

4. FEJEZET

Az élelmiszer-minőség jellemzői és a veszélyforrások az élelmiszerláncokban

Szerzők:

Srečec, 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. Bevezetés

Az élelmiszer-minőségnek, nincs egyetlen meghatározása, amely átfogóan tartalmazná összetevőinek valamennyi elemét.^[1] W. Edwards Deming a következőképpen definiálja a minőséget: „a termék összetételének és megbízhatóságának kiszámítható foka a vevőnek megfelelő minőségi szabvánnyal”^[2], ezért teljesen logikus, hogy az élelmiszer-minőség a vevők vagy a fogyasztók változó szükségleteitől és igényeitől függően változik. Az élelmiszer minősége közvetlenül kapcsolódik egy adott élelmiszer érzékszervi tulajdonságaihoz^[3], vagyis minden fogyasztó érzékszerveivel értékeli a következőket: megjelenés, állag és íz^[4]. Az élelmiszer-minőség holisztikus megközelítése számos értékcsoporthoz foglal magában. Az élelmiszer pszichológiai vagy névértéke általában nehezen megmagyarázható fogalmakon, véleményeken (előítéleteken) és a termékkel kapcsolatos fogyasztói elvárásokon alapul. Ezt a kulturális vagy társadalmi élelmiszerérték-csoport követi, majd az értékek *politikai* csoportja, amely különösen hangsúlyos a fejlődő országokban, és végül az értékek *ökológiai* csoportja következik, amely magában foglalja az élelmiszer-termelés és -feldolgozás környezeti hatásának értékelését^[5]. Az élelmiszer-minőséget ezen túl például a tradicionális nemzeti/nemzetiségi ételek^[6] is meghatározzák, amelyek a kultúra, a származás, a társadalmi-demográfiai jellemzők, sőt a társadalmi státusz által bizonyos etnikai csoportra jellemzőek^[6]. Ilyenek például a *kóser*¹ ételek, amelyeket a zsidó élelmiszertörvény rendelkezései szerint kell elkészíteni, azaz az iszlám törvény szerinti *halal*² ételek^[7]. Az élelmiszerek egy csoportja olyan *funkcionális élelmiszereket* jelent, amelyek tápértékük mellett megelőző és/vagy egészségügyi előnyökkel is rendelkeznek^[8, 9]. Ha ehhez hozzávesszük az idegenforgalmi kínálat egy speciális formáját, az úgynevezett *gasztroturizmust* (angolul *gastrotourism*)^[10], és különösen az *ökológiai élelmiszereket*^[11], akkor teljesen egyértelmű, hogy az élelmiszer-minőségnek nincs egyetlen definíciója, de a termelési láncban beszélhetünk élelmiszer-minőségi jellemzőkről vagy tulajdonságokról^[12].

¹ A *jiddis kóser* a héber *kāshér* kifejezés megnevezése (כָּשֵׁר), jelentése 'fitt' vagy egészséges, jó 'formában'.

² A *Halal* vagy arab *halaal* (حلال) jelentése tiszta vagy megengedett.

4.2. Az élelmiszer-minőség jellemzői a termelési láncban

A termelési láncban az élelmiszer-minőség jellemzői vagy tulajdonságai^[13] két csoportra oszthatók:

- külső minőségi jellemzők,
- belső minőségi jellemzők.
- Az élelmiszer-minőség külső tulajdonságai^[13] az alábbiak:
 - a termelési rendszerek jellemzői,
 - környezetvédelmi szempontok,
 - marketing és kommunikáció.

A termelési rendszerek jellemzői az élelmiszereket előállító teljes élelmiszerláncra kiterjednek, és magukban foglalják az alábbi fontos tényezőket:

- a mezőgazdasági nyersanyagok eredete a termelés helye és típusa szerint (ökológiai vagy hagyományos)^[14],
- növényvédők szerek, GMO-k^[15] használata és állatjóléti jellemzők^[16, 17],
- a mezőgazdasági nyersanyagok hozama és minősége egy adott termelésben/vegetációs évben,
- a mezőgazdasági termékek stabilitása és veszteségei, a betakarítás, tárolás és szállítás során,
- a szállítás^[18] és a fogyasztók közötti elosztás hossza,
- a mezőgazdasági termék élelmiszerré történő feldolgozásának technológiai folyamata, amely magában foglalja az adalékanyagok használatát, az ellenőrzést és az elemzést a termelési folyamat során, valamint az élelmiszerek állagromlásának megakadályozását^[19, 20, 21, 22, 23].

Más szóval, a termelési rendszerek magukban foglalják az élelmiszerláncok valamennyi jellemzőjét és a nyomonkövethetőséget³.

