprivrede (2012.). *Pravilnik o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda*. Narodne novine 137/12 i 59/14. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_12_137_2906.html (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo poljoprivrede (2013.). *Naredba o privremenim mjerama u odnosu na sadržaj aflatoksina M1 u mliječnim proizvodima*. Narodne novine 39/13. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_04_39_732.html.

Ministarstvo poljoprivrede (2019.). *Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja*. Narodne novine 71/2019, 127/2025 i 9/2026; pročišćeni tekst. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_07_71_1507.html (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo poljoprivrede (2020.). *Pravilnik o nacionalnom sustavu kvalitete poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda »Dokazana kvaliteta«*. Narodne novine 18/20, s izmjenama. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_02_18_465.html.

Ministarstvo poljoprivrede (2021.). *Pravilnik o registraciji i odobravanju objekata te o registraciji subjekata u poslovanju s hranom*. Narodne novine 123/19, 3/21. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_12_123_2434.html (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo poljoprivrede (2022.a). *Pravilnik o kontrolnom sustavu ekološke poljoprivrede*. Narodne novine 110/22. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022_09_110_1625.html (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo poljoprivrede (2022.b). *Specifikacija proizvoda za konzumna jaja u nacionalnom sustavu kvalitete »Dokazana kvaliteta«* (*izmjena*). URL: https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages//dokumenti/hrana/Dokazana_kvaliteta//Specifikacije%20Dokazana%20kvaliteta%20konzumna%20jaja_izmjena.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo poljoprivrede (2024.). *Pravilnik o ovlašćivanju službenih i nacionalnih referentnih laboratorija za obavljanje laboratorijskih analiza, ispitivanja i dijagnosticiranja na uzorcima koji se uzimaju tijekom službenih kontrola i drugih službenih aktivnosti*. Narodne novine 33/2024. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2024_03_33_516.html (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo poljoprivrede (2025.). *Registar zaštićenih naziva poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda*. URL: https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/hrana/zoi-zozp-zts/Registar_naziva/Registar%20za%C5%A1ti%C4%87enih%20naziva%20za%20WEB%20(8).docx (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva (2025.a). *Pravilnik o medu*. Narodne novine 109/25. URL: https://www.zakon.hr/c/podzakonski-propis/671153/.

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva (2025.b). *Višegodišnji nacionalni plan službenih kontrola Republike Hrvatske za razdoblje od 1. prosinca 2025. do 30. studenog 2030. godine*. Zagreb: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva. URL: https://veterinarstvo.mps.hr/UserDocsImages/Koordinacija%20slu%C5%BEbenih%20kontrola/VNPSK%202025-2030%20PDF%20verzija%20final.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva (2026.). *Upisnik službenih i nacionalnih referentnih laboratorija za hranu, hranu za životinje i ekološku proizvodnju* (*stanje 4. 5. 2026.*) URL: https://veterinarstvo.mps.hr/ (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo zdravstva (2023.). *Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namijenjene za ljudsku potrošnju*. Narodne novine 64/2023, ispravak 88/2023. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_06_64_1057.html.

Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi (2008.). *Pravilnik o brzo smrznutoj hrani*. Narodne novine 38/2008. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_04_38_1314.html (pogledano 29. listopada 2026.).

Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske (2017.). *RARHA sažetak politike niskog rizika. Ususret zajedničkom konceptu niskorizičnog pijenja* (*prijevod sažetka projekta Joint Action on Reducing Alcohol Related Harm, Lisabon, listopad 2016.*) URL: https://zdravlje.gov.hr/UserDocsImages//2017%20

programi%20i%20projekti//17.5.RARHA2%20kona%C4%8Dno.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" (2023.). *Uputa za uzimanje uzorka vode*. Letak, Služba za zaštitu okoliša i zdravstvenu ekologiju, Zagreb. URL: https://www.stampar.hr/sites/default/files/2023-03/Uputa%20za%20uzimanje%20uzorka%20vode-LETAK%20(1).pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar" (2024.). *Analize vode na olovo* (*Pb*). *Obavijest za prioritetne objekte*. Zagreb. URL: https://stampar.hr/sites/default/files/2024-05/Prioritetni%20objekti%20Monitoring%20olova%20u%20vodi%20(002).pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar (2023.). *Uputa za uzimanje uzorka vode*. Letak, Služba za zaštitu okoliša i zdravstvenu ekologiju. URL: https://www.stampar.hr/sites/default/files/2023-03/Uputa%20za%20uzimanje%20uzorka%20vode-LETAK%20(1).pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Nederlof, R., N. G. Vrijenhoek i P. E. Boon (2025.). *Risk assessment of PFAS through consumption of home-produced eggs in the Netherlands*. RIVM-rapport 2025-0011. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). DOI: 10.21945/RIVM-2025-0011. URL: https://www.rivm.nl/publicaties/risk-assessment-of-pfas-through-consumption-of-home-produced-eggs-in-netherlands (pogledano 29. listopada 2026.).

Neiva, C. R. P., C. S. Matsuda, T. M. Machado, L. M. Casarini i R. Y. Tomita (2015.). „Glazing in frozen fish fillet: review of weight determination methods". *Boletim do Instituto de Pesca* 41.4. URL: https://institutodepesca.org/index.php/bip/en/article/view/1082.

Nickerson, R. S. (1998.). „Confirmation Bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises". *Review of General Psychology* 2.2, str. 175–220. DOI: 10.1037/1089-2680.2.2.175.

nieuws.nl (2026.). *Onderzoek: meer PFAS in hobbyeieren bij groter scharrelgebied*. nieuws.nl, 16. 3. 2026. URL: https://nieuws.nl/algemeen/onderzoek-meer-pfas-in-hobbyeieren-bij-groter-scharrelgebied (pogledano 29. listopada 2026.).

Omidbakhsh, N., F. Ahmadpour i N. Kenny (2014.). „How Reliable Are ATP Bioluminescence Meters in Assessing Decontamination of Environmental Surfaces in Healthcare Settings?": *PLoS ONE* 9.6, e99951. DOI: 10.1371/journal.pone.0099951.

Orgiazzi, A., C. Ballabio, P. Panagos, A. Jones i O. Fernández-Ugalde (2018.). „LUCAS Soil, the largest expandable soil dataset for Europe: a review". *European Journal of Soil Science* 69.1, str. 140–153. DOI: 10.1111/ejss.12499.

Paiano, V. i sur. (2025.). „Detection of honey adulteration by liquid chromatography. High-resolution mass spectrometry. Results from an EU coordinated action". *Separations* 12.2, str. 47. DOI: 10.3390/separations12020047.

Persano Oddo, L. i S. Bogdanov (2004.). „Determination of honey botanical origin: problems and issues". *Apidologie* 35.Suppl. 1, S2–S3. DOI: 10.1051/apido:2004044.

Pleadin, J., A. Vulić, N. Perši, M. Škrivanko, B. Capek i Ž. Cvetnić (2014.). „Aflatoxin B1 occurrence in maize sampled from Croatian farms and feed factories during 2013". *Food Control* 40, str. 286–291. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.12.022.

Pleadin, J., A. Vulić, N. Perši, M. Škrivanko, B. Capek i Ž. Cvetnić (2015.). „Annual and regional variations of aflatoxin B1 levels seen in grains and feed coming from Croatian dairy farms over a 5-year period". *Food Control* 47, str. 221–225. DOI: 10.1016/j.foodcont.2014.07.017.

