

## 4. POGLAVLJE

# Atributi kvalitete hrane i izvori opasnosti u poljoprivredno-prehrambenim lancima

### Autori:

Srećec, Siniša ORCID: [0000-0002-9009-4375](https://orcid.org/0000-0002-9009-4375), Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci  
Jelen, Tatjana ORCID: [0000-0003-2067-2616](https://orcid.org/0000-0003-2067-2616), Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci

### 4.1. Uvod

Kvalitetu hrane nije lako definirati. Štoviše, ne postoji jedinstvena definicija kvalitete hrane koja je sveobuhvatna<sup>[1]</sup>, tj. koja bi sadržavala sve elemente definicije kvalitete hrane. W. Edwards Deming definira kvalitetu kao: „...predvidljiv stupanj ujednačenosti i pouzdanosti proizvoda sa standardom kvalitete koji odgovara kupcu”<sup>[2]</sup>, stoga je posve logično da se definicija kvalitete hrane mijenja ovisno o promjenama potreba i zahtjeva kupaca ili potrošača.

Kvaliteta hrane je prije svega izravno povezana sa senzorskim osobinama određenog prehrambenog proizvoda<sup>[3]</sup> i svaki potrošač određuje kvalitetu hrane ravnajući se svojim osjetilima pri čemu procjenjuje: izgled, teksturu i okus<sup>[4]</sup>. Holistički pristup u definiranju kvalitete hrane uključuje nekoliko grupa vrijednosti. To su: *psihološka* ili nominalna vrijednost hrane, temeljena na obično teško objašnjivim koncepcijama, mišljenjima (predrasudama) i očekivanjima potrošača u vezi s proizvodom. Na psihološku ili nominalnu grupu vrijednosti nadovezuje se *kulturalna* ili društvena grupa vrijednosti hrane. Slijedi *politička* grupa vrijednosti koja je naročito izražena u zemljama u razvoju, i nakraju dolazi i *ekološka* grupa vrijednosti, koja podrazumijeva procjenu utjecaja na okoliš proizvodnje i prerade hrane<sup>[5]</sup>. Međutim kvaliteta hrane definirana je i specifičnim tipovima hrane kao što je *etnička hrana*<sup>[6]</sup>, koja je svojstvena za određenu etničku skupinu koju predodređuje kultura, podrijetlo, sociodemografska obilježja, pa čak i društveni status<sup>[6]</sup>, kao primjerice *kosher*<sup>1</sup> hrana koja mora biti spremljena prema odredbama Židovskog zakona o hrani, odnosno *halal*<sup>2</sup> hrana prema Islamskom zakonu<sup>[7]</sup>. U specifičnu skupinu hrane spada i *funkcionalna hrana* koja osim hranjive vrijednosti ima i preventivne i/ili zdravstvene prednosti<sup>[8, 9]</sup>. Ukoliko se tome još doda i specifični oblik turističke ponude, poznat kao *gastro turizam* (*engl. food tourism*)<sup>[10]</sup>, a pogotovo i *organska hrana*<sup>[11]</sup>, onda je posve jasno da jedinstvene definicije kvalitete hrane nema, već se se može govoriti o atributima ili svojstvima kvalitete hrane u proizvodnom lancu<sup>[12]</sup>.

<sup>1</sup> *Kosher* na jidišu je izraz za hebrejski pojam *kāshér* (כָּשֵׁר), što znači ‘fit’ ili zdrav, u dobroj ‘formi’.

<sup>2</sup> *Halal* ili arapski halaal (حلال) znači čisto ili dozvoljeno.

## 4.2. Atributi ili svojstva kvalitete hrane u proizvodnom lancu

Atributi ili svojstva kvalitete hrane u proizvodnom lancu<sup>[13]</sup> dijele se na dvije grupe:

1. Vanjska ili ekstrinzična svojstva kvalitete (*engl.* extrinsic quality attributes)
2. Unutarnja ili intrinzična svojstva kvalitete (*engl.* intrinsic quality attributes)

Vanjska ili ekstrinzična svojstva kvalitete hrane<sup>[13]</sup> odnose se na:

- Osobine proizvodnih sustava
- Okolišni aspekti
- Marketing i komunikaciju.

*Osobine proizvodnih sustava* odnose se na cjelokupni proizvodni proces u kojem je određeni prehrambeni proizvod nastao u cjelokupnom poljoprivredno-prehrambenom lancu. Tu doista ulaze osobine proizvoda kao što su:

- podrijetlo poljoprivrednih sirovina s obzirom na lokaciju i tip proizvodnje (organska ili konvencionalna)<sup>[14]</sup>,
- korištenje pesticida, GMO<sup>[15]</sup> i odnos prema domaćim životinjama<sup>[16, 17]</sup>,
- prinosi i kvaliteta poljoprivrednih sirovina u određenoj proizvodnoj/vegetacijskoj godini,
- stabilnost i gubitci (kalo) poljoprivrednih proizvoda tijekom žetve/berbe, skladištenja i transporta,
- duljina transporta<sup>[18]</sup> i distribucija do potrošača,
- tehnološki postupak prerade poljoprivrednog proizvoda u prehrambeni proizvod, što podrazumijeva i korištenje aditiva, kontrole i analize tijekom procesa proizvodnje i čuvanje prehrambenih proizvoda od kvarenja<sup>[19, 20, 21, 22, 23]</sup>.

Drugim riječima, pod osobinama proizvodnih sustava podrazumijevaju se sve karakteristike poljoprivredno-prehrambenih lanaca i slijedivost unutar poljoprivredno-prehrambenog lanca.<sup>3</sup>

Okolišni aspekti vanjskih (ekstrinzičnih) svojstava kvalitete hrane su uglavnom orijentirani na utjecaj materijala za pakiranje poljoprivrednih proizvoda na okoliš<sup>[24, 25]</sup> i na prehrambeni otpad (*engl.* food waste)<sup>[26]</sup>. Naime, materijali za pakiranje i dizajn pakovine hrane moraju osigurati stabilnost prehrambenog proizvoda u propisanim uvjetima čuvanja u određenom roku trajnosti, što podrazumijeva učinkovitu prevenciju procesa kvarenja. S druge strane, najučinkovitiji materijali za pakiranje predstavljaju i ekološku prijetnju zbog svoje spore razgradljivosti<sup>[27]</sup>. Zbog sve izraženije ekološke svijesti, većina potrošača u visokorazvijenim zemljama sve više smatra ambalažni otpad prehrambenih proizvoda, ozbiljnom prijetnjom i bira upravo one prehrambene proizvode čija je ambalaža biorazgradiva<sup>[28]</sup>. Štoviše, razvijaju se i takvi materijali koji će potpuno zamijeniti plastiku<sup>[29]</sup>. Neki od takvih materijala već su i u primijeni i sastavnica su cirkularne ekonomije<sup>[30]</sup>.

