



DOI: [10.54597/mate.0075](https://doi.org/10.54597/mate.0075)

Srećec, S., Jelen, T. (2022): Poljoprivredno prehrambeni lanci.
In: Srećec, S., Csonka, A., Koponicsné Györke, D., Nagy, M. Z. (Urednici):
Upravljanje poljoprivredno-prehrambenim lancima.
Gödöllő: MATE Press, 2022. pp. 11–21. (ISBN 978-963-623-027-2)



1. POGLAVLJE

Poljoprivredno prehrambeni lanci

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

1.1. Uvod

Prema definiciji koja se može pronaći u Enciklopediji Britanici^[1] pod pojmom hrana podrazumijeva se svaka tvar koja se konzumira kako bi osigurala nutritivne potrebe organizma. Hrana je obično biljnog ili životinjskog podrijetla i sadrži esencijalne hranjive tvari, poput ugljikohidrata, masti, bjelanjčevina, vitamina ili minerala. Hrana se unosi u organizam i apsorbira u stanicama organizma kako bi se osigurala energija, održao život ili potaknuo rast. Na osnovi ove definicije posve je razvidno da su se u povijesti ljudske civilizacije vodili ratovi poradi osvajanja novih prostora, a time i zadovoljenja prehrambenih potreba određenih naroda. Kada se govori o hrani neminovno se govori i o prehrambenim lancima. U slobodnoj prirodi, svaki prehrambeni lanac započinje od herbivora, zatim dolaze carnivora i nakraju omnivora među koje spada i čovjek. Domestikacijom divljih životinja i kultivacijom prvih ekonomski značajnih biljnih vrsta započinje razdoblje agrikulture koje traje do danas. Uvođenjem agriculture čovjek mijenja svoj način života i nastaju prve civilizacije, a upravo s nastankom prvih civilizacija nastaju prvi gradovi, prva pisma i započinje razdoblje antropocena, koje traje do danas^[2], a prestat će onda kada se potroše i/ili nestanu prirodni resursi za proizvodnju hrane^[3]. Razvojem agrikulture omogućen je razvoj ostalih djelatnosti jer su s razvojem civilizacije formirani i prvi poljoprivredno-prehrambeni lanci (*engl.* agri-food chains), što je omogućilo podjelu rada. Poljoprivredno-prehrambeni lanci povezuju sve dijelove prehrambenih sustava (*engl.* food systems) koji su se razvijali manje ili više razmjerno povećanju ljudske populacije, i kako su, jedna za drugom, bile implementirane različite inovacije u poljoprivrednu proizvodnju i logistiku, i kako je samim time rasla i svjetska trgovina. Međutim, današnja poljoprivredna proizvodnja uvelike se razlikuje od poljoprivredne proizvodnje kakva je bila prije svega tridesetak godina. Za to su bila presudna dva momenta, jedan globalno ekonomski i jedna prirodna pojava. Naime, u svibnju 1986. godine na ekonomskom summitu G7 u Tokyu, uočen je veliki problem u svjetskoj trgovini hrane, a već četiri mjeseca kasnije na započela je Urugvajaska runda pregovora oko GATT-a (*engl.* General Agreement on Tariffs and Trade, hrv. Opći sporazum o carinama i trgovini), koja je trebala osmisliti pravila trgovinske i poljoprivredne politike, stavljajući svjetsku poljoprivredu pod pod okrilje učinkovitih pravila GATT-a^[4], sa svim pozitivnim, ali nažalost, i negativnim posljedicama na prehrambenu sigurnost i dostatnost u mnogim zemljama. Drugi moment koji je poremetio račune tvorcima GATT-a su globalne klimatske promijene koje neminovno utječu na gotovo sve društveno-ekonomske aspekte vezane uz prehrambene sustave, počev od poljoprivredne i stočarske proizvodnje, pa do globalne trgovine, demografije i ljudskog ponašanja, a sve to zajedno utječe na sigurnost hrane i prehrambenu samodostatnost^[5].

Bilo kako bilo, nedavno se pojavila i treća pojava koja je upozorila na svu ranjivost poljoprivredno-prehrambenih lanaca i prehrambenih sustava na razini država, a to je pandemija COVID-19, koja je u kombinaciji s globalnim klimatskim promjenama ozbiljna prijetnja prehrambenoj sigurnosti i samodostatnosti hrane u mnogim državama svijeta, a poglavito u onima najsiromašnijima^[6].

1.2. Što su to poljoprivredno-prehrambeni lanci i tko su dionici u njima?

Gledano sa društveno-ekonomskog aspekta, poljoprivredno-prehrambeni lanac je sustav kojeg stvaraju zajedno gospodarski i društveni dionici koji sudjeluju u koordiniranim aktivnostima s ciljem stvaranja dodane vrijednosti za određeno dobro ili uslugu, od njegove proizvodnje do dolaska do potrošača. Taj lanac ili lanci uključuju pružatelje inputa i usluga, preradu, transport, logistiku i druga usluge podrške, poput financiranja. Istovremeno, gledano s operativnog aspekta, poljoprivredno-prehrambeni lanac može se sagledavati i kao institucionalni alat za strateško planiranje, upravljanje politikom, dijalog i stvaranje konsenzusa među dionicima ili čak kao socijalni ugovor^[7].

Međutim, svaki poljoprivredno-prehrambeni lanac ima svoje dvije osnovne funkcije, a to su:

- a) Osiguranje potrebnih količina hrane, kako bi se ostvarila *prehrambena sigurnost populacije* (engl. food security) određene zemlje ili regije.
- b) Osiguranje higijenski i zdravstveno ispravne hrane, odnosno *sigurnost hrane* (engl. food safety) čija konzumacija neće uzrokovati akutna trovanja, a niti kronične bolesti onih koji ju konzumiraju.

Kada se govori o poljoprivredno-prehrambenim lancima, govori se o dva pojavna oblika poljoprivredno-prehrambenih lanaca, a to su *vrijednosni lanac hrane* (engl. food value chain) i *lanac opskrbe hranom* (engl. food supply chain).

Vrijednosni lanac hrane je pojam pod kojim se podrazumijeva kretanje prehrambenog proizvoda duž opskrbnog lanca i identifikaciju aktera i njihovih aktivnosti s ciljem stvaranja dodane vrijednosti. *Lanac opskrbe hranom* je proces u kojem hrana završi do krajnjeg potrošača, koji uključuje sve različite faze kroz koje hrana prolazi tim putem.