Az élelmiszer-minőség külső tulajdonságainak környezetvédelmi szempontjai elsősorban a csomagolóanyagok hatására, a mezőgazdasági termékekre, a környezetre^[24, 25] és az élelmiszer-pazarlásra összpontosítanak^[26]. A csomagolóanyagoknak és az élelmiszer-csomagolás kialakításának ugyanis biztosítani kell az élelmiszer stabilitását az előírt tárolási feltételek mellett az eltarthatósági időn belül, ami a romlás hatékony megelőzését jelenti. Ugyanakkor a csomagolóanyagok környezeti veszélyt is jelentenek lassú lebomlásuk miatt^[27].

A növekvő környezettudatosság eredményeként a fejlett országokban a fogyasztók többsége komoly fenyegetésnek tekinti a csomagolási hulladékot, és olyan élelmiszeripari termékeket választ, amelyek csomagolása biológiailag lebomló^[28]. Emellett olyan csomagolóanyagokat fejlesztenek ki, amelyek teljesen helyettesítik a műanyagot^[29]. Ezen anyagok némelyike már használatban van, és a körforgásos gazdaság részét képezi^[30].

Ha azonban az élelmiszer-veszteségről van szó, mint az élelmiszerek külső minőségi tulajdonságainak egy formája, akkor a helyzet egy kicsit bonyolultabb. Először is, az élelmiszer-pazarlásról és az élelmiszer-pazarlás kezeléséről az élelmiszerláncokban⁴ csak húsz éve folyik a vita. Nevezetesen, a mezőgazdasági termelésben nagy figyelmet fordítottak a mezőgazdasági termékek betakarítása, tárolása és szállítása során bekövetkező veszteségekre. Másrészt az élelmiszeriparban, a háztartásokban és az éttermekben elszenvedett veszteségek „észrevétlenek maradtak”. Ma az élelmiszeripari vállalatok társadalmi befolyásuknak és gazdasági érdekeiknek köszönhetően többé-kevésbé erőfeszítéseket tesznek a technológiai folyamatok veszteségeinek csökkentésére^[31]. Tizenöt évvel ezelőtt észrevették, hogy az élelmiszer-pazarlás nagy előidézője az élelmiszerláncok utolsó „láncszemének” tagjai, az éttermek^[32] és a háztartások^[33]. Sajnos ez egy paradoxonhoz vezet, mivel az alacsonyabb vásárlóerővel rendelkező, alacsonyabb jövedelmű háztartások gyakran több élelmiszert pazarolnak, mint a magasabb és közepes jövedelmű háztartások^[34]. Mindenesetre csökkenteni kell az élelmiszer-pazarlás és az élelmiszer-veszteség mennyiségét, és ennek eléréséhez számos tevékenységre van szükség^[35].

³ cf. fej. 1. Élelmiszerláncok → 1.6. Nyomonkövethetőség az élelmiszerláncban

⁴ 4 cf. fej. 1. Élelmiszerláncok → 1.2. Mik azok az élelmiszerláncok, és kik az érdekelt felek benne?

Az élelmiszer-pazarlás azonban mindig elő fog fordulni az élelmiszerláncban. Ezért a magasan fejlett országokban a háztartásokból és éttermekből származó élelmiszer-hulladékot hasznos nyersanyagként tekintik a körforgásos gazdaságban^[36].

A *marketing* és a *kommunikáció*, mint az élelmiszer-minőség külső tulajdonságai, kapják a legnagyobb figyelmet, elsősorban gazdasági okokból, azaz a megnövekedett eladások és következtetésképpen az élelmiszer-ipari vállalatok magasabb nyeresége miatt.

Mindezen tevékenységek mellett azonban élelmiszerekkel kapcsolatos minőségi problémák mégis előfordulnak, amelyek leggyakrabban akut ételmérgezőként jelentkeznek. Ezek megelőzhetők abban az esetben, ha az állami ellenőrző szervek, különösen az állami élelmiszer-felügyelet akkreditált laboratóriumaiiban az egészségügyi és piaci ellenőrzés megvalósul, és a jogi elvárásoknak megfelelően járnak el. Az élelmiszer-hatóság elrendelheti bizonyos termékek forgalomból történő kivonását. Ebben az esetben a *kockázati kommunikációt* alkalmazzák^[37]. Definíció szerint a kommunikáció a kockázati helyzetekben a kockázatértékelők, a kockázatkezelők, a fogyasztók és más érdekelt felek közötti információcserét jelenti magáról a kockázatról, annak előfordulását meghatározó tényezőkről, a következményekről és a megelőző intézkedésekről és/vagy az élelmiszerlánc valamennyi érdekelt felének konkrét intézkedéseiről. A kockázati helyzetekben történő kommunikáció a kockázatértékelés és -kezelés akadályainak egyik eleme, amelynek három alkotóeleme a következő:

1. kockázatértékelés,
2. kockázatkezelés.
3. kommunikáció kockázatos helyzetekben.

