



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Növénytermesztő mérnök MSC

**A NÖVÉNYI TERMÉKEK ÉLELMISZERBIZTONSÁGI
KOCKÁZATÁNAK VÁLTOZÁSAI AZ EURÓPAI
UNIÓBAN**

Belső Konzulens: Dr. Jolánkai Márton
professor emeritus

Külső Konzulens: Vásárhelyi Adrienn
növényvédelmi felügyelő

Készítette: Makra Máté Lajos
FS2V7E

Levelező tagozat

GÖDÖLLŐ

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
2. Szakirodalmi áttekintés.....	4
2.1. Élelmiszerbiztonság és élelmezésbiztonság	4
2.2. Az élelmiszerbiztonság szerepe és területei	7
2.3. A szabályozási környezet bemutatása	15
2.4. Hatósági ellenőrzési rendszer	20
2.5. Növényvédőszer-maradékok	22
2.6. A GMO növényekre vonatkozó ellenőrzési program	25
3. Anyag és módszer	28
3.1. A Nébih bemutatása	28
3.2. Szermaradványok vizsgálata	28
3.3. GMO vizsgálata	29
4. Eredmények	31
4.1. Nébih éves ellenőrzési program.....	31
4.2. Növényvédőszer-maradványok vizsgálata	33
4.3. Az EFSA országjelentés adatainak értékelése	37
4.4. Élelmiszerminták GMO tartalmának vizsgálata.....	42
5. Következtetések, javaslatok.....	45
6. Összefoglalás	48
Köszönetnyilvánítás.....	50
Irodalomjegyzék	51

1. BEVEZETÉS

Az élelmiszer elengedhetetlen az élethez, ezért az élelmiszerbiztonság alapvető emberi jog. A világ népessége gyorsan növekszik, és a becslések szerint 2050-re eléri a kilencmilliárdos határt, az élelmiszerek iránti kereslet pedig 60 %-kal nő. Ennek a hatalmas populációnak a táplálása óriási kihívás lesz az egyre korlátozottabb erőforrások, például a mezőgazdaság által megművelhető földek miatt. Komoly kihívást jelent annak biztosítására, hogy megfelelő, minőségi, biztonságos és tápláló élelmiszerek mindig mindenki számára elérhetőek legyenek. Emberek milliárdjai vannak kitéve a nem biztonságos élelmiszerek veszélyének szerte a világon. A fontosabb kihívások közé tartozik a mikrobiális, vegyi, személyi és környezeti higiénia megteremtése az élelmiszerek piacán. A globális megatrendek, beleértve az éghajlatváltozást, a növekvő és öregedő lakosságot, az urbanizációt és a megnövekedett jólétet, mind élelmiszerbiztonsági kihívásokat jelentenek, és új követelményeket támasztanak a hatóságokkal szemben.

Az élelmiszerbiztonság tehát egy minden embert érintő, számos tudományterülettel összefüggésben lévő kérdéskör. A biztonságos és tápláló élelmiszer biztosítása, a fogyasztó egészségének védelme az Európai Unióban és azon belül hazánkban is kiemelt feladat, amely csak eredményes hatósági munkával és az érdekeltek szakmai összefogásával valósítható meg. Leendő növénytermesztő mérnökként kiemelten fontosnak tartom, hogy az előállított élelmiszerek mentesek legyenek a különböző szermaradványoktól, ezáltal biztosítható legyen a fogyasztók számára az egészséges élelmiszer. Szakdolgozatomban ezért célul tűztem ki az élelmiszerbiztonság kérdéskörének bemutatását, a növényvédőszer-maradványokra és a GMO-ra fókuszálva. A kitűzött cél elérése érdekében primer és szekunder kutatást egyaránt végeztem. A szekunder kutatás során hazai és nemzetközi szakirodalmak felhasználásával az élelmiszerbiztonság témakörét vizsgáltam meg, külön elemeztem a növényvédőszer-maradványok helyzetét. A primer kutatás során Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih) éves ellenőrzési programjában szereplő négy szántóföldi kultúrára vonatkozóan tanulmányoztam a növényvédőszer-maradványok előfordulását és a leggyakoribb hatóanyagokat, továbbá értékeltem a GMO tartalom vizsgálatának eredményeit. Ezen túlmenően elemeztem az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) Magyarországra vonatkozó éves jelentéseit a növényvédőszer-maradványok tekintetében.

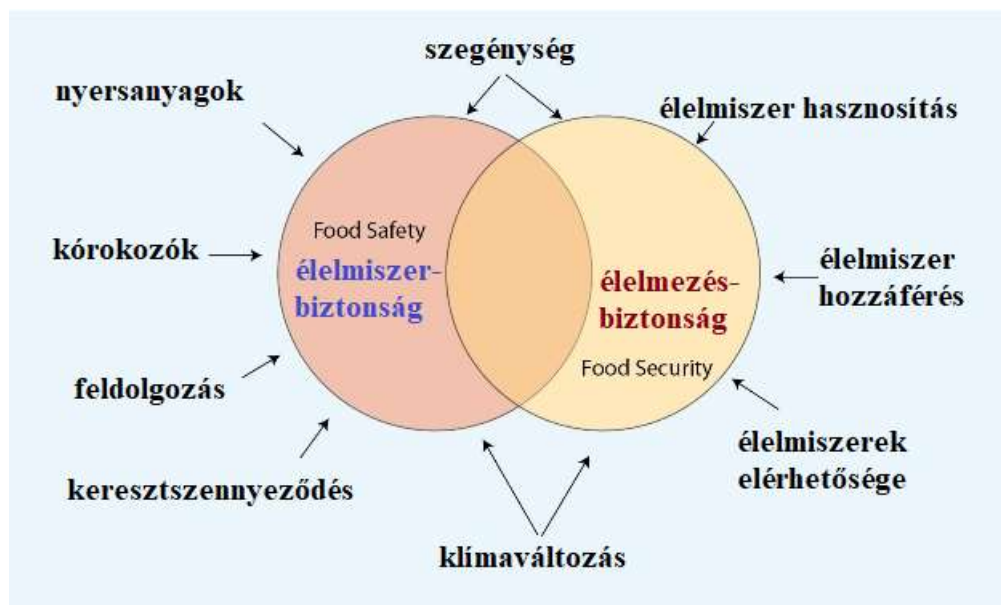
Reményeim szerint dolgozatommal sikerül rávilágítani az élelmiszerbiztonság jelentőségére, a növényvédőszer-maradványok és a GMO kiemelt szerepére a biztonságos élelmiszerellátásban.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Élelmiszerbiztonság és élelmezésbiztonság

Az élelmiszerbiztonság (food safety) és az élelmezésbiztonság (food security) egymással összefüggő fogalmak, amelyek jelentős hatással vannak az emberi élet minőségére, és számos külső tényező befolyásolja mindkét területet. A két fogalom összefüggéseit és a fontosabb befolyásoló tényezőket az 1. ábra mutatja be. (Hanning et al. 2012)

Az **élelmiszerbiztonság** egy gyűjtőfogalom, amely magába foglalja az élelmiszerek kezelésének, elkészítésének és tárolásának számos aspektusát a betegségek és halálozások megelőzése érdekében. Ide tartoznak az élelmiszerbiztonság kémiai, mikrofizikai és mikrobiológiai vonatkozásai. Prioritás az élelmiszerek kémiai minősége és az allergének ellenőrzése, amelyek életveszélyesek lehetnek egyes nagyon érzékeny emberek számára. Az élelmiszerek egyéb kémiai tulajdonságai, például a vitamin- és ásványianyag-tartalom szintén fontosak, és befolyásolják az élelmiszer általános minőségét, de az élelmiszerbiztonság szempontjából nem olyan jelentősek. Az élelmiszerbiztonság Paparella (2020) szerint a következőképpen írható le: Azon stratégiák és tevékenységek összessége, amelyek célja, hogy megvédjék az élelmiszereket a biológiai, kémiai, fizikai és allergén veszélyektől, amelyek a termelés, a forgalmazás és a fogyasztás minden szakaszában előfordulhatnak.



1. ábra Az élelmiszerbiztonság (food safety) és az élelmezésbiztonság (food security) egymással való összefüggése (forrás: Hanning et al. 2012, 2.o.)

Az élelmiszerbiztonság hazai definícióját az Az élelmiszerekről szóló 2003. évi LXXXII. törvény tartalmazza: „Élelmiszer-biztonság: annak biztosítása a termelés, az élelmiszer-

előállítás, a tárolás és forgalomba hozatal teljes folyamatában, hogy az élelmiszer nem veszélyezteti a végső fogyasztó egészségét, ha azt a rendeltetési célnak megfelelően készíti el és fogyasztja.” (2003. évi LXXXII. törvény)

Az 1996-os Élelmezésügyi Csúcstalálkozón született egy, a szakpolitikában és a gyakorlatban általánosan használt meghatározás, amelyről úgy tekintenek, hogy megfelelően reprezentálja az **élelmezésbiztonság** fogalmát: *„olyan helyzet áll fenn, amikor minden ember mindenkori fizikai, szociális és gazdasági hozzáférés elegendő, biztonságos és tápláló élelmiszerhez, amely megfelel az étrendi szükségleteiknek és az élelmiszer-preferenciáiknak az aktív és egészséges élethez”*. Tehát az élelmezésbiztonság úgy definiálható, mint az a felfogás, hogy minden ember, különösen a legsebezhetőbbek, méltósággal és veszélytelenül hozzáférnek a kulturálisan megfelelő minőségű és mennyiségű élelmiszerhez, amely teljes mértékben támogatja testi, érzelmi és lelki egészségüket. A koncepció szorosan kapcsolódik a Fenntartható Fejlődési Célok közül az éhezés megszüntetéséhez (Zero Hunger elképzelés), mellyel kapcsolatban az Egyesült Nemzetek Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) kijelenti, hogy e célok teljesítése csak akkor lesz lehetséges, ha biztosítjuk, hogy az embereknek elegendő élelme legyen, és hogy amit esznek, az tápláló legyen. Az, hogy ki jut hozzá biztonságos, tápláló élelmiszerhez, nagyban függ attól, hogy hol él és mennyi jövedelemmel rendelkezik. Egyesek számára az élelmiszer beszerzése olyan egyszerű, mint kinyitni a hűtőszekrény ajtaját, vagy elmenni a boltba. Sokak számára azonban nem áll rendelkezésre biztonságos, tápláló élelmiszer. Ők szegénységgel, konfliktusokkal vagy éhínséggel szembesülhetnek. Számos tudós, aktivista és nonprofit szervezet dolgozik ezen alapvető egyenlőtlenség enyhítésén, és az ENSZ a 17 Fenntartható Fejlődési Cél közül a második, „Zero Hunger” néven emelte ki a problémát. (Lele et al. 2016).

Az **élelmezésbiztonságot** a FAO és az Egészségügyi Világszervezet (WHO) úgy határozza meg, mint egy olyan állapotot, amelyben *„minden ember mindenkori hozzáfér elegendő, biztonságos és tápláló élelmiszerhez az aktív és egészséges élet fenntartásához”*. (Gibárti 2019)

Az elegendő és megfelelő élelmiszerhez való hozzáférés bizonytalansága jelenti az élelmezés-bizonytalanságot. Az élelmezés-bizonytalanság tehát eredendően egy ex ante állapotot testesít meg, olyan állapotokkal, mint az éhség és az alultápláltság. Az élelmezésbiztonság fogalma az idők során jelentősen fejlődött. Eredetileg a kifejezést a megfelelő nemzeti élelmiszer-elérhetőség jelölésére használták; azaz, hogy egy ország hozzáfér-e elegendő élelemhez ahhoz, hogy teljes lakosságát el tudja látni. Ennek megfelelően a koncepción belül a hangsúly a

nemzeti élelmiszertermelés növelésén és stabilizálásán volt, de később áthelyeződött a nemzeti élelmiszer-szuverenitásra, vagyis az ország azon képességére, hogy elegendő élelmiszert tudjon vásárolni minden állampolgára számára. Az 1980-as években a globális élelmiszerlánc kínálati oldaláról a keresleti oldalra irányult a figyelem, és ezzel jelentős változást indult el az élelmezésbiztonság széles körben elismert felfogásában. Az élelmezésbiztonságról szóló vita a szűkösségen alapuló megközelítésről olyan megközelítésre tevődött át, amely a politikai, gazdasági és jogi intézmények szerepét hangsúlyozza, a rendelkezésre álló élelmiszerek elosztásában. Az élelmezésbiztonság szemléletében bekövetkezett harmadik generációs váltást illetően a kutatók véleménye eltér annak természetéről. A bekövetkezett változást egyrészt azt jelenti, hogy nem csak az élelmiszerhez való hozzáférésre, hanem az élelmiszer típusára/minőségére is fokozott hangsúly került. Az élelmezésbiztonság négy formálisan elismert szempontja ennek a fejlődésnek a terméke. Az élelmiszer-felhasználás és stabilitás dimenzió felfogható akár egy ország élelmiszerekkel kapcsolatos politikai és gazdasági körülményeinek stabilitásaként is, vagy az emberek aggodalmaként a jövőben elérhető élelmiszerek mennyisége és minősége miatt (Pinstrup-Andersen 2009)



2. ábra Az élelmezésbiztonság négy pillére (forrás: Gibárti 2019, 3.o.)

Ahogy a fenti definíciók is sugallják az élelmezésbiztonság koncepciója négy pilléren (élelmiszerforrásokhoz való hozzáférés, elérhetőség, felhasználás és stabilitás) alapul, ami tükrözi az emberiség megbízható, megfelelő és fenntartható táplálékszükségletének többdimenziós jellegét (2. ábra). Mindegyik pillér az élelmezésbiztonság más-más aspektusát ragadja meg, egy vagy több pillér hiánya élelmiszerválásághoz vezethet. (Martin-Shields & Stojetz 2019; Gibárti 2019):

- Elérhetőség: Ez a pillér a szükséges kalóriák egyéni szintű elérhetőségére, valamint az országosan elérhető kalóriefajtákra összpontosít (pl. gabonafélék kontra állati fehérje). A kategória magában foglalja az importot, a háztáji termelést és a rendelkezésre álló készleteket is.
- Hozzáférhetőség: Ez a pillér olyan változókat tartalmaz, amelyek mérik az élelmiszerek piacra viteléhez szükséges fizikai infrastruktúrát, valamint egyéni szintű mutatókat arra vonatkozóan, hogy az emberek hozzáférnek-e a szükséges mennyiségű kalóriához naponta.
- Stabilitás, kiszámíthatóság: Az ebben a pillérben szereplő változók az élelmiszerimporttól való függést, a belföldi árak változékonyságát és az öntözéssel ellátott földterületek változásait mérik. Ide sorolható a gazdasági és politikai instabilitás is.
- Felhasználás: Ez a pillér elsősorban antropometriai mutatókkal kapcsolatos adatokat rögzít, amelyek arra utalnak, hogy az emberek képesek-e felhasználni a rendelkezésre álló kalóriákat. Ide tartoznak a gyermekek soványságára, fejlődésének elmaradására és alacsony súlyára vonatkozó adatok.