Međutim, kada se govori o gubitcima hrane, kao obliku vanjskih svojstava kvalitete prehrambenih proizvoda, onda je situacija ipak malo složenija. Prvo, o prehrambenom otpadu i o upravljanjem prehrambenim otpadom u poljoprivredno-prehrambenim lancima<sup>4</sup>, govori se tek unazad dvadesetak godina. Naime, u poljoprivrednoj proizvodnji gubitcima tijekom žetve/berbe, skladištenja i transporta poljoprivrednih proizvoda, posvećivana je velika pažnja. S druge strane, gubitci koji nastaju u prehrambenoj industriji, domaćinstvima i restoranima prolazili su 'ispod radara'. Danas prehrambene kompanije, što zbog društvenog utjecaja, a što zbog svojih ekonomskih interesa ulažu manje ili veće napore kako bi smanjile gubitke u tehnološkim procesima<sup>[31]</sup>. Unazad petnaestak godina, uočeno je kako su veliki generatori prehrambenog otpada upravo pripadnici posljednje 'karike' u poljoprivredno-prehrambenim lancima, a to su potrošači podjeljeni u dvije skupine; restorane<sup>[32]</sup> i domaćinstva<sup>[33]</sup>. Nažalost, pri tome dolazi do paradoksa, jer često domaćinstva nižih primanja i slabije kupovne moći rasipaju više hrane od domaćinstava s višim ili srednjih primanja<sup>[34]</sup>. Bilo kako bilo, količinu prehrambenog otpada i gubitaka hrane nužno je smanjiti, a da bi se to i postiglo potrebne su mnoge aktivnosti kojima se djeluje na uzrok toj krajnje negativnoj pojavi<sup>[35]</sup>. Međutim, u poljoprivred-

<sup>3</sup> *usp.* pogl. 1. Poljoprivredno prehrambeni lanci → 1.6. Slijedivost u poljoprivredno-prehrambenom lancu

<sup>4</sup> *usp.* pogl. 1. Poljoprivredno prehrambeni lanci → 1.2. Što su to poljoprivredno-prehrambeni lanci i tko su dionici u njima?

no-prehrambenom lancu uvijek će dolaziti do pojave prehrambenog otpada i otpadne hrane. Stoga, se u visokorazvijenim zemljama na prehrambeni otpad i otpadnu hranu iz domaćinstava i restorana gleda kao na korisnu sirovinu u cirkularnoj ekonomiji<sup>[36]</sup>.

*Marketing i komunikacija* kao vanjska (ekstrinzična) svojstva kvalitete hrane su nešto čemu se pridaje čak i najveća pažnja i to preventivno iz ekonomskih razloga, tj. povećanja prodaje i posljedično ostvarenja većeg profita od strane prehrambenih kompanija. Danas gotovo da nema niti jedne ozbiljnije prehrambene kompanije koja potrošače barem na tjednoj razini ne obasipa letcima, promotivnim materijalima, oglasima u javnim medijima, plakatima i dr. predstavljajući soje proizvode i naglašavajući njihovu nutritivnu vrijednost, kontrolu kvalitete svojih proizvoda poradi brige za zdravlje potrošača, podrijetlo ili izvornost sirovina, i nerjetko naglašavajući i suvremeni tehnološki postupak proizvodnje i implementaciju određenih sustava za upravljanje kvalitetom kao jamstvo sigurnosti, pouzdanosti i zdravstvene ispravnosti svojih prehrambenih proizvoda. Štoviše, već je uobičajena praksa da se na ambalaži i to na vidljivom mjestu pronalazi i broj info telefona na koji potrošači mogu izjaviti svoje primjedbe, žalbe i pohvale na račun određenog prehrambenog proizvoda.

Međutim, uza sve te aktivnosti ipak se dešavaju prehrambeni incidenti, koji se manifestiraju najčešće kao akutna trovanja hranom ili su prevenirani u slučaju da državna kontrolna tijela, konkretno sanitarna i tržna inspekcija po nalazu akreditiranih laboratorija državnih agencija za hranu, postupaju sukladno svojim zakonskim ovalstima i narede povlačenje određenih prehrambenih proizvoda s tržišta. U tom slučaju primjenjuje se komunikacija u rizičnim situacijama (*engl. risk communication*)<sup>[37]</sup>. Po definiciji komunikacija u rizičnim situacijama jest razmjena informacija između procjenitelja rizika, manager-a rizika, potrošača i drugih zainteresiranih strana u svezi pojave rizika, čimbenicima koji uvjetuju njegovu pojavu, posljedicama i mjerama prevencije i/ili konkretnih postupaka svih dionika u poljoprivredno-prehrambenom lancu. Komunikacija u rizičnim situacijama je sastavnica ovira procjene i upravljanja rizicima, čije su tri sastavnice:

1. procjena rizika
2. upravljanje rizicima
3. komunikacija u rizičnim situacijama.

Učinkovitom komunikacijom u rizičnim situacijama može se ostvariti:

- fizička tj. zdravstvena dobrobit ljudi,
- povjerenje potrošača u opskrbu hranom i u regulatorne sustave,
- očuvanje okoliša,
- poboljšanje ukupne kvalitete života uključujući i društveno-ekonomske i psihološke čimbenike.

Unutarnja ili intrinzična svojstva kvalitete hrane<sup>[13]</sup> odnose se na:

1. Sigurnost po zdravlje potrošača
2. Rok valjanosti proizvoda i njegova senzorička (organoleptička) svojstva
3. Pouzdanost i praktičnost proizvoda

*Sigurnost po zdravlje potrošača* je osnovno i ultimativno svojstvo kvalitete hrane<sup>5</sup>. Ukoliko hrana nije zdravstveno ispravna dolazi do trovanja u akutnom<sup>[38]</sup> ili pak u kroničnom obliku. Sigurnost po zdravlje potrošača ugrožavaju slijedeći čimbenici<sup>[13]</sup>:

- patogeni mikroorganizmi<sup>[39, 40]</sup>,
- toksične tvari<sup>[41]</sup>,
- strani predmeti,
- pojave prirodnih nepogoda i katastrofa.

*Rok valjanosti proizvoda i njegova senzorička svojstva* po svojoj važnosti je drugo svojstvo kvalitete hrane. Rok valjanosti primarno je povezan s pouzdanošću po zdravlje potrošača, odnosno mikrobiološkim kvarenjem prehrambenog proizvoda. Međutim, u nekim slučajevima rok trajnosti može biti povezan s fizikalnim svojstvima prehrambenih proizvoda<sup>[42]</sup>, kao i s promjenom kemijskog sastava i senzoričkih svojstava proizvoda<sup>[43]</sup>.

<sup>5</sup> Detaljno objašnjeno u pogl. 4.3. Izvori opasnosti u poljoprivredno-prehrambenom lancu.

*Pouzdanost i praktičnost proizvoda* je izuzetno važno svojstvo kvalitete proizvoda gledano s aspekta potrošača. Naime, suvremeni potrošači traže prehrambeni proizvod od kojeg očekuju da je:

- zdravstveno ispravan i dobrih nutritivnih osobina,
- dobrog okusa,
- jednostavan za pripremu (*engl.* easy to use),
- čija priprema ne traje dugo,
- koji je stabilnih senzoričkih osobina čak i nakon otvaranja ambalaže, naravno uz uvjet da se čuva u uvjetima propisanim u uputi o korištenju i čuvanju,
- i koji je upakiran u praktičnu ambalažu koja omogućava njegovu laku uporabu.

Stoga, proizvođači prehrambenih proizvoda ulažu velike napore i sredstva u istraživanja i razvoj proizvoda koji će zadovoljiti zahtjeva potrošača<sup>[44, 45, 46]</sup>.

U biti, pouzdanost i praktičnost proizvoda rezultanta je prvoga i drugoga unutarnjeg (intrinzičnog) atributa kvalitete prehrambenog proizvoda. Međutim, upravo o tom unutarnjem atributu kvalitete ovisi uspjeh prodaje tog prehrambenog proizvoda, jer ukoliko ga kupci ne prihvate neće se ostvariti povrat uložениh sredstava u razvoj tog proizvoda.