Kockázatos helyzetekben a hatékony kommunikációval elérhető:

- az emberek fizikai vagy egészségügyi jóléte,
- fogyasztói magabiztosság az élelmiszer-ellátási és szabályozási rendszerekben,
- környezetvédelem,
- az általános életminőség javítása, beleértve a társadalmi-gazdasági és pszichológiai tényezőket is.

Az élelmiszer-minőség belső tulajdonságai^[13] az alábbiak:

1. a fogyasztók egészségének biztonsága,
2. a termék eltarthatósága és érzékszervi tulajdonságai,
3. a termék megbízhatósága és praktikussága.

A *fogyasztók egészségügyi biztonsága* az élelmiszer-minőség⁵ legkritikusabb és legfontosabb összetevője. Ha az étel nem egészséges, mérgezés következik be akut^[38] vagy krónikus formában. A következő tényezők veszélyeztetik a fogyasztók egészségügyi biztonságát^[13]:

- kórokozó mikroorganizmusok^[39, 40],
- mérgező anyagok^[41],
- idegen tárgyak,
- természeti és egyéb katasztrófák előfordulása.

A *termék eltarthatósága és érzékszervi tulajdonságai* az élelmiszer minősége szempontjából a második legfontosabb helyen állnak. A lejáratási idő elsősorban az élelmiszer mikrobiológiai romlásához kapcsolódik. Egyes esetekben azonban az eltarthatósági idő összefügghet az élelmiszerek fizikai tulajdonságaival^[42], valamint a termékek kémiai összetételének és érzékszervi tulajdonságainak változásaival^[43].

A *termék megbízhatósága és praktikussága* a termékminőség rendkívül fontos tulajdonsága fogyasztói szempontból. A modern fogyasztók ugyanis olyan élelmiszert keresnek, amelytől elvárják, hogy:

- egészséges legyen és jó táplálkozási tulajdonságokkal rendelkezzen,
- jó íze legyen,
- könnyen használható legyen,
- előkészítése nem tartson sokáig,

⁵ Részletesen kifejtve a fejezet 4.3. Veszélyforrások az élelmiszerláncokban.

- felbontás után is stabil érzékszervi tulajdonságokkal rendelkezzen, természetesen feltéve, hogy a használati és tárolási utasításban előírt körülmények között tárolják,
- praktikusan csomagolják, amely lehetővé teszi a könnyű használatot.

Ezért az élelmiszergyártók nagy erőfeszítéseket tesznek és jelentős erőforrásokat fektetnek be a fogyasztók igényeinek megfelelő termékek kutatásába és fejlesztésébe^[44, 45, 46].

Lényegében a termék megbízhatósága és praktikussága az élelmiszer-minőség első és második belső tulajdonságának eredménye. A termék értékesítésének sikere azonban a minőség ezen belső tulajdonságától függ, mert ha a fogyasztók nem fogadják el, a termék fejlesztésébe történő befektetés nem térül meg.

4.3. Veszélyforrások az élelmiszerláncokban

Az élelmiszerláncokban az emberi és állati egészséget fenyegető veszélyforrások az alábbiak lehetnek:

- növények, állatok és mikroorganizmusok metabolikus termékei,
- kémiai és biológiai mérgező anyagok a környezetből,
- szándékosan hozzáadott élelmiszer-adalékanyagok,
- az élelmiszer-feldolgozás során keletkező anyagok.

Bár az élelmiszer szükséges a szervezetünk számára, ha kórokozó mikrobákkal, azok mérgeanyagaival, vagy más anyagokkal szennyezett, az élelmiszer betegségeket idézhet elő. Az élelmiszerek kórokozó mikroorganizmusokkal vagy mérgező vegyi anyagokkal való szennyeződése számos egészségügyi problémát okozhat. Az élelmiszer-szennyezés több mint 200 betegségért felelős, például a bélbetegségekért, és akár halálos is lehet. Természetesen a mérgező összetevők megtalálhatók lehetnek az állati és növényi eredetű élelmiszerekben, valamint a gombákban, amelyeket táplálékforrásként használunk. Az ilyen mérgező vegyületek károsíthatnak bizonyos szerveket és szervrendszereket, például a bőrt, a szív- és érrendszert, és negatív hatásokat fejthetnek ki a hormonreceptorokhoz való kötődéssel vagy az idegrendszerre gyakorolt hatással. Az élelmiszer-biztonsági veszély az élelmiszerekben jelen lévő minden olyan termékre vonatkozik, amely káros hatást gyakorol a fogyasztók egészségére^[47].