Alternatív megoldásként, ahogy azt a Global Food Security Index (GFSI) megtestesíti, a négy terület felfogható, mint megfizethetőség, elérhetőség, valamint minőség és biztonság. (Martin-Shields & Stojetz 2019)

2.2. Az élelmiszerbiztonság szerepe és területei

Az élelmiszerbiztonság az élelmiszerpiacon a közegészségügy egyik kulcsfontosságú területe, mivel korosztálytól, rassztól, nemtől és jövedelmi szinttől függetlenül érinti az embereket szerte a világon. A helyi és nemzetközi élelmiszermarketing továbbra is jelentős hatással van az élelmiszerbiztonságra és a lakosság egészségére. Az élelmiszer-ellátási láncok ma már több országhatárt is átlépnek, ami növeli az egészségügyi kockázatok nemzetközivé válását. Az élelmiszerbiztonság alapvető emberi jog. Emberek milliárdjait fenyegeti a nem biztonságos élelmiszerek veszélye a világon. A káros baktériumokat, vírusokat, parazitákat vagy vegyi anyagokat tartalmazó nem biztonságos élelmiszerek több mint 200 betegséget okoznak, az egyszerű hasmenéstől a rákos megbetegedésekig. A hasmenéses megbetegedések a szennyezett élelmiszerek fogyasztásából eredő leggyakoribb megbetegedések. Évente 550 millió ember betegszik meg vérhasban világszerte és 230.000 fő halálát okozza. Ezért kijelenthető, hogy

a biztonságos élelmiszer ételeket menthet. Becslések szerint a világon 600 millióan betegszenek meg szennyezett élelmiszer elfogyasztása után, és 420.000-en halnak meg évente. Az 5 év alatti gyermekeket érint az élelmiszerrel járó betegségek 40 %-a, ez évente 125.000 halálesetet eredményez. (WHO 2019) Tehát a gyermekek azok közé tartoznak, akikleginkább ki vannak téve az élelmiszer eredetű betegségek okozta halálozásnak és súlyos, élethosszig tartó egészségügyi szövődmények kockázatának. Számos okból kifolyólag nagy a kockázata az élelmiszer eredetű betegségeknek a gyermekek esetében. A gyermekek immunrendszere fejlődik, ezért nincs jól felkészülve a fertőzések leküzdésére. A gyermekek általában kisebb méretűek, mint a felnőttek, így csökken a megbetegedéshez szükséges kórokozó mennyisége. Továbbá a gyermekek korlátozott mértékben képesek kontrollálni étrendjüket, és nem rendelkeznek az élelmiszerbiztonsági kockázatok gondos megítéléséhez szükséges tudással. (Grace 2015)

A biztonságos táplálkozás javítja az egyén és a lakosság egészségét. Gazdasági szempontból a megfelelő mennyiségű biztonságos és tápláló élelmiszerhez való hozzáférés kulcsfontosságú az élet fenntartásához, a jó egészséghez és a gazdasági növekedéshez. A biztonságos élelmiszerellátás serkenti a régió gazdasági növekedését. A biztonságos élelmiszerellátás tudományos alapokon és eredményes hatósági munkán nyugszik. A technológiai fejlődésnek köszönhetően új szabályozásokat kell életbe léptetni az emberek egészsége és jóléte szempontjából biztonságos és egészséges élelmiszerek folyamatos biztosításának védelme érdekében. Az életszínvonal javulásával az élelmiszerbiztonsággal és a lehetséges szennyező anyagokkal kapcsolatos aggodalmak továbbra is fontos egészségügyi problémát jelentenek. A fogyasztók megkövetelik az általuk fogyasztott termékek minőségét és biztonságát, mivel az élelmiszer mint energia és tápanyag szükséges az élet fenntartásához. Általánosságban elmondható, hogy a fogyasztók a hatóságokra támaszkodnak annak biztosítása érdekében, hogy az élelmiszer ne csak biztonságos legyen, hanem meglegyen a megfelelő fogyasztói tájékoztatás is. Például egy 100%-os szűz olívaolajként megjelölt olívaolajnak pontosan azt kell tartalmaznia, amit a csomagoláson feltűntetnek. (Gizaw 2019)

Ahogy az élelmiszer-kereskedelem az egész világon terjeszkedik, az élelmiszerbiztonság a fejlett és a fejlődő országok közös gondjává vált. Az élet és egészség értékén kívül az élelmiszereredetű betegségek negatív hatással vannak az érintett országok gazdaságára, kereskedelmére és iparára. Az élelmiszer eredetű járvány kitörésével kapcsolatos költségek jelentősek lehetnek, és magukban foglalhatják az orvosi költségeket, a nem orvosi költségeket, a termelékenységi veszteségeket, az érintett gyártó költségeit, valamint a reagáló

helyi/tartományi/területi/szövetségi hivatalok, közegészségügyi és élelmiszer-biztonsági hatóságok költségeit. Az érintett gyártók átmeneti és tartós negatív pénzügyi hatások is elszenvedhetnek a termék visszahívása és ártalmatlanítása, az üzletmenet megszakítása és a márkanév károsodása miatt (Thomas et al. 2015). Az élelmiszerbiztonság az importáló és az exportáló országok számára egyformán fontos kérdés. Azonban számos exportáló országban alacsonyabbak az élelmiszer biztonsági előírások, mert még nem hoztak létre megfelelő felügyeleti vagy jelentési mechanizmusokat az élelmiszer eredetű betegségek azonosítására és nyomon követése érdekében. Ennek a különbségnek az áthidalása érdekében országos, regionális és globális szinten egyaránt szükséges az élelmiszer-biztonsági szabványok érvényesítése és hatékony felügyeleti hálózatok kiépítése. Emellett kritikus fontosságú a szabványok és szabályozási keretek harmonizációja. Az így kialakított rendszereknek praktikusnak és megfizethetőnek kell lenniük, hogy lehetővé tegyék és megkönnyítsék a határokon átnyúló kereskedelmet és a kistermelőkön alapuló mezőgazdasági termelés integrációját. Végül soron az élelmiszer-import biztonságának javítása megerősítheti a szabad kereskedelmet, javíthatja az élelmiszerbiztonság és a közegészségügy általános globális szintjét. Az információs és kommunikációs technológia elterjedése és a globális összekapcsolódás szintén kihívást jelent az élelmiszerbiztonsági kérdések fogyasztói kommunikációjában. A média által az élelmiszer eredetű járványokkal és vegyi szennyeződésekkel kapcsolatos tudósítások növelték a fogyasztói tudatosságot és az élelmiszer eredetű betegségek jobb diagnosztizálásához, több lakossági bejelentéshez vezettek. A hatóságoknak lehetőségük van online kommunikációs csatornákat használni a fogyasztók hatékonyabb bevonására, tájékoztatására, továbbá jól alkalmazható ez élelmiszerbiztonsági kérdésekkel kapcsolatos oktatására is. (Zach et al. 2012)

Az élelmiszerbiztonsággal kapcsolatos problémák négy fő területet foglalnak magukban

Mikrobiológiai biztonság: Az élelmiszer természeténél fogva biológiai eredetű. Ezáltal képes támogatni a mikrobák szaporodását, amelyek az élelmiszereredetű betegségek potenciális forrásai. A baktériumok felelősek az élelmiszer eredetű megbetegedések többségéért, tehát az élelmiszer eredetű fertőzésekkel összefüggő kórházi kezelések és halálesetek jellemzően bakteriális ágensek miatt következnek be. A betegségek az enyhe gastroenteritistől a neurológiai, máj- és vese-szindrómáig terjednek, amelyeket a betegséget okozó mikrobák bármelyik toxinja okoz. Az élelmiszereredetű bakteriális ágensek a súlyos és végzetes élelmiszereredetű betegségek vezető okozói. Az ételmérgezős megbetegedések több mint 90 %-át a *Staphylococcus*, *Salmonella*, *Clostridium*, *Campylobacter*, *Listeria*, *Vibrio*, *Bacillus* és

E. coli fajok okozzák. Az Egyesült Államokban és Franciaországban a 20. század utolsó évtizedében a *Salmonella* volt a leggyakoribb okozója a bakteriális, élelmiszereredetű betegségeknek, 5.000-10.000 megbetegedéssel, ezt követte a *Campylobacter* 2600-3500 esettel és a *Listeria* 300 esettel. (Fung et al. 2018)

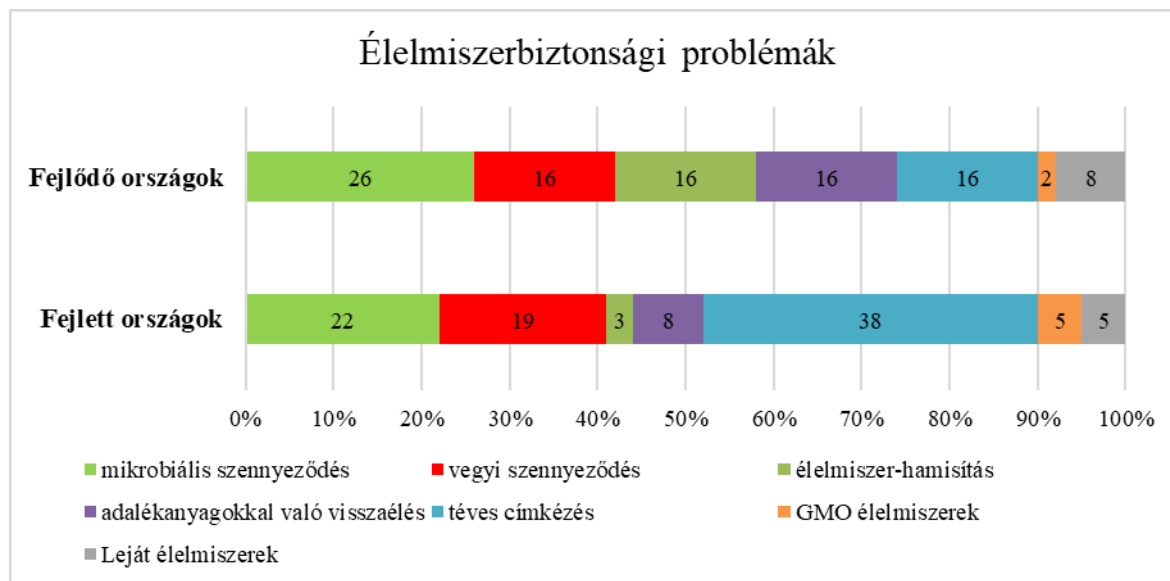
Kémiai biztonság: Az egészség szempontjából leginkább a természetben előforduló mérgező anyagok és a környezetszennyező anyagok jelentenek veszélyt. A természetben előforduló toxinok közé tartoznak a mikotoxinok, a tengeri biotoxinok, a cianogén glikozidok és a mérgező gombákban előforduló toxinok. Az olyan alapvető élelmiszerek, mint a kukorica vagy a gabonafélék, nagy mennyiségű mikotoxint, például aflatoxint és ochratoxint tartalmazhatnak, amelyeket a penészgomba termel a gabonán. A hosszú távú expozíció hatással lehet az immunrendszerre és a normál fejlődésre, vagy rákot is okozhat. A perzisztens szerves szennyező anyagok (POP) olyan vegyületek, amelyek felhalmozódnak a környezetben és az emberi szervezetben. Ismert példák a dioxinok és a poliklórozott bifenilek (PCB-k), amelyek az ipari folyamatok és a hulladékégetés nem kívánt melléktermékei. Világszerte megtalálhatók a környezetben, és felhalmozódnak az állati táplálékláncokban. A dioxinok rendkívül mérgezők, szaporodási és fejlődési problémákat okozhatnak, károsíthatják az immunrendszert, befolyásolhatják a hormonok működését és rákot okozhatnak. A nehézfémek, például az ólom, a kadmium és a higany neurológiai és vesekárosodást okoznak. Az élelmiszerekben lévő nehézfémekkel való szennyeződés főként a víz és a talaj szennyezése miatt következik be. Az élelmiszerekben előforduló egyéb kémiai veszélyek közé tartozhatnak az iparból, valamint a polgári vagy katonai nukleáris műveletekből a környezetbe kerülő radioaktív nukleotidok, élelmiszer-allergén, gyógyszermaradványok és egyéb szennyeződések, amelyek a folyamat során az élelmiszerbe kerülnek. Nem élelmiszeripari minőségű vegyi adalékanyagokat, például színezékeket és tartósítószereket, valamint szennyező anyagokat, például növényvédőszer-maradékokat is találnak az élelmiszerekben. Egyes élelmiszermintákban magasabb a nehézfémek, például ólom, kadmium, arzén, higany és réz szintje, mint az átlagos élelmiszermintákban, ami az edényekből való esetleges kimosódásra és a nem megfelelő élelmiszer-higiéniára utal. (Figler 2015)

Személyi higiénia: Az élelmiszer-kezelők és -készítők nem megfelelő személyes higiéniai gyakorlata jelentős kockázatot jelent az élelmiszerekre és a közegészségügyre nézve. Az olyan egyszerű tevékenységekkel, mint az alapos kézmosás és az alapvető személyi higiénia betartása, számos élelmiszer eredetű megbetegedés megelőzhető. (Figler 2015)

Környezeti higiénia: A nem megfelelő újrahasznosítási és hulladékártalmatlanító berendezések és létesítmények romlott és szennyezett élelmiszerek felhalmozódásához vezetnek. Ez megnövekedett kártevő- és rovarpopulációhoz vezet, ami az élelmiszerek szennyeződésének és megromlásának kockázatát hordozza magában. Az élelmiszerek feldolgozásának és elkészítésének helyén jelen lévő rossz egészségügyi feltételek hozzájárulnak az élelmiszerek rossz tárolásához és szállításához, valamint a nem higiénikus élelmiszerek értékesítéséhez. (Figler 2015)

Gizaw (2019) összefoglaló cikkében összehasonlítja a fejlett és fejlődő országok élelmiszerbiztonsági problémáit tudományos cikkek alapján (3. ábra). A fejlett országok élelmiszerbiztonsági problémáinak vizsgálata azt mutatja, hogy a hibás címkézés (38 %), a mikrobiális szennyeződés (22 %) és a vegyi szennyeződés (19 %) a leggyakoribb élelmiszerbiztonsági probléma. A fejlődő országok élelmiszerbiztonsági problémáinak összehasonlítása azt sugallja, hogy a mikrobiális szennyeződések (26 %), a vegyi szennyeződések (16 %), az élelmiszer-hamisítás (16 %), az adalékanyagokkal való visszaélés (16 %) és a téves címkézés (16%) a leggyakoribb élelmiszer-biztonsági problémák az élelmiszerpiacon. Összességében, mind a fejlődő, mind a fejlett országok esetében a mikrobiológiai és a vegyi eredetű szennyeződések jelentős élelmiszerbiztonsági problémát jelentenek. A mikrobiológiai eredetű szennyeződések esetében a tanulmányban ismertetett vizsgálatok különböző betegségeket okozó baktériumokat azonosítottak, elsősorban *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Shigella spp.*, *Enterobacter spp.*, *Proteus spp.*, *Citrobacter spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter spp.*, *Listeria spp.*, *Vibrio*, *Alklegens spp.*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas spp.*, *Clostridium perfringens*, *Arcobacter spp.* és *Enterococcus spp.* Ezenkívül különböző gombákat, is találtak például *Blastomyces*, *Fusarium spp.*, *Mucor spp.*, *Aspergillus niger*, *Fusarium avenaceum*, *Penicillium digitatum*, *Rhizopus stolonifer*, *Saccharomyces* fajok, *Fusarium solani*, *Aspergillus flavus*, *Saccharomyces spp.* Az egyes mikroorganizmusok esetében rezisztencia is kimutatható a különböző antimikrobiális szerekkel szemben, ami csökkenti a védekezés hatékonyságát. A vegyi eredetű szennyeződések közül a szerző kiemeli a nehézfémek (pl.: kadmium, nikkell, ólom, réz, cink, vas, higany, mangán), peszticid-maradványok (pl.: diklórfosz, dimetoát, paration-metil, pirimifosz-metil, paration), perzisztens szerves szennyezők (pl.: diklór-difenil-triklór-etán metabolitok, poliklórozott bifenilek, perfluor-oktánsav, endoszulfánok, aldrin), szerves vegyületek (pl.: patulin, kloroform, formalin, karbamid), illékony szerves vegyületek (pl.: etil-benzol, o-xilol és benzol),

szénhidrogének (pl.: benzo-[a]-pirén) és toluol) és más kémiai vegyületek (pl.: kalcium-karbid, cianid) szerepét, amelyek leggyakrabban problémát okoznak. (Gizaw 2019)