### 4.3. Izvori opasnosti u poljoprivredno-prehrambenim lancima

Izvori opasnosti za zdravlje ljudi i životinja u poljoprivredno-prehrambenim lancima mogu biti;

- metabolički proizvodi biljaka, životinja i mikroorganizama,
- kemijske i biološke toksične tvari iz okoliša,
- namjenski dodani aditivi u hrani,
- i tvari koje nastaju tijekom prerade hrane.

Lako je hrana neophodna za naše tijelo, ukoliko je kontaminirana patogenim mikrobima ili njihovim otrovima ili drugim kontaminantima iz okoliša, u tom slučaju hrana može igrati glavnu ulogu u prijenosu ili pak nastanku bolesti. Kontaminacija hrane patogenim mikroorganizmima ili otrovnim kemijskim tvarima može uzrokovati veliki broj zdravstvenih problema. Zagađenje hrane odgovorno je za više od 200 bolesti poput crijevnih bolesti i drugih bolesti prenosivih hranom, a može dovesti do smrti. Naravno, otrovne komponente mogu se naći u hrani životinjskog i biljnog podrijetla, kao i u višim gljivama, koje se koriste kao izvor hrane. Takvi otrovni spojevi mogu oštetiti određene organe i sustave, poput kože, kardiovaskularnog sustava, a mogu manifestirati i sustavne negativne učinke vezanjem za receptore hormona ili pak utjecati na živčani sustav. Opasnost po sigurnost hrane odnosi se na bilo koje sredstvo prisutno u hrani koje izaziva štetne posljedice po zdravlje potrošača<sup>[47]</sup>.

Svi izvori opasnosti u poljoprivredno-prehrambenom lancu (*engl.* food hazards) dijele se na:

- biološke,
- kemijske,
- fizikalne.

#### 4.3.1. Izvori bioloških opasnosti u poljoprivredno-prehrambenom lancu

Neke patogene bakterije i gljivice, ali i neki virusi, prioni i protozoe, kontaminiraju hranu tijekom proizvodnje i prerade, ali i tijekom njenog skladištenja i transporta prije konzumiranja. Za vrijeme svog rasta ti mikroorganizmi mogu lučiti različite komponente, uključujući toksine. Također, ti organizmi odgovorni su za tvorbu i nekih drugih štetnih tvari koje mogu kontaminirati hranu nakon raspada patogena u gotovoj hrani ili prehrambenom proizvodu. Danas je hrana globalni proizvod<sup>6</sup> i njezin transport odvija se na velike

---

<sup>6</sup> Usp. Pogl. 1. Poljoprivredno prehrambeni lanci → 1.1. Uvod → Urugvajaska runda pregovora → GATT

udaljenosti, a pri tome postoje i velike mogućnosti kontaminacije tijekom transporta. Nažalost, toga su svjesni potrošači i državne agencije za kontrolu hrane samo u razvijenim zemljama, dok u zemljama ne postoje dovoljna i dostatna znanja o bolestima koje se prenose hranom, usprkos činjenici da širom svijeta ima godišnje na milijune slučajeva dijagnosticiranih slučajeva različitih oblika trovanja hranom<sup>[48, 49]</sup>.

*Listeria monocytogenes*, *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Shigella* sp., *Vibrio vulnificus* i *Vibrio parahaemolyticus*, spadaju među najraširenije i najopasnije patogene koji se šire hranom. Kako bi se spriječila kontaminacija hrane tim patogenima, provode se mjere brojne kontrole mikrobiološke ispravnosti svježih sirovina animalnog podrijetla (mlijeko, meso, jaja, riba i plodovi mora, ali i voća i povrća) i nadzora tehnološkog procesa prerade sirovina u prehrambene proizvode kako bi se spriječila tzv. *križna kontaminacija* (engl. cross-contamination). Pod tim pojmom podrazumijeva se onečišćenje hrane nepoželjnim i po zdravlje štetnim tvarima, koje mogu biti prirodno prisutne, dodane tijekom postupka proizvodnje, prerade i skladištenja namirnica, ili koje su dospjele u namirnice slučajno jednostavno trenutnom nepažljivošću.

Naime, oprema i površine u dodiru s hranom u prehrambenoj industriji mogu i same postati supstrat za razvoj patogenih mikroba, koji je poznat pod nazivom *biofilm*. Po definiciji, biofilm je sesilna zajednica bakterija i plijesni u naslagama složenih šećera, te bjelančevina koje sadrže šećere i u koje se taloži i prašina iz zraka. Biofilm najčešće nastaje na granici između dva agregatna stanja. To je upravo slučaj u prehrambenoj industriji. Zbog toga se provode brojne preventivne mjere, a uz neprestane mikrobiološke kontrole kontrolnih laboratorija koje mora provoditi svaki proizvođač prehrambenih proizvoda i koje su propisane zakonom i drugim pravnim aktima pojedinih zemalja i EU, obavezna preventivna mjera je *pranje i dezinfekcija opreme i radnih površina* u prehrambenoj industriji i distribuciji hrane, uključujući i maloprodaju svježeg mesa, suhomesnatih proizvoda, svježe ribe i školjkaša.

Danas se najbolji rezultati u sprječavanju tvorbe biofilma postižu uporabom tenzida<sup>7</sup> i alkalnih spojeva za tretiranje radnih površina i opreme prije pranja i ispiranja vodom pod pritiskom<sup>[50, 51]</sup>.

### 4.3.2. Izvori kemijskih opasnosti u poljoprivredno-prehrambenom lancu

Svakako najdrastičniji epidemiološki slučaj kemijskog trovanja u prehrambenom lancu je primjer Minamata bolesti (*sin.* Minamata sindrom) koji je prepoznat i opisan 1. svibnja 1956. godine, a epidemiološka studija završena je početkom siječnja 1957. godine pod vodstvom dr. sc. Shoji Kitamura, redovitog profesora na Medicinskom fakultetu Sveučilišta Kumamoto u Japanu<sup>[52]</sup>. Naime, japanska kemijska kompanija Chisso iz svoje tvornice smještene kraj grada Minamata ispuštala je u otpadnim vodama velike količine metil-žive u rijeku Minamata. Kako se rijeka ulijeva u istoimeni zaljev koji je bogat ribom, živa se akumulirala u morskim organizmima i preko hranidbenog lanca akumulirala se i u ljudima, izazivajući pri tome teške neurološke poremećaje pa i malformacije na fetusima<sup>[53]</sup>. Slijedeći slučaj, ponovio se je već pet godina kasnije u Ontariju (Canada) kada se ustanovilo da je kemijska kompanija Dryden u razdoblju od 1962. do 1970. godine onečištila ekosustav rijeke Wabigoon sa aproksimativno 10 tona žive, a procijenjeno je da će oporavak ekosustava trajati 50-70 godina<sup>[54]</sup>.

Ovo su tek dva drastična primjera trovanja vodenih ekosustava živom koja prehrambenim lancem dospjeva do potrošača riba i školjkaša.

Izvori kemijske opasnosti u poljoprivredno-prehrambenom lancu su:

- *Teški metali* – s prethodno opisana dva drastična primjera zagađenja i trovanja hrane teškim metalom, konkretno živom.
- *Prehrambeni aditivi*: prehrambene boje, zaslađivači, pojačivači okusa, konzervansi i antioksidansi. Naime, iako su njihove maksimalne količine u kojima smiju biti zastupljeni u prehrambenim proizvodima striktno određene i kontrolirane od strane nadležnih laboratorija, u slučaju bilo kakvih nesukladnosti mogu predstavljati ozbiljni izvor kemijske opasnosti po zdravlje potrošača.