Az élelmiszerlánc veszélyforrása (*az élelmiszerekkel kapcsolatos veszélyek*) lehet(nek):

- biológiai,
- kémiai vagy vegyi,
- fizikai.

4.3.1. A biológiai veszélyek forrásai az élelmiszerláncban

Egyes kórokozó baktériumok és gombák, de egyes vírusok, prionok és protozoonok is szennyezik az élelmiszereket a termelés és a feldolgozás, valamint a fogyasztás előtti tárolás és szállítás során. A káros mikroorganizmusok különböző összetevőket, köztük mérgeanyagokat termelhetnek. Ezek felelősek más káros anyagok kialakulásáért is, amelyek szennyezhetik az ételt a kész élelmiszerben való lebomlásuk során. Ma az élelmiszer globális termék, szállítása nagy távolságokban történik, és a szállítás során számos lehetőség nyílik a szennyeződésre. Sajnos a fogyasztók és az élelmiszer-ellenőrző szervezetek csak a fejlett országokban vannak tisztában ezzel, míg a fejlődő országok nem rendelkeznek elegendő ismerettel az élelmiszertől történő megbetegedésekről, annak ellenére, hogy világszerte több millió diagnosztizált eset létezik az ételmérgezés különböző formáira^[48, 49].⁶

A *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp.*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Shigella sp.*, *Vibrio vulnificus* és a *Vibrio parahaemolyticus* a leggyakoribb és legveszélyesebb élelmiszerből származó kórokozók közé tartoznak. Az élelmiszer e kórokozókkal való szennyeződésének megelőzése érdekében intézkedéseket hoznak az állati eredetű friss nyersanyagok (tej, hús, tojás, hal és

⁶ Cf. 1. fejelet. Élelmiszerláncok → 1.1. Bevezetés → Uruguayi tárgyalási forduló → GATT

tenger gyümölcsei, gyümölcsök és zöldségek) mikrobiológiai biztonságának ellenőrzésére, valamint a nyers-anyagfeldolgozás technológiai folyamatának ellenőrzésére, megakadályozva az úgynevezett *keresztfertőzést*. Ez a kifejezés az élelmiszerek nemkívánatos és káros anyagokkal való szennyeződésére utal, amelyek természetes módon jelen lehetnek, az élelmiszer előállításának, feldolgozásának és tárolásának folyamata során kerülnek bele, vagy véletlenül, pusztán pillanatnyi gondatlanságból érintkeznek az élelmiszerrel.

Az élelmiszeriparban az élelmiszerekkel érintkező felületek is a kórokozó mikrobák fejlődésének táptalajává válhatnak, amelyet *biofilmnek* neveznek. Definíció szerint a biofilm a baktériumok és gombák helyhez kötött közössége, amelyek élő vagy élettelen felületeken lerakódva és összetapadva egybefüggő bevonatot képeznek. A biofilm általában két, különböző halmazállapotú anyag határán jön létre. Ilyen határfelületek az élelmiszeripari termelés során nagyon gyakran jelen vannak. Ezért az élelmiszerláncok teljes hosszában és minden szintjén szigorú megelőző intézkedésekre, valamint folyamatos mikrobiológiai kontrollra van szükség, a fertőzőskockázat csökkentése érdekében. Ezeket a megelőző és ellenőrző intézkedéseket természetesen EU- és nemzeti szintű rendeletek szabályozzák.

Ma a biofilmképződés megelőzésében a legjobb eredményeket a felületaktív anyagok⁷ és lúgos vegyületek használatával érik el a munkafelületek és berendezések kezelésénél, mielőtt nyomás alatt lévő vízzel mosnák és öblítenék^[50, 51].

4.3.2. A vegyi jellegű veszélyek forrásai az élelmiszerláncban

Minden bizonnyal a táplálékláncban a kémiai mérgezés legdrasztikusabb epidemiológiai esete a *Minamata kór* (*syn. Minamata-szindróma*) példája, amelyet 1956. május 1-jén ismertek fel és írtak le. Az erről szóló epidemiológiai tanulmányt 1957. január elején fejezték be Dr. sc. Shoji Kitamura, a japán Kumamoto Egyetem Orvostudományi Karának professzora vezetésével^[52]. Nevezetesen, a Chisso japán vegyipari vállalat a Minamata városa közelében található gyárából nagy mennyiségű metil-higanyt bocsátott ki a Minamata folyóba a szennyvizével. A folyó az azonos nevű, halakban gazdag öbölbe ömlik. A higany felhalmozódott a tengeri élőlényekben, és a táplálékláncon keresztül az emberekben, súlyos neurológiai rendellenességeket, sőt deformitásokat okozva a magzatokban^[53]. Öt évvel később megismétlődött az eset a kanadai Ontarióban, amikor kiderült, hogy a Dryden vegyipari vállalat 1962 és 1970 között körülbelül 10 tonna higanyal szennyezte be a Wabigoon folyó ökoszisztémáját, és a becslések szerint az ökoszisztéma helyreállítása 50-70 évig tart^[54].