Popova, S., S. Lange, C. Probst, G. Gmel i J. Rehm (2017.). „Estimation of national, regional, and global prevalence of alcohol use during pregnancy and fetal alcohol syndrome. A systematic

review and meta-analysis". *The Lancet Global Health* 5.3, e290–e299. DOI: 10.1016/S2214-109X(17)30021-9.

Prester, L. (2011.). „Biogenic amines in fish, fish products and shellfish: a review". *Food Additives & Contaminants: Part A* 28.11, str. 1547–1560. DOI: 10.1080/19440049.2011.600728.

Raab, A., C. Baskaran, J. Feldmann i A. A. Meharg (2009.). „Cooking rice in a high water to rice ratio reduces inorganic arsenic content". *Journal of Environmental Monitoring* 11, str. 41–44. DOI: 10.1039/b816906c.

Riboli, E., F. A. Beland, D. W. Lachenmeier i sur. (2023.). „Carcinogenicity of aspartame, methyleugenol, and isoeugenol". *The Lancet Oncology* 24.8, str. 848–850. DOI: 10.1016/S1470-2045(23)00341-8.

Ross-Nazzal, J. (2007.). „'From Farm to Fork'. How Space Food Standards Impacted the Food Industry and Changed Food Safety Standards". *Societal Impact of Spaceflight*. Ur. S. J. Dick i R. D. Launius. NASA SP-2007-4801. Washington: NASA, str. 220–236. URL: https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/03/sp-4801.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Sanz, S., G. Gradillas, F. Jimeno, C. Perez i T. Juan (1995.). „Fermentation Problem in Spanish North-Coast Honey". *Journal of Food Protection* 58.5, str. 515–522. DOI: 10.4315/0362-028X-58.5.515.

Säumel, I., I. Kotsyuk, M. Hölscher, C. Lenkereit, F. Weber i I. Kowarik (2012.). „How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Trace metal concentrations in vegetable crops from plantings within inner city neighbourhoods in Berlin, Germany". *Environmental Pollution* 165, str. 124–132. DOI: 10.1016/j.envpol.2012.02.019.

Scherf, K. A. i R. E. Poms (2016.). „Recent developments in analytical methods for tracing gluten". *Journal of Cereal Science* 67, str. 112–122. DOI: 10.1016/j.jcs.2015.08.006.

Shama, G. i D. J. Malik (2013.). „The uses and abuses of rapid bioluminescence-based ATP assays". *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 216.2, str. 115–125. DOI: 10.1016/j.ijheh.2012.03.009.

Shaw, I. C. (2018.). *Food Safety. The Science of Keeping Food Safe*. 2. izdanje. Hoboken: Wiley. ISBN: 978-1-119-13366-7.

Shewan, J. M., R. G. Macintosh, C. G. Tucker i A. S. C. Ehrenberg (1953.). „The development of a numerical scoring system for the sensory assessment of the spoilage of wet white fish stored in ice". *Journal of the Science of Food and Agriculture* 4.6, str. 283–298. DOI: 10.1002/jsfa.2740040607.

Shoemaker, J. A. i D. R. Tettenhorst (2020.). *Method 537.1. Determination of selected per-and polyfluorinated alkyl substances in drinking water by solid phase extraction and liquid chromatography/tandem mass spectrometry (LC/MS/MS), Version 2.0*. EPA/600/R-20/006. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research i Development. URL: https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dirEntryId=348508.

Silva, E., N. Rajapakse i A. Kortenkamp (2002.). „Something from 'Nothing'. Eight Weak Estrogenic Chemicals Combined at Concentrations below NOECs Produce Significant Mixture Effects". *Environmental Science & Technology* 36.8, str. 1751–1756. DOI: 10.1021/es0101227.

Spiegelhalter, D. (2019.). *The Art of Statistics. Learning from Data*. London: Pelican Books.

Spiteri, M. i sur. (2015.). „Fast and global authenticity screening of honey using ^{1}H-NMR profiling". *Food Chemistry* 189, str. 60–66. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.11.099.

Sud Europske unije (2014.). *Presuda u predmetu C-212/13, František Ryneš protiv Úřad pro ochranu osobních údajů*. ECLI:EU:C:2014:2428. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:62013CJ0212.

ThermoWorks (2024.). *The limitations of infrared thermometers*. URL: https://www.thermoworks.com/blogs/learning-center/the-limitations-of-infrared-thermometers (pogledano 29. listopada 2026.).

Topping, M. i A. Kolok (2021.). „Assessing the Accuracy of Nitrate Concentration Data for Water Quality Monitoring Using Visual and Cell Phone Application Methods". *Citizen Science: Theory and Practice* 6.1. DOI: 10.5334/cstp.346.

tportal.hr (13. veljače 2013.). *Agriculture ministry steps up checks at dairy farms*. URL: https://www.tportal.hr/vijesti/clanak/agriculture-ministry-steps-up-checks-at-dairy-farms-20130213 (pogledano 29. listopada 2026.).

tportal.hr, Hina i HRT (23. veljače 2013.). *Seljaci prosvjeduju. Želite nas uništiti!* URL: https://www.tportal.hr/vijesti/clanak/seljaci-prosvjeduju-zelite-nas-unistiti-20130223 (pogledano 29. listopada 2026.).

U.S. EPA (1996.). *Method 1669. Sampling ambient water for trace metals at EPA water quality criteria levels*. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water. URL: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/method_1669_1996.pdf.

U.S. EPA (2018.). *SW-846 Test Methods for Evaluating Solid Waste. Chapter Four, Organic Analytes, Revision 6*. U.S. Environmental Protection Agency. URL: https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-06/documents/chapter_four_update_vi_12-11-2018.pdf.

U.S. EPA (2019.). *Method 533. Determination of per-and polyfluoroalkyl substances in drinking water by isotope dilution anion exchange solid phase extraction and liquid chromatography/tandem mass spectrometry*. EPA 815-B-19-020. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water. URL: https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-12/documents/method-533-815b19020.pdf.

U.S. Food and Drug Administration (2024.). *Food tampering. An extra ounce of caution*. URL: https://www.fda.gov/food/buy-store-serve-safe-food/food-tampering-extra-ounce-caution (pogledano 29. listopada 2026.).

U.S. Food and Drug Administration (2026.a). *21 CFR Part 114. Acidified Foods*. Electronic Code of Federal Regulations. URL: https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-114 (pogledano 29. listopada 2026.).

U.S. Food and Drug Administration (2026.b). *Are You Storing Food Safely?* Consumer Updates. URL: https://www.fda.gov/consumers/consumer-updates/are-you-storing-food-safely (pogledano 29. listopada 2026.).

UC Davis Olive Center (2013.). *Refrigeration is not a reliable method for assessing olive oil quality or purity*. URL: https://olivecenter.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk14776/files/media/documents/refrigerationisnotreliablefinal.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Urbaniak, M., A. Wyrwicka, M. Zieliński i J. Mankiewicz-Boczek (2016.). „Potential for phytoremediation of PCDD/PCDF-contaminated sludge and sediments using Cucurbitaceae plants: a pilot study". *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 97.3, str. 401–406. DOI: 10.1007/s00128-016-1868-6.

USDA Food Safety and Inspection Service (2024.). *Shelf-stable food safety*. URL: https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/shelf-stable-food (pogledano 29. listopada 2026.).