3. ábra Élelmiszerbiztonsági problémák összehasonlítása a fejlett és fejlődő országokban (forrás: Gizaw 2019 alapján szerkesztve)

Az élelmiszerbiztonság legfontosabb múltbéli eseményei közé tartoznak azok a kémiai, biológiai, személyi higiéniai és környezeti események, amelyek valamilyen formában jelentős embertömegeket érintettek. Történelmileg jól dokumentáltak az ipari szennyező anyagokkal szennyezett élelmiszerekkel kapcsolatos eseményeket. Japán, Irak, az Egyesült Államok és más nemzetek tapasztaltak meg olyan eseményeket, amelyek során emberek százai betegedtek meg vagy hunytak el. Az egyik leghírhedtebb a Minamata-betegség (metil-higany mérgezés), amelyet először 1956-ban fedeztek fel a Minamata-öböl környékén, Kumamoto prefektúrában, Japánban. A második tömeges megbetegedés 1965-ben történt az Agano folyó mentén, Niigata prefektúrában, Japánban. Ennek a betegségnek a tünetei a kisagyi ataxia, az érzékszervi zavarok, a látómező beszűkülése, valamint a hallás- és beszédzavarok voltak. Az érintett vegyi üzem által kibocsátott metil-higany halakban és kagylókban halmozódott fel, és fogyasztásukkor mérgezést okozott az emberi szervezetben. 1971 és 1972 között Irakban szintén higanymérgezés következett be. A melyet szerves higanyvegyületekkel csávázott importált gabona fogyasztása okozott. A szerves higany forrása a gabona magvakból származott, amelyeket az ültetés előtt gombaölő szerekkel kezeltek, elsősorban a magból vagy a talajból származó gombák által okozott fertőzések megfékezésére. Azok a betegek, akik fogyasztották ezeket a magvakat, remegést, zavartságot, hallucinációt, téveszmét és görcsrohamokat észleltek. Szintén fémekhez köthető az Itai-Itai kór. Japánban 1960 előtt a helyi

lakosság a Jinzu folyó medencéjében egy olyan betegségben szenvedett, amelyet itai-itai-nak neveztek. A megbetegedések oka, hogy a környék lakói magas kadmiummal szennyezett rizst fogyasztottak. Egy 1961-es vizsgálat megállapította, hogy egy bányavállalat okozta a kadmiumszennyezést, és hogy a leginkább érintett területek a bányától 30 km-re lejjebb helyezkedtek el. Japán Egészségügyi Minisztériuma csak 1968-ban adott ki hivatalos nyilatkozatot arról, hogy az itai-itai betegség tüneteit valójában a kadmiummérgezés okozza. (Takács 2017)

1968-ban a poliklórozott bifenilek (PCB) által okozott tömeges mérgezése történt Japán északi részén, Kyushuban, ahol a rizsolajat a feldolgozás során hőre lebomlott PCB-kkel szennyezték. Az itt élők a betegek egy bőrbetegségben, a klórakne nevű betegségben szenvedtek. Ezenkívül leírták a PCB-k májra, a szaporodási és az endokrin szervrendszerre való hatását, továbbá rákkeltő hatását is. Hasonló élelmiszer-szennyezési események 1979 körül Tajvanon is előfordultak. Felfedezték, hogy PCB-vel és dibenzofuránokkal (PCDF) szennyezett étolajat árultak a lakosságnak. A szennyezett olaj mennyisége és az olaj feldolgozása, csomagolása, címkézése, forgalmazása, értékesítése és felhasználása olyan kiterjedt volt, hogy körülbelül 2000 ember fogyasztott szennyezett étkezési olajat. A PCB-knek és PCDF-eknek való kitettség még 3 évtizeddel később is növelheti a halálozási mintát a lakosságban. 1989-ben az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hivatala (US FDA) megtiltotta azon kereskedők tevékenységét azon, akik nem takarmányozási célú olajokat (pl.: hulladék ipari olaj) vásároltak és árultak, és állati takarmányozásra alkalmas címkével látták el. Az egyik ilyen eset az emberi táplálékként forgalmazott pulykákban talált PCB-maradványokból alakult ki. A hatóság vizsgálata során a PCB-eket egy vegyi üzem ülepítő tavából származó fáradt olajokhoz vezették vissza, amelyeket állati takarmányozásra nem alkalmas ipari hulladéknak jelöltek. A PCB-k a zsírszövetben és a májban halmozódnak fel, kiürülésük lassú. Az emlősök esetében a magzatba is képesek eljutni. A fejlett országok esetében a PCB-k 90-95 %-a az élelmiszerek útján kerül az emberek szervezetébe. (Horváth 2018)

A 21. században az élelmiszer-biztonsági kérdések továbbra is kiemelt fontosságúak. A helyi járványok nemzetközi vészhelyzetekké válhatnak a termékelosztás sebessége és választéka miatt. Súlyos élelmiszereredetű betegségek kitörés minden kontinensen előfordulhat. Kínában a 2008-as anyatej-helyettesítő tápszer melaminnal való szennyeződése 300.000 csecsemőt és kisgyermeket érintett, 51.900-an kerültek kórházba, és közülük 6 fő meghalt. A vesekárosodás mellett olyan szövődmények is felmerültek, mint a daganatképződés vagy fejlődési rendellenességek. 2011-ben az enteropatogén *Escherichia coli* által okozott fertőzések okoztak

pánikot Európában. A járvány németországi kitörése szennyezett csírákhoz kapcsolódott, az eset nemzetközi jellegét mutatja, hogy Európa és Észak-Amerika 8 országából jelentettek eseteket, amelyek összesen 53 halálesethez vezettek. A 2011-es németországi *E. coli* járvány 1,3 milliárd USD veszteséget okozott a gazdálkodóknak és az iparnak, és 236 millió USD sürgősségi segélykifizetést jelentett az Európai Unió 22 tagállamának. A nem biztonságos élelmiszerek globális egészségügyi veszélyt jelentenek. A fiatalok, az idősek és a betegek különösen kiszolgáltatottak. Ha a megfelelő élelmiszerellátás nem biztosított, a lakosság kevésbé egészséges táplálkozásra tér át, és több nem biztonságos élelmiszert fogyaszt. Ezáltal a kémiai, mikrobiológiai és egyéb veszélyek egészségügyi kockázatot jelentenek, ami viszont magasabb egészségügyi kiadásokat jelenthet. Az ismétlődő élelmiszer-szennyeződési események fényében a 21. században az élelmiszerbiztonságnak a táplálkozási profil javításán, az összetevők átláthatóságán és az egészségtelen élelmiszerekre vonatkozó szabályozáson túlmenően magában kell foglalnia az élelmiszerek rendszeres ellenőrzését és felügyeletét. Csak ezáltal előzhető meg az élelmiszer eredetű betegségek. (Dudeja et al. 2016)

A globális élelmiszerszektor egy olyan környezetben működik, ahol az élelmiszerekkel kapcsolatos politikák, szabványok, szabályozások, iránymutatások, oktatás és tanácsadás, beleértve az élelmiszerbiztonsággal kapcsolatosakat is, folyamatosan fejlesztik vagy frissítik. Az ilyen fejlesztések vagy összhangban állnak az élelmiszerláncok hatékonyságának és eredményességének növelésével, és támogathatják azt, vagy összetettebbé és zavarosabbá teszik a rendszert abban az esetben, ha nincsenek globálisan harmonizálva. Ilyen esetekben a fogyasztók nem kapnak jobb tájékoztatást az élelmiszerekkel kapcsolatban. Az élelmiszerek iránti globális kereslet és az élelmiszerek nemzetközi kereskedelmének a következő néhány évtizedben várható megduplázódását tekintik a legjelentősebb tényezőnek, amely várhatóan növeli az élelmiszereredetű betegségek kockázatát. Az élelmiszerek mennyiségének növekedésén túl a globális élelmiszerbiztonságra nézve kihívást jelentenek a következő tényezők (King et al. 2017):

- éghajlatváltozás
- új kórokozók és toxikus anyagok megjelenése
- veszélyeztetett (immunhiányos és idősödő) emberek növekvő populációját
- emberi fogyasztás megváltozott szokásai (friss és minimálisan feldolgozott élelmiszereket előnyben részesítése)
- új technológiák a csomagoló és feldolgozó iparban
- élelmiszer ellátási lánc bonyolultsági fokának növekedése

2.3. A szabályozási környezet bemutatása

Az élelmiszerbiztonság hatósági felügyeletének kezdetei az ókori kultúrákhoz nyúlnak vissza. Az élelmiszerbiztonság kérdésköre, az élelmiszerek ellenőrzésének fontossága és az egyeséges szabályozási környezet kialakítására való igény már az 1900-as évek közepétől megjelent. A ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete 1945-ös megalakulásakor célul tűzte ki az egységes élelmiszerbiztonsági követelményrendszer kidolgozását. A megelőző megközelítéseken alapuló rendszerek, mint például a HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) 1960-as bevezetése nagyobb felelősségvállalást eredményezett az élelmiszerbiztonsággal kapcsolatos kockázati tényezők kezelésében. Az élelmiszerbiztonság szisztematikus megelőző megközelítése, a fizikai, kémiai és biológiai veszélyeket a megelőzés eszközeként kezeli. A késztermékek ellenőrzését a rendszer azonban nem foglalja magában. A HACCP-t az élelmiszeriparban jelenleg is használják a lehetséges élelmiszer-biztonsági veszélyek azonosítására, így kulcsfontosságú intézkedéseket lehet tenni a veszélyek kockázatának csökkentése vagy megszüntetése érdekében. A Codex Alimentarius Bizottság (CAC) egy kormányközi testület, amelyet az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) és az Egészségügyi Világszervezet (WHO) hozott létre 1963-ban, az élelmiszer-szabványok nemzetközi szinten történő koordinálása érdekében. Fő célja a fogyasztók egészségének védelme és a tisztességes gyakorlatok biztosítása az élelmiszer-kereskedelemben. A CAC sikeresen valósította meg az élelmiszer-minőségi és -biztonsági követelmények nemzetközi harmonizációját. A CAC munkájában 187 ország vesz részt, és a CAC szabványai viszonyítási alapként szolgálnak a nemzeti egészségügyi és növény-egészségügyi intézkedések összehasonlításához. CAC-nak 26 szakbizottsága és munkabizottsága van, a munkában az EU képviselői is részt vesznek. Bár a tagállamok számára nem kötelező a szabványok alkalmazása, azok referenciaként szolgálnak a vitás esetek eldöntésére. A tagállamoknak érdekük, hogy nemzeti élelmiszer-szabványaikat harmonizálják a CAC által kidolgozott szabványokkal. Ezen túlmenően a Kereskedelmi Világszervezet megalakulásával 1995. január 1-jén hatályba lépett az egészségügyi és növény-egészségügyi intézkedések alkalmazásáról szóló megállapodás, amely az élelmiszer-biztonsági, valamint az állat- és növény-egészségügyi előírások alkalmazására vonatkozik. A Technikai Kereskedelmi Akadályokról (TBT) szóló megállapodás előírja, hogy a hagyományos minőségi tényezőkre, csomagolásra, címkézésre vonatkozó, országok által előírt műszaki előírások nem korlátozzák az importált termékeket, a belföldön előállított termékekkel szemben. Mindkét megállapodás

irányadó a nemzeti szintű élelmiszerbiztonsági intézkedésekre vonatkozó követelmények és az élelmiszerek nemzetközi kereskedelmére vonatkozó szabályok megalkotásában. (Popp et al. 2006)

Az Európai Unió (EU) élelmiszerpolitikája olyan magas szintű élelmiszerbiztonsági szabványokon alapul, amelyek védik a fogyasztók egészségét és elősegítik az európai egységes piac zavartalan működését. Az élelmiszer-biztonsági intézkedések a Közösség kezdete óta az európai jogszabályok részét képezik. Napjainkban az Európai Unió alkalmazza az egyik legmagasabb élelmiszer-biztonsági szabványt a világon. Az EU élelmiszer-biztonsági politikáját az élelmiszer-ellátási láncra alkalmazzák, biztosítva az állatok és növények egészségét, valamint az állatok és növények szennyeződésének elkerülését, elősegítve a helyes higiéniai gyakorlatot a termelőtől a végső fogyasztóig. Ugyanakkor lehetővé teszik az élelmiszeripar számára, hogy egy Európa legnagyobb feldolgozóipari ágazata legyen. Az 1990-es évek végén számos esemény veszélyeztette az élelmiszerbiztonságot, például a Creutzfeldt-Jacob-kór, a szarvasmarhák szivacsos agyvelőgyulladás (BSE), továbbá a magas dioxintartalom olyan termékekben, mint a tojás, csirke és sertéshús (a szennyezett takarmány használata miatt). Ezek az események rávilágítottak arra, hogy figyelmet kell fordítani a késztermékekre és az élelmiszerlánc minden szakaszára, például az egészséges takarmány használatára. Az EU élelmiszerjogának általános elveiről szóló 1997-es Zöld Könyv (COM (1997)) hat alapvető célt fogalmazott meg. Ezek között szerepelt az élelmiszertörvény egyszerűsítése, a szabad piac fejlesztése és fogyasztók magas szintű védelmének biztosítása. Az élelmiszerbiztonságról szóló Fehér Könyv (Food Safety (COM (1999) 719) néven ismert intézkedést 2000-ben fogadták el. Célja, hogy felvázolják az EU-országok élelmiszerbiztonságának biztosításához, a meglévő élelmiszerjog kiegészítéséhez és korszerűsítéséhez, valamint a fogyasztók számára nagyobb átláthatósághoz szükséges intézkedések teljes körét. Ezen belül a Bizottság olyan intézkedéscsomagot javasolt, amely lehetővé teszi az élelmiszerbiztonság globális és integrált megközelítésű megszervezését. Az Élelmiszerbiztonsági Fehér Könyv egy autonóm Európai Élelmiszerügyi Hatóság létrehozását javasolta, amely az élelmiszerbiztonsággal kapcsolatos valamennyi vonatkozásban független tudományos vélemények kidolgozásáért felel. A Fehér Könyv továbbfejlesztett jogi keret jelentett, amely lefedi az élelmiszerekkel kapcsolatos minden szempontot, a „farmtól az asztalig” megközelítést alkalmazza, nemzeti szinten összehangoltabb ellenőrzési rendszerek kialakítását javasolja és párbeszédet a fogyasztókkal és más érdekelt felekkel. (Uzonyi 2020, Országgyűlés Hivatala 2021, Popp et al. 2006)