Poimanje poljoprivredno-prehrambenog lanca kao vrijednosnog lanca hrane preduvjet je za učinkovito upravljanje svim *resursima* za proizvodnju hrane. Po definiciji *resursi* su imovina ili bogatstvo koje zemlje, organizacije, zajednice ili ljudi mogu koristiti za stvaranje nove vrijednosti ili dobara. Resursi za proizvodnju hrane kojima raspolaže neka zemlja ili organizacija dijele se na:

- *Prirodne resurse* u koje se ubraja zemljište, šuma i voda, te imovina koja je vezana uz zemlju, poput tla, biljaka i životinja.
- *Ljudske resurse* ili kratko ljude koji svojim radom, znanjem i vještinama doprinose stvaranju nova dobra. U konkretnom slučaju hrana. Upravo, su prirodni resursi ti koji određuju mogućnost osiguranja potrebnih količina hrane za populaciju neke zemlje ili *prehrambenu samodostatnost* (engl. nutritional self-sufficiency)^[8].
- *Kapitalni resursi* tj. novac, infrastruktura i oprema.

Nažalost, u lancu proizvodnje i opskrbe hranom neminovno nastaju gubitci. Procjenjuje se da ukupni gubitci iznose oko 1/3 od ukupno proizvedene hrane u svijetu. Nažalost, gubitci u poljoprivredno-prehrambenim lancima veći su u zemljama trećeg svijeta u usporedbi s razvijenim zemljama. Prema nekim procjenama samo na području Bliskog Istoka i Sjeverne Afrike gubitci u proizvodnji, distribuciji, i gubitci u kućanstvima i restoranima gomoljastih i korjenastih proizvoda iznose oko 26 %, žitarica 14 – 19 %, uljarica 16 %, mesa 13 %, 45 % voća i povrća, 28 % ribe i morskih plodova i 18 % mliječnih proizvoda^[9].

Stoga, upravljanje svim resursima preduvjet je za uspostavljanje i razvoj održivih vrijednosnih lanaca hrane^[10]. Danas je jednu od važnih sastavnica cjelokupnog upravljanja poljoprivredno-prehrambenim lancima predstavlja i upravljanje otpadom u poljoprivredno-prehrambenom lancu^[11]. Naravno, uz zadovoljenje svih standarda higijenske i zdravstvene ispravnosti kada se radi o ponovnom korištenju ili recikliranju tog otpada, primjerice u proizvodnji stočne hrane. Pri tome, mora se voditi računa ne samo o terminološkoj već i o semantičkoj razlici između dvaju termina, a to su *gubitci hrane* (engl. food loss) u poljoprivredno-prehrambenom lancu i *prehrambeni otpad* (engl. food waste)^[12]. Naime, pojam gubitak hrane odnosi se na

smanjenje količine hrane koja se održava u lancu opskrbe hranom nakon berbe prije nego što dođe u stanje u kojem se isporučuje potrošaču. Gubitci hrane nastaju već tijekom žetve, a nastavljaju se u svim fazama transporta, skladištenja, prerade poljoprivrednih sirovina u prehrambene proizvode, transporta i skladištenja prehrambenih proizvoda. S druge strane, prehrambeni otpad odnosi se na hranu odgovarajuće kvalitete za jelo koja se odbacuje prije nego što se konzumira, bilo na maloprodajnom mjestu, ili u restoranu, ili u domaćinstvu krajnjih potrošača^[12].

Dionici poljoprivredno-prehrambenih lanaca, od poljoprivrednih proizvođača pa do prehrambene industrije, logistike i trgovačkih lanaca hrane, suočeni su s velikim izazovima, a to su s jedne strane poboljšanje proizvodnih i svih poslovnih procesa u cilju osiguranja dostatnih količina hrane pristupačnih po cijeni, a s druge strane zadovoljenje kvalitete prehrambenih proizvoda sukladno senzorskim preferencijama potrošača i politike ukupne zdravstvene i higijenske ispravnosti hrane^[13]. Stoga, konceptualni okvir pokazatelja učinka poljoprivredno-prehrambenog lanca^[14] obuhvaća slijedeće *indikatore*:

- *Poslovnu učinkovitost* koju određuju upravljanje troškovima, profit, povrat investicije, vrijednost imovine i temeljnog kapitala.
- *Poslovnu fleksibilnost* koju određuju zadovoljstvo kupaca, fleksibilnost u količinama i isporuci proizvedenih prehrambenih proizvoda, broj povučenih narudžbi i zakašnjelih narudžbi.
- *Poslovnu odgovornost* koju određuju stopa izvršenja narudžbi, kašnjenje dostave proizvoda i pogreške u isporuci/dostavi.
- *Kvalitetu hrane* koju određuju *kvaliteta proizvoda* i *kvaliteta procesa* u kojima nastaju prehrambeni proizvodi.

Kvalitetu prehrambenih proizvoda određuju:

- Senzorske osobine prehrambenih proizvoda i rok trajnosti.
- Higijenska i zdravstvena ispravnost prehrambenih proizvoda.
- *Pouzdanost* ili usklađenost nekog poljoprivrednog i prehrambenog proizvoda s njegovim opisom i deklariranim sastavom i *pogodnost* nekog prehrambenog proizvoda za uporabu/pripremu i konzumaciju^[15].

Kada se govori o poljoprivredno-prehrambenim lancima u razvijenim zemljama onda su *osnovni dionici* tog lanca *dobavljači* repromaterijala i opreme (kako za poljoprivredne proizvođače, tako i za prerađivače poljoprivrednih u prehrambene proizvode), *poljoprivredni proizvođači* (farmeri), *prerađivači* (prehrambena industrija), *distributeri* (logistika), *trgovine* (veletrgovine i male trgovine), i na kraju dolazi *kupac* tj. potrošač prehrambenog proizvoda.

Ukupna poslovna učinkovitost svih dionika u poljoprivredno-prehrambenom lancu mjerena određenim indikatorima danas se u većini razvijenih zemalja ostvaruje i poboljšava uporabom *interneta stvari* (*engl.* internet of things, kratica; *IoT*) odnosno njegovu glavnu komponentu, a to je *blockchain*, kao glavna komponenta sustava koja sadrži svu poslovnu logiku, implementiranu kroz tzv. *pametne ugovore* (*engl.* smart contracts) koji se unose u *blockchain*^[16]. *IoT* i *blockchain* omogućuju i potpunu *slijedivost* (*engl.* traceability) unutar poljoprivredno-prehrambenog lanca.