USDA FSIS (2005.). *Molds on Food: Are They Dangerous?* Food Safety Information, Ministarstvo poljoprivrede SAD-a, Služba za sigurnost i inspekciju hrane (dorađeno u rujnu 2005.) URL: https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/molds-food-are-they-dangerous (pogledano 29. listopada 2026.).

Van den Berg, M., L. S. Birnbaum, M. Denison, M. De Vito, W. Farland, M. Feeley i sur. (2006.). „The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds". *Toxicological Sciences* 93.2, str. 223–241. DOI: 10.1093/toxsci/kfl055.

Van Overmeire, I. i sur. (2009.). „PCDD/Fs and dioxin-like PCBs in home-produced eggs from Belgium: Levels, contamination sources and health risks". *Science of the Total Environment* 407.15, str. 4419–4429. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2008.11.058.

Vijeće Europske unije (1996.). *Uredba Vijeća (EZ) br. 2406/96 o utvrđivanju zajedničkih tržišnih standarda za određene proizvode ribarstva*. Službeni list EZ L 334, 23. 12. 1996., Prilog I. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:31996R2406.

Vijeće Europske unije (2001.). *Direktiva Vijeća 2001/110/EZ o medu*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32001L0110.

Vijeće Europske unije (21. veljače 2013.). *Mislabelling of beef products. Note from the Presidency to the Council, 6644/13*. URL: https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-6644-2013-INIT/en/pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Vijeće Europskih zajednica (1976.). *Direktiva Vijeća 76/211/EEZ o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na pripremu određenih proizvoda u pretpakovinama prema masi ili obujmu*. Službeni list EZ L 46, 21. 2. 1976., s izmjenama. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:31976L0211.

Vijeće Europskih zajednica (1984.). *Direktiva Vijeća 84/500/EEZ o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na keramičke proizvode koji dolaze u dodir s hranom*. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:31984L0500.

Vijeće Europskih zajednica (1989.). *Direktiva Vijeća 89/108/EEZ o usklađivanju zakonodavstava država članica o brzo smrznutoj hrani za prehranu ljudi*. Službeni list EZ L 40, 11. 2. 1989., s izmjenama. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:31989L0108.

Vijeće Europskih zajednica (1993.). *Uredba Vijeća (EEZ) br. 315/93 o utvrđivanju postupaka Zajednice za kontaminante u hrani*. Službeni list EZ L 37, 13. 2. 1993. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:31993R0315.

Vlaamse Milieumaatschappij (2018.). *52.626 inschrijvingen voor CurieuzeNeuzen Vlaanderen (priopćenje za medije)*. URL: https://vmm.be/pers/archief-persberichten/persbericht_afsluiting_inschrijvingen_tw.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

VRT NWS (2024.). *Eieren in Zwijndrecht hebben te veel PFAS*. VRT NWS, 26. 9. 2024. URL: https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2024/09/26/eieren-in-zwijndrecht-hebben-teveel-pfas/ (pogledano 29. listopada 2026.).

Waegeneers, N., H. De Steur, L. De Temmerman, S. Van Steenwinkel, X. Gellynck i J. Viaene (2009.). „Transfer of soil contaminants to home-produced eggs and preventive measures to reduce contamination". *Science of the Total Environment* 407, str. 4438–4446. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2008.12.041.

Whitaker, T. B. (2006.). „Sampling foods for mycotoxins". *Food Additives and Contaminants* 23.1, str. 50–61. DOI: 10.1080/02652030500241587.

White, J. W. i K. Winters (1989.). „Honey protein as internal standard for stable carbon isotope ratio detection of adulteration of honey". *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 72.6, str. 907–911. DOI: 10.1093/jaoac/72.6.907.

WHO (2006.a). *Five keys to safer food manual*. Ženeva.

WHO (2006.b). *Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals*. Environmental Health Criteria 237. Geneva: World Health Organization.

WHO i UNICEF (2003.). *Global strategy for infant and young child feeding*. Geneva: World Health Organization.

WHO i FAO (2009.). *Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food*. Environmental Health Criteria 240. Ženeva: World Health Organization. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789241572408.

Wicklow, D. T. (1999.). „Influence of *Aspergillus flavus* Strains on Aflatoxin and Bright Greenish Yellow Fluorescence of Corn Kernels". *Plant Disease* 83.12, str. 1146–1148. DOI: 10.1094/PDIS.1999.83.12.1146.

Wilkinson, M. D., M. Dumontier, I. J. Aalbersberg, G. Appleton, M. Axton, A. Baak i sur. (2016.). „The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship". *Scientific Data* 3, str. 160018. DOI: 10.1038/sdata.2016.18.

World Health Organization (2006.a). *Five keys to safer food manual*. WHO. Ženeva. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789241594639.

World Health Organization (2006.b). *Five keys to safer food manual*. Geneva: World Health Organization. ISBN: 978-92-4-159463-9. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789241594639.

World Health Organization (7. veljače 2018.). E. coli. *Fact sheet*. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/e-coli (pogledano 29. listopada 2026.).

World Health Organization (2020.). *Healthy diet. Fact sheet*. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet (pogledano 29. listopada 2026.).

World Health Organization (2022.a). *Dietary and inhalation exposure to nano-and microplastic particles and potential implications for human health*. WHO. Ženeva. ISBN: 978-92-4-005460-8. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789240054608 (pogledano 29. listopada 2026.).

World Health Organization (2022.b). *Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition incorporating the first and second addenda*. Geneva: World Health Organization. ISBN: 978-92-4-004506-4. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064 (pogledano 29. listopada 2026.).

Zavod za javno zdravstvo Ličko-senjske županije (2026.). *Rizici korištenja individualne vodoopskrbe, odgovornost i preporuke za redovitu kontrolu privatnih bunara*. URL: https://zzjzlsz.hr/wp-content/uploads/2026/08/Obavijest-ZAVOD-bunari-docx.pdf (pogledano 29. listopada 2026.).

Zentai, A., Á. Jóźwiak, M. Süth i Z. Farkas (2023.). „Carry-Over of Aflatoxin B1 from Feed to Cow Milk: A Review". *Toxins* 15.3, str. 195. DOI: 10.3390/toxins15030195.

Ždiniaková, T. i sur. (2023.). *EU coordinated action to deter certain fraudulent practices in the honey sector. Analytical testing results of imported honey*. JRC Technical Report EUR 31461 EN. Luxembourg: Ured za publikacije Europske unije. DOI: 10.2760/184511.

Odgovori na pitanja za provjeru znanja

Poglavlje 1

1. Može. Riba je vrijedan izvor bjelančevina i masnih kiselina, ali velike grabežljive ribe mogu sadržavati metilživu u količini koja je za osjetljive skupine rizična.
2. Hrana štetna za zdravlje i hrana neprikladna za prehranu ljudi.
3. Dugoročni učinci i učinci na buduće generacije, kumulativni toksični učinci te posebna osjetljivost skupine kojoj je hrana namijenjena.
4. Zato što granica nije prag toksičnosti. Ako procjena rizika pokaže da prekoračenje ne predstavlja rizik, hrana se prema Zakonu o hrani smatra neprikladnom za prehranu, a ne štetnom.
5. Opasnost je svojstvo agensa da može naštetiti. Rizik je vjerojatnost i težina štetnog učinka, koji ovise o izloženosti.
6. Zato što s njom inspekcija može pronaći ostatak serije i slijediti je unatrag do proizvođača i unaprijed do ostalih prodajnih mjesta.