Ezen túlmenően a Fehér Könyv segítségével az EU megfogalmazta azokat az általános elveket, amelyek köré hatékony európai szintű élelmiszer-biztonsági politika építhető fel. Ezek az elvek a következők (Popp et al. 2006):

- Globális, integrált stratégia, amely a teljes élelmiszerláncra vonatkozik („farmtól az asztalig”)
- Az élelmiszerláncban érintett valamennyi fél (takarmány-előállítók, mezőgazdasági és élelmiszeripari vállalkozók, tagállamok, Bizottság, fogyasztók) szerepének egyértelmű meghatározása.
- Az embereknek és állatoknak szánt takarmányok és összetevőik nyomon követhetősége
- Az élelmiszerpolitika koherenciája, eredményessége és dinamizmusa
- Kockázatelemzés (beleértve a kockázatértékelést, -kezelést és kommunikációt)
- Az elővigyázatosság elvének alkalmazása a kockázatkezelésben
- A tudományos kutatások eredményeinek függetlensége és átláthatósága

2002-ben az Európai Parlament és a Tanács elfogadta az általános élelmiszerjogi rendeletként ismert 178/2002/EK rendeletet (Élelmiszertörvény), amely az EU élelmiszer- és takarmány szabályozásának alapját képezi. A rendelet azóta több módosításon ment keresztül. Az uniós élelmiszerjog biztosítja az élelmiszer-biztonságot az élelmiszerlánc minden szakaszában, figyelembe véve az állati takarmányokat és a környezet egészségét is. Továbbá biztosítja és megkönnyíti az élelmiszer-kereskedelmet, valamint az élelmiszerek és takarmányok szabad mozgását az EU-n belül és harmadik országokba egyaránt. Ez a rendelet létrehozta az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóságot (EFSA), amely tudományos tanácsokkal látja el a döntéshozókat. Ekkor került létrehozásra az élelmiszerekre és takarmányokra vonatkozó sürgősségi riasztórendszer (RASFF) az élelmiszer-ellátási láncon belüli gyors válság- és vészhelyzet-kezelés érdekében. (Simonné Sarkadi 2019)

Az élelmiszerjog alapelvei a következők (Popp et al. 2006):

- kockázatelemzés elve: kockázatértékelésen (EFSA), kockázatkezelésen (Európai Bizottság, Európai Parlament és EU-tagállamok) és kockázatkommunikáción alapul
- elővigyázatosság elve: amely szerint elővigyázatossági kockázatkezelési és védőintézkedéseket kell tenni, ha a fogyasztók egészségére gyakorolt káros hatások lehetőségét a kockázat teljes tudományos bizonyítása előtt azonosítják

- fogyasztói érdekek védelmének elve: amely alapot biztosít a fogyasztók számára a tájékozott döntések meghozatalához, valamint a rossz gyakorlatok, az élelmiszerek hamisításának és bármely más, fogyasztókat félrevezető gyakorlatnak a megelőzéséhez
- átláthatóság elve: amely a hatóságoknak tájékoztatniuk kell a fogyasztókat, ha alapos okkal feltételezhető, hogy egy élelmiszer vagy takarmány kockázatot jelenthet az emberi vagy állati egészségre

Az általános élelmiszerjogi rendelet azt is megállapította, hogy maguk a piaci szereplők felelősek az élelmiszer-biztonságért, és a tagállamoknak biztosítaniuk kell, hogy a jogszabályokat a teljes élelmiszerláncban alkalmazzák. Ennek biztosítása érdekében a tagállamok kötelesek fenntartani a 882/2004/EK rendelettel létrehozott hatósági ellenőrzési rendszert, amely kiterjed az importált élelmiszerekre is. Az élelmiszer-ipari vállalkozóknak olyan rendszereken keresztül kell alkalmazniuk a termékek nyomon követését, amelyek azonosítani tudják az élelmiszerek, takarmányok vagy élelmiszerekkel kapcsolatos anyagok szállítóját. Ez lehetővé teszi az emberi egészséget veszélyeztető termékek azonosítását és esetleges visszahívását. Ezenkívül létrehozták a Kereskedelmi Ellenőrző és Szakértői Rendszert (TRACES), amely rögzíti az állatok, növények, élelmiszerek és takarmányok EU-n belüli és kívüli mozgását. Ezenkívül a 853/2004/EK rendelet (amelyet a 2017/625/EU rendelet váltott fel) és a „higiéniai csomagként” ismert 852/2004/EK rendelet harmonizálta az élelmiszerekre vonatkozó higiéniai követelményeket HACCP rendszerrel, amelyek így az élelmiszerlánc egészére vonatkoznak. (Országgyűlés Hivatala 2021)

A globalizáció e korszakában az emberek, állatok és a környezet konvergenciája olyan új dinamikát hozott létre, amelyben az élelmiszer-biztonság szorosan kapcsolódik az állat- és növényegészségüghöz. Ezért különösen a zoonózisos betegségek és az élelmiszer-szennyező anyagok esetében olyan ellenőrzési stratégiákat kell elfogadni, amelyek nem kizárólag az emberi egészséget érintő kockázaton alapulnak, hanem inkább e kockázatok megelőzését célozzák az állategészségügy és az elsődleges termelési környezet egészségének integrált megközelítésén keresztül. A horizontális jogszabályokon kívül, amelyek minden élelmiszert érintenek, bizonyos területekre külön vertikális rendeletek vagy irányelvek vonatkoznak. Az EU élelmiszerbiztonsági politikája és fellépése a védelem három fő, egymással összefüggő területére összpontosul (Van der Meulen 2013):

- élelmiszerek: amelyek magukban foglalják a kémiai biztonságról és a szennyező anyagokról, a biológiai biztonságról és az élelmiszer-higiénjáról, a címkézéstről és a

táplálkozásról, az élelmiszer-javító szerekről, az új élelmiszerekről és állati takarmányokról szóló jogszabályokat

- állategészségügy: amely magában foglalja az EU állat-egészségügyi törvényét, valamint a zoonózisokról és zoonózis-kórokozókról, a gyógyszeres takarmányról, az állatbetegségekről, az állatjólétről, a kereskedelemről és az importról szóló jogszabályokat
- növényegészségügy: amely magában foglalja a géntechnológiával módosított szervezetekre – GMO-kra, peszticidekre és műtrágyákra, növényi kártevők elleni védelemre, az agrár-élelmiszerlánc szabályainak való megfelelést biztosító hatósági ellenőrzések információkezelési rendszerére, a növényegészségügyre és a biológiai biztonságra vonatkozó jogszabályokat

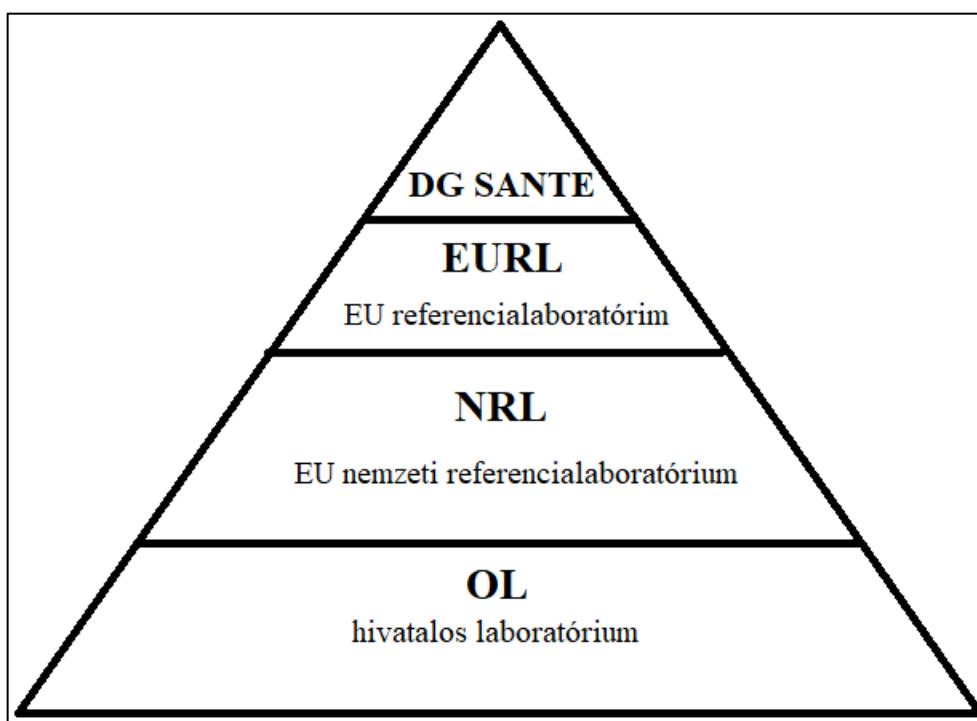
Az élelmiszerbiztonsági stratégiák kidolgozása érdekében a Kereskedelmi Világszervezet és a Codex Alimentarius Bizottság a megfelelő védelmi szint és az élelmiszerbiztonsági célkitűzés alkalmazását javasolta. A megfelelő védelmi szint (ALOP, más néven ALR: Acceptable Level of Risk) az a védelmi szint, amelyet az egyes országok elfogadhatónak tartanak az emberi, állati vagy növényi egészség védelme érdekében. Az élelmiszer-biztonsági szakemberek az ALR helyett gyakran a Tolerable Level of Risk (TLR) definíciót használják, amely a társadalom által elviselhető kockázatot jelenti a mindennapi élet egyéb jelentős kockázataihoz képest. A TLR-eket a közegészségügyi hatás, a technológiai megvalósíthatóság és a gazdasági vonatkozások alapján állapítják meg. A TLR-ek szorosan kapcsolódnak társadalmi és helyi tényezőkhöz, bár tudományos alapon kell kialakítani őket. Az ALR-ek és a TLR-ek a mortalitás vagy a megbetegedések vonatkozásában a 100.000 emberen előforduló konkrét élelmiszer-veszély által okozott esetek száma/év számában jelölhetők meg. Tulajdonképpen ezek az értékek ésszerű becslésnek tekinthetők a rendelkezésre álló adatok, pl. kitörési vizsgálatok, bejelentések, felügyeleti tanulmányok alapján. Az élelmiszer által okozott betegségek valódi előfordulási gyakorisága azonban nem ismert, és a populáció jellemzőitől függően nagyon eltérő lehet. Az élelmiszerbiztonság ALR-ben vagy TLR-ben való kifejezése nem ad útmutatást a problémák megoldáshoz, ami kiemelten fontos a termelők, a forgalmazók és az ellenőrző hatóságok számára. A gyártási és forgalmazási környezet kockázati szintjének csökkentése érdekében gyakorlati ellenőrzési intézkedések bevezetésével az élelmiszerbiztonsági célkitűzések (FSO: Food Safety Objective) megalkotását javasolták. Ezek a célkitűzések bármilyen élelmiszer-veszélyre (például allergének, rákkeltő anyagok, antibiotikum-maradékok stb.) javasolhatók, alkalmazásuk különösen hasznos mikrobiológiai veszélyek

esetén. A mikrobiológiai célkitűzés úgy definiálható, mint a mikrobiális veszély maximális gyakorisága és/vagy koncentrációja az élelmiszerben a fogyasztás pillanatában, amely biztosítja a megfelelő szintű egészségvédelmet. Így az élelmiszerbiztonsági célkitűzés a TLR-t olyan paraméterekké alakítja, amelyeket a gyártók és a forgalmazók könnyen megértenek és szabályozhatnak. A fogyasztás pillanatában garantálandó cél meghatározása volt az alapja a fontos jogi alkalmazásoknak, pl. az Európai Unió élelmiszerek mikrobiológiai kritériumairól szóló 2073/2005/EK rendeletének. Az élelmiszerbiztonsági hatóságok (pl.: EFSA) jelentős szerepet játszhatnak az élelmiszerbiztonsági célkitűzések kialakításában. (Paparella 2020)

2.4. Hatósági ellenőrzési rendszer

A múlt század végén az Európai Uniónak számos, az élelmezésbiztonsággal kapcsolatos válsággal és botrányal kellett szembenéznie. Ezek az események komoly veszélybe sodorták a közegészségügyet és a fogyasztói érdekeket, és erős hatást gyakoroltak az élelmiszerbiztonsági politikára az Európai Unióban, amelyet az ilyen helyzetekre adott közvetlen válaszként megerősítettek. Ez a rendszer, amelynek csúcspontja az úgynevezett higiéniai csomag létrehozása volt. A higiéniai csomag tartalmazza a takarmány- és élelmiszerjog, valamint az állat-egészségügyi és állatjóléti szabályok betartásának igazolására irányuló hatósági ellenőrzésekről szóló 882/2004/EK rendeletet, amely uniós referencialaboratóriumokat (EURL) hozott létre. Ezek a laborok felelősek a Bizottságnak nyújtott tudományos és technikai segítségnyújtásért, valamint az egyes tagállamok nemzeti referencialaboratóriumaival (NRL-ekkel) való együttműködésért. Hasonlóképpen, az NRL-ek koordinálják és támogatják a takarmányok és élelmiszerek nemzeti szintű elemzéséért felelős hivatalos laboratóriumokat (OL-ok). Valójában a 882/2004/EK rendeletet létrehozta azt a piramist, amely az EU-ban az élelmiszerekkel és takarmányokkal kapcsolatos ellenőrzéseket szabályozza (4. ábra). Az EURL ennek a piramisnak a csúcsa, az NRL-ek a közepén és az OL-ek az alján helyezkednek el. Az NRL-ek a kapcsolattartó pontot jelentik a tagállamokban hatósági ellenőrzéseket végzők és azok között, akik biztosítják az analitikai módszerek EU-n belüli harmonizációját. A 882/2004/EK rendeletet a 2017/625 rendelet módosította. Az új jogszabály ellenére sem az élelmiszerbiztonsági tevékenységet folytató laboratóriumok követelményei, sem feladatai nem változtak lényegesen. A rendelet alapján az EURL-t kell kijelölni minden olyan területen, ahol a hatósági ellenőrzések a módszerek és eredmények minőségétől, egységességétől és megbízhatóságától függenek, vagy ahol elő kell segíteni az analitikai módszerek kidolgozására és használatára vonatkozó közös gyakorlatok

harmonizációját. Ezeket a laboratóriumokat az EN ISO/IEC 17025 szabvány szerint kell akkreditálni, amely egy nemzetközi szabvány. Ez lehetővé teszi a vizsgálólaboratóriumok számára, hogy bizonyítsák kompetenciájukat és megbízható eredmények előállítására való képességüket. A szabvány hozzájárul a hivatalos laboratóriumok által használt analitikai módszerek javításához és harmonizálásához, hogy az EU-n belül összehasonlítható eredményeket lehessen elérni. A nemzeti referencialaboratóriumokat különösen az analitikai módszerekre vonatkozó részletekkel és referenciaanyagok nyújtásával segítik, a vizsgálatok szervezése a laboratóriumok teljesítményének nyomon követése érdekében. Az EURL-ek tudományos és technikai segítséget is nyújtanak az Európai Bizottságnak, és együttműködnek az európai és nemzetközi ügynökségekkel (pl. EFSA, EMA, ECDC). (Godefroy 2021)