Ez csak két drasztikus példa a vízi ökoszisztémák higanymérgezésére, amely az élelmiszerláncban keresztül éri el a halak és a kagylók fogyasztóit.

Az élelmiszerláncban a vegyi anyagok jelentette veszélyek forrásai a következők:

- *Nehézfémek* – a fent leírt nehézfémek, különösen a higany által okozott szennyeződés és ételmérgezés két drasztikus példájával.
- *Élelmiszer-adalékanyagok*: élelmiszer-színezékek, édesítőszer, ízfokozók, tartósítószer és antioxidánsok. Bár az illetékes laboratóriumok szigorúan meghatározzák és ellenőrzik maximális mennyiségüket, meg nem felelés esetén ezek komoly kémiai veszélyt jelenthetnek a fogyasztók egészségére.
- *Növényvédő szerek maradványai*. Számos növényvédő szer hatóanyaga neurotoxikus, sőt potenciálisan karcinogén, és néhányuk szigorú ellenőrzés alatt áll.^[55]
- *Mikotoxin-maradványok*, amelyek egyre nagyobb veszélyforrást jelentenek az élelmiszerláncban, különösen a betakarítás utáni gazdálkodás és a mezőgazdasági és élelmiszeripari termékek tárolása terén.⁸
- *Dioxinok*, amelyek nagy erdőtüzek után fordulnak elő a vadonban, és ismertek az élelmiszerláncba⁹ jutó dioxinok esetei is. A szándékos dioxinmérgezés eseteit a nyilvánosság¹⁰ szintén ismeri.

⁷ A felületaktív anyagok olyan anyagok, amelyek csökkentik a víz felületi feszültségét, azaz csökkentik a két fázis közötti kapcsolódási pontra ható erőket, ami lehetővé teszi hab képződését, vizes emulziót hozva létre folyadékokkal, amelyekkel a víz nem keveredik (pl. olaj) és vizes szuszpenziókat olyan anyagokkal, amelyeket a víz egyébként nem old fel (pl. zsírral). A felületaktív anyagok a fő összetevői az ipari eszközökön lévő szennyeződések eltávolítására szolgáló mosószereknek.

⁸ Lásd fej. 1. Élelmiszerláncok → 1.4. A mezőgazdasági termékek betakarítás utáni kezelése az élelmiszerláncokban.

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

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

Mindenesetre az élelmiszerláncban a vegyi anyagok jelentette veszélyek forrásait csak szigorú megelőző intézkedésekkel lehet ellenőrizni, amelyek magukban foglalják a talaj, a víz, a feldolgozás alá kerülő mezőgazdasági nyersanyagok és végül a késztermékek elemzését.

4.3.3. A fizikai veszély forrásai az élelmiszerláncban

Az élelmiszerláncban a fizikai veszélyforrások egyik drasztikus példája a tej és tejtermékek, a hús, a hal, a zöldségek és a gabonafélék ^{131}I , $^{134/137}\text{Cs}$, ^{90}Sr radionuklidokkal való szennyeződése az 1986. április 26-i csernobili katasztrófa után. Ez a mezőgazdasági termelés tilalmához vezetett Fehéroroszországban 265 000 hektáron, Ukrajnában 130 000 hektáron és Oroszországban 17 000 hektáron^[56]. A radionuklidok azonban nem csak nukleáris katasztrófákkal, hanem műtrágyák használatával is eljutnak az élelmiszerláncba^[57, 58, 59].

A radionuklidok azonban nem az egyetlen fizikai veszélyforrás az élelmiszerláncban, hanem lehetnek üvegdarabok vagy kis fém- és műanyagtárgyak is, amelyek az élelmiszer csomagolásába eshetnek, mielőtt azt lezárnák.

4.4. Balesetmegelőzés az élelmiszerláncokban

Az élelmiszerláncokban a problémák megelőzése három szinten történik:

1. A szükséges mennyiségű élelmiszer biztosítása az egyes országok vagy régiók lakossága *élelmezésbiztonságának* elérése érdekében.
2. A higiénia és egészség szempontjából megfelelő élelmiszerek biztosítása, azaz az *élelmiszer-biztonság*, amikor nem okoz akut mérgezést, sem krónikus betegségeket az élelmiszer azok számára, akik fogyasztják.¹¹
3. *Élelmiszer-védelmi* intézkedések.