Poglavlje 2

1. Zato što tvari iz hrane za životinje prelaze u jaja, mlijeko i meso, pa je hrana za životinje dio lanca hrane za ljude.
2. Na primjer kadmij, salmonela i komadić stakla.
3. Pasterizacija uništava mikroorganizme, ali ne razgrađuje aflatoksin M1, koji u mlijeko dolazi iz hrane za životinje.
4. Prva se stavlja na mikrobiološki lako kvarljivu hranu i nakon tog datuma hrana se smatra nesigurnom. Druga označava datum do kojeg hrana zadržava kakvoću.
5. Spore nekih bakterija preživljavaju kuhanje i klijaju dok se hrana sporo hladi, pa bakterije i njihovi toksini mogu doseći opasnu razinu.

Poglavlje 3

1. Ne. Za sve načine proizvodnje vrijede iste najveće dopuštene količine iz Uredbe (EU) 2023/915.
2. Znak EU za ekološku proizvodnju, brojčana oznaka kontrolnog tijela i mjesto uzgoja poljoprivrednih sirovina.
3. Zato što kokoši na otvorenom unose čestice tla, a s njima i dioksine i PCB koji su u tlu.
4. Da država proizvodnje ili prerade nije ista kao država podrijetla glavnog sastojka. Znak tada ne govori ništa o podrijetlu sirovine.
5. Sam po sebi ništa. Vrijedi samo opće pravilo da informacija ne smije dovoditi u zabludu, a registraciju, nadzor i sastav treba provjeriti zasebno.

Poglavlje 4

1. Olovo je na povrću uglavnom u prašini i česticama tla na površini, a kadmij biljka preko korijena ugrađuje u tkivo.

2. Biljka ima petinu koncentracije koju ima tlo. Faktor ovisi o tvari, svojstvima tla (pH, organska tvar), vrsti biljke i dijelu biljke.
3. Za PFOA, PFNA, PFHxS i PFOS.
4. Zato što su dioksini topljivi u mastima i nalaze se u žumanjku.
5. Kokoši u malim jatima provode više vremena na otvorenom i unose više tla, a s njim i onečišćivače koji su u tlu.
6. Ne. Ista koncentracija u tlu može dati različite koncentracije u povrću, ovisno o pH, vrsti biljke i dijelu biljke.

Poglavlje 5

1. Zato što se MRL određuje prema dobroj poljoprivrednoj praksi i niži je od toksikološkog praga. Je li prekoračenje opasno, pokazuje procjena rizika.
2. Zato što se uzorci uzimaju tamo gdje se problem očekuje, na primjer kod rizičnih podrijetla i proizvoda.
3. Krava s krmom unese aflatoksin B1, koji se u njezinu organizmu pretvara u aflatoksin M1 i izlučuje mlijekom. Pasterizacija ga ne uklanja.
4. Zato što raste i na temperaturi hladnjaka, a gotova hrana se jede bez kuhanja koje bi je uništilo.
5. Na primjer žitarice s glutenom, jaja, mlijeko, kikiriki, orašasti plodovi, sezam, soja, riba, celer, gorušica.
6. Zato što se mnoge tvari iz plastike i premaza lakše otapaju u masti, a kiselina otapa metale iz glazura i posuđa.

Poglavlje 6

1. Subjekt u poslovanju s hranom (proizvođač, prerađivač, trgovac). Država službenim kontrolama provjerava ispunjava li on svoje obveze.
2. Rizik procjenjuje Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH), a inspekcijski nadzor provodi Državni inspektorat.
3. Da znanstvena procjena ne bi bila pod utjecajem ekonomskih i političkih interesa i da bude vidljivo koji je dio odluke znanstven, a koji je odluka upravitelja.
4. Siranu kao objekt za hranu životinjskog podrijetla nadzire veterinarska inspekcija, a trgovinu povrćem sanitarna inspekcija.
5. To je javna stranica s obavijestima o proizvodima opozvanim od potrošača. Sam RASFF je zatvorena mreža nadležnih tijela u kojoj se razmjenjuju i podaci o istragama u tijeku.

Poglavlje 7

1. U primarnoj proizvodnji vrijede opće higijenske odredbe iz Priloga I Uredbe 852/2004 i vođenje evidencija, a u preradi i ostalim fazama uz Prilog II i postupci temeljeni na načelima HACCP-a.
2. Analiza opasnosti, određivanje KKT, kritične granice, praćenje, korektivne radnje, verifikacija, dokumentacija i zapisi.
3. Jer uklanja patogene iz mlijeka, a poslije nje u proizvodnji nema koraka koji bi to učinio.
4. Jer se sir može onečistiti nakon pasterizacije iz okoliša (police, salamura, odvodi), a listerija raste i na hladnom.
5. Ne u prvom redu. HMF je pokazatelj kvalitete koji upućuje na pregrijavanje ili dugo skladištenje meda.

Poglavlje 8

1. ADI se odnosi na čovjeka (mg po kg tjelesne mase dnevno) i izvodi se iz toksikoloških podataka, a MRL se odnosi na hranu (mg po kg hrane) i izvodi se iz dobre poljoprivredne prakse.
2. Faktor 10 pokriva razlike između životinja i ljudi, a drugi faktor 10 razlike među ljudima.
3. Jer koristi cijelu krivulju doza-odgovor, ne ovisi o izboru ispitanih doza i daje nižu vrijednost kad su podaci nesigurniji.
4. 2,5 μg po kg tjelesne mase tjedno; kadmij se dugo zadržava u tijelu, pa je važan dugotrajni prosjek unosa.
5. Da se razine kontaminanata održavaju onoliko niskima koliko je razumno ostvarivo dobrom praksom, pa granice ne ovise samo o toksičnosti.
6. Jer se pretpostavlja da nemaju prag, pa se umjesto toga računa granica izloženosti (MOE).

Poglavlje 9

1. Da je koncentracija tražene tvari ispod granice detekcije metode. Ne govori ništa o tvarima koje nisu bile uključene u analizu.
2. Za četiri (PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS) i njihov zbroj, u jajima, mesu, iznutricama, ribi, rakovima i školjkašima.
3. Jer su planovi usmjereni na hranu na tržištu, a hrana iz vrta, dvorišta ili bunara uglavnom nije na tržištu ili je na njemu u malim količinama.
4. 1567 uzoraka i 62.400 objekata, oko 2,5 uzorka na sto objekata.
5. Jer ovisi o načinu odabira uzoraka; ciljano uzorkovanje daje veći udio nesukladnih od slučajnog.

Poglavlje 10

1. Preširoko je i ne može se odgovoriti dostupnim mjerenjem. Treba ga suziti na jedan proizvod, jedno svojstvo i jedan postupak, npr. udio glazure u pet pakiranja iste serije smrznute ribe.
2. Zato da se priča naknadno ne prilagodi rezultatu. Zapisuje se i što bi je opovrgnulo.
3. Mjerilo (ravnalo ili kartica poznatih dimenzija) i oznaka uzorka s datumom i vremenom. Posebno se snimaju deklaracija, LOT i rok.
4. Četiri, jer nesigurnost pada s drugim korijenom broja mjerenja.
5. Jogurt iz iste serije čuvan u hladnjaku za koji znate da drži ispod 5 °C, uz isti termometar provjeren u ledenoj vodi.