4. ábra Európai Unió élelmiszer-ellenőrzési hálózat: Európai Unió Bizottsága Egészségügyi és Élelmiszerbiztonsági Főigazgatósága (DG SANTE), a laboratóriumok hálózatát az EU referencialaboratóriumai (EURL), az EU nemzeti referencialaboratóriumai (NRL) és a hivatalos laboratóriumok (OL) alkotják. (forrás: Godefroy 2021 alapján szerkesztve)

Az EURL-eket három nagy csoportra osztják (állategészségügy, élelmiszer, takarmány), és jelenleg 26 laboratóriumot jelöltek ki az élelmiszer- és takarmányellenőrzés részeként. Nemzeti szinten minden tagállam minden EURL számára kijelöl egy vagy több nemzeti referencialaboratóriumot. Az EURL-nak az információkat teljes egészében jelentésben kell benyújtani az EFSA-nak, majd az Európai Bizottságnak. Az EURL által készített analitikai értékelő jelentés szerves részét képezi az EFSA átfogó értékelési rendszerének. Az NRL-ek

együttműködnek az EURL-ekkel, és részt vesznek képzéseiken és vizsgálataikban. Az NRL koordinálja az OL-k tevékenységét. Az NRL továbbítja az EURL-ektől származó információkat az illetékes hatóságoknak és az OL-oknak, tudományos és technikai segítséget nyújt tagállama illetékes hatóságainak. Az NRL képzéseket szervez az OL-k személyzete számára, különleges vészhelyzetek esetén segíti a tagállamokat. Az OL-okat az egyes tagállamok illetékes hatóságai jelölik ki, azon túlmenően, hogy illetékesek azon a területen, amelyen kinevezték őket, ISO 17025 szabvány szerinti akkreditációval is rendelkezniük kell, megfelelő személyzettel és felszereléssel a feladataik ellátásához. A laboratóriumoknak tájékoztatniuk kell az illetékes hatóságokat, ha a hatósági ellenőrzések vagy más hatósági tevékenységek során vett minták analitikai eredményei, teszthei vagy diagnózisai emberi egészségre vonatkozó kockázatot vagy az egyes előírásoknak való meg nem felelést tárnak fel. Kötelesek az illetékes hatóság rendelkezésére bocsátani a hatósági ellenőrzési adatok előállításának módjára vonatkozó összes információt. Végül az egész hálózatnak biztosítani kell, hogy a hatósági ellenőrzések és egyéb hatósági tevékenységek olyan módszereken alapuljanak, amelyek megfelelnek a legfejlettebb tudományos szabványoknak, megbízható és összehasonlítható eredményeket biztosítanak az EU-ban. A laboratóriumok közötti szinergia célja az is, hogy a hatósági laboratóriumok által alkalmazott módszerek, valamint az eredmények minősége és egységessége folyamatosan javuljon, bizonyos dinamizmust adva az egész rendszernek. (Godefroy 2021)

2.5. Növényvédőszer-maradékok

A mezőgazdasági termények, köztük a gabona értékét nagyban befolyásolja annak minősége. A minőséget számos paraméter segítségével lehet értékelni, az egyik ilyen a gabona tisztasága, amely az idegen anyagok vagy nem azonos komponensek jelenlétére és nagyságára vonatkozik egy tételben. Ide sorolhatók a különböző szennyező anyagok, szennyeződések, maradványok, fertőzések. A szennyező anyagok rontják az élelmiszer minőségét és negatív élettani hatást gyakorolhatnak a fogyasztókra. A vegyi anyagokat a lakosság a mezőgazdaságból származó élelmiszer-szennyezés és környezetszennyezés elsődleges okának tekinti. A hatékony és környezetkímélő szántóföldi növénytermesztés megköveteli a növényvédő szerek (gombaölők, gyomirtó szerek és rovarölők) megfelelő használatát. (Jolánkai et al. 2006)

Az élelmiszerbiztonságot számos szennyező anyag, vagyis olyan anyag ronthatja, amelyeket nem szándékosan adnak az élelmiszerekhez, hanem az élelmiszer-ellátási lánc különböző szakaszaiból származnak, vagy környezetszennyezés eredményeként kerülnek bele. Az

élelmiszerek véletlenszerű szennyeződése három fő kategóriába sorolható: biológiai (baktériumok, gombák vagy más káros mikroorganizmusok szennyezik az élelmiszert), kémiai (az élelmiszerekben előforduló nemkívánatos vegyi anyagok, növényvédőszer-maradékok, környezetszennyező anyagok, mérgező elemek) és fizikai (radionuklidok). A Codex Alimentarius Bizottság, a FAO élelmiszerekben és a környezetben előforduló növényvédőszer-maradványokkal foglalkozó szakértői testülete, valamint WHO peszticid-szermaradványokat vizsgáló központi csoportja számos alkalommal megkísérelte megállapítani, felülvizsgálni és harmonizálni a növényvédőszer-maradványokra vonatkozó határértékeket. Ennek ellenére a határértékek globálisan továbbra is széles skálán mozoghatnak. A fejlett országokban szigorúbb szabályozások vannak érvényben, mint a fejlődő országokban. A fejlődő országokban sok esetben hiányzik a szakértelem, az elkötelezettség, az erőforrások és a felkészültség a növényvédőszer-maradékokra vonatkozó jogszabályok betartására, ez pedig számos problémát okoz a nemzetközi élelmiszer-kereskedelem területén. Az Uniós szabályok biztosítják, hogy az élelmiszerben lévő szennyezőanyag szintje alacsonyabb legyen, mint az emberi egészséget veszélyeztető szint, így biztosítva az élelmiszerek biztonságos fogyasztását. A 1881/2006 EK rendelet meghatározza az élelmiszerekben a megengedett legnagyobb mennyiséget a fő szennyező anyagokra vonatkozóan. (Nerin et al. 2016) Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) szerint Európában a gyümölcs- és zöldségfogyasztás a fogyasztói étrend 25-30 %-át teszi ki. A gyümölcsök és zöldségek jó forrásai a vitaminoknak, ásványi anyagoknak, rostoknak és antioxidánsoknak. Ezek a termékek tápanyagértékük mellett mérgező anyagok, azaz növényvédőszer-maradványok forrásai is lehetnek. Mivel a gyümölcsöket és zöldségeket közvetett módon növényvédő szerekkel kezelik, és főként feldolgozatlanul fogyasztják őket. Ezért ezek jelentik az emberi növényvédőszer-maradvány-bevitel fő forrását. Az élelmiszerekben található peszticid-maradványok miatti mérgező anyagok emberi bevitel jóval magasabb lehet, mint a vízfogyasztás és a levegő belélegzése során keletkező expozíció. Kiemelten fontos az élelmiszerekben található ilyen szennyeződések monitorozása és annak felmérése, hogy jelentenek-e kockázatot az emberi egészségre nézve. (Szpyrka et al. 2015)

A fenntartható mezőgazdaság egyik alapelve a termékek biztonságos előállítása és a vásárlók egészséges élelmiszerekkel való ellátása. Emiatt jelentő hangsúly helyeződik termelésben használt vegyszerekre, ezért szükséges pontosan nyomon követni a növényvédőszer-maradványok útját. (Szentpétery et al. 2005)

Számos peszticid mérgező és súlyos egészségügyi hatásokat okozhat, ha nem megfelelően használják őket. A peszticidekhez sorolhatók többek között a következő szerek: gyomirtó szerek, fungicidek, rovarölők, akaricidek, nematocidek, puhatestű ölők, növekedésszabályozók, riasztószerek, rágcsálóirtó szerek és biocidek. Az EU/EGT számos szabályozással rendelkezik ezen a területen, mind a peszticidek használatára, mind az élelmiszerekben található maximális szermaradványértékekre vonatkozóan. A növényvédőszer maradékok a növényvédő szerek használatán vagy élelmiszeripari termékeken történő használatából származnak, potenciálisan közegészségügyi kockázatot jelenthetnek. Emiatt az Európai Unióban olyan átfogó jogszabályi keretet alakítottak ki, amely meghatározza a növényvédő szerekben használt hatóanyagok, azok felhasználásának és élelmiszerekben található maradékanyagainak engedélyezési szabályait. A fogyasztóvédelem magas szintjének biztosítása érdekében a 396/2005/EK rendelet jogszabályi határértékeket vagy úgynevezett „maximális szermaradványértékeket” (MRL) állapít meg. Az EU-ban harmonizált MRL-t több mint 1300 peszticidre határoztak meg, amelyek 378 élelmiszertermékre/élelmiszercsoportra vonatkoznak. A 0,01 mg/kg-os alapértelmezett MRL e peszticidek közül közel 690-re vonatkozik, amelyek nem szerepelnek kifejezetten az MRL-jogszabályokban. A rendelet kötelezi a tagállamokat, hogy végezzenek ellenőrzéseket annak biztosítására, hogy a forgalomba hozott élelmiszerek megfeleljenek a jogszabályi határértékeknek. A rendelet uniós és nemzeti ellenőrzési programokat egyaránt létrehozott (EFSA 2022):

EU-koordinált ellenőrzési program: Ez a program meghatározza azokat az élelmiszer- és növényvédő szereket, amelyeket minden tagállamnak ellenőriznie kell.

Nemzeti ellenőrzési programok: A 396/2005/EK rendelet 30. cikke alapján tagállamok általában meghatározzák a nemzeti ellenőrzési programok hatályát, és bizonyos termékekre összpontosítanak, amelyek várhatóan a törvényes határértékeket meghaladó koncentrációban tartalmazzák szermaradékokat, vagy olyan termékekre, amelyek nagyobb valószínűséggel jelentenek kockázatot a fogyasztók biztonságára nézve. A 396/2005/EK rendelet 31. cikke értelmében a tagállamoknak minden év augusztus 31-ig meg kell osztaniuk a hatósági ellenőrzések eredményeit és egyéb vonatkozó információkat az Európai Bizottsággal, az EFSA-val és a többi tagállammal.

Az EFSA felelős a peszticid-szermaradványokról szóló éves jelentés elkészítéséért, az adatok elemzéséért, tekintettel az EU-ban elérhető élelmiszerek MRL-nek való megfelelésére, valamint az európai fogyasztók növényvédőszer-maradékoknak való kitettségére. Ezen

túlmenően ezen megállapítások alapján az EFSA ajánlásokat fogalmaz meg a jövőbeli ellenőrzési programokhoz. A 2006/125/EK és a 2006/141/EK irányelv meghatározott MRL-eket határoz meg a csecsemőknek és kisgyermekeknek szánt élelmiszerekre vonatkozóan. Az elővigyázatosság elvét követve az ilyen típusú élelmiszerek törvényi határértékét alacsony szinten határozták meg. Általánosságban az alapértelmezett 0,01 mg/kg MRL alkalmazandó, kivéve, ha ezek az irányelvek alacsonyabb törvényi határértékeket határoznak meg a szermaradványszintekre. Az ökológiai gazdálkodásból származó termékekre nem határoznak meg konkrét MRL-eket. A 396/2005/EK rendeletben meghatározott MRL-ek egyaránt vonatkoznak a bioélelmiszerekre és a hagyományos élelmiszerekre. A mezőgazdasági termékek ökológiai termeléséről szóló 889/2008/EK rendelet meghatározza a növényvédőszer használatára vonatkozó korlátozásokat. Az EFSA 396/2005/EK rendelet értelmében éves jelentést készít a növényvédőszer-maradékokról. (EFSA 2022)

Magyarország Európai Unióhoz történő csatlakozását követően az élelmiszerbiztonság hazai szabályozását az Unió és a hazai jogszabályok együttesen határozzák meg. Bizonyos Uniói jogszabályok közvetlenül, míg mások hazai szabályozásba beépítve érvényesülnek. Az Uniói jog megelőzi a hazai jogszabályokat. A növénytermesztési technológiák és az élelmiszerbiztonság kapcsolatát hazánkban a 2008. évi XLVI. törvény szabályozza. A törvény célja a növények megóvása, a növényvédelemmel kapcsolatos veszélyek kezelése és az esetleges mérgezések megelőzése. A törvény értelmében tilos olyan növényt vagy növényi terméket forgalomba hozni, amely a megengedettnél magasabb mennyiségben tartalmaz növényvédőszer maradékot. A vonatkozó határértékeket a végrehajtási rendeletek tartalmazzák. A törvény rendelkezik továbbá a növényvédőszer forgalomba hozatalának és használatának szabályairól is. A 66/2010. (V. 12.) FVM rendelet szabályozza a növényi és állati eredetű élelmiszerekben és takarmányokban, illetve azok felületén található megengedett növényvédőszer maradékok határértékeit, valamint rendelkezik ezek hatósági ellenőrzéséről. A 43/2010. (IV. 23.) FVM rendelet a növényvédelmi tevékenység szabályozására irányul. (Gál 2013)

2.6. A GMO növényekre vonatkozó ellenőrzési program

Az élelmiszerek és takarmányok általában olyan növényekből és állatokból származnak, amelyeket több ezer éve ember nevelt és tenyészt. Idővel a legkívánatosabb tulajdonságokkal rendelkező növényeket és állatokat választották a következő generációs élelmiszerek és

takarmányok nemesítésére. A kívánatos tulajdonságok a növények és állatok genetikai felépítésének természetesen előforduló változásai révén jelentkeztek. Az utóbbi időben lehetővé vált az élő sejtek és szervezetek genetikai felépítésének módosítása a modern biotechnológia technikáival, az úgynevezett géntechnológiával. A genetikai anyagot mesterségesen módosítják, hogy új tulajdonságot kapjon (pl. a növény betegségekkel, rovarokkal vagy szárazsággal szembeni ellenálló képességének növelése, a növény herbicidekkel szembeni toleranciája, élelmiszer minőségének vagy tápértékének javítása, termésmenvelés). Az ilyen szervezeteket géntechnológiával módosított szervezeteknek (GMO-knak) nevezik. Az ilyen GMO-kat tartalmazó vagy azokból álló, illetve GMO-kból előállított élelmiszereket és takarmányokat géntechnológiával módosított (GM) élelmiszereknek vagy takarmányoknak nevezik. A géntechnológiával módosított szervezeteket, túlnyomórészt növényeket, az 1990-es évek közepe óta természetesen kereskedelmi forgalomba néhány országban, különösen Amerikában (USA, Brazília, Argentína, Kanada). Szinte az összes jelenlegi kereskedelmi GMO-t az első generációs géntechnológiai felhasználásával fejlesztették ki. Vagyis ezek a GMO-k rekombináns DNS-t tartalmaznak, ahol egy új tulajdonsághoz kapcsolódó funkcionális gént vagy géneket tartalmazó DNS-részt véletlenszerűen inszertálnak a befogadó szervezet genomjába. (Kawall et al. 2020)