Prema definiciji FAO-a, *slijedivost* je sposobnost razlučivanja, identificiranja i praćenja kretanja hrane ili tvari namijenjene za koje se očekuje da će biti ugrađena u hranu kroz sve faze proizvodnje, prerade i *distribucije*^[17]. Uspostavljanjem slijedivosti u poljoprivredno-prehrambenom lancu i lancu opskrbe hranom smanjuje se učestalost *povlačenja proizvoda* s tržišta (*engl.* product recall). *Povlačenje proizvoda* definira se kao radnja uklanjanja hrane s tržišta u bilo kojoj fazi prehrambenog lanca, uključujući onu koju posjeduju potrošači^[18]. To je krajnja mjera koja se provodi poradi ostvarenja *sigurnosti hrane* i zaštite zdravlja potrošača. Nažalost, svako povlačenje prehrambenih proizvoda s tržišta stvara prehrambeni otpad. Stoga, u razvijenim zemljama, poglavito u zemljama članicama EU, kreirana je strategija od polja do stola (*engl.* Farm to Fork Strategy), koja obuhvaća i zbrinjavanje prehrambenog otpada i njegovo iskorištenje u *cirkularnoj bio-ekonomiji* (*engl.* circular bio-based economy)^[19, 20, 21]. Tako, poljoprivredno-prehrambeni lanci, 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 već se^[22], prehrambeni sustavi determinirani su 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^[23, 24].

1.3. Karakteristike konvencionalne i organske poljoprivredne proizvodnje prema svojstvima hrane

Organska poljoprivredu određuju osnovna načela kao što su zdravlje, ekologija, pravednost i briga prema okolišu, životinjama i potrošačima hrane^[25]. Ključno načelo organske poljoprivredne proizvodnje, koja se u Europi naziva i ekološka poljoprivredna proizvodnja, jest da samo zdravi ekološki sustavi mogu promicati razvoj i održivost poljoprivrede^[26]. S druge strane, konvencionalni sustavi poljoprivredne proizvodnje, koji podrazumijevaju intenzivnu obradu i intenzivnu uporabu pesticida i mineralnih gnojiva, imaju tendenciju narušavanja zdravlja tla jer dovode do njegovih loših bioloških, kemijskih i fizičkih svojstava^[27]. Sa povećanjem ekološke svijesti, potrošnja ekološke ili organske hrane sve više i više raste i to naročito u visokorazvijenim zemljama sjeverne hemisfere i to poglavito u EU^[28]. Najbolja i najpreciznija definicija organske poljoprivredne proizvodnje data je u Regulativi EU 2018/848 od 30. svibnja 2018. godine i ona glasi:

„Organska proizvodnja predstavlja cjelokupni sustav upravljanja poljoprivrednim gospodarstvom i proizvodnje hrane koji kombinira najbolje okruženje mentalne i klimatske akcijske prakse, visoka razina biološke raznolikosti, očuvanje prirodnih resursa i primjena visokih standarda dobrobiti životinja i visokih standarda proizvodnje u skladu sa rastućom potražnjom broj potrošača za proizvode proizvedene prirodnim tvarima i procesima. Ekološka proizvodnja tako igra dvostruku društvenu ulogu, gdje, s jedne strane, osigurava specifično tržište koje odgovara potrošačima, potražnju za organskim proizvodima, a s druge strane isporučuje javno dostupna dobra koja doprinose zaštiti okoliša i dobrobiti životinja, kao i ruralni razvoj.”^[29]

Već iz preambule tog dokumenta u kojoj je iznijeta osnovna definicija organske proizvodnje, posve je razvidno da su termini organska i ekološka proizvodnja u biti sinonimi. Taj vrlo opsežan dokument točno navodi sve mjere i postupke koje su dozvoljene u organskoj proizvodnji hrane i jasno su definirane mjere i postupci koje se smiju provoditi u svim aspektima organske/ekološke proizvodnje hrane. Također, definiran je i pojam dobrobiti domaćih životinja i pčela, reduciranje pa čak i zabranu korištenja agrokemikalija, posebno pesticida i mineralnih gnojiva, i dr.

Za razliku od organske, konvencionalna poljoprivredna proizvodnja je klasična poljoprivredna proizvodnja, isključivo tržišno orijentirana, visoko intenzivna, podrazumijeva uporabu pesticida koji su dozvoljeni za uporabu, uporabu GMO. Zagovornici organske poljoprivrede često ističu mnoge nedostatke konvencionalne, industrijske i poljoprivredne prakse. Oni zahtijevaju niz pogodnosti koje navodno pruža organska poljoprivreda. Naime, organska poljoprivreda uklanja kroničnu i akutnu izloženost otrovnim pesticidima među poljoprivrednim radnicima, potrošačima, kao i okolnim vodenim i kopnenim ekosustavima. Organski proizvodi imaju veću hranjivu vrijednost uz veći sadržaj vitamina i minerala. Također se tvrdi da organski proizvodi imaju bolji okus zbog većeg sadržaja šećera, te se duže zadržavaju zbog visokog metaboličkog integriteta i superiorne stanične strukture. Ekološki uzgoj održava zdravlje tla i potiče razvoj mikroorganizama tla, čime se olakšava dostupnost hranjivih tvari biljkama. U organskoj poljoprivredi smanjuju se mutacije koje dovode do rezistentnosti insekata na neke od insekticida u širokoj uporabi. Osim toga, smanjenjem troškova mnogih inputa – uključujući insekticide, herbicide i sintetsko gnojivo – organska poljoprivreda košta manje i ekonomski je konkurentna. Na kraju, oslanjajući se na inpute koji postoje u prirodi, organska poljoprivreda nudi skladniju orijentaciju prema prirodnom svijetu i kao takva predstavlja poželjnu etičku strategiju za čovječanstvo. Činjenica je da su neke od tih tvrdnji potvrđene. Konkretno, rezultati 12 od ukupno 15 meta-analiza potvrđuju da poljoprivredni proizvodi, proizvedeni u organskoj poljoprivredi sadrže više antioksidansa, vitamina C i Ω -3 masnih kiselina od onih proizvedenih u konvencionalnoj proizvodnji. S druge strane, neprrijeporna je činjenica da su uroda u organskoj poljoprivredi i do 34 % manji u usporedbi s konvencionalnom^[30, 31].