Poglavlje 11

1. Da je u recepturi, mjereno masom pri uporabi, šećera manje samo od prvog sastojka, a više od svih ostalih.
2. Prvi datum se odnosi na sigurnost lako pokvarljive hrane i nakon njega se hrana smatra nesigurnom. Drugi se odnosi na kakvoću i nakon njega je hrana obično još sigurna.
3. Za nazivne količine od 500 g do 1000 g dopušteno odstupanje je 15 g, pa je 12 g manje dopušteno za pojedinačno pakiranje. Prosjek serije ipak ne smije biti manji od 500 g.
4. Zato što ostaci i onečišćivači nisu sastojci i ne navode se na deklaraciji.
5. Ne. Adresa pokazuje odgovornog subjekta. Podrijetlo je zaseban podatak, obvezan samo u propisanim slučajevima.

Poglavlje 12

1. Jer uzročnici trovanja poput salmonele i listerije u pravilu ne mijenjaju miris, a toksini, histamin, pesticidi i metali nemaju miris u koncentracijama u kojima se nalaze u hrani.
2. Ne. Jogurt je mekana i vlažna hrana i oba izvora (USDA FSIS i BfR) preporučuju da se baci cijeli.
3. Neće. Histamin se ne razgrađuje kuhanjem, konzerviranjem ni zamrzavanjem.
4. Jedna trećina za jedan pokušaj, a za tri uzastopna točna odgovora oko 4 %.
5. Kvarenje mesa, ribe i mlijeka te užeglost masti.

Poglavlje 13

1. Oko 4,5 °C. Odstupanje izmjereno u ledenoj vodi (1,0 °C) oduzima se od svakog očitanja.
2. Samo kozice. Prema Uredbi (EU) br. 1169/2011 deklarirana neto masa glazirane hrane ne uključuje glazuru.
3. Ne. Vlaga je u skladu s propisom, ali šećerni sirup se može ukuhati na istu vlagu. Patvorenje se otkriva laboratorijskim metodama.
4. Oba testa ovise o udjelu vode, viskoznosti i temperaturi, a sirup ukuhan na istu vlagu ponaša se jednako kao med.
5. Da, približno. 15 mg/L nitratnog dušika odgovara oko 66 mg/L nitrata (15 puta 4,43). Treba laboratorijska potvrda.
6. Ne. Fluorescencija pokazuje plijesan, a ne aflatoksin, i ne nastaje uvijek. Samo laboratorijska analiza dobrog skupnog uzorka može procijeniti aflatoksin.

Poglavlje 14

1. Test nije valjan. Kontrolna linija se mora pojaviti uvijek. Test treba ponoviti s novom trakom.
2. Testovi na male molekule poput mikotoksina koriste kompetitivni format, u kojem testna linija slabi kako koncentracija tvari raste.
3. Ne. ATP pokazuje količinu organske tvari i stanica općenito, a ne prisutnost patogenih bakterija.
4. Oko dva uzorka (10 % od 20).
5. Mikotoksini su raspoređeni u gnijezdima, u malom broju jako zaraženih zrna, pa mali uzorak lako promaši ili pogodi zaražena zrna.

Poglavlje 15

1. pH ne govori koliko metala u tlu ima, a povijest lokacije (stara boja, promet, radionica) pokazuje je li izvor olova vjerojatan.
2. Plodovito povrće (rajčica, paprika, grah). Olovo slabo prelazi iz korijena u plod, a plodovi su manje izloženi prilijepljenom tlu od korjenastog i lisnatog povrća.
3. Na primjer hranjenje u zatvorenom ili natkrivenom prostoru, popločen pod kokošinjca i dovoljno prostora po kokoši, odnosno manje gole zemlje.
4. Ne, ako bunar daje manje od 10 m^3 dnevno ili opskrbljuje manje od 50 osoba i nije dio komercijalne ili javne djelatnosti. Za ispravnost odgovara vlasnik.
5. Ne. Bakterije, nitrati i PFAS ne mijenjaju izgled vode. U Ličko-senjskoj županiji 2026. u 33 od 43 privatna izvora utvrđeno je mikrobiološko onečišćenje.

Poglavlje 16

1. U roku od 15 dana od dana zaprimanja prigovora, pisano i uz jasno izjašnjenje prihvaća li njegovu osnovanost (čl. 10. Zakona o zaštiti potrošača).
2. Kupljeni proizvod je Vaš, a račun povezuje proizvod s trgovinom, datumom i cijenom, pa lanac dokaza počinje neprekinut.
3. Nijedan propis to općenito ne zabranjuje, ali trgovina može kućnim redom odrediti drukčije. Ako Vas zamole da prestanete, prestanite i proizvod fotografirajte kod kuće.
4. Lice je osobni podatak, a objava na mreži izlazi iz izuzeća za osobne i kućne aktivnosti iz GDPR-a. Osim toga, za stanje proizvoda odgovara subjekt u poslovanju s hranom, a ne pojedinac.
5. Ne mora. Prigovor je uvjet za predstavku tržišnoj inspekciji zbog povrede pojedinačnog prava potrošača, a sumnja na neispravnu hranu tiče se javnog zdravlja i prijavljuje se izravno.

Poglavlje 17

1. Propisano je −18 °C ili niže, uz dopušteno odstupanje u maloprodajnoj vitrini do 6 °C, dakle proizvod ne bi smio biti topliji od −12 °C.
2. Zato što ne vidi kroz staklo, nego mjeri temperaturu samog stakla.
3. Led ili inje unutar vrećice, sljepljena zrna u grudicama, poderana ili loše zatvorena ambalaža, proizvodi iznad granice punjenja.
4. Napuhnutost može biti znak razmnožavanja bakterija koje stvaraju plin, uključujući *Clostridium botulinum*.
5. Trgovački i znanstveni naziv vrste, način proizvodnje (ulov ili uzgoj) i područje ulova.

Poglavlje 18

1. Povreda propisa, obmana kupca, nepoštena ekonomska korist i namjera.
2. 46 %, odnosno 147 od 320 uzoraka.
3. Zato što se sirupi od C4 biljaka (kukuruz, šećerna trska) zamjenjuju sirupima od C3 biljaka (riža, pšenica, šećerna repa) koje imaju sličan omjer izotopa kao medonosne biljke.
4. Ne pouzdano. Mjeri udio vode, a med sa sirupom može imati uobičajen udio vode.
5. DNA barkodiranjem, usporedbom slijeda standardnog dijela DNA s referentnom bazom.
6. Ovisi o intenzitetu nadzora i pravilima razvrstavanja, pa pokazuje što je otkriveno i prijavljeno, a ne koliko prijevara postoji.

Poglavlje 19

1. Liječniku. On može potaknuti epidemiološku obradu, a ostatke hrane i ambalažu treba sačuvati.
2. Naziv, proizvođača, oznaku serije (LOT), datum trajanja i uvjete čuvanja, uz promjenu ili oštećenje koje se prijavljuje, te račun.
3. Inspektor je dužan čuvati identitet podnositelja, a podnositelja imenovane predstavke pisano obavještava o utvrđenom stanju i poduzetim mjerama.
4. U roku od 15 dana od urednog zahtjeva, uz mogućnost produljenja za još 15 dana.
5. Ne. Znači samo da o njemu nije poslana obavijest u sustavu.