A GMO-kal kapcsolatos egyik alapvető aggály az, hogy a genetikai anyag géntechnológiai technológiákkal történő közvetlen módosítása akaratlanul is megzavarhatja a gének jól szervezett expresszióját vagy a szervezeten belül működő komplex biokémiai folyamatokat. Ennélfogva a GMO biológiai és biokémiai jellemzői olyan módon változhatnak, ami hatással van a fogyasztókra és/vagy a környezetre. Ezenkívül a géntechnológia által adott új tulajdonság (pl.: növények gyomirtószer-toleranciája) szintén aggodalomra ad okot, mivel ennek következményei lehetnek a mezőgazdasági rendszerekre, a környezetre és gyakran az élelmiszer- és takarmánybiztonságra is. Ezen túlmenően az EU-ban nyomon követhetőségi és címkézési rendszerre van szükség a GM-élelmiszerek és a nem génmódosított élelmiszerek elkülönítése érdekében. Lehetővé téve a fogyasztók választását és a GMO-k forgalomba hozatalát követően az emberi populációra gyakorolt káros hatások nyomon követését. Az EU-ban a genommal szerkesztett organizmusokat mind a környezeti, mind az élelmiszer- és takarmánykockázati értékelésnek kell alávetni. A GM növények termesztését (beleértve a kísérleti termesztést is) és a GMO-k forgalomba hozatalának engedélyezését a 2001/18/EK irányelv szabályozza. A géntechnológiával módosított élelmiszerek és takarmányok esetében az 1829/2003/EK rendelet külön engedélyezési eljárást ír elő. Az engedély minden esetben csak

akkor adható meg, ha nem állapítottak meg egészségügyi vagy környezeti kockázatot. Uniós szinten a kockázatok felmérése az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) feladata. A tagállamok korlátozhatják az EU-ban engedélyezett GMO-k termesztését és kísérleti célú kibocsátást. (Kawall et al. 2020)

Magyarországon a GMO kérdés szabályozását a 1998. évi XXVII. törvény, a 53/2006. (XI. 29.) OGY határozat és az Alaptörvény határozza meg, melyek az elmúlt években az EU-s jogalkotással összhangban számos változáson mentek keresztül. Magyarország GMO-mentes startégiát követ. Hazánkban minden géntechnológiai tevékenység engedélyköteles, GM növények köztermesztésbe nem vonhatók be. A 61/2016. (IX. 15.) FM rendelet alapján a lehetőség nyílt az élelmiszerek GMO mentes jelölésére, melynek használata önkéntes (5. ábra). A 1998. évi XXVII. törvény szabályozza a GMO-k hatósági ellenőrzését. (Szilágyi & Tóth 2017)



5. ábra GMO mentes jelölés (forrás: <https://gmo.kormany.hu/gmo-mentes-jeloles>)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A Nébih bemutatása

Magyarországon az élelmiszerlánc-felügyeleti feladatokat 2012. március 15-től a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih) látja el, ehhez a jogalapot a 22/2012. (II. 29.) Korm. rendelet teremtette meg. A hatáskörébe tartozó feladatokat Magyarország egész területén végzi, felügyeletét az élelmiszerlánc-felügyeletért felelős helyettes államtitkár látja el. A Nébih kapcsolatot tart a hazai és Európai Unió társszerveivel (EFSA), részt vesz a szakmai döntések előkészítésében véleményezésében és szakami munka koordinálásában. A RASFF rendszer hazai kapcsolattartója. Az EU-n kívüli országokból származó élelmiszerek vizsgálata szintén a hatáskörébe tartozik. A Nébih végzi az élelmiszer ellenőrző hatóságok munkájának koordinálását, ennek keretében a következő tevékenységek tartoznak hozzá (Nébih 2020a):

- ellenőrzési tervek készítése
- ellenőrzések tapasztalatainak értékelése
- ellenőrzési jelentések készítése
- útmutatók és eljárásrendek készítése

A Nébih működteti az élelmiszerlánc-ellenőrző laboratóriumhálózatot, mely kiterjed az egész országra. Az NRL-ek (Nemzeti Referencia Laboratórium) és a hatósági laboratóriumok kijelölése és működtetése a 2017/625/EU rendelet alapján történik. A laboratóriumok feladatai közé tartozik a növényvédőszer-maradványok ellenőrzése. Az NRL-ek együttműködnek az Unió referencia laboratóriumokkal, ennek keretén belül részt vesznek jártassági és összehasonlító vizsgálatokban, közreműködnek a jelentések elkészítésében, koordinálják a hatósági laborok működését és szakmai segítséget nyújtanak nekik. Munkájukat a 2008. évi XLVI. törvény és a SzMSz határozza meg. (Nébih 2020a)

3.2. Szermaradványok vizsgálata

Magyarországon a növényvédőszeres és szermaradékok tekintetében illetékes hatóság a minisztériumon belül a következők: Élelmiszerlánc-felügyeleti Főosztály (ÉFFO), Élelmiszer- és Takarmánybiztonsági Igazgatósága (ÉTBI), Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatósága (NTAI), Kormányhivatal Élelmiszerlánc-biztonsági Főosztálya (KH ÉBF). Az 396/2005/EK rendelet hazai végrehajtását a 66/2010. Miniszteri rendelet segíti elő. Ennek alapján adható ki a Nébih szakvéleménye,

amelye alapján a megyei kormányhivatal dönthet a nem megfelelő minősítést kapott termékek végső sorsáról. A növényi termékekben található szermaradványok hatósági ellenőrzéséért a Megyei Kormányhivatal élelmiszerlánc-biztonsági (növény- és talajvédelm) hatáskörben eljáró főosztálya (ÉBF) felel, a nem növényi eredetű takarmányokban és élelmiszerekben található szermaradékok ellenőrzésért Járási hivatalok (ÉBÁO) felelősek. A növényi eredetű termékekben (élelmiszer, termék, takarmány) található szermaradványok vizsgálata részét képezi az éves élelmiszerlánc mintavételi tervnek. A minták gyűjtése az ellátási lánc minden elemére kiterjed, a mintavételért a növényvédelmi felügyelők felelnek. Növényvédőszer-maradványokkal kapcsolatos ellenőrzés a határállomásokon is végezhető a kockázatértékelés alapján. Az ellenőrzések során elsődleges szempontként kezelendő az MRL (maximális maradék-anyag szint) határérték vizsgálata. Az éves ellenőrzési terv végrehajtásáért és az eredmények Bizottsághoz történő benyújtásáért a Nébih felel. (Nébih 2020a)

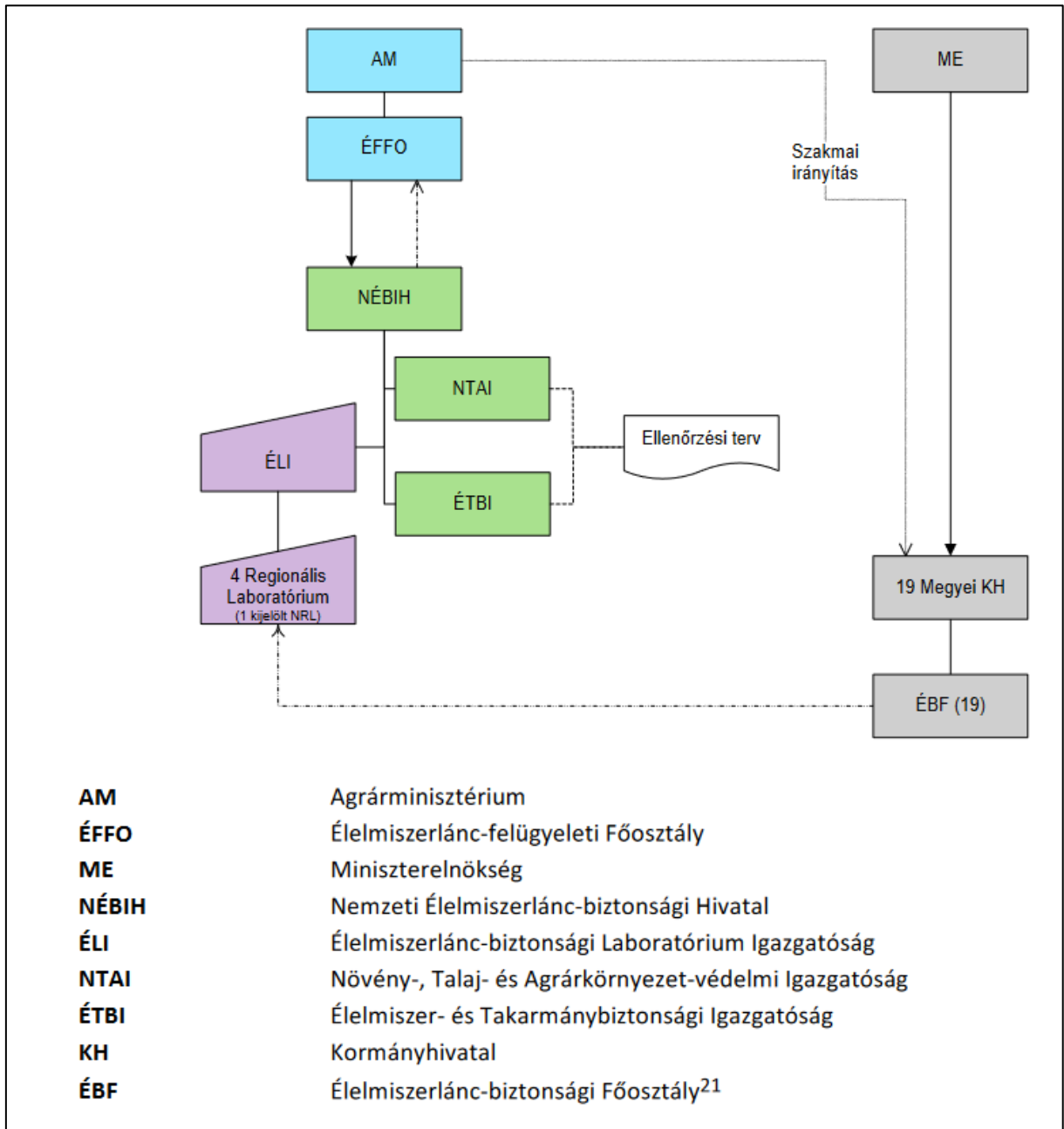
A begyűjtött minták vizsgálatára az erre kijelölt négy regionális növényvédőszer-maradékot vizsgáló laboratóriumban kerül sor, melyek Nébih Élelmiszerlánc-biztonsági Laboratórium Igazgatóság (ÉLI) felügyelte alá tartoznak. A laboratóriumok akkreditáltak (EN ISO/IEC 17025) és a OECD-GLP szabvány szerinti tanúsítással rendelkeznek. Működésüket az Európai Analitikai Minőségellenőrzési Irányelvekkel összhangban végzik, az alkalmazott eljárások szabványosak. A vizsgálat minták éves száma 2500 körül mozog, a vizsgált hatóanyagok száma 300-350 db. A vizsgálatok hazai rendszerét a 6. ábra mutatja be. (Nébih 2020a)

3.3. GMO vizsgálata

A GMO-val kapcsolatos vizsgálatok esetén a Nébih Élelmiszer és Takarmánybiztonsági Igazgatósága (NÉBIH ÉTBI) és az Agrárminisztérium Biodiverzitás- és Génmegőrzési Főosztály (Környezetügyért Felelős Államtitkárság) az illetékes hatóság. Az élelmiszerek és takarmányok GMO tartalmának vizsgálata a GMO mintavételi terv alapján történik. A GMO Monitoring Terv elkészítésért és összehangolásáért egy szakmai koordinátor felelős, aki a Nébih-hez tartozik. A mintavételi terv alapján meghatározza a különböző anyagok esetén elvégzendő vizsgálatok számát. A takarmányok ellenőrzését takarmány-ellenőrök végzik. (Nébih 2020a)

A laboratóriumi vizsgálatok a Nébih ÉLI Mikrobiológiai Nemzeti Referencia Laboratóriuma (MNRL) végzi. A vetőmagra vonatkozó szűrővizsgálatokat a Központi Vetőmagvizsgáló Laboratórium végzi. A laboratórium MSZ EN ISO/IEC 17025: 2018 szabvány szerinti

akkreditációval rendelkeznek. Az MNRL-ben 15 féle akkreditált vizsgálati módszer áll rendelkezésre, amely alkalmas a GMO kimutatására a következő kultúrák esetében: szója, kukorica, cukorrépa, repce. A labor képes a nem engedélyezett GMO-k (pl.: triffid len) és a GMO alacsony szintű jelenlétének kimutatására is. (Nébih 2020a)



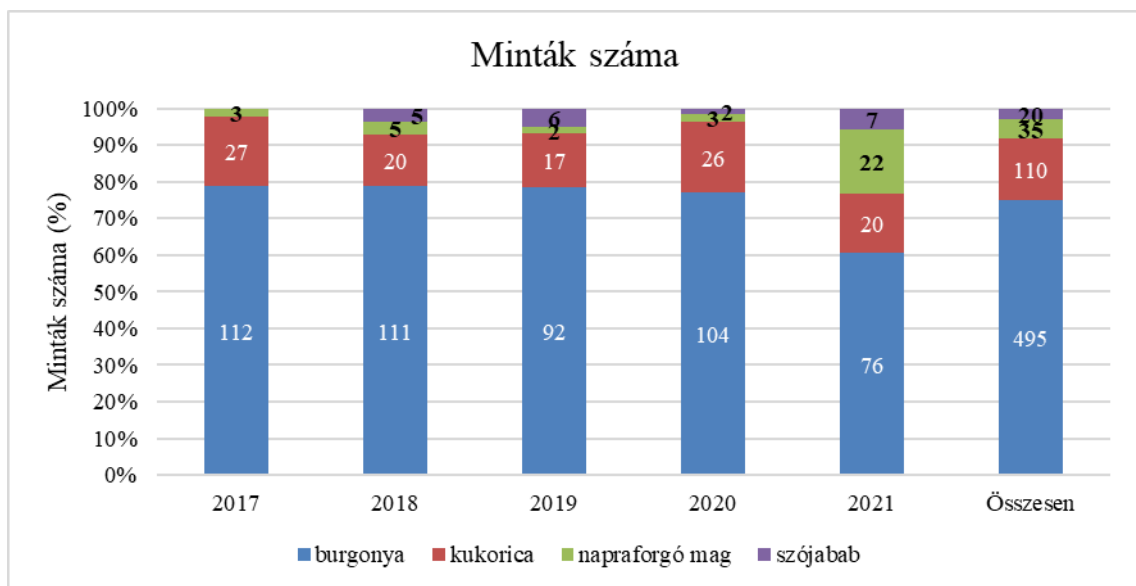
6. ábra A növényvédőszer-maradványok vizsgálatának hazai rendszere (forrás: Nébih 2020a, 125.o.)

4. EREDMÉNYEK

4.1. Nébih éves ellenőrzési program

A dolgozatomban kitűzött célok elérése érdekében elemeztem a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih) éves ellenőrzési programjában szereplő négy szántóföldi kultúra (burgonya, szója, kukorica, napraforgó) esetében a mért növényvédőszer maradványokat. Az adatokat a Nébih a 2017 és 2021 közötti időszakra vonatkozóan bocsátotta rendelkezésemre, így az elemzésben is ezt az időszakot vizsgálom.