Postavlja se pitanje može li organska poljoprivreda smanjiti ranjivost i ojačati elastičnost Europskog prehrambenog sustava?^[32] Odgovor je jednostavan, sama po sebi ne, jer niti jedna od odgovarajućih strategija proizvodnje hrane ne treba potpunu provedbu, već njihova kombinirana provedba donosi održivu proizvodnju hrane i zadovoljenje prehrambenih potreba populacije^[33]. Naime, razvoj i sve šira primjena informacijskih tehnologija kao što su *strojno učenje* (engl. machine learning, krat. ML) i razvoj i primjena *umjetne inteligencije* (engl. artificial intelligence, krat. AI) u konvencionalnoj poljoprivredi uvelike smanjuje uporabu mineralnih gnojiva time što povećava njihovu učinkovitost^[34, 35]. Na taj način, konvencionalna poljoprivreda

prelazi u *preciznu poljoprivredu*^[36] (*engl. precision agriculture*) u kojoj se ne vrši podjednaka gnojidba mineralnim gnojivima i primijena fitofarmaceutskih pripravaka po svim dijelovima proizvodne površine, već se ona provodi selektivno prema stvarnim potrebama za tretiranjima na pojedinim dijelovima proizvodne površine. Na taj način, smanjuje se unos štetnih tvari i u tlo i na usjeve i uvelike se smanjuje kontaminacija tla i akumulacija rezidua u poljoprivrednih proizvoda.

Glavne specifičnosti organske/ekološke proizvodnje hrane u odnosu na konvencionalnu^[33] su slijedeće:

- Zabrana korištenja GMO sjemena
- Zabrana korištenja mineralnih gnojiva
- Zabrana korištenja sintetskih pesticida
- Zabrana uporabe promotora rasta
- Maksimalna dopuštena godišnja količina dušika u organskim gnojivima od 170 kg N/ha.

Stoga, organska/ekološka poljoprivredna proizvodnja ima jasno određen sustav nadzora i certificiranja poljoprivrednih proizvoda organskog/ekološkog podrijetla^[29], i *potrebno je osigurati da tijekom manipulacije i prerade organskih proizvoda nakon žetve ne dođe do miješanja s konvencionalnim poljoprivrednim proizvodima*. U suprotnom neće biti moguće osigurati slijedivost u poljoprivredno-prehrambenom lancu organskih/ekoloških proizvoda, a time prehrambeni proizvodi neće odgovarati kriterijima sukladnosti (*engl. compliance criteria*), zbog čega neće biti označeni kao organski/ekološki^[37].

1.4. Posliježetveno upravljanje poljoprivrednim proizvodima u poljoprivredno-prehrambenim lancima

Posliježetveno upravljanje poljoprivrednim proizvodima (*engl. post harvest management*) tehnološke postupke koji se provode s ciljem zadovoljenja standarda kvalitete za svježe i prerađene proizvode kako bi se zadovoljili propisani standardi kvalitete poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda^[38] i očuvao njihov rok trajnosti^[39]. Stoga je posliježetveno upravljanje poljoprivrednim proizvodima u poljoprivredno-prehrambenim lancima sastavni dio ukupnog lanca vrijednosti hrane (*engl. value chain*) određenog poljoprivrednog proizvoda na putu od farme do stola potrošača^[40].

Mjere posliježetvenog upravljanja poljoprivrednim proizvodima razlikuju se ovisno o vrsti poljoprivrednih proizvoda. Međutim, ovisno o uvjetima skladištenja poljoprivrednih proizvoda nakon žetve mogu se promijeniti tekstura, okus, boja i nutritivni sastav određenog poljoprivrednog proizvoda. Te promijene mogu uznapredovati čak i do potpunog kvarenja određenih poljoprivrednih proizvoda i prehrambenih proizvoda u daljim fazama poljoprivredno-prehrambenih lanaca. Kvarjenje je u biti takav proces u kojem se sva svojstva kvalitete hrane pogoršavaju do razine koja taj poljoprivredni ili pak prehrambeni proizvod čini nejestivim za potrošnju ljudi ili domaćih životinja^[40]. Uzroci takvog kvarenja mogu biti:

- štetni mikroorganizmi, koji u neadekvatnim uvjetima skladištenja dovode do kontaminacije bakterijama i plijesnima,
- skladišni štetnici, najčešće insekti i grinje,
- glodavci i ptice.

Zrnasti ratarski proizvodi žitarica i zrnastih mahunarki nakon žetve, prolaze kroz slijedeće faze:

1. Transport od polja do silosa.
2. Čišćenje partije zrnastog ratarskog proizvoda od posliježetvenih ostataka pljevica, klasnog vretena, mahuna, ostataka stabljike i sjemenki korova, prašine i dr.
3. Sušenje partije zrnastog proizvoda (prema potrebi) u protočnim sušarama^[41].
4. Hlađenje partije zrnastog proizvoda nakon sušenja.
5. Punjenje silo ćelija
6. Skladištenje i monitoring zrnastog ratarskog proizvoda u silo ćelijama tijekom skladištenja
7. Izuzimanje partije zrnastog ratarskog proizvoda iz silo ćelija i transport prerađivaču, tj. mlinskoj industriji i industriji stočne hrane.

Međutim, potrebno je napomenuti da zbog specifičnosti organske/ekološke poljoprivredne proizvodnje, farmeri su uvelike limitirani u primjenom mjera kontrole skladišnih štetnika. Najčešće se primjenjuju fizi-

kalne metode suzbijanja skladišnih štetnika kao što su korištenje CO₂ i/ili se induciraju niske temperature u silosima koji ne pogoduju razvoju i razmnažanju skladišnih štetnika^[42, 43], dok se kemijske metode kontrole skladišnih štetnika smiju koristiti u skladištenju zrnastih proizvoda, proizvedenih u konvencionalnom uzgoju.

U proizvodnji voća i povrća posliježetveno upravljanje obuhvaća:

- čišćenje,
- pranje,
- odabir,
- klasiranje,
- dezinfekciju,
- skladištenje partija poljoprivrednih proizvoda najčešće u ULO (*engl.* ultralow oxygen), hladnjačama^[44],
- pakiranje i transport do potrošača,
- ili sušenje odnosno duboko smrzavanje, i pakiranje osušenog odnosno smrznutog proizvoda i transport do potrošača.