<sup>7</sup> Tenzidi su tvari koje smanjuju površinsku napetost vode, odnosno smanjuju sile što djeluju na graničnim plohama između dviju faza, čime se omogućuje nastajanje pjene, stvaranje vodene emulzije s kapljevinama s kojima se voda inače ne miješa (npr. s uljem) te vodene suspenzije s tvarima koje voda inače ne otapa (npr. s masnoćom). Tenzidi su glavni sastojci deterdženata, industrijskih sredstava za uklanjanje nečistoća pranjem u vodi.

- *Rezidui fitofarmaceutskih sredstava.* Aktivne tvari mnogih fitofarmaceutskih sredstava su neurotoksične pa čak i potencijano karcinogene a neki su pod strogim nadzorom i njihova stvarna karcinogenost se još ispituje<sup>[55]</sup>.
- *Rezidui mikotoksina,* koji predstavljaju sve veći i veći izvor opasnosti u poljoprivredno-prehrambenom lancu, naročito u poslijezetvenom upravljanju i skladištenju poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda.<sup>8</sup>
- *Dioksini,* koji se pojavljuju u slobodnoj prirodi nakon velikih šumskih požara, a poznati i slučajevi ulaska dioksina u poljoprivredno-prehrambeni lanac.<sup>9</sup> Javnosti su poznati i slučajevi namjernog trovanja dioksinom.<sup>10</sup>

Bilo kako bilo, izvori kemijske opasnosti u poljoprivredno-prehrambenom lancu mogu se kontrolirati samo strogim preventivnim mjerama koje podrazumijevaju analitiku tla, vode, poljoprivrednih sirovina koje ulaze u preradu i na kraju gotovih prehrambenih proizvoda.

### 4.3.3. Izvori fizikalne opasnosti u poljoprivredno-prehrambenom lancu

Jedan od drastičnih primjera izvora fizikalne opasnosti u poljoprivredno-prehrambenom lancu je kontaminacija mlijeka i mliječnih proizvoda, mesa, ribe, povrća i zrnastih ratarskih proizvodima radionuklidima <sup>131</sup>I, <sup>134/137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr nakon Černobilske katastrofe koja se je desila 26. travnja 1986. godine. To je dovelo do toga da je na području Bjelorusije zabranjena poljoprivredna proizvodnja na 265 000 ha, na području Ukrajine na 130.000 ha, a na području Rusije na 17.000 ha<sup>[56]</sup>. Međutim, radionuklidi ne dospjevaju u poljoprivredno-prehrambeni lanac nuklearnim katastrofama, već i uporabom mineralnih gnojiva, u kojima je fosfor po svojem podrijetlu dobiven iz fosfatnih ruda koje imaju prirodno povišenu koncentraciju radionuklida koji se iz tla akumuliraju u biljci i dolazi do tzv. transfera prirodnih radionuklida iz tla u usjev<sup>[57, 58, 59]</sup>.

Međutim, radionuklidi nisu jedini izvor fizikalne opasnosti u poljoprivredno-prehrambenom lancu, već to mogu biti i komadići stakla ili pak sitni metalni i plastični predmeti, koji mogu upasti u pakovinu s prehrambenog proizvoda prije njenog zatvaranja.

## 4.4. Prevencija incidenata u poljoprivredno-prehrambenim lancima

Prevencija incidenata u poljoprivredno-prehrambenim lancima odvija se na tri razine:

1. Osiguranjem potrebnih količina hrane, kako bi se ostvarila prehrambena sigurnost populacije (*engl. food security*) svake zemlje ili regije<sup>11</sup>
2. Osiguranjem higijenski i zdravstveno ispravne hrane, odnosno zdravstvena sigurnost hrane (*engl. food safety*) čija konzumacija neće uzrokovati akutna trovanja, a niti kronične bolesti onih koji ju konzumiraju.<sup>11</sup>
3. Mjerama obrane hrane (*engl. food defence*)

Međutim, glavni alat koji se koristi na sve tri razine je sljedivost (*traceability*) u poljoprivredno-prehrambenim lancima.<sup>12</sup>

### 4.4.1. Prehrambena sigurnost populacije svake zemlje ili regije

Najtočnija definicija prehrambene sigurnosti populacije svake zemlje ili regije data je na Svjetskom Summit-u o hrani, 1996. godine i ona glasi:

„Sigurnost hrane postoji kada svi ljudi u svakom trenutku imaju fizički i ekonomski pristup dovoljnoj, sigurnoj i hranjivoj hrani koja zadovoljava njihove prehrambene potrebe i sklonosti za aktivan i zdrav život.”

<sup>8</sup> Vidi pogl. 1. Poljoprivredno prehrambeni lanci → 1.4. Poslijezetveno upravljanje poljoprivrednim proizvodima u poljoprivredno-prehrambenim lancima.

<sup>9</sup> Poveznica: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20110121STO12289/dioxin-contamination-in-germany-meps-call-for-strict-controls-penalties>

<sup>10</sup> Poveznica: <https://www.newscientist.com/article/dn17570-skin-growths-saved-poisoned-ukrainian-president/>

<sup>11</sup> Vidi pogl. 1. Poljoprivredno prehrambeni lanci → 1.2. Što su to poljoprivredno-prehrambeni lanci i tko su dionici u njima?

<sup>12</sup> Vidi pogl. 1. Poljoprivredno prehrambeni lanci → 1.6. Sljedivost u poljoprivredno-prehrambenom lancu.

Da bi prehrambena sigurnost postojala, moraju biti zadovoljena četiri elementa<sup>[60]</sup>:

1. *Dostupnost hrane*: Dostupnost dovoljnih količina hrane odgovarajuće kvalitete, opskrbljene domaćom proizvodnjom ili uvozom (uključujući pomoć u hrani).
2. *Pristup hrani*: Pristup pojedinaca odgovarajućim resursima (prava) za stjecanje odgovarajuće hrane za prehranu. Pravo se definira kao skup svih roba nad kojima osoba može uspostaviti kontrolu s obzirom na pravno, političko, ekonomsko i društveno uređenje zajednice u kojoj živi (uključujući tradicionalna prava poput pristupa zajedničkim resursima).
3. *Korištenje*: Korištenje hrane kroz odgovarajuću prehranu, čistu vodu, sanitarne uvjete i zdravstvenu njegu kako bi se postiglo stanje nutritivne dobrobiti u kojoj su zadovoljene sve fiziološke potrebe. Time se otkriva važnost neprehrambenih inputa u sigurnosti hrane.
4. *Stabilnost*: Podrazumijeva da stanovništvo, kućanstvo ili pojedinac moraju imati pristup odgovarajućoj hrani u svakom trenutku. Rizik gubitka pristupa hrani, kao posljedica iznenadnih šokova (npr. gospodarska ili klimatska kriza) ili cikličkih događaja (npr. sezonska nesigurnost hrane) trebao bi biti sveden na najmanju moguću mjeru. Stoga se koncept stabilnosti može odnositi i na dostupnost i na pristupnu dimenziju sigurnosti hrane.

Nažalost, danas je u mnogim djelovima svijeta prisutna prehrambena nesigurnost<sup>[61]</sup>, a glavni razlog tome su globalne klimatske promjene koje naročito pogađaju zemlje u trećeg svijeta<sup>[62]</sup>. Ukoliko se klimatskim promjenama pribroji i gubitak prirodnih resursa, poglavito tla koje je neophodno za proizvodnju hrane<sup>[63, 64]</sup>, prijetnja svjetske gladi postaje posve izvjestan scenario<sup>[65]</sup>.