Az általam vizsgált négy szántóföldi kultúrára vonatkozóan a vizsgált időszakban összesen 660 db mintavétel történt (7. ábra). Kultúránként megvizsgálva megállapítható, hogy a minták 75,0 %-a burgonyából (495 db), 16,7 %-a kukoricából (110 db), 5,3 %-a napraforgóból (35 db) és 3,0 %-a (20 db) szójából származott. A mintákból összesen 170.335 db szermaradványokra vonatkozó vizsgálatot végeztek el, az elvégzett vizsgálatok a minták számához hasonló eloszlást mutatnak. A vizsgálatok 79,5 %-a burgonyából (135.335 db), 16,1 %-a kukoricából (27.490 db), 2,4 %-a napraforgóból (4.077 db) és 2,0 %-a szójából (3.433 db) származott.



7. ábra Minták száma a vizsgált kultúrákban éves bontásban (forrás: Nébih adatok alapján saját szerkesztés)

A mintavételek számának éves eloszlását vizsgálva megállapítható, hogy a 660 db mintavétel 21, %-a 2017-ben, 21,4 %-a 2018-ban, 20,5 %-a 2020-ban, 18,9 %-a 2021-ben és 17,7 %-a 2019-ben zajlott le. A mintavételek száma közel azonos volt a vizsgált években a négy kultúra összességében. A vizsgálatok számának éves eloszlását vizsgálva megállapítható, hogy a négy kultúra összességében a vizsgálatok számának éves eloszlását vizsgálva megállapítható, hogy a négy kultúra összességében a vizsgálatok számának éves eloszlását vizsgálva megállapítható, hogy a leg több vizsgálatra 2018-

ban került sor, ekkor 41.461 db vizsgálatot végeztek, addig 2021-ben a vizsgálatok száma közel 11.000 db-bal kevesebb 30.186 db volt. A 2017 és 2021 közötti időszakban lezajlott vizsgálatok 24,3 %-a 2018-ban, 20,4 %-a 2017-ben, 19,6 %-a 2019-ben, 17,9 %-a 2020-ban, 17,7 %-a 2021-ben történt meg.

Kultúránként megvizsgálva a mintavételek éves számát, a burgonya esetében megállapítható, hogy a mintavételek éves száma a vizsgált időszakban csökkenő tendenciát mutat. A legtöbb mintavétel 2017-ben történt ekkor 112 db minta (az időszakban vizsgált minták 22,6 %-a) került vizsgálatra, a legkevesebb mintavételre 2021-ben került sor, ekkor mindösszesen 76 mintavétel történt (az időszakban vizsgált minták 15,4 %-a). A minták számának csökkenésével együtt csökkent a mintából elvégzett szermaradvány vizsgálatok száma is. Burgonya esetében 2017-ben 28.124 db, 2018-ban 34.034 db szermaradvány vizsgálatra került sor. ehhez képest 2021-ben mindössze 22.199 db szermaradvány vizsgálat történt. Tehát burgonya esetében, mind a mintavételek, mind a belőle elvégzett szermaradvány vizsgálatok száma csökkenő tendenciát mutat a 2017 és 2021 közötti időszakban.

A második legmagasabb mintaszámmal és vizsgálatsszámmal jellemezhető kukorica esetében a mintavételek és a belőlük elvégzett szermaradvány vizsgálatok éves száma ingadozásokat mutat. Kukorica esetében a legtöbb mintavétel 2017-ben történt, ekkor 27 mintát vettek, a vizsgált időszakban vett minták 24,5 %-a. A legkevesebb mintát 2019-ben vették, mindösszesen 17 db-ot, ez a vizsgált időszakban vett minták 15,5 %-a. A legtöbb szermaradvány vizsgálatra kukorica esetében 2020-ban került sor, ekkor 7.989 db vizsgálatot (az időszakban végzett vizsgálatok 29,1 %-a) végeztek, a legkevesebbet 2019-ben, ekkor 3.792 db vizsgálatra (13,8 %) került sor.

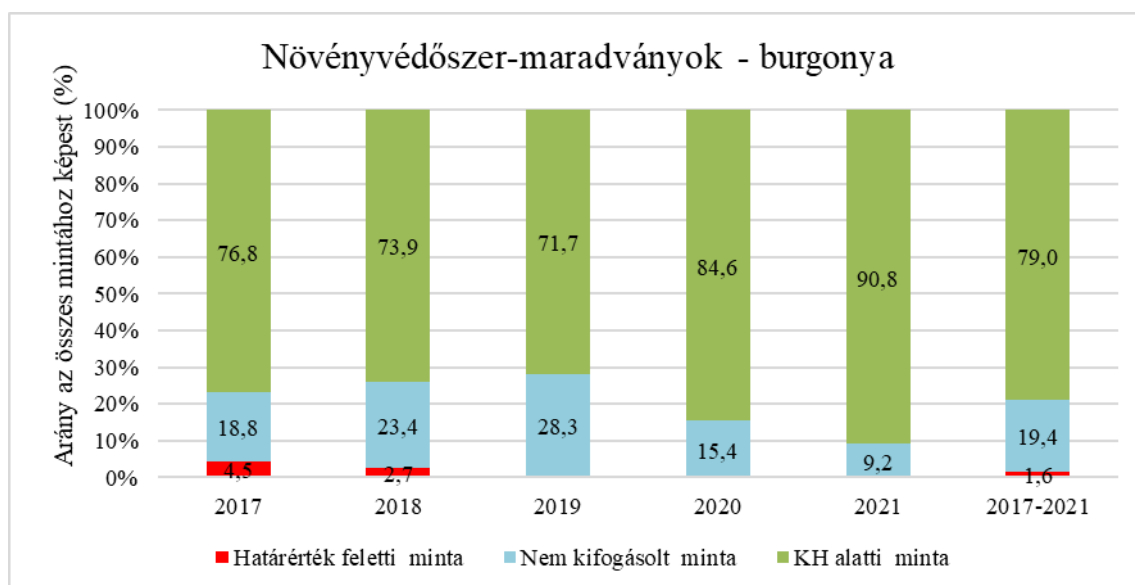
Napraforgó esetében a 2017 és 2020 közötti időszakban éves szinten 2-5 mintavétel történt. 2021-ben azonban a mintavételek száma jelentősen megemelkedett, ebben az évben 22 db mintavételt végeztek, az vizsgált időszakban történt napraforgó mintavételek 62,9 %-át. Az ebben az évben vett mintákból 656 db szermaradvány vizsgálat valósult meg. A napraforgóhoz kapcsolódóan a legtöbb szermaradvány vizsgálatra 2018-ban került sor, ekkor 1.392 db vizsgálat valósult meg a Nébih-nél.

Szója esetében 2017-ben nem történt mintavétel, 2018 és 2021 között éves szinten 2-7 mintavételre került sor. Szója esetében a legtöbb mintavétel 2021-ben történt, ekkor 7 db mintát vettek (35,0 %-a a mintavételeknek), és 1381 db (40,0 %-a az összes vizsgálatnak)

szermaradvány vizsgálat valósult meg. A legkevesebb mintavételre 2020-ban került sor, ekkor mindösszesen 2 db mintavétel történt.

A mintavételek és a vizsgálatok száma a szója és a kukorica esetében egyaránt jelentős fluktuációkat mutat, kukorica esetében a 2021-es év kiemelkedőnek számít.

4.2. Növényvédőszer-maradványok vizsgálata



8. ábra Növényvédőszer-maradványok vizsgálata – burgonya (forrás: Nébih adatok alapján saját szerkesztés)

A növényvédőszer-maradványok vizsgálatának eredményeit kultúránként mutatom be a 2017 és 2021 közötti időszakra vonatkozóan. Burgonya esetében a 2017-es és a 2018-as évben találtak olyan mintákat, amely kifogásolható mennyiségben tartalmazott növényvédőszer maradékot (8. ábra). A 2017-es évben vizsgált burgonya minták 4,5 %-a (5 db minta) tartalmazott kifogásolható mennyiségben szermaradékot. A 2017-es évben a vizsgált minták 18,8 %-a tartalmazott kimutatható, de nem kifogásolható mennyiségben szermaradékot, míg a minták 76,8 %-a esetében a szermaradványok mennyisége a kimutatási határérték alatti volt. A 2018-as évben mért minták esetében a minták 2,7 %-a (3 db minta) tartalmazott határérték feletti mennyiségben szermaradékot. A 2018-as évben a vizsgált minták 23,4 %-a tartalmazott kimutatható, de nem kifogásolható mennyiségben szermaradékot, míg a minták 73,9 %-a esetében a szermaradványok mennyisége a kimutatási határérték alatti volt. A 2019-es évben a vizsgált minták 28,3 %-a tartalmazott kimutatható mennyiségben szermaradékot, a kimutatási határérték alatti minták aránya 71,7 %-os volt. A 2020-as évben a vizsgált minták 15,4 %-a

tartalmazott kimutatható mennyiségben szermaradékot, a kimutatási határérték alatti minták aránya 84,6 %-os volt. A vizsgált időszakban a 2021-es évben volt a legalacsonyabb azon minták aránya, amely kimutatható mennyiségben tartalmazott növényvédőszer-maradványokat, ekkor a minták 9,2 %-a esetében mutattak ki ilyet.

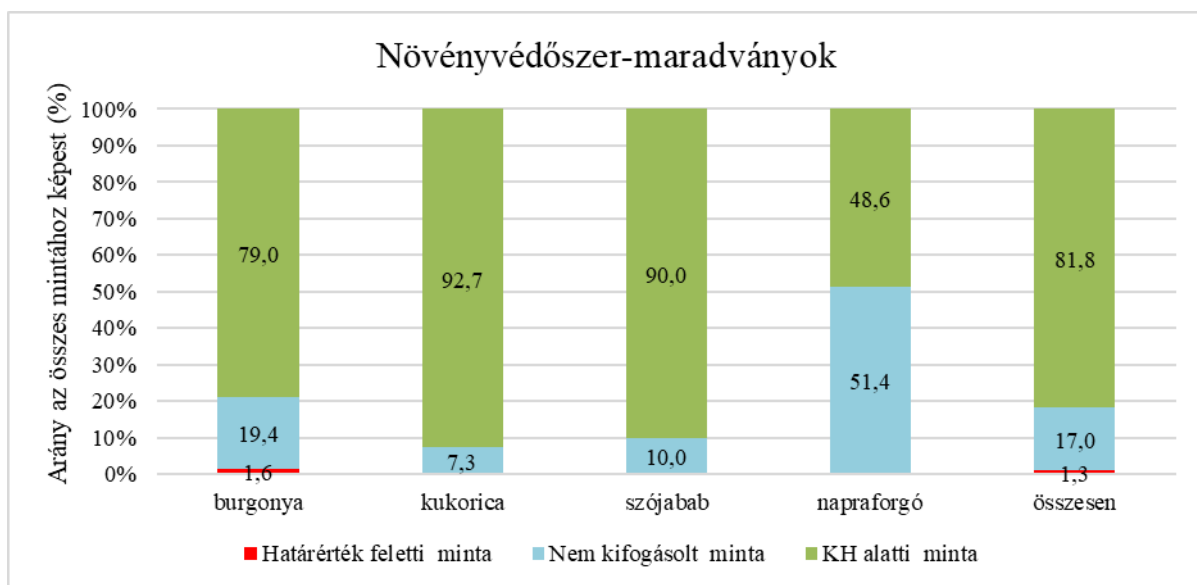
Összességében a burgonya esetében két évben, összesen 8 minta esetében mutattak ki határérték feletti szermaradvány tartalmat, ez a 2017 és 2021 közötti időszakban vizsgált összes minta 1,6 %-a. Az időszakban vizsgált összes minta 19,4 %-a tartalmazott kimutatható, de nem kifogásolható mennyiségben szermaradványt, a kimutatási határ alatti minták aránya 79,0 %-os. Az időszak egészét tekintve megállapítható, hogy összességében csökkent azon minták aránya, amelyek esetében kimutatható mennyiségben találnak növényvédőszer-maradványt. Az időszak végére a minták jelentős részében kimutatási határ alá csökkent a szermaradványok mennyisége.

A kukorica esetében a vizsgált 2017 és 2021 közötti időszakban egyetlen minta esetében sem találtak kifogásolható mennyiségben (határérték felett) növényvédőszer-maradványokat a Nébih szakemberei. Azon minták aránya, amelyek esetében a minták kimutatható, de nem kifogásolható mennyiségben tartalmaztak szermaradványokat 2019-ben (11,8 %) és 2017-ben (11,1 %) volt a legmagasabb, a legalacsonyabb értéket 2020-ban (3,8 %) mérték. 2018-ban és 2021-ben a nem kifogásolható minták aránya 5 %-os volt. Az időszakban vizsgált összes kukorica minta 7,3 %-a tartalmazott kimutatható, de nem kifogásolható mennyiségben szermaradványt, a kimutatási határ alatti minták aránya 92,7 %-os.

A napraforgó esetében a vizsgált időszakban nem találtak olyan mintát, amelynél a növényvédőszer-maradványok határérték feletti mennyiségben lettek volna jelen, tehát napraforgó esetében nem volt kifogásolható minta. A nem kifogásolható és a határérték alatti minták egymáshoz viszonyított aránya meglehetősen nagy változatosságot mutat az egyes évek között. 2017-ben és 2019-ben a vizsgált minták 100 %-a esetében a szermaradványok mennyisége a kimutatási határ alatti volt, 2018-ban pedig a minták 80 %-a tartozott ebbe a csoportba. Ezzel szemben a 2020-as és a 2021-es években az arány megfordult és jelentős mértékben megnőtt azon minták aránya, amelyek kimutatható, de nem kifogásolható mennyiségben tartalmaznak szermaradványokat. 2020-ban a minták 66,7 %-ban, 2021-ben 68,2 %-ban mutattak ki szermaradványokat határérték alatti, de kimutatási határ feletti mennyiségben. Ez az eredmény arra enged következtetni, hogy 2020-tól kezdődően megnövekedett a napraforgó esetében a szermaradványok mennyisége a mintákban.

Összességében a napraforgó esetében a vizsgált időszakban a minták 51,4 %-a tartalmazott kimutatható mennyiségben szermaradványt, míg a kimutatási határ alatti minták aránya 48,6 %-os a teljes időszakra vetítve.

A szója esetében a vizsgált időszakban határérték feletti koncentrációban szermaradványt tartalmazó mintát nem találtak. 2017-ben a szója esetében nem történt mintavétel. 2018-ban és 2019-ben a vizsgált minták 100 %-a a kimutatási határ alatti mennyiségben tartalmazott szermaradványt. A napraforgóhoz hasonlóan a 2020-as és a 2021-es évek esetében itt is megfordultak az arányok és a kimutatható mennyiségben szermaradványt tartalmazó minták aránya megnövekedett. Szója esetében 2020-ban a minták 50,0 %-ban, 2021-ben 14,3 %-ban mutattak ki szermaradványokat kimutatható, de nem kifogásolt mennyiségben. Összességében a szója esetében a vizsgált időszakban a minták 10,0 %-a tartalmazott kimutatható mennyiségben szermaradványt, míg a kimutatási határ alatti minták aránya 90,0 %-os a teljes időszakra vetítve.