Također, i u pripremi voća i povrća za postupak skladištenja kao i tijekom skladištenja, također može doći do miješanja partija voća i povrća proizvedenih u organskom ili u konvencionalnom uzgoju.

Potrebno je napomenuti da tijekom posliježetvenog upravljanja hranom nastaj najveći dio gubitaka hrane u proizvodno-procesnom poljoprivredno-prehrambenom lancu. Ti gubici ne odnose se samo na gubitke određenih svojstava kvalitete^[38, 39], već i količine. Gubici u količini/masi zrnastih ratarskih proizvoda nastaju najčešće tijekom transporta poljoprivrednih proizvoda i u slučaju loše provedenih mjera monitoringa uskladištenog poljoprivrednog proizvoda, s posljedicom kontaminacije uskladištenog poljoprivrednog proizvoda mikotoksinima. Gubici u količini poljoprivrednih proizvoda odnose se na lom zrna žitarica i zrnastih mahunarki, odnosno na kalo ili gubitak vode u voću i povrću. Međutim, kontaminacija mikotoksinima u današnje vrijeme predstavlja sve veći problem.

Naime, ovisno o uvjetima tijekom vegetacije određenog usjeva ili nasada koji mogu pogodovati razvoju štetnih gljivica najčešće vrsta iz roda *Fusarium* i *Apergillus*, dolazi do tvorbe njihovih sekundarnih metabolita koji se nazivaju mikotoksini. Mikotoksini, svi od reda imaju loš utjecaj na zdravlja ljudi i domaćih životinja a često mogu uzrokovati i akutna trovanja kod životinja i isto tako kronična trovanja kod ljudi. Mikotoksini preko prehrambenog lanca iz biljne hrane i proizvoda animalnog podrijetla završavaju u ljudskoj ishrani jer se *mikotoksikološki lanac posve podudara s prehrambenim lancem*^[45]. Međutim, pravilnim posliježetvenim upravljanjem, što podrazumijeva i analize partija poljoprivrednih proizvoda koji dolaze s polja, mjere prevencije i primijenu suvremenih tehnoloških mjera za uspješno čuvanje poljoprivrednih proizvoda, čime se sprječava razvoj patogenih gljivica iz roda *Fusarium* i *Apergillus*, količina mikotoksina može se svesti u dopuštene granice^[46, 47, 48].

Stoga, posliježetveno upravljanje u poljoprivredno-prehrambenom lancu od izuzetne je važnosti za osiguranje higijenski i zdravstveno ispravne hrane (*engl.* food safety), za smanjenje gubitaka hrane (*engl.* food loss) i time za ostvarenje poslovne efikasnosti jer svaki gubitak hrane neminovno znači i financijski gubitak u vrijednosnom lancu hrane.

1.5. Dobrobit životinja u poljoprivredno-prehrambenom lancu

Briga o dobrobiti životinja traje još od domestifikacije domaćih životinja pa do danas i njezina osnovna nakana nije nikada promijenjena. Dobrobit životinja može se definirati kao stanje domaćih životinja bez;

- boli,
- patnje
- i stresa^[49].

O zaštiti životinja koje se drže u svrhu proizvodnje, Vijeće Europske Unije je još 1998. godine donijelo direktivu br. 98/58/EC o zaštiti životinja koje se drže u svrhu poljoprivredne proizvodnje^[50], a također su i uvjeti držanja i hranidbe životinja jasno opisani u već spominjanoj uredbi Europske Komisije br. 889/2008 o ekološkoj proizvodnji^[37].

Dobrobit životinja procjenjuje se na osnovi slijedećih parametara:

- vidljivo je da životinje imaju pristup vodi i hrani i nisu pothranjene,
- životinje imaju adekvatne uvjete smještaja i broj životinja po jedinici podne površine ne prelazi propisane granice,
- životinje imaju dobru veterinarsku skrb i provode se mjere prevencije, a po potrebi i tretmani ozlijeda i liječenja bolesti,
- životinje imaju dovoljno prostora i adekvatne uvjete da manifestiraju svoje normalne oblike ponašanja,
- životinje se ne pokazuju strah prema ljudima.

Kao što je već navedeno, dobrobiti životinja pridaje se izuzetna važnost u organskoj/ekološkoj proizvodnji^[37]. Međutim, pridaje joj se i velika važnost i u konvencionalnoj stočarskoj proizvodnji i to posve iz ekonomskih razloga tj. smanjenja gubitaka kao što su uginuća životinja ili transport na izvanredno klanje. Nažalost, neki proizvođači stoke neće povećati dobrobit životinja, čak i ako je nedostatak dobrobiti životinja izravno uzrokuje gubitke u proizvodnji^[51]. Međutim, ovisno o državnoj legislativi i zahtjevima kupaca i velike konvencionalne farme uložiti će u dobrobit životinja^[52]. Konkretno, ukoliko nastupe uvjeti stresa tijekom utovara životinja, transporta, i ukoliko životinje nemaju adekvatan oporavak prije klanja kvaliteta mesa uvelike opada jer rastu vrijednosti indikatora stresa u krvi životinja, što za posljedicu može imati smanjenje rezervi glikogena u mišićima i povećanje pH^[53].

Jedan od velikih izazova za konvencionalno stočarstvo jest i restrikcija uporabe antibiotika, odnosno potpuna njihova zabrana dodavanja u postupku proizvodnje stočne hrane^[54]. Naime, otkako su od 1937. godine Sir Alexander Fleming otkrio penicilin pa do danas, potrošnja antibiotika raste po eksponencionalnoj funkciji, a posljedica toga je pojava rezistencije mikroba na antibiotike. Naime, desetljećima su se antibiotici koristili kao dodatci stočnoj hrani čime je došlo do rezistencije mnogih patogenih bakterija na njih, a preko proizvoda animalnog podrijetla (meso, mlijeko i jaja) antibiotici su se akumulirali i u organizmima ljudi, uslijed čega je također došlo i dolazi do pojavi rezistentnosti određenih sojeva patogenih bakterija i u humanoj populaciji^[55].

Primjeri rezistencije na antibiotike i mikotoksikološkog lanca najbolje ilustriraju važnost veze između poljoprivredno-prehrambenog lanca i zdravstvene ispravnosti hrane.