#### 4.4.2. Higijenska i zdravstvena sigurnost hrane

Higijenska i zdravstvena sigurnost hrane u biti predstavlja biološki, kemijski i fizikalni status hrane koji dopušta njenu konzumaciju bez rizika od ozlijeda, bolesti ili smrtnosti<sup>[66]</sup>.

Međutim, pod međunarodnim terminom ‚food safety‘ obuhvaćena je i kultura, organizacija i društvena klima odnosno sveukupni proizvodni, ekonomski, tehnološki, pravni i društveni uvjeti u kojima se proizvodi, distribuira i konzumira hrana bez ili sa minimalnom razinom rizika za zdravlje potrošača<sup>[67]</sup>. Kako je sigurnost hrane strateško pitanje izuzetno važno za nacionalnu sigurnost svake zemlje ali i regije, Europska unija je još 28. siječnja 2002. godine donijela Uredbu br. 178/2002 Europskog parlamenta i Vijeća o utvrđivanju općih načela i zahtjeva zakona o hrani, osnivanju Europskog tijela za sigurnost hrane i utvrđivanju postupaka u pitanjima sigurnosti hrane<sup>[68]</sup>. Temeljem tog dokumenta ustanovljena je i krovna Europska organizacija zadužena za predlaganje, koordinaciju i provođenje politike sigurnosti hrane ‚food safety‘ je European Food Safety Authority (EFSA).<sup>13</sup> S tom organizacijom usko surađuju agencije za hranu u svim državama članicama EU jer poznato je da sve odredbe Europskog parlamenta i Vijeća Europe, kao i direktive Europske Komisije imaju obvezujuću i izravnu implementaciju u legislativu zemalja članica EU. Kako je EFSA osnovana sa svrhom da bude izvor znanstvenih savjeta i komunikacije o rizicima povezanim s prehrambenim lancem, u njenom službenom glasilu pod nazivom *EFSA journal*<sup>14</sup> izlaze brojne analize, mišljenja, preporuke i studije koje su dostupne svakom građaninu EU i svijeta. Na razini Ujedinjenih Naroda, iste aktivnosti provodi Organizacija za hranu i poljoprivredu, Food and Agriculture Organization (FAO)<sup>15</sup> koja djeluje uglavnom u zemljama trećeg svijeta i to edukativno i kroz pružanje tehničke pomoći. U Sjedinjenim Američkim Državama to je US Food and Drug Administration (FDA)<sup>16</sup> i United States Department of Agriculture (USDA).<sup>17</sup>

Bilo kako bilo, bez obzira na svu brigu o sigurnosti hrane u higijenskom i zdravstvenom aspektu, jedno je sigurno, a to je da „nema prehrambene sigurnosti bez zdravstvene sigurnosti hrane“<sup>18[69]</sup>.

<sup>13</sup> Poveznica: <https://www.efsa.europa.eu/en/aboutefsa>

<sup>14</sup> *EFSA journal* [Online ISSN:1831-4732] može se pronaći na poveznici: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/journal/18314732>. Časopis je indeksiran u referalnoj bazi znanstvenih časopisa Journal Citation Reports u područje ‚Food Science & Technology‘ u kojem je za 2020. godinu rangiran kao 53 od 144 časopisa i spada u drugi kvartil (Q2).

<sup>15</sup> Poveznica: <http://www.fao.org/food-safety/en/>

<sup>16</sup> Poveznica: <https://www.fda.gov/food>

<sup>17</sup> Poveznica: <https://www.usda.gov/topics/food-and-nutrition>

<sup>18</sup> *Orig.* ‚There is no food security without food safety‘

### 4.4.3. Obrana hrane

Hrana je strateški proizvod, stoga se danas sve više vodi računa i o obrambenim aspektima zaštite poljoprivredno-prehrambenih lanaca unutar prehrambenih sustava. Taj termin je poznat kao obrana hrane (*engl. food defence*) i predstavlja donošenje i provođenje svih mjera zaštite od *agroterorizma* i *prehrambenog terorizma*, kako bi se osigurala zaštita od svakog namjernog trovanja hrane i korištenja kontaminirane hrane kao oružja<sup>[70]</sup>. Naime, koliko god se to prosječnom čovjeku čini čudnim ali da čitava priča nije nimalo bezazlena govori činjenica da je prilikom pretresa jednog stana u Manchesteru (UK) pronađen priručnik za obuku pripadnika terorističke organizacije al-Qaeda. U 16. lekciji opisan je način na koji se kontaminirana hrana može koristiti kao oružje<sup>[71]</sup>. Međutim, osim namjerne kontaminacije hrane uzrokovane terorističkom aktivnošću, često s političkim motivom, možda je najprodorniji oblik namjerne kontaminacije poboljšanje profita, odnosno nanošenje štete konkurenciji ili osveta konkurenta. Bilo kako bilo, ne smije se isključiti niti 'motivi' psihički poremećenih osoba i lokalnih ekstremista<sup>[72]</sup>.

Postavlja se pitanje kako se boriti protiv agroterorizma i prehrambenog terorizma?

Odgovor je jednostavan; sljedivošću i jačanjem kulture sigurnosti hrane (*engl. food safety culture*).

Stoga, svaka strategije obrane u biti objedinjuje sva načela prehrambene sigurnosti 'food security', zdravstvene sigurnosti hrane 'food safety' a osnovni alat kojim se ona provodi je sljedivost u poljoprivredno-prehrambenim lancima. Obrana hrane je izuzetno važno sigurnosno pitanje i mora biti sastavnica svakog dobro osmišljenog *poljoprivredno-prehrambenog sustava*.

## 4.5. Što su to poljoprivredno prehrambeni sustavi?

Poljoprivredno-prehrambeni lanci (*engl. agri-food systems*), glede specifičnosti koje se mogu odnositi na vrstu proizvoda i/ili na način proizvodnje i broj dionika, postaju sastavnice prehrambenih sustava (*engl. food systems*). Iako ne postoji jedinstvena definicija prehrambenih sustava<sup>[73]</sup> oni su determinirani čitavim nizom aktivnosti koje se provode na uspostavi poljoprivredno prehrambenih lanaca, aktivnostima uspostave prehrambene sigurnosti i ostalim aktivnostima kao što su zaštita okoliša i bioraznolikosti<sup>[74]</sup>. Ono čemu se teži jest uspostava *elastičnog, fleksibilnog i otpornog* (*engl. resilient*) prehrambenog sustava koji je sposoban ispuniti svoj funkcionalni cilj – osigurati sigurnost hrane – unatoč smetnjama i šokovima, bilo da su one ekonomskog ili prirodnog karaktera. Otpornost takvog sustava sastoji se od sljedećih komponenti:

- robusnost (sposobnost izdržavanja udara),
- redundancija (sposobnost apsorpiranja smetnji),
- fleksibilnost ili brzina (potencijal oporavka za izgublenu sigurnost hrane),
- snalazljivost ili prilagodljivost (postotak izgubljene sigurnosti hrane: oporavljena).

Međutim, najviša razina u organizaciji svakog sustava, pa tako i prehrambenog, odnosno poljoprivredno-prehrambenog sustava jest *održivost*<sup>[75]</sup>.

Prema FAO-u *održivi prehrambeni sustav je onaj koji omogućuje prehrambenu sigurnost za sve, na način da se ne ugroze ekonomske, društvene i okolišne osnove za stvaranje prehrambene sigurnosti za buduće generacije*<sup>[76, 77]</sup>.