9. ábra Növényvédőszer-maradványok a vizsgált kultúrákban 2017 és 2021 között (forrás: Nébih adatok alapján saját szerkesztés)

A 9. ábra alapján is jól látható, hogy a vizsgált kultúrák közül egyedül a burgonya esetében találtak a Nébih szakemberei határérték feletti mennyiségben növényvédőszer-maradványt, tehát a burgonya esetében van kifogásolható minta. Kimutatható, de nem kifogásolt mennyiségben szermaradványt legnagyobb arányban a napraforgóból (51,4 %) és a burgonyából (19,4 %) származó minták esetében találunk, míg legalacsonyabb arányban ilyen minta a szója (10,0 %) és a kukorica (7,3 %) esetében fordult elő. Az éves fluktuációk legerősebben a napraforgó és a szója esetében jelennek meg, itt 2020-tól növekedett meg

jelentősen azon minták aránya, ahol kimutatható mennyiségben jelen volt valamilyen szermaradvány.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy az általam vizsgált négy kultúra közül egyedül burgonya esetében találtak határérték feletti mennyiségben szermaradványokat, összesen 8 minta volt érintett. A nyolc érintett minta legfontosabb adatait az 1. táblázat tartalmazza. Ez alapján megállapítható, hogy a nyolc kifogásolt minta mindegyike magyarországi tételből származott, 2017-ben öt, míg 2018-ban három minta volt kifogásolt.

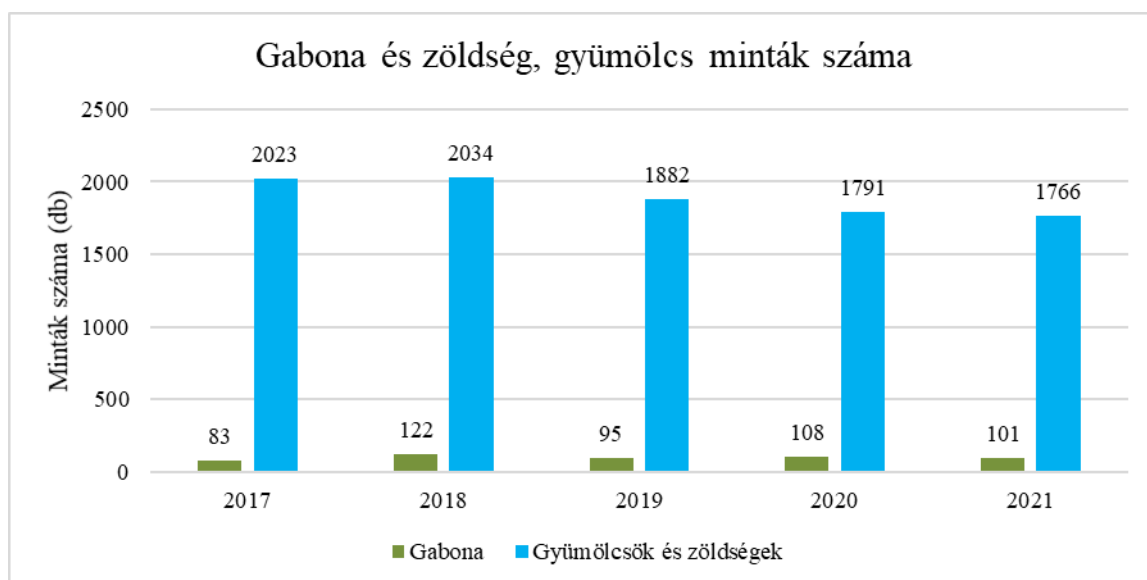
1. táblázat Kifogásolt minták burgonya kultúra esetében (forrás: Nébih adatok alapján saját szerkesztés)

Mintavétel ideje	Származási ország	Kifogásolt hatóanyag	Mért szermaradék (mg/kg)	Határérték (mg/kg)	Határérték túllépés (mg/kg)
2017	Magyarország	klórprofám	0,69	0,01	0,68
2017	Magyarország	klórprofám	0,16	0,01	0,15
2018	Magyarország	klórpirifosz	0,07	0,01	0,06
2017	Magyarország	teflutrin	0,067	0,01	0,057
2017	Magyarország	haloxifop	0,053	0,01	0,043
2018	Magyarország	teflutrin	0,049	0,01	0,039
2017	Magyarország	haloxifop	0,043	0,01	0,033
2018	Magyarország	klórpirifosz	0,012	0,01	0,002

A kifogásolt hatóanyagokat elemezve megállapítható, hogy a kifogásolt nyolc minta esetében, összesen négy hatóanyag (mindegyik hatóanyag két-két esetben) esetében mutattak ki határérték feletti hatóanyagtartalmat. A 2017-es évben két minta esetében mutattak ki határérték feletti mennyiségben haloxifop hatóanyagot. Az egyik esetben a szermaradék mért koncentrációja 0,043 mg/kg, a másik esetben 0,052 mg/kg. Ez utóbbi érték 5,3-szorosa, míg az előbbi érték 4,3-szorosa a 0,01 mg/kg-os burgonyára vonatkozó határértéknek. A 2017-es és a 2018-as év során egy-egy minta esetében mutattak ki határérték feletti mennyiségben teflutrin hatóanyagot. A 2017-ben kimutatott mennyiség 0,067 mg/kg volt, mely 6,7-szer magasabb a 0,01 mg/kg-os határértéknél. A 2018-ban kimutatott mennyiség 0,049 mg/kg volt, mely 4,9-szer magasabb a 0,01 mg/kg-os határértéknél. A teflutrin mellett a 2018-as év másik két kifogásolt mintájában a klórpirifosz hatóanyag került kimutatásra határérték feletti koncentrációban. A klórpirifosz esetében az egyik minta a határértéket (0,01 mg/kg) 0,06 mg/kg-al, a másik minta esetében 0,002 mg/kg-al haladta meg. A négy határérték feletti hatóanyag közül a klórpirifosz esetében volt mérhető a legkisebb határérték túllépés.

A kifogásolt minták közül a legnagyobb mértékű határérték túllépés a klórprofám hatóanyaghoz köthető, mely a 2017-es évben két burgonya minta esetében okozott problémát. Az egyik minta esetében a mért klórprofám koncentráció 0,68 mg/kg-al haladta meg a határértéket (0,01 mg/kg), ez a határértéknél 69-szer magasabb. A másik minta esetében a mért koncentráció a határértéket 0,15 mg/kg-al haladta meg, ez a határértéknél 16-szor magasabb. Összességében is megállapítható, hogy a burgonya minták esetében a klórprofám hatóanyaghoz köthető határérték túllépések jelentősen magasabbak, mint a többi kifogásolt hatóanyag esetében mért határérték túllépések.

4.3. Az EFSA országjelentés adatainak értékelése

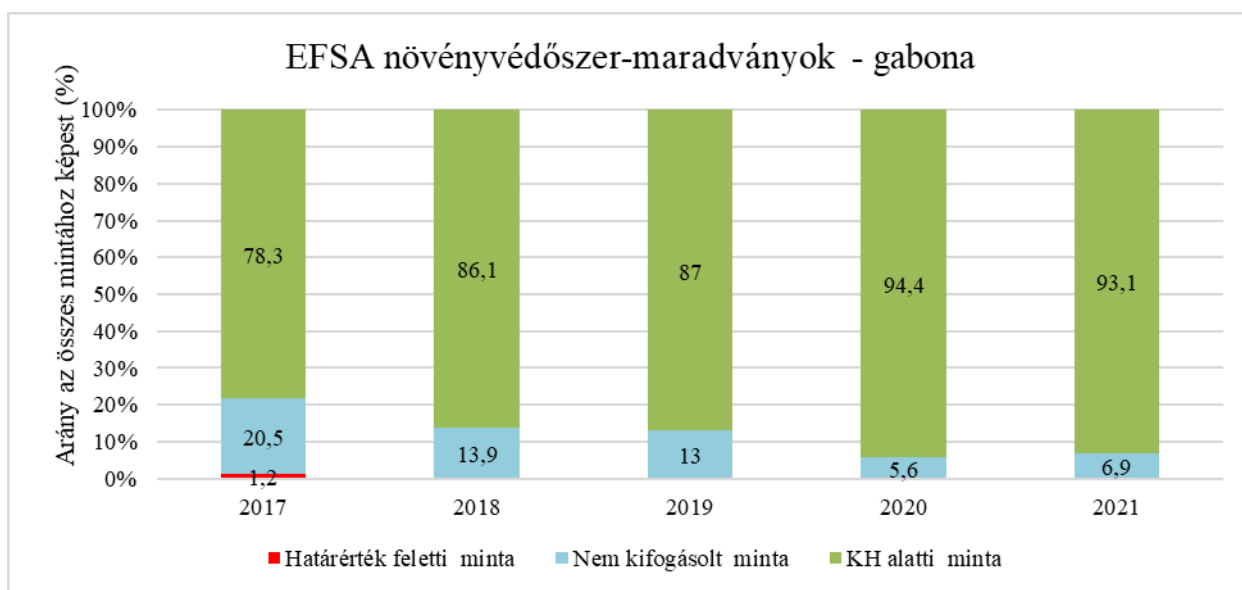


10. ábra Az EFSA program keretében Magyarországon vizsgált gabona és zöldség/gyümölcs minták száma a 2017 és 2021 közötti időszakban (forrás: EFSA országjelentések alapján saját szerkesztés)

Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) jelentései ország szinten tartalmaznak adatokat a növényvédőszer-maradványokra vonatkozóan. A program kiterjed minden fontos élelmiszer termékcsoportra, ide értve a következőket: gyümölcsök és zöldségek, gabonafélék, növényi eredetű feldolgozott termékek és bébiételek. A különböző árucikkek mintavételi gyakoriságát a termelési és élelmiszer-fogyasztási szokások, valamint a korábbi monitoring programok eredményeinek figyelembevételével határozzák meg. Az Európai Bizottság összehangolt ellenőrzési programja a magyar nemzeti ellenőrzési program részét képezi, a mintavétel a magyar jogszabályokba átültetett 2002/63/EK irányelv szerint történik. A minták vizsgálatát az ISO 17025 szabvány szerint akkreditált laboratóriumokban végzik. Hazánkban

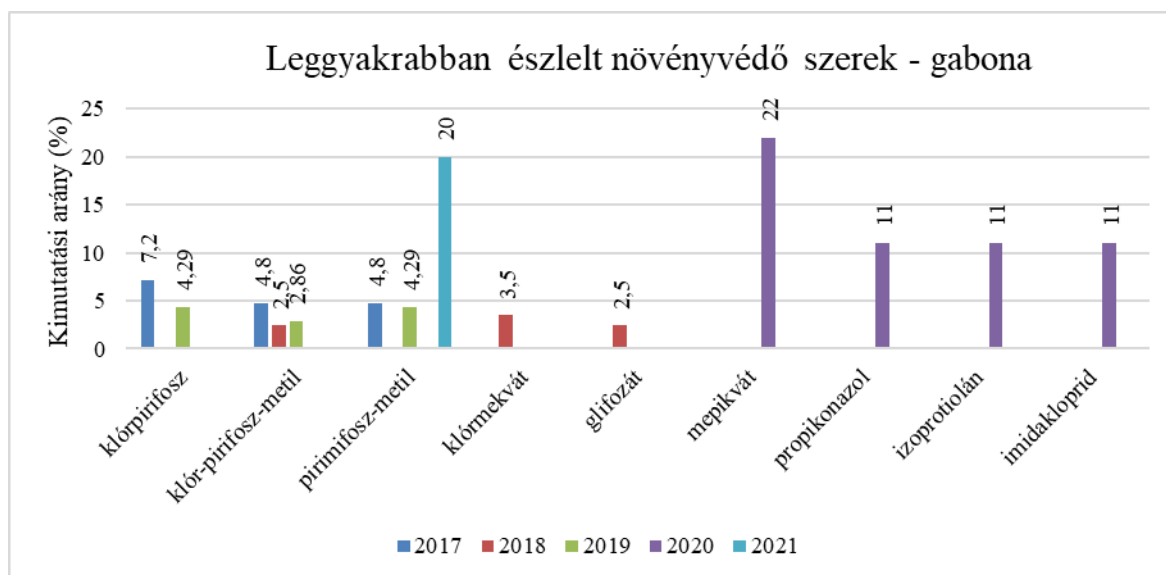
négy ilyen laboratórium található. Az EFSA országjelentések adatait az előző fejezethez hasonlóan a 2017 és 2021 közötti időszakra vonatkozóan dolgoztam fel.

A program keretében 2017 és 2021 közötti időszakban összesen 509 db gabonaminta vizsgálatára került sor. Az EFSA jelentések alapján a 2017-ben Magyarországon a program keretében vizsgált gabona minták száma 83 db volt (10. ábra). A vizsgált minták 1,2 %-a tartalmazott határérték (MRL) feletti mennyiségben növényvédőszer-maradványt (11. ábra). Ez 1 db mintát jelnet, mely Magyarországról származott. A minták 20,5 %-ban volt határérték alatti, de kimutatási határ feletti mennyiségben szermaradék. A vizsgált minták 78,3 %-ban nem volt kimutatható szermaradék (kimutatási határ alatti minta). A vizsgált 2017 és 2021 közötti időszakban a program keretében Magyarországon vizsgált gabonaminták közül, csak a 2017-es évben találtak olyan mintákat, amelyekben határérték feletti mennyiségben voltak megtalálhatók növényvédőszer-maradványok. A vizsgált időszakra jellemző, hogy a növényvédőszer kimutatható, de nem kifogásolható mennyiségben tartalmazó minták aránya csökkenést mutat. Míg 2017-ben a vizsgált minták 20,5 %-a tartozott ebbe a kategóriába, addig 2020-ban mindössze 5,6 %, 2021-ben 6,9 %. Ezzel párhuzamosan növekedett azon minták aránya, amelyekben nem volt kimutatható növényvédőszer-maradvány. 2020-ban a vizsgált minták 94,4 %-a, 2021-ben 93,1 %-a tartalmazott kimutatási határ alatti mennyiségben szermaradványokat. A vizsgálatba bevont minták száma fluktuációkat mutat, a legkevesebb minta vizsgálatára 2017-ben (83 db minta), míg a legtöbb minta vizsgálatára 2018-ban került sor (122 db minta).



11. ábra Növényvédőszer-maradványok jelenléte gabonában a 2017 és 2021 közötti időszakban (forrás: EFSA országjelentések alapján saját szerkesztés)

A gabona esetében a leggyakrabban észlelt növényvédőszer-maradványok között a vizsgált időszakban három évben is megtaláljuk a klór-pirifosz-metilt és a pirimifosz-metilt (12. ábra). A klór-pirifosz-metilt 2017-ben a minták 4,8 %-ban, 2018-ban 2,5 %-ban, 2019-ben 2,86 %-ban mutatták ki. A pirimifosz-metilt 2017-ben a minták 4,8 %-ban, 2019-ben 4,29 %-ban, 2021-ben 20,0 %-ban mutatták ki. A klórpirifosz hatóanyagot a 2017-ben a minták 7,2 %-ban, 2019-ben 4,29 %-ban mutatták ki. A klórmekvát és a glifozát 2018-ban szerepelt a leggyakrabban kimutatott hatóanyagok között, 3,5 %-os és 2,5 %-os aránnyal. A 2020-as évben a mepikvát (22,0 %), a propikonazol (11,0 %), az izoprotriolán (11,0 %) és az imidakloprid (11,0 %) voltak a leggyakrabban gabonafélékben észlelt hatóanyagok. Az eredmények alapján látható, hogy vannak olyan hatóanyagok, amelyek szinte minden évben szerepelnek a leggyakrabban észlelt hatóanyagok között, ilyen a klórpirifosz, a klór-pirifosz-metil és pirimifosz-metil a gabona esetében.