1.6. Sljedivost u poljoprivredno-prehrambenom lancu

Postoji nekoliko definicija sljedivosti (*engl.* traceability), koje se odnose na različite vrste sirovina, dodataka (aditiva), prehrambenih proizvoda, ili pak procesa^[56]:

- Sljedivost partije (*engl.* lot traceability) podrazumijeva identifikaciju partije i utvrđivanje njenog podrijetla (npr. zemlja podrijetla, lokacija proizvođača i količine) kao i praćenje svih informacija o materijalu (npr. 'od kuda' i 'gdje je upotrebjeno'). Sljedivost partije striktno korespondira s proizvodnim troškovima i lako ju je uspostaviti prateći ne samo deklaracije o proizvodu i/ili sirovini, već i prateći ulazne račune, otpremnice, carinske deklaracije i drugu dokumentaciju.
- Sljedivost hrane može se definirati kao skup svih informacija neophodnih za poznavanje povijesti proizvodnje određene hrane i poznavanje svake faze transformacije kroz koju je hrana prošla na svom putu od uzgajivača do stola potrošača (*engl.* 'from farm to fork', hrv. 'od farme do vilice').
- Sljedivost podrazumijeva praćenje hrane, stočne hrane, hrane animalnog podrijetla i svih substanci kroz sve faze proizvodnje i distribucije.
- Sljedivost je sposobnost praćenja kretanja prehrambenog proizvoda i njegovih sastojaka gore -dolje po prehrambenom lancu kako bi se spriječilo da nesigurna hrana dopre do potrošača^[57].

Kako bi se sljedivost mogla uspješno provesti, potrebno je zadovoljiti određene minimalne zahtjeve:

1. Identifikacija nositelja poslovanja s hranom;

Naime, u trenutku podnošenja zahtjeva za registraciju poslovanja s hranom za domaću ili uvezenu hranu, u skladu sa Zakonom o sigurnosti hrane, subjekt u poslovanju s hranom mora uključiti sljedeće podatke relevantne za sljedivost, pored ostalih zahtjeva za prijavu koji mogu biti propisani:

- ime subjekta u poslovanju s hranom i kontaktne podatke
- podatke o identifikaciji i registraciji poduzeća
- ime i podatke za kontakt osobe odgovorne za sljedivost
- adresu i telefonske brojeve svih lokacija registriranih u okviru poslovanja
- rok trajanja ili rok trajanja proizvoda
- metode konzerviranja i skladištenja proizvoda
- zemlju podrijetla, u slučaju uvozne hrane
- proizvođač ili izvoznik u slučaju uvezene hrane
- plan upravljanja sljedivošću hrane subjekta u poslovanju s hranom.

Nadalje, svaki nositelj poslovanja s hranom, dužan je voditi evidenciju za identifikaciju bilo koje strane koja je isporučila subjekta u poslovanju s hranom ili kojoj subjekt poslovanja s hranom opskrbljuje hranu ili bilo koju tvar koja se namjerava ugraditi u hranu, i dužan je dostaviti podatke za osobe zadužene za praćenje sljedivosti hrane nadležnom tijelu.

2. Identifikacija i označavanje;

Subjekti u poslovanju s hranom moraju utvrditi što treba pratiti. To se obično naziva *sljediva stavka ili jedinica* (engl. traceable item/unit). Sljediva stavka može biti:

- zapakirani proizvod ili predmet kojim se trguje (npr. kutija/karton, potrošački predmet)
- logistička jedinica (npr. kanta, kontejner)
- pošiljku ili kretanje proizvoda ili trgovinske jedinice

Svi sljedivi predmeti moraju imati naljepnicu pričvršćenu na pakiranje sa sljedećim podacima u najnovijem, točnom i lako čitljivom obliku:

- identifikacijski broj poslovanja s hranom i ime vlasnika robne marke
- opis vrste artikla prema nazivu robne marke (ako je primjenjivo) i prema određenoj sorti (npr. marka: sir trapist, ne samo sir; romska salata, ne samo zelena salata)
- proizvođač proizvoda, proizvođač ili prerađivač
- broj partije/serije
- kôd za označavanje datuma, kako to zahtijeva relevantno zakonodavstvo (npr. najbolje do, berba, pakiranje, proizvodnja ili istek roka valjanosti) i
- količina.

3. Čuvanje dokumentacije;

Sva dokumentacija koja uključuje prodaju ili prijenos sljedive jedinice mora sadržavati sljedeće podatke:

- ime i podatke za kontakt dobavljača ili kupca ili trgovinskog partnera, uključujući identifikacijski broj poslovanja s hranom
- opis sljedivog artikla, uključujući naziv robne marke, gdje je primjenjivo, i specifičnu sortu ili vrstu hrane
- broj serije ili serije ili drugi specifični identifikator sljedive jedinice, uključujući datum berbe ili standardni crtični kod za proizvode namijenjene maloprodaji
- podatke o količini i pakiranju
- cijena po jedinici ili težini
- datum poslovne transakcije

4. Lanac čuvanja (engl. Chain of custody)¹

Sustav sljedivosti mora:

- omogućiti identifikaciju proizvoda putem ID-a proizvoda, njegove serije/partije i odnos prema identifikaciji i broju partije/serije sastojaka, sirovina i ambalaže u izravnom dodiru s hranom ili ambalažom namijenjenom ili za koju se očekuje da će biti u izravnom kontaktu s hrana

¹ Prema ISO 22095 – Lanac čuvanja opisan je kao "jednostavno rješenje" osmišljeno "kako bi se povećalo povjerenje proizvođača i potrošača, smanjili troškovi lanca opskrbe rješavanjem pitanja poput rizika, gubitka vremena i uvjeta proizvodnje". Poveznica: <https://www.iso.org/news/ref2574.html>

- imati mogućnost praćenja od kupca kroz sve faze prerade do dobavljača sastojaka, sirovina i primarnih materijala za pakiranje, uključujući transport
- imati mogućnost praćenja od dobavljača sastojaka, sirovina i primarnog ambalažnog materijala kroz sve faze prerade do kupca, uključujući transport.

Na kraju, ukoliko se utvrdi bilo kakva nesukladnost u poljoprivredno-prehrambenom lancu, slijedi posljednja i najdrastičnija faza, a to je.