Nažalost, današnji prehrambeni sustavi definitivno nisu održivi. Za to postoje sljedeći razlozi:

- Opskrba hranom zasnovana isključivo na tržišnim ekonomskim modelima koji ovise o stalnom rastu potrošnje.
- Poljoprivredno-prehrambenim sustavom dominira mali broj velikih globalnih poduzeća koja neumorno teže rastu i monopolu, istovremeno eliminirajući trendove prema održivoj i zdravoj hrani. Tako se vrši pritisak na proizvođače da proizvode hranu po niskim cijenama, a to je moguće samo uz korištenje agrokemikalija i povećanja potrošnje fosilnih goriva.
- Visok protok proizvodnje i potrošnje u lancu opskrbe neizbježno dovodi do rasipanja, osobito od strane trgovaca na malo i potrošača. Tako se smanjuje otpornost neophodna za suočavanje s globalnim šokovima i velikim poremećajima uzrokovanim učincima klimatskih promjena, ali i biljnim štetnicima i bolestima.
- Globalizacija tržišta hrane i poljoprivrednih sirovina, koja teoretski predviđa smanjenje siromaštva zbog ukupnog jačanja međunarodne trgovine, u praksi često preusmjerava lokalnu poljoprivredu i korištenje



zemljišta za izvoz hrane u razvijene zemlje. dovela je do loših ishoda kao što su deforestacija, zagađenje i smanjenje bioraznolikosti.

- Neke od pozitivnih političkih mjera vlada pojedinih zemalja politika, poput subvencija za poljoprivredu ili poticaji prehrambene industrije, čiji je cilj rješavanje ekoloških i zdravstvenih pitanja često ne uspijevaju zbog sukobljavanja s interesima velikih korporacija.
- Sustav sankcioniranja ekoloških i zdravstvenih incidenata je gotovo neučinkovit zbog djelovanja različitih lobby interesnih grupa (pojedinih dionika) u poljoprivredno-prehrambenim lancima.
- Istraživanja i politika o poljoprivredno-prehrambenoj industriji imaju redukcionistički karakter koji ne prepoznaje neraskidivu vezu između zdravlja okoliša i zdravlja ljudi.

Kada se tome još pribroje i sve intenzivnije i brže klimatske promijene i katastrofe koje one donose<sup>[78, 79]</sup>, kao i najnovija pandemija covid-19 virusa<sup>[80]</sup> ali i buduće pandemije, posve je jasno da su potrebne radikalne promjene u načinu proizvodnje i konzumacije hrane<sup>[81]</sup>. Zato istraživanja i razvoj novih održivih tehnologija i obrazovanje imaju veliku ulogu za razvoj održivih prehrambenih sustava zasnovanih na održivim poljoprivredno-prehrambenim lancima<sup>[82, 83]</sup>.

## Literatura

- [1] Giovannucci, D., Satin, M. (2000) Food Quality Issues: Understanding HACCP and Other Quality Management Techniques. A Guide to Developing Agricultural Markets and Agro-Enterprises. World Bank, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17702>
- [2] Anderson, J. C., Rungtusanatham, M., Schroeder, R.G. (1994) A Theory of Quality Management Underlying the Deming Management Method. *The Academy of Management Review*, 19, 472–509. <https://www.jstor.org/stable/258936>
- [3] Civille, G. V. (1990) Food quality: consumer acceptance and sensory attributes. *Journal of Food Quality*, 14, 1–8. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1991.tb00044.x>
- [4] Potter, N. N., Hotchkiss, J. H. (1995) Food Science. Fifth Edition. Springer Science+Business Media, New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4985-7>
- [5] Leitzmann, C. (1993) Food Quality—Definition and a Holistic View. In: Sommer H., Petersen B., v. Wittke P. (eds) Safeguarding Food Quality. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-78025-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-78025-7_2)
- [6] Bermudez, O. I. (2016) Ethnic Foods. Chapter in book: Encyclopedia of Food and Health. Caballero, B., Finglas, P.M., Toldrá, F. (eds.). Academic Press, Elsevier. 563–568. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00263-4>
- [7] Featherstone, S. (2015) Kosher and Halal Food Regulations. A Complete Course in Canning and Related Processes. Woodhead Publishing, Elsevier. 63–68. <https://doi.org/10.1016/B978-0-85709-677-7.00003-7>
- [8] Arihara, K. (2014) Functional Foods. Chapter in book: Encyclopedia of Meat Sciences (Second Edition). Dikeman, M., Devine, C. (eds.). Academic Press, Elsevier. 32–36. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00172-0>
- [9] Tur, J. A., Bibiloni, M. M. (2016) Functional Foods. Chapter in book: Encyclopedia of Food and Health. Caballero, B., Finglas, P. M., Toldrá, F. (eds.). Academic Press, Elsevier. 157–161. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00263-4>
- [10] Hall, C. M., Sharples, L. (2003) The consumption of experiences or the experience of consumption? An introduction to the tourism of taste. Chapter in book: Food Tourism Around The World. Hall, C.M., Sharples, L., Mitchell, R., Macionis, N., Cambourne, B. (eds.). Butterworth-Heinemann, Elsevier. 1–24. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-5503-3.50004-X>
- [11] Bloksma, J., Northolt, M., Huber, M., van der Burgt, G. J., van de Vijver, L. (2007) A new food quality concept based on life processes. Chapter in book: Handbook of Organic Food Safety and Quality. Cooper, J., Niggli, U., Leifert, C. (eds.). Woodhead Publishing. 53–73. <https://doi.org/10.1533/9781845693411.1.53>
- [12] Knura, S., Gymnich, S., Rembalkowska, E., Petersen, B. (2007) Agri-food production Chain. Chapter in book: Safety in the agri-food chain. Luning, P. A., Devlieghere, F., Verhé, R. (eds.). Wageningen Academic Publishers, The Netherlands. 19–65.
- [13] Luning, P. A., Marcelis, W. J. (2020) Food quality attributes. Chapter in book: Food Quality Management: Technological and managerial principles and practices. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands. 52–65.
- [14] Britwum, K., Bernard, J. K., Albrecht, S. E. (2021) Does importance influence confidence in organic food attributes? *Food Quality and Preference*, 87, 104056. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104056>
- [15] Russo, C., Simeone, M., Perito, M.A. (2020) Educated Millennials and Credence Attributes of Food Products with Genetically Modified Organisms: Knowledge, Trust and Social Media. *Sustainability*, 12, 8534. <https://doi.org/10.3390/su12208534>
- [16] Rudenko, L., Matheson, J. C., Sundlof, S. F. (2007) Animal cloning and the FDA – the risk assessment paradigm under public scrutiny. *Nature Biotechnology*, 25, 39–43. <https://doi.org/10.1038/nbt0107-39>
- [17] Eddison, J. C. (2003) Animal welfare. Chapter in book: The Agricultural Notebook (20th Edition). Soffe, R. (ed.). Primrose McConnell's, Blackwell Science & Blackwell Publishing. 431–440.
- [18] Gallo, A., Accorsi, R., Goh, A., Hsiao, H., Manzini, R. (2021) A traceability-support system to control safety and sustainability indicators in food distribution. *Food Control*, 124, 107866. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107866>
- [19] Luning, P. A., Marcelis, W. A. (2009) A food quality management research methodology integrating technological and managerial theories. *Trends in Food Science & Technology*, 20, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.09.013>
- [20] Morgan, M. T., Haley, T. A. (2013) Design of Food Process Controls Systems. Chapter in book: Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering (Second Edition). Kutz, M. (ed.). Academic Press, Elsevier. 475–540. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-67839-4>
- [21] Huang, Y. (2013) Automatic process control for the food industry: an introduction. Chapter in book: Robotics and Automation in the Food Industry, Current and Future Technologies. Caldwell, D. G. (ed.). Woodhead Publishing. 3–20. <https://doi.org/10.1533/9780857095763.1.3>