Poglavlje 20

1. Laboratorij mjeri samo primljeni uzorak. Ako uzorak nije reprezentativan, točna analiza daje točan rezultat za pogrešan uzorak.
2. Slučajni uzorak raspoređuje zahvate po cijeloj partiji i procjenjuje prosjek. Ciljani uzorak uzima sumnjive dijelove i pokazuje postoji li opasnost, ali ne koliko je raširena.

3. 20 pojedinačnih uzoraka od oko 100 g i skupni uzorak od 2 kg (Provedbena uredba (EU) 2023/2782).
4. $(1 - 0{,}05)^3 = 0{,}857$, dakle oko 86 %.
5. Bolje predstavlja prosjek partije i jeftiniji je od mnogo pojedinačnih analiza, ali skriva raspodjelu onečišćenja unutar partije.

Poglavlje 21

1. Staklo je za PFAS zabranjeno propisom (Provedbena uredba (EU) 2022/1428), a teflon (PTFE) je fluoropolimer i može biti izvor onečišćenja. Koristi se PP ili PE s čepom od PP-a.
2. Za pesticide staklo s čepom s PTFE-uloškom, za olovo posudu od PE-a ili PP-a i nemetalni pribor.
3. Pokazuje unose li postupak, pribor i okolina onečišćenje. Ne oduzima se, nego služi za odluku vrijedi li rezultat.
4. Neutralizira klor, kako klor ne bi nastavio ubijati bakterije u boci i dao povoljniji nalaz od stvarnog.
5. Na primjer kreme i kreme za sunčanje, vodoodbojna odjeća, aluminijska folija, pribor od PTFE-a, ambalaža hrane.

Poglavlje 22

1. Najmanje 1 kg i barem 10 plodova.
2. Mikrobiološki uzorak treba prazan prostor za miješanje prije analize. U kemijskom uzorku zrak bi mijenjao otopljene plinove, pH i neke spojeve.
3. Najmanje 12 jaja za dioksine i PCB te najmanje 1 kg sadržaja, od 16 do 19 jaja razreda M s ljuskom, za PFAS.
4. Imaju različitu povijest i korištenje. Spajanjem bi se onečišćeno mjesto razrijedilo i ne bi se znalo gdje je problem.
5. Hladno, u hladnjaku ili prijenosnom hladnjaku, ne smrznuto, isti dan ili najkasnije unutar 24 sata.
6. Zagrijavanje povećava sadržaj hidroksimetilfurfurala, jednog od pokazatelja kakvoće i svježine meda.

Poglavlje 23

1. Zapis nastao u trenutku uzorkovanja pouzdaniji je od zapisa po sjećanju i ne može se prilagoditi rezultatu.
2. A za analizu, B za protuanalizu ako je rezultat upitan ili osporen, a C ostaje zapečaćen kod svjedoka ili neutralne strane kao jamstvo da uzorci nisu mijenjani.
3. Poduzorak je dio istog homogeniziranog skupnog uzorka. Duplikat je drugi, neovisno uzet uzorak s istog mjesta.
4. Da se može dokazati kako uzorak nije bio topliji od dopuštenog, jer bez toga mikrobiološki nalaz nije pouzdan.
5. Ne bez pristanka vlasnika. Koordinate s imenom ili adresom su osobni podatak, pa se objavljuju zaokružene, na primjer na dvije decimale.

Poglavlje 24

1. Ne nužno. Treba u prilogu potvrdi o akreditaciji provjeriti postoje li matrica (jaja), analiti (PFAS) i metoda u opsegu ili fleksibilnom području.

2. Nije. Službeni laboratorij mora biti akreditiran, ali ga za službene kontrole posebnim aktom određuje nadležno tijelo (Uredba (EU) 2017/625, čl. 37.).
3. Takav rezultat ne govori je li granica prekoračena, jer je LOQ iznad granice. Metoda nije prikladna za to pitanje.
4. Prava vrijednost je uz razinu pouzdanosti od oko 95 % između 0,32 i 0,48 mg/kg.
5. Koliko je rezultat laboratorija udaljen od dogovorene vrijednosti; $|z| \leq 2$ obično se smatra zadovoljavajućim, a $|z| \geq 3$ nezadovoljavajućim.

Poglavlje 25

1. Da izvješće ne govori ništa o drugim uzorcima, drugim lokacijama ni drugom vremenu; uopćavanje je zaključak naručitelja.
2. Prema donjoj granici kao 0, prema gornjoj kao 0,10 μg/kg.
3. Kao donja granica, tj. vrijednosti ispod LOQ uzimaju se kao nula.
4. Nije. Donji rub intervala (0,8) je ispod granice, pa prekoračenje nije utvrđeno izvan razumne sumnje (slučaj C).
5. Laboratorij je daje samo ako je naručitelj zatraži i ako je unaprijed dogovoreno pravilo odlučivanja.

Poglavlje 26

1. Bez njih se ne zna je li izmjerena razina uobičajena za cijeli kraj ili posebna za mjesto koje zabrinjava.
2. Jer se tada plaćaju i kontrolne lokacije i uzorci prema planu, a ne samo ondje gdje je netko zabrinut i spreman platiti.
3. Tko je financirao, ima li financijer interes u ishodu, tko je naručitelj i odlučuje o objavi te hoće li se objaviti svi rezultati.
4. Jer točna lokacija može otkriti vlasnika i osobni je podatak.
5. Da takav pristup može upozoriti na problem, ali ne može opisati stanje cijelog naselja.

Poglavlje 27

1. Identifikacija opasnosti, karakterizacija opasnosti, procjena izloženosti i karakterizacija rizika.
2. Govori samo o prisutnosti, dakle o opasnosti. Nedostaju koncentracija, količina meda koju ljudi jedu i usporedba s referentnom vrijednošću (ADI ili ARfD).
3. Zato što se referentne vrijednosti razlikuju po skupinama (za trudnice je granica niža) i zato što se unos dijeli s tjelesnom masom.
4. Jer se za njih ne pretpostavlja prag djelovanja. Umjesto TDI-a računa se MOE, omjer referentne doze i stvarnog unosa.
5. Kadmij se procjenjuje kronično. Vrijeme poluraspada u tijelu je od 10 do 30 godina, pa odlučuje dugotrajni prosječni unos.

Poglavlje 28

1. $0{,}5 \times 20 = 10$ μg tjedno, $10/70 = 0{,}14$ μg/kg tjedno, $HQ = 0{,}14/2{,}5 = 0{,}057$.
2. Jer je anorganski arsen genotoksična kancerogena tvar bez pretpostavljenog praga, pa EFSA nije postavila podnošljivi unos, nego referentnu dozu BMDL od 0,06 μg/kg na dan.
3. ML se postavlja kao stroga razina ostvariva dobrom praksom i odnosi se na kilogram hrane, a TWI na ukupan unos po kilogramu tjelesne mase. Uz dovoljno jaja i malu tjelesnu masu unos može prijeći TWI.
4. ADI se odnosi na dugotrajni prosječni dnevni unos, a ne na unos u jednom danu.

5. Izračunati dvaput, uz nulu (donja granica) i uz vrijednost LOQ-a (gornja granica). Ako se zaključci razlikuju, potrebna je osjetljivija metoda ili više uzoraka.