5. Povlačenje proizvoda

Povlačenje proizvoda vrši se prema *Strategiji povlačenja proizvoda* koja sadrži slijedeće elemente:

- razinu opoziva koja može biti na razini veleprodaje, maloprodaje ili čak i domaćinstava,
- sadržaj javnih obavijesti koje će se izdati ovisno o klasifikaciji i ozbiljnosti razloga zbog kojih se izdaje opoziv,
- u hitnim situacijama, javno upozorenje koje se daje diljem zemlje ili zahvaćenim zemljopisnim područjima,
- razinu provjere učinkovitosti, koja uključuje metodu koja će se koristiti za provjere učinkovitosti dubinskog opoziva i
- zbrinjavanje povučениh proizvoda.

U izradi svake strategije povlačenja proizvoda moraju se uzeti u obzir i slijedeći faktori:

- procjena opasnosti po zdravlje,
- vrsta ili uporaba proizvoda,
- jednostavnost identifikacije proizvoda,
- stupanj do kojeg je nedostatak proizvoda očit potrošaču ili korisniku,
- količina proizvoda koja ostaje neiskorištena na tržištu,
- raspored distribucije i
- stalna dostupnost potrošačima osnovnih proizvoda, kako bi se umanjile negativne posljedice kroz pad potražnje za dotičnim proizvodom.

Na kraju, posve je razvidno da na sustavu sljedivosti počiva čitava sigurnost potrošača određenog prehrambenog proizvoda u poljoprivredno-prehrambenom proizvodnom i distribucijskom lancu, i lancu vrijednosti, kako je to opisano u pogl. 1.2.

Literatura

- [1] Britannica, The Editors of Encyclopaedia. Food. Encyclopedia Britannica, Accessed 13 August 2021. <https://www.britannica.com/topic/food>.
- [2] Tauger, M. B. (2020) Agriculture in World History. 2nd Edition. Routledge & CRC Press, Taylor & Francis Group.
- [3] Herrington, G. (2020) Update to limits to growth. Comparing the World3 model with empirical data. Journal of Industrial Ecology, 25(3), 614–626. <https://doi.org/10.1111/jiec.13084>.
- [4] Watkins, K. (1991) Agriculture and food security in the GATT Uruguay round. Review of African Political Economy, 18(50), 38–50. <https://doi.org/10.1080/03056249108703887>.
- [5] 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(7), 1745–1765. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.003>
- [6] Cullen, M. T. (2020) COVID-19 and the risk to food supply chains: How to respond? FAO, Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8388en>.
- [7] Garcia-Winder, M., Riveros, H., Pavez, I., Rodriguez, D., Lam, F., Arias, J., Herrera, D. (2009) Agrifood chains: a tool for strengthening the institutional framework of the agricultural and rural sector. Com. Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, May-August 2009, 26–38. <http://repiica.iica.int/docs/B1617i/B1617i.pdf>
- [8] Habimana Nyirasafari, G. (1987) The concept of nutritional self-sufficiency and the demographic equilibrium of Rwanda. Imboneza-muryango, 10, 4–14.
- [9] Ghamrawy, M. (2019) Food loss and waste and value chains – Learning guide. FAO, Cairo. <http://www.fao.org/3/ca5312en/ca5312en.pdf>
- [10] Neven, D. (2014) Developing sustainable food value chains – Guiding principles. FAO, Rome. <http://www.fao.org/3/i3953e/i3953e.pdf>
- [11] Mu'azu, N. D., Blaisi, N. I., Naji, A. A., Abdel-Magid, I. M., AlQahtany, A. (2019) Food waste management current practices and sustainable future approaches: a Saudi Arabian perspectives. Journal of Material Cycles and Waste Management, 21, 678–690. <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0808-4>.
- [12] Kennard, N. J. (2019) Food Waste Management. In: Leal Filho W., Azul A., Brandli L., Özuyar P., Wall T. (eds) Zero Hunger. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69626-3_86-1.
- [13] Knura, S., Gymnich, S., Rembialkowska, E., Petersen, B. (2007) Agri-food production In: Luning, P. A., Devlieghere, F., Verhé, R. (eds). Safety in the agri-food chain. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands. pp. 19–65.