- [22] Bargańska, Ż., Namieśnik, J. (2010) Pesticide Analysis of Bee and Bee Product Samples. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 40, 159–171. <https://doi.org/10.1080/10408347.2010.490484>
- [23] Rahman, M. S. (ed.) (2007) *Handbook of Food Preservation*. CRC Press, Taylor & Francis Group. 3–939.
- [24] Marsh, K., Bugusu, B. (2007) Food Packaging – Roles, Materials, and Environmental Issues. *Journal of Food Science*, 72, 39–55. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x>
- [25] Molina-Besch, K., Wikström, F., Williams, H. (2019) The environmental impact of packaging in food supply chains – does life cycle assessment of food provide the full picture? *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24, 37–50. <https://doi.org/10.1007/s11367-018-1500-6>
- [26] Bagherzadeh, M., Inamura, M., Jeong, H. (2014) Food Waste Along the Food Chain. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, 71. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/5jxrcmftzj36-en>
- [27] Varun, S. A., Nautiyal, H. (2016) Environmental Impacts of Packaging Materials. In: Muthu S. (eds) *Environmental Footprints of Packaging. Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-287-913-4\\_5](https://doi.org/10.1007/978-981-287-913-4_5)
- [28] Ncube, L. K., Ude, A. U., Ogunmuyiwa, E. N., Zulkifli, R., Beas, I. N. (2020) Environmental Impact of Food Packaging Materials: A Review of Contemporary Development from Conventional Plastics to Polylactic Acid Based Materials. *Materials*, 13, 4994. <https://doi.org/10.3390/ma13214994>
- [29] European Food Safety Authority (2012) Report of ESCO WG on non-plastic Food Contact Materials. Supporting Publications 139. pp- 63. [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)
- [30] de Koeijer, B. B., Wever, R., Henseler, J. (2017) Realizing Product-Packaging Combinations in Circular Systems: Shaping the Research Agenda. *Packaging Technology and Science*, 30, 443–460. <https://doi.org/10.1002/pts.2219>
- [31] Rösler, F., Kreyenschmidt, J., Ritter, G. (2021) Recommendation of Good Practice in the Food-Processing Industry for Preventing and Handling Food Loss and Waste. *Sustainability*, 13, 9569. <https://doi.org/10.3390/su13179569>
- [32] Betz, A., Buchli, J., Göbel, C., Müller, C. (2015) Food waste in the Swiss food service industry – Magnitude and potential for reduction. *Waste Management*, 35, 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.015>
- [33] Leverenz, D., Moussawel, S., Maurer, C., Hafner, G., Schneider, F., Schmidt, T., Kranert, M. (2019) Quantifying the prevention potential of avoidable food waste in households using a self-reporting approach. *Resources, Conservation & Recycling*, 150, 104417. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104417>
- [34] Porpino, G., Parente, J., Wansink, B. (2015) Food waste paradox: antecedents of food disposal in low income households. *International Journal of Consumer Studies*, 39, 619–629. <https://doi.org/10.1111/ijcs.12207>
- [35] Alamar, M. C., Falagán, N., Aktas, E., Terry, L. A. (2018) Minimising food waste: a call for multidisciplinary research. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 8–11. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8708>
- [36] Sadhukhan, J., Dugmore, T. I. J., Matharu, A., Martinez-Hernandez, E., Aburto, J., Rahman, P. K. S. M., Lynch, J. (2020) Perspectives on “Game Changer” Global Challenges for Sustainable 21st Century: Plant-Based Diet, Unavoidable Food Waste Biorefining, and Circular Economy. *Sustainability*, 12, 1976. <https://doi.org/10.3390/su12051976>
- [37] FAO and WHO (2016) *Risk Communication Applied To Food Safety Handbook*. Food Safety and Quality Series, 2, Food And Agriculture Organization of the United Nations, Rome 2016. <https://www.who.int/foodsafety/RiskCommunication-FoodSafety.pdf>
- [38] Hughes, C., Gillespie, I. A., O'Brien, S. J. (2007) Foodborne transmission of infectious intestinal disease in England and Wales, 1992–2003. *Food Control*, 18, 766–772. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.01.009>
- [39] European Food Safety Authority (EFSA) — Working Group on Developing Harmonised Schemes for Monitoring. Members of the Working Group were as follows: S. Bronzwaer (Chairman), F. Aarestrup, A. Battisti, B. Bengtsson, S. Piriz, Duran, H. D. Emborg, G. Kahlmeter, D. Mevius, G. Regula, P. Sanders, C. Teale, D. Wasyl, K. De Smet, J. Torren Edo, P. Tüll, H. Deluyker, P. Mäkelä. (2008) Harmonised monitoring of antimicrobial resistance in *Salmonella* and *Campylobacter* isolates from food animals in the European Union. *Clinical Microbiology and Infection*, 14, 522–533. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02000.x>
- [40] Kovačić, A., Carev, M., Tripković, I., Srećec, S., Šiško-Kraljević, K. (2015) Comparison of *Campylobacter jejuni* pulsotypes isolated from humans and poultry in Split and Dalmatia County, Croatia. *International Journal of Environmental Health Research*, 25, 10–20. Doi: <https://doi.org/10.1080/09603123.2014.893565>
- [41] Harada, M., Akagi, H., Tsuda, T., Kizaki, T., Ohno, H. (1999) Methylmercury level in umbilical cords from patients with congenital Minamata disease. *The Science of the Total Environment*, 234, 59–62.
- [42] Janjatović, D., Benković, M., Srećec, S., Ježek, D., Špoljarić, I., Bauman, I. (2012) Assessment of powder flow characteristics in incoherent soup concentrates. *Advanced Powder Technology*, 23, 620–631. <https://doi.org/10.1016/j.apt.2011.07.003>
- [43] Srećec, S., Rezić, T., Šantek, B., Marić, V. (2008) Influence of Hops Pellets Age on  $\alpha$ -acids Utilization and Organoleptic Quality of Beer. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 73, 103–107.
- [44] Benković, M., Srećec, S., Špoljarić, I., Mršić, G., Bauman, I. (2013) Flow properties of commonly used food powders and their mixtures. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 2525–2537. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0925-3>
- [45] Benković, M., Srećec, S., Špoljarić, I., Mršić, G., Bauman, I. (2015) Fortification of instant coffee beverages – influence of functional ingredients, packaging material and storage time on physical properties of newly formulated, enriched instant coffee powders. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95, 2607–2618. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6989>
- [46] Benković, M., Belščak-Cvitanović, A., Bauman, I., Komes, D., Srećec, S. (2017) Flow properties and chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flours as related to particle size and seed presence. *Food research international*, 100, 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.048>
- [47] Kumar Singh, P., Pratap Singh, R., Singh, P., Lakhan Singh, R. (2019) Food Hazards: Physical, Chemical, and Biological. Chapter in book: *Food Safety and Human Health*. Singh, L., Mondal, S. (eds). Academic Press, Elsevier. 15–65. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816333-7.00002-3>
- [48] Martinović, T., Andjelković, U., Šrajer Gajdošik, M., Rešetar, D., Josić, D. (2016) Foodborne pathogens and their toxins. *Journal of Proteomics*, 146, 226–235. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.04.029>
- [49] Wang, S., Weller, D., Falardeau, J., Strawn, L.K., Mardones, F. O., Adell, A. D., Moreno Switt, A. I. (2016). Foodsafety trends: from globalization of whole genomesequencing to application of new tools to prevent foodborne diseases. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 188–198. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.016>
- [50] Campana, R., Casettari, L., Fagioli, L., Cespi, M., Bonacucina, G., Baffone, W. (2017) Activity of essential oil-based microemulsions against *Staphylococcus aureus* biofilms developed on stainless steel surface in different culture media and growth conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 241, 132–140. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.10.021>