A három szinten használt fő eszköz a nyomomonkövethetőség az élelmiszerláncokban.¹²

4.4.1. Az egyes országok vagy régiók lakosságának élelmezésbiztonsága

Az egyes országok vagy régiók lakosságának élelmezésbiztonságára vonatkozó legpontosabb meghatározást az 1996-os Élelmezési világ-csúcstalálkozón adták meg, és így szól: „Az élelmezésbiztonság akkor létezik, ha minden embernek mindenkor megvan a fizikai és gazdasági hozzáférése az elegendő, biztonságos és tápláló élelmiszerhez, amely kielégíti táplálkozási szükségleteit és hajlamait az aktív és egészséges élethez.”

Ahhoz, hogy az élelmezésbiztonság létezzen, négy elemnek kell teljesülnie^[60]:

1. *Az élelmiszer rendelkezésre állása*: elegendő mennyiségű, megfelelő minőségű, hazai termeléssel vagy importtal szállított élelmiszer rendelkezésre állása (beleértve az élelmiszersegélyt is).
2. *Az élelmiszerhez való hozzáférés*: az egyének hozzáférése a megfelelő erőforrásokhoz (jogokhoz) a megfelelő élelmiszerhez való hozzájutáshoz. A jog az összes olyan áru halmaza, amely felett egy személy ellenőrzést gyakorolhat annak a közösségnek a jogi, politikai, gazdasági és társadalmi szervezete felett, amelyben él (beleértve a hagyományos jogokat, például a megosztott erőforrásokhoz való hozzáférést).
3. *Használat*: az élelmiszerek használata megfelelő táplálkozás, tiszta víz, higiénia és egészségügyi ellátás révén a táplálkozási jólét állapotának elérése érdekében, amelyben minden fiziológiai szükségletet kielégítenek. Ez rávilágít a nem élelmiszerinputok fontosságára az élelmiszer-biztonságban.
4. *Stabilitás*: ez azt jelenti, hogy a lakoságnak, a háztartásnak vagy az egyének mindenkor hozzá kell férnie a megfelelő élelmiszerhez. A hirtelen sokkhatások (pl. gazdasági vagy éghajlati válság) vagy a ciklikus események (pl. szezonális élelmiszer-ellátás bizonytalansága) következtében az élelmiszerhez való hozzáférés elvesztésének kockázatát a lehető legalacsonyabb szinten kell tartani. Ezért a stabilitás fogalma utalhat az élelmiszer-biztonság rendelkezésre állására és hozzáférési dimenziójára is.

¹¹ Lásd fej. 1. Élelmiszerláncok → 1.2. Mik azok az élelmiszerláncok, és kik az érdekelt felek benne?

¹² Lásd fej. 1. Élelmiszerláncok → 1.6. Nyomonkövethetőség az élelmiszerláncban.

Sajnos az élelmiszer-ellátás bizonytalansága ma a világ számos részén jelen van^[61], és ennek fő oka a globális éghajlatváltozás, amely különösen a harmadik világ országait érinti^[62]. Ha az éghajlatváltozás hozzáadódik a természeti erőforrások, különösen az élelmiszer-termeléshez szükséges talaj elvesztéséhez^[63, 64], a világ éhezésének veszélye bizonyos valós forgatókönyvvé válik^[65].

4.4.2. Higiéniai és egészségügyi élelmiszer-biztonság

Az élelmiszerek higiéniai és egészségügyi biztonsága lényegében az élelmiszer azon biológiai, kémiai és fizikai állapota, amely lehetővé teszi fogyasztását sérülés, megbetegedés vagy elhalálozás kockázata nélkül^[66].

Az „élelmiszer-biztonság” nemzetközi kifejezés azonban magában foglalja a kultúrát, a szervezeti és társadalmi légkört, azaz azokat a teljes termelési, gazdasági, technológiai, jogi és társadalmi feltételeket, amelyek között az élelmiszereket a fogyasztók egészségére gyakorolt kockázat nélkül vagy minimális szintű kockázattal előállítják, forgalmazzák és fogyasztják^[67].