- [14] Aramyan, L., Ondersteijn, C., van Kooten, O., Lansink, A. O. (2006). Performance indicators in agri-food production chains. In: C. J. M., Wijnands, J. H. M., Huirne, R. B. M., van Kooten, O. (eds) Quantifying the agri-food supply chain. Ondersteijn. Springer Science, Business Media, pp. 47–64. https://doi.org/10.1007/1-4020-4693-6_5
- [15] Caro, M. P., Ali, M. S., Vecchio, M., Giaffreda, R. (2018) Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. 2018 IOT Vertical and Topical Summit on Agriculture – Tuscany (IOT Tuscany), Tuscany, 2018, 1–4. <https://doi.org/10.1109/IOT-TUSCANY2018.8373021>.
- [16] FAO (2017) Food Traceability Guidance. Pp 140. FAO, Santiago. <http://www.fao.org/3/i7665e/i7665e.pdf>
- [17] EC (2020) A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. COM(2020) 381 final. Brussels. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0381>
- [18] Uo.
- [19] EU (2020) Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf
- [20] Uo.
- [21] Sadhukhan, J., Dugmore, T.J.I, 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>.
- [22] 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>.
- [23] 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>
- [24] 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>
- [25] Brandt, K. (2007) Issues paper: organic agriculture and food utilization. International Conference on Organic Agriculture and Food Security, FAO, Rome, 3–5 May, 2007. <http://www.fao.org/3/ah951e/ah951e.pdf>
- [26] FAO (2021) Organic foods – Are they safer? Food safety technical toolkit for Asia and the Pacific. No. 6. Bangkok. <http://www.fao.org/3/cb2870en/cb2870en.pdf>
- [27] Arriaga, F. J., Guzman, J., Lowery, B. (2017) Conventional Agricultural Production Systems and Soil Functions. In: Al-Kaisi, M. M., Lowery, B. (eds.). Soil Health and Intensification of Agroecosystems. Academic Press, Elsevier. pp. 109–125. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805317-1.00005-1>
- [28] Gomiero, T. (2018) Food quality assessment in organic vs. conventional agricultural produce: Findings and issues. Applied Soil Ecology, 123, 714–728. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.10.014>
- [29] European Parliament and The Council of the European Union (2018) Regulation (EU) 2018/848 of The European Parliament and of The Council 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007. Official Journal of the European Union, L 150. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0848&from=MT>
- [30] Borel, B. (2017) When the Pesticides Run Out. Nature, 543, 302–304. <https://doi.org/10.1038/543302a>
- [31] Tal, A. (2018) Making Conventional Agriculture Environmentally Friendly: Moving beyond the Glorification of Organic Agriculture and the Demonization of Conventional Agriculture. Sustainability, 10, 1078. <https://doi.org/10.3390/su10041078>
- [32] Brzezina, N., Kopainsky, B., Mathijs, E. (2016) Can Organic Farming Reduce Vulnerabilities and Enhance the Resilience of the European Food System? A Critical Assessment Using System Dynamics Structural Thinking Tools. Sustainability, 8, 971; <https://doi.org/10.3390/su8100971>
- [33] Muller, A., Schader, C., Scialabba, N. E. H., Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K., Smith, P., Klocke, P., Leiber, F., Stolze, M., Niggli, U. (2017) Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. Nature Communications, 8, 1290. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w>
- [34] Liakos, K. G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., Bochtis, D. (2018) Machine Learning in Agriculture: A Review. Sensors, 18, 2674. <https://doi.org/10.3390/s18082674>
- [35] Xu, J., Guo, S., Xie, D., Yan, Y. (2020) Blockchain: A new safeguard for agri-foods. Artificial Intelligence in Agriculture, 4, 153–161. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2020.08.002>
- [36] Cisternas, I., Velásquez, I., Caro, A., Rodríguez, A. (2020) Systematic literature review of implementations of precision agriculture. Computers and Electronics in Agriculture, 176, 105626. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105626>
- [37] Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. <http://data.europa.eu/eli/reg/2008/889/2021-01-01>
- [38] El-Ramady, H. R., Domokos-Szabolcsy, E., Abdalla, N. A., Taha, H. S., Fári, M. (2015) Postharvest Management of Fruits and Vegetables Storage. In: Lichtfouse E. (eds) Sustainable Agriculture Reviews. Sustainable Agriculture Reviews, 15. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09132-7_2
- [39] Tanner, D. (2016) Impacts of Storage on Food Quality. Reference Module in Food Sciences. Elsevier. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03479-X>
- [40] Dent, B., Macharia, J., Aloyce, A. (2017) Value Chain Thinking: A Trainer’s Manual. World Vegetable Center, Shanhua, Taiwan. Publication. https://avrdc.org/download/publications/from_the_field/agribusiness-value-chains/Value-Chain-training-manual_final_web.pdf
- [41] Bomford, P. H., Langley, A. (2003) Grain preservation and storage. In: Soffe, R. (ed.). The Agricultural Notebook (20th Edition). Primrose McConnell’s, Blackwell Science & Blackwell Publishing. pp. 231–246.
- [42] Riudavets, J., Castañé, C., Alomar, O., Pons, M. J., Gabarra, R. (2010) The use of carbon dioxide at high pressure to control nine stored-product pests. Journal of Stored Products Research, 46, 228–233. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2010.05.005>
- [43] Mišan, A., Mandić, A., Hadnađev, T. D., Filipčev, B. (2020) Healthy Grain Products. In: Pojić, M., Tiwari, U. (eds.). Innovative Processing Technologies for Healthy Grains. Wiley. pp. 83–111. <https://doi.org/10.1002/9781119470182.ch5>

- [44] Thewes, F. R., Both, V., Brackmann, A., Weber, A., Anesea, R. O. (2015) Dynamic controlled atmosphere and ultralow oxygen storage on 'Gala' mutants quality maintenance. *Food Chemistry*, 188(1), 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.128>
- [45] Ráduly, Z., Szabó, L., Madar, A., Pócsi, I., Csernoch, L. (2020). Toxicological and Medical Aspects of Aspergillus-Derived Mycotoxins Entering the Feed and Food Chain. *Frontiers in Microbiology*, 10, 2908. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02908>
- [46] Schaarschmidt, S., Faulstich, C. (2020) The fate of mycotoxins during secondary food processing of maize for human consumption. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 20, 91–148. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12657>
- [47] Srećec, S., Štefanec, J., Pleadin, J., Bauman, I. (2013) Decreasing deoxynivalenol concentration in maize within the production chain of animal feed. *Agro Food Industry Hi Tech*, 24, 62–64.
- [48] Magan, N., Aldred, D. (2007) Post-harvest control strategies: Minimizing mycotoxins in the food chain. *International Journal of Food Microbiology*, 119, 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.034>
- [49] Eddison, J. C. (2003) Animal welfare. In: Soffe, R. (ed.). *The Agricultural Notebook* (20th Edition). Primrose McConnell's, Blackwell Science & Blackwell Publishing, pp. 431–440.
- [50] Council Directive 98/58/EC of 20 July 1998 concerning the protection of animals kept for farming purposes. (OJ L 221, 8.8.1998, p. 23). <http://data.europa.eu/eli/dir/1998/58/2019-12-14>
- [51] Lusk, J. L., Norwood, F. B. (2011) Animal Welfare Economics. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 33, 463–483. <https://doi.org/10.1093/aep/33.3.463>
- [52] Grethe, H. (2017) The Economics of Farm Animal Welfare. *Annual Review Of Resource Economics*, 9, 75–94. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-053419>
- [53] Gallo, C., Taruman, J., Larrondo, C. (2018) Main Factors Affecting Animal Welfare and Meat Quality in Lambs for Slaughter in Chile. *Animals*, 8, 165. <https://doi.org/10.3390/ani8100165>
- [54] Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/1831/oj>
- [55] Kirchhelle, C. (2018) *Pharming animals: a global history of antibiotics in food production (1935–2017)*. Palgrave Communications, 4, 96. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0152-2>
- [56] Trienekens, J., van der Vorst, J. (2007) Traceability in food supply chain. In: Luning, P. A., Devlieghere, F., Verhé, R. (eds.). *Safety in the agri-food chain*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands. pp. 439–470.
- [57] Millard, P., Paine, S., O'Hagan, S., Hipkiss, J. (2015) Traceability of allergenic foods in the food chain. In: *Handbook of Food Allergen Detection and Control*. Flanagan, S. (ed.). Woodhead Publishing, Elsevier. 19–40. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-16428-8>