- [51] Schirone, M., Visciano, P., Tofalo, R., Suzzi, G. (2017) Editorial: Biological Hazards in Food. *Frontiers in Microbiology*, 7, 2154. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02154>
- [52] Yorifuji, T. (2020) Lessons from an early-stage epidemiological study on Minamata disease. *Journal of Epidemiology*, 30, 12–14. <https://doi.org/10.2188/jea.E20190089>
- [53] Takeuchi, T. (1982) Pathology of Minamata disease. With special reference to its pathogenesis. *Acta Pathologica Japonica*, 32, Suppl 1, 73–99.
- [54] Mosa, A., Duffin, J., (2017) The interwoven history of mercury poisoning in Ontario and Japan. *Canadian Medical Association Journal (CMAJ)*, 189, E213–5. <https://doi.org/10.1503/cmaj.160943>
- [55] Torretta, V., Katsoyiannis, I. A., Viotti, P., Rada, E. C. (2018) Critical Review of the Effects of Glyphosate Exposure to the Environment and Humans through the Food Supply Chain. *Sustainability*, 10, 950. <https://doi.org/10.3390/su10040950>
- [56] Nesterenko, A. V., Nesterenko, V. B., Yablokov, A. V. (2009) Radiation Protection after the Chernobyl Catastrophe. Chernobyl's Radioactive Contamination of Food and People. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1181, 287–327. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04836.x>
- [57] Ilori, A. O., Chetty, N. (2020) Soil-to-crop transfer of natural radionuclides in farm soil of South Africa. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 775. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08756-7>
- [58] Saueia, C. H. R., Mazzilli, B. P. (2006) Distribution of natural radionuclides in the production and use of phosphate fertilizers in Brazil. *Journal of Environmental Radioactivity*, 89, 229–239. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2006.05.009>
- [59] El-Bahi, S. M., Sroor, A., Gehan Y. Mohamed, El-Gendy, N. S. (2017) Radiological impact of natural radioactivity in Egyptian phosphate rocks, phosphogypsum and phosphate fertilizers. *Applied Radiation and Isotopes*, 123, 121–127. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2017.02.031>
- [60] FAO (2006) Food Security. Policy Brief, 2, 1–4.
- [61] [http://www.fao.org/fileadmin/templates/faoitally/documents/pdf/pdf\\_Food\\_Security\\_Cocept\\_Note.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/faoitally/documents/pdf/pdf_Food_Security_Cocept_Note.pdf)
- [62] Horton, P. (2017) We need radical change in how we produce and consume food. *Food Security*, 9,1323–1327. <https://doi.org/10.1007/s12571-017-0740-9>
- [63] Tirado, M. C., Clarke, R., Jaykus, L. A., McQuatters-Gollop, A., Frank, J. M. (2010) Climate change and food safety: A review. *Food Research International*, 43, 1745–1765. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.003>
- [64] Pozza, L. E., Field, D. J. (2020) The science of Soil Security and Food Security. *Soil Security*, 1, 100002. <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2020.100002>
- [65] Winkler, K., Fuchs, R., Rounsevell, M., Herold, M. (2021) Global land use changes are four times greater than previously estimated. *Nature Communications*, 12, 2501. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22702-2>
- [66] Herrington, G. (2020) Update to limits to growth. Comparing the World3 model with empirical data. *Journal of Industrial Ecology*, 25, 614–626. <https://doi.org/10.1111/jiec.13084>
- [67] Oyarzabal, O. A., Van Renterghem, B. B. (2020) The Meaning of Food Safety. *Food Safety Magazine (eMagazine April 16, 2020)*. <https://www.food-safety.com/articles/6545-the-meaning-of-food-safety>
- [68] Sharman, N., Wallace, C. A., Jespersen, L. (2020) Terminology and the understanding of culture, climate, and behavioural change – Impact of organisational and human factors on food safety management. *Trends in Food Science & Technology*, 96, 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.005>
- [69] EC (2002) Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. <http://data.europa.eu/eli/reg/2002/178/2021-05-26>
- [70] FAO (2019) The Future of Food Safety: There is no Food Security without Food Safety. CA4289EN/1/04.19. <http://www.fao.org/3/ca4289en/CA4289EN.pdf>
- [71] Moerman, F. (2018) Food Defense. Chapter in book: *Food Control and Biosecurity – A volume in Handbook of Food Bioengineering*. Holban, A.M., Mihai, A. (eds.). Academic Press, Elsevier. 135–223. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811445-2.00005-2>
- [72] Federal Bureau of Investigation (FBI) 2007. Assassinations using poisons and cold steel. Lesson 16, Manchester Terrorist Training Manual, Behavioural Analysis Program, Operational Training Unit, Counterintelligence Division, FBI Headquarters, United States, UK/BM-153-160.
- [73] Mitenius, N., Kennedy, S. P., Busta, F. F. (2014) Food Defense. Chapter in book: *Food Safety Management – A Practical Guide for the Food Industry*. Motarjemi, Y., Lelieveld, H. (eds.). Academic Press, Elsevier. 937–957. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381504-0.00035-4>
- [74] Brouwer, I.D., McDermott, J., Ruben, R. (2020) Food systems everywhere: Improving relevance in practice. *Global Food Security*, 26, 100398. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100398>
- [75] UNEP (2016) Food Systems and Natural Resources. A Report of the Working Group on Food Systems of the International Resource Panel. Westhoek, H, Ingram J., Van Berkum, S., Özay, L., Hajer M. <https://www.resourcepanel.org/reports/food-systems-and-natural-resources>
- [76] Stefanovic, L., Freytag-Leyer, B., Kahl, J. (2020) Food System Outcomes: An Overview and the Contribution to Food Systems Transformation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 546167. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.546167>
- [77] FAO (2018) Sustainable food systems: concept and framework. Brief. Rome. <http://www.fao.org/3/ca2079en/CA2079EN.pdf>
- [78] Porfirio, L. L., Newth, D., Finnigan, J. J., Cai, Y. (2018) Economic shifts in agricultural production and trade due to climate change. *Palgrave Communications*, 4, 11. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0164-y>
- [79] Porfirio, L. L., Newth, D., Finnigan, J. J., Cai, Y. (2018) Economic shifts in agricultural production and trade due to climate change. *Palgrave Communications*, 4, 11. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0164-y>
- [80] Girardin, C. A. J., Jenkins, S., Seddon, N., Allen, A., Lewis, S. L., Wheeler, C. E., Griscom, B. W., Malhi, Y. (2021) Nature-based solutions can help cool the planet – if we act now. *Nature*, 593, 191–194. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-01241-2>
- [81] Cullen, M.T. (2020) COVID-19 and the risk to food supply chains: How to respond?. FAO, Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8388en>
- [82] Horton, P. (2017) We need radical change in how we produce and consume food. *Food Security*, 9,1323–1327. <https://doi.org/10.1007/s12571-017-0740-9>
- [83] Pardey, P. G., Chan-Kang, C., Dehmer, S. P., Beddow, J. M. (2016) Agricultural R&D is on the move. *Nature*, 537, 301–303. <https://doi.org/10.1038/537301a>