Poglavlje 29

1. Kad tvari djeluju na isti organ istim ili sličnim mehanizmom, pa vrijedi dodavanje doza.
2. $1 - 0{,}98 \times 0{,}98 \times 0{,}99 = 1 - 0{,}951 = 0{,}049$, odnosno oko 4,9 %.
3. Nije. Pregledi pokazuju da je rijetka i da, kad postoji, uglavnom ne premašuje predviđanje dodavanja doza za više od nekoliko puta. Češći problem je zanemareno zbrajanje tvari sa sličnim djelovanjem.
4. Toksični ekvivalent, zbroj koncentracija dioksina i sličnih spojeva pomnoženih s faktorima TEF. Omogućuje da se cijela obitelj spojeva usporedi s jednom granicom.
5. Jer tijelo svake godine izluči samo mali dio. Za pad na polovicu potrebno je 15 godina bez unosa.

Poglavlje 30

1. Različita količina hrane po kilogramu tjelesne mase, različita osjetljivost organa (npr. u razvoju) i različita fiziologija ili zdravstveno stanje.
2. $70/14 = 5$, dakle 5 ng/kg.
3. Jer je umjereno jedenje ribe povezano s boljim razvojem živčanog sustava djeteta. Savjet je ograničiti vrste s visokim sadržajem žive, kao što su tuna, sabljarka i morski psi.
4. Zbog slabijeg imuniteta i češćih kroničnih bolesti. Učestalost invazivne listerioze u Europi rasla je u skupini starijoj od 75 godina.
5. Za najosjetljivijeg člana, najčešće za najmlađe dijete ili za trudnicu.

Poglavlje 31

1. Varijabilnost su stvarne razlike (npr. među jajima), a nesigurnost je nedostatak znanja (npr. o pravom prosjeku). Više mjerenja smanjuje nesigurnost, ali ne i varijabilnost.
2. Od 1000 bunara 90 je stvarno pozitivnih i 90 lažno pozitivnih, dakle 50 %.
3. Jer ovisi o osnovnoj učestalosti. Kad je onečišćenje rijetko, većina pozitivnih nalaza je lažno pozitivna.
4. Jer pogreške istih traka nisu neovisne. Ako je uzrok pogreške u traci ili u vodi, druga traka ponavlja istu pogrešku.
5. Omjer izgleda 1 prema 1 postaje 99 prema 1, dakle $99/100 = 99$ %.

Poglavlje 32

1. Provjeriti nalaz, obavijestiti proizvođača ili vlasnika, zatim nadležna tijela (inspekcija, zavod), izložene ljude te na kraju javnost i medije.
2. Jer ne kaže koliko je ispod granice, za koga, koliko se te hrane jede i što nije mjereno. Hrana ispod granice može dovesti do unosa iznad podnošljive razine.
3. Na dvije decimale ili na razinu naselja, što na 45,5° sjeverne širine daje ćeliju od oko 1,1 km × 0,8 km. Preciznije koordinate otkrivaju pojedinu kuću.
4. Dopušta svaku uporabu, izmjenu i dijeljenje, i u komercijalne svrhe, a traži navođenje izvora.
5. Da se pokaže kako mjesta nisu odabrana naknadno prema rezultatu, što je dio transparentnosti i zaštite od sukoba interesa.

Kazalo pojmova

A

aditiv, 123
Akreditacija, 274
Akutna izloženost, 313
analit, 243, 276
analizi rizika, 14
analizu rizika, 71
Anorganski arsen, 42
Antagonizam, 328

B

Bayesovo pravilo, 346
Bioakumulacija, 40
bioindikator, 47
Biološke opasnosti, 20
Biomagnifikacija, 40
bombaža, 203
Brojčana oznaka kontrolnog tijela, 31
Brzi test, 165
brzo smrznutu hranu, 200

C

ciljana analiza, 277
ciljani uzorak, 117, 233

D

datum minimalne trajnosti, 124
Deklaracija, 121
Dioksini, 43
DNA barkodiranjem, 213
dodavanje doza, 327
Dokazana kvaliteta, 34
Donja granica, 287
drugo stručno mišljenje, 266
duplikat, terenski, 247

E

E-broj, 404
Ekološka proizvodnja, 30

F

faktor prijenosa, 45
faktor toksične ekvivalencije, 329
faktorima nesigurnosti, 90
faktorom pokrivanja, 278
fazama proizvodnje, prerade i distribucije, 19
Fitosanitarna inspekcija, 70
Fizičke opasnosti, 20
fleksibilno područje akreditacije, 276
Ftalati, 60

G

genotoksične kancerogene tvari, 311
Glazura, 145
gnijezdo onečišćenja, 235
Gornja granica, 287
Građanska znanost, 109
Granica detekcije, 278
Granica kvantifikacije, 278
granicu izloženosti, 312
granicu odluke, 166
graničnu vrijednost odluke, 168

H

Hipoteza, 110
Histamin, 137
hladni lanac, 22, 199
hrana, 11

I

Identifikacija opasnosti, 309
indeks opasnosti, 316
Infracrveni termometar, 201
Integrirana proizvodnja, 30
integrirane zaštite bilja, 30
ispitivanju sposobnosti, 279
Istraživačko pitanje, 110
izloženost, 308

J

jedinicama koje tvore kolonije, 291

K

Kadmij, 41
Karakterizacija opasnosti, 309
Karakterizacija rizika, 310
karencija, 21
Kemijske opasnosti, 20
kompozitni uzorak, 233
Komunikacija o riziku, 71
kontrola temeljena na riziku, 72
kontrolna lokacija, 296
Kontrolna skupina, 117
Konvencionalna proizvodnja, 30
Kritična kontrolna točka, 80
kritična točka, 19

krivulja doza-odgovor, 89
Kronična izloženost, 313
kulturu sigurnosti hrane, 79
kvalitativni rezultat, 291
Kvalitetna hrana, 10
kvantitativni rezultat, 291
kvocijent opasnosti, 316

L

Laboratorijski uzorak, 233
Lanac nadzora, 263
Lažni mir, 353
lažno sumnjiv uzorak, 168
lijevo cenzurirani podaci, 287
lokalna onečišćenja, 100
LOT, 128

M

matrica, 276
metaboliti, 99
Metapodaci, 113
Metilživa, 41
metoda probira, 166
migracija, 60
mikotoksine, 135
mikotoksini, 235
Mikotoksini, 54
mikroorganizmi kvarenja, 132
Mikroplastika, 59
mjerač temperature, 267
mjerilo, 113
Mjeriteljska sljedivost, 279
mjerna nesigurnost, 343
Mjerna nesigurnost, 278
mreža uzorkovanja, 258
MRL zakonska trgovinska granica, 94

N

načelo predostrožnosti, 14
najveće dopuštene količine, 288
najveću dopuštenu razinu ostataka, 51
naziv hrane, 122
neovisno djelovanje, 327
nepakirana hrana, 124
neprikladna za prehranu ljudi, 11
Nesigurnost, 342
Neto količina, 125
neto masa ocijeđene hrane, 125
Nutritivna deklaracija, 127

O

Olovo, 41
omjer vjerodostojnosti, 346
omjera izgleda, 346
opasnost, 307
Opasnost, 3, 13
Osjetilna procjena, 131
Osjetljivost, 172, 343
Osnovna učestalost, 343
ostaci pesticida, 51
otpornosti na antimikrobna sredstva, 53
otvorene podatke, 359
oznaka uzorka, 113, 265