Mivel az élelmezésbiztonság minden ország és régió nemzetbiztonsága szempontjából rendkívül fontos stratégiai kérdés, az Európai Unió 2002. január 28-án elfogadta az élelmiszerjog általános elveiről és követelményeiről, az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság létrehozásáról és az élelmiszer-biztonságra vonatkozó eljárások megállapításáról szóló (EC) 178/2002 számú európai parlamenti és tanácsi rendeletet^[68]. E dokumentum alapján az élelmiszer-biztonsági politika javaslatáért, koordinálásáért és végrehajtásáért felelős európai ernyőszervezet az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA).¹³ Az élelmiszer-ügynökségek valamennyi uniós tagállamban szorosan együttműködnek ezzel a szervezettel, mivel köztudott, hogy az Európai Parlament és az Európa Tanács valamennyi rendelkezését, valamint az Európai Bizottság irányelveit kötelező és közvetlen módon hajtják végre az uniós tagállamok jogszabályaiban. Mivel az EFSA-t azzal a céllal hozták létre, hogy az élelmiszerlánc kockázataival kapcsolatos tudományos tanácsadás és kommunikáció forrása legyen, hivatalos folyóirata, az *EFSA folyóirat*¹⁴ számos elemzést, véleményt, ajánlást és tanulmányt tesz közzé, amelyek minden uniós és unión kívüli polgár rendelkezésére állnak.

Az Egyesült Nemzetek szintjén ugyanezeket a tevékenységeket végzi az Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezet (FAO)¹⁵ is, amely elsősorban a harmadik világ országaiban működik oktatás és technikai segítségnyújtás révén. Az Egyesült Államokban ezek a szervezetek az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hivatala (FDA)¹⁶ és az Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma (USDA).¹⁷

A higiéniaival és az egészséggel kapcsolatos aggodalmak ellenére egy dolog biztos, hogy „élelmiszer-biztonság nélkül nincs élelmezésbiztonság”^{18[69]}.

4.4.3. Élelmiszer-védelem

Az élelmiszer stratégiai termék, így ma egyre nagyobb figyelmet fordítanak az élelmiszerláncok védelmi szempontjaira az élelmiszerrendszereken belül. Ezt a kifejezést élelmiszer-védelemnek nevezik, és az *agroterrorizmus* és az *élelmiszer-terrorizmus* elleni védelem valamennyi intézkedésének elfogadását és végrehajtását jelenti annak érdekében, hogy védelmet biztosítson minden szándékos ételmérgezéssel és a szennyezett élelmiszerek fegyverként történő visszaélésével szemben^[70]. Bármennyire is furcsának tűnik az átlagember számára, de az a tény, hogy az al-Kaida terrorszervezet tagjainak kiképzésére szolgáló kézikönyvet találtak egy manchesteri (Egyesült Királyság) lakás átkutatása során az mutatja, hogy az egész történet nem ártalmatlan. A könyv 16. fejezete leírja, hogyan lehet a szennyezett élelmiszereket fegyverként használni^[71].

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

¹⁴ *EFSA journal* [Online ISSN: 1831-4732] megtalálható: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/journal/18314732>. A folyóirat a *Journal Citation Reports* tudományos folyóiratok referenciaadatbázisában indexelve van az „Élelmiszer-tudomány és -technológia” területen, amelyben 2020-ban a 144 folyóirat közül az 53. helyen áll, és a második kvartilishoz tartozik (Q2).

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

¹⁶ Link: <https://www.fda.gov/food>

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

¹⁸ *Ered.* ‘Élelmiszer-biztonság nélkül nincs élelmezésbiztonság’

A terrorista tevékenység által okozott szándékos élelmiszer-szennyezésen kívül azonban gyakran politikai indíttatással találkozhatunk. A szándékos szennyezés talán legelterjedtebb indítéka a nyereség növelése, azaz a verseny károsítása vagy a versenytársakkal szembeni megtorlás. Mindenesetre nem szabad kizárni a mentálisan zavart emberek és a helyi szélsőségesek „indítékaiban”^[72].

A kérdés az, hogy hogyan küzdjünk az agroterrorizmus és az élelmiszer-terrorizmus ellen? A válasz egyszerű; nyomonkövethetőség és az élelmiszer-biztonsági kultúra megerősítése.

Ezért minden védelmi stratégia lényegében egyesíti az „élelmezésbiztonság”, az „élelmiszer-biztonság” valamennyi elvét, és az alapvető eszköz, amellyel végrehajtják, az élelmiszerláncokban való nyomonkövethetőség. Az élelmiszer-védelem rendkívül fontos biztonsági kérdés, és minden jól megtervezett *agrár-élelmiszeripari rendszer* szerves részét kell képeznie.