P

Panika, 353
partija, 232
Pesticidi, 51
pH, 152
pilot-mjerenje, 112
pisani prigovor, 194
Plan uzorkovanja, 295
Plomba, 266
područje akreditacije, 275
Pojedinačni uzorak, 233
Poljoprivredna inspekcija, 69
popis sastojaka, 122
portal RASFF za potrošače, 224
potvrdu o akreditaciji, 275
potvrdu primitka, 268
prag, 94
prag djelovanja, 311
pravilo odlučivanja, 286
Preciznost, 114
preduvjetni programi, 79
Prehrambeni aditivi, 59
pretpakirana hrana, 121
prijelazno razdoblje, 30
Prijenosna proba, 247
prijenosni hladnjak, 267
prilog potvrdi o akreditaciji, 275
Primarna proizvodnja, 20
primarnoj proizvodnji, 78
primarnom sastojku, 127
prirodne frekvencije, 343
Pristranost, 116
pristup referentne doze, 90
procesni kontaminanti, 22
Procijenjeni dnevni unos, 315
procijenjeni tjedni unos, 316
Procjena izloženosti, 310
procjena rizika, 13, 308
procjenu rizika, 70
produkte razgradnje, 100
proširena mjerna nesigurnost, 278
Protokol, 112
protuanalizu, 266

Q

QUID, 123

R

RASFF Consumers' Portal, 74
raspored u obliku slova W, 258
referentne vrijednosti, 309
referentni unos, 128

Refraktometar, 147
reprezentativnost, 232
Rizik, 3, 13, 307
rukavice, nitrilne, 243

S

samokontroli, 78
Sanitarna inspekcija, 69
serija, 128
Sigurna hrana, 9
Sinergija, 328
sirovog mlijeka, 81
skupni uzorak, 233
slijepa proba, 246
slijepa procjena, 138
slijepa terenska proba, 246
slučajni uzorak, 232
službene kontrole, 67
službeni laboratorij, 276
sljedivost, 15
Specifična migracija, 60
Specifičnost, 172, 343
specifikaciju, 34
srednja vrijednost, 115
sterilna posuda, 244
stopa prijenosa, 46
stupanj Brix, 149
subjekt u poslovanju s hranom, 67
Sukob interesa, 298
sumnjom na prijevaru, 208
Svjedok, 266

Š

štetna za zdravlje, 11

T

točka polazišta, 89
Točnost, 114
toksični ekvivalent, 329
traženje potvrde, 117
TWI za kadmij, 93

U

Ukupna migracija, 60
unakrsno onečišćenje, 22
upotrijebiti do, 125
Upozorenje, 74
Upravljanje rizikom, 71
Uredba o informiranju potrošača o hrani, 192
uzorak, 232
Užeglost, 132

V

varijabilnost, 235
Varijabilnost, 342
Veterinarska inspekcija, 69
višegodišnji nacionalni plan službenih kontrola, 72
vodiči dobre higijenske prakse, 81
vremenu poluraspada, 331

Z

Zajamčeno tradicionalni specijalitet, 34
Zakon o zaštiti potrošača, 191
Zakonske granice u hrani, 88
Zapisnik o uzorkovanju, 264
Zaštićena oznaka izvornosti, 33
Zaštićena oznaka zemljopisnog podrijetla, 33
Zdrava hrana, 10
Zdravstvene referentne vrijednosti, 88
Zdravstveno ispravna hrana, 9
znak ℮, 125
Znak Europske unije za ekološku proizvodnju, 31

O autorima

Branimir K. Hackenberger je redoviti profesor u trajnom izboru na Odjelu za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, gdje vodi Zavod za kvantitativnu ekologiju. Okosnica njegova rada je pitanje kako se iz izmjerene vrijednosti izvodi zaključak o riziku, a ne samo o koncentraciji. Više godina je radio u kemijskom analitičkom laboratoriju, na atomskoj apsorpcijskoj spektrometriji i na tekućinskoj kromatografiji s masenom detekcijom, pa zna kako brojka u izvještaju nastaje. Istraživao je biokemijske biljege izloženosti u ribama, školjkašima i gujavicama, odnosno odgovore organizma koji se pojave prije nego što se učinak vidi na jedinki ili populaciji. Gradi matematičke modele ekoloških i ekotoksikoloških procesa, među njima i modele energetskog proračuna organizama, te primjenjuje bayesovsku statistiku, strojno učenje i metode umjetne inteligencije. Bavi se kvantitativnom ekologijom i ekotoksikologijom komaraca i gujavica. Posljednjih godina građanima, udrugama i novinarima tumači analitičke izvještaje i stručne podloge o otpadu, vodi i hrani. Kontakt je hackenbergerb@gmail.com.

Tamara Đerđ je viša asistentica na Zavodu za kvantitativnu ekologiju Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Okosnica njezina rada je pitanje kako uhvatiti učinak dok je još rani signal, prije nego što nastupi uginuće ili vidljivo oštećenje. Suautorica je rada u kojem se izmjena ugljikova dioksida, mjerena dok pokus još traje, pokazuje kao rani pokazatelj toksičnosti u testu s vodenom lećom *Lemna*, te istraživanja fluorescencije klorofila *a* kao pokazatelja stresa biljke. Suautorica je i postupaka kojima se mjere bihevioralni biljezi izloženosti onečišćivalima kod gujavica i vodenbuha, istraživanja učinka smjesa triazolnih fungicida na ponašanje vodenbuhe *Daphnia magna* te utjecaja sastava tla na ponašanje i energetski proračun gujavice *Eisenia fetida*. S prvim autorom radi na kvantitativnoj ekologiji i ekotoksikologiji komaraca i gujavica. Kontakt je tamara.djerdj@gmail.com.

TERRA VERITAS

Udruga za građansku znanost i zaštitu prirode i okoliša

Znati znači čuvati, čuvati znači znati.

O udruzi TERRA VERITAS

TERRA VERITAS je udruga građana koja djeluje na području cijele Hrvatske. Povezuje provjerljivu građansku znanost s razvojem svijesti o prirodi i okolišu. Radi preko središnjice i mreže podružnica, pa lokalno znanje i lokalna briga dijele iste standarde, isti znak i jednu bazu podataka.

Misija udruge je osposobiti građane da sami prikupljaju, provjeravaju i razumiju podatke o stanju prirode i okoliša te da na temelju tih podataka odgovorno djeluju u svojoj zajednici. Naziv na latinskom znači istinita zemlja, odnosno istina o zemlji. Udruga se oslanja na podatke koje svatko može provjeriti, a ne na dojmove i glasine, i slijedi ih i onda kad ne potvrđuju očekivanja njezinih članova. Netočan alarm šteti zaštiti okoliša jednako kao i šutnja.

Knjiga „Znamo li što jedemo?" i priručnik za radionice uz nju su dio programa građanske znanosti udruge. Protokoli iz knjige su način na koji mjerenja građana postaju usporediva, a obrasci, proračunska tablica izloženosti i baza rezultata bit će objavljeni na mrežnoj stranici udruge. Sudjelovanje je dobrovoljno i otvoreno svima, neovisno o dobi, obrazovanju i mjestu stanovanja.

Mrežna stranica https://terraveritas.eu
Adresa e-pošte info@terraveritas.eu