4.5. Mik azok az agrár-élelmiszeripari rendszerek?

Az *agrár-élelmiszeripari rendszer* alatt a mezőgazdasági termelés és az élelmiszeripari feldolgozás, valamint a kiskereskedelem és a fogyasztás összetett rendszerét értjük. Bár az élelmiszerrendszereknek nincs egységes fogalom meghatározása^[73], ezeket az élelmiszerláncok létrehozása, az élelmezésbiztonsági tevékenységek és más tevékenységek, például a környezetvédelem és a biodiverzitás terén végzett tevékenységek sora határozza meg^[74]. Egy olyan *rugalmas, könnyen alkalmazkodó és ellenálló* élelmiszerrendszer létrehozására törek-szenek, amely képes teljesíteni funkcionális célját – az élelmiszer-biztonság biztosítását – a gazdasági vagy természetes zavarok és sokkhatások ellenére. Egy ilyen rendszer ellenállóképessége a következő összetevők-ből áll:

- stabilitás (hatásellenállás),
- redundancia (interferencia elnyelésének képessége),
- rugalmasság vagy sebesség (az elvesztett élelmiszer-biztonság helyreállási potenciálja),
- találékonyság vagy alkalmazkodóképesség (az elvesztett élelmiszer-biztonság százalékos aránya: hely-reállt).

Bármely rendszer szervezésében azonban a legmagasabb szint, beleértve az élelmiszer- vagy agrár-élelmiszeripari rendszert is, a *fenntarthatóság*^[75].

Az Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezet (FAO) szerint, *a fenntartható élelmiszerrendszer olyan rendszer, amely mindenki számára biztosítja az élelmezésbiztonságot anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generációi számára az élelmezésbiztonság megteremtéséhez szükséges gazdasági, társadalmi és környezeti alapokat*^[76, 77].

Sajnos a mai élelmiszerrendszerek határozottan nem fenntarthatók. Ennek a következő okai vannak:

- Az élelmiszer-ellátás kizárólag olyan piacgazdasági modelleken alapul, amelyek a fogyasztás folyamatos növekedésétől függenek.
- Az agrár-élelmiszeripari rendszert néhány nagy globális vállalat uralja, amelyek fáradhatatlanul törekednek a növekedésre és a monopóliumra, miközben megszüntetik a fenntartható és egészséges élelmiszerek felé mutató tendenciákat. Ez nyomást gyakorol a termelőkre, hogy alacsony áron állítsanak elő élelmiszert, és ez csak agrokemikáliák használatával és a fosszilis tüzelőanyagok felhasználásának növelésével lehetséges.
- Az ellátási láncban a termelés és a fogyasztás nagy volumene elkerülhetetlenül hulladékhoz vezet, különösen a kiskereskedők és a fogyasztók szintjén.
- Az élelmiszer- és mezőgazdaságinyersanyag-piac globalizációja, amely elméletileg a szegénység csökkenését jósolja a nemzetközi kereskedelem általános erősödése miatt, a gyakorlatban gyakran átirányítja a helyi mezőgazdaságot és földhasználatot élelmiszerexportra a fejlett országokba. Ez a jelenség olyan eredményekhez vezetett, mint az erdőirtás, a szennyezés és a biodiverzitás csökkenése.
- Az egyes kormányzati országok egyes pozitív politikai intézkedései, mint például a mezőgazdasági támogatások vagy az élelmiszeriparnak nyújtott ösztönzők, amelyek célja a környezetvédelmi és egészségügyi kérdések kezelése, gyakran kudarcot vallanak a nagyvállalatok érdekeivel való összeütközés miatt.

- A környezeti és egészségügyi események szankcionálásának rendszere szinte nem hatékony az élelmiszerláncokban működő különböző lobbierdekeltiségek (egyéni érdekelt felek) tevékenységei miatt.
- Az agrár-élelmiszeripari ágazattal kapcsolatos kutatás és politika redukcionista jellegű, amely nem ismeri fel a környezeti egészség és az emberi egészség közötti felbonthatatlan kapcsolatot.

Ha ehhez hozzávesszük az általuk előidézett fokozódó és gyorsabb éghajlatváltozásokat és katasztrófákat^[78, 79], valamint a Covid-19 vírus^[80] legutóbbi világjárványát, de a jövőbeli világjárványokat is, egyértelmű, hogy a termelési módszerek és a fogyasztási szokások radikális megváltoztatására van szükség^[81]. Ezért az új fenntartható technológiák kutatása és fejlesztése, valamint az oktatás fontos szerepet játszik a fenntartható élelmiszerláncokon alapuló fenntartható élelmiszerrendszerek fejlesztésében^[82, 83].

Irodalom

- [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
- [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., Rembialkowska, 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, Ž., 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
- [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
- [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. Kahlmeier, 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 α -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 genomessequencing 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.JE20190089>
- [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.apradi-so.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
- [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.soil-sec.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/fsufts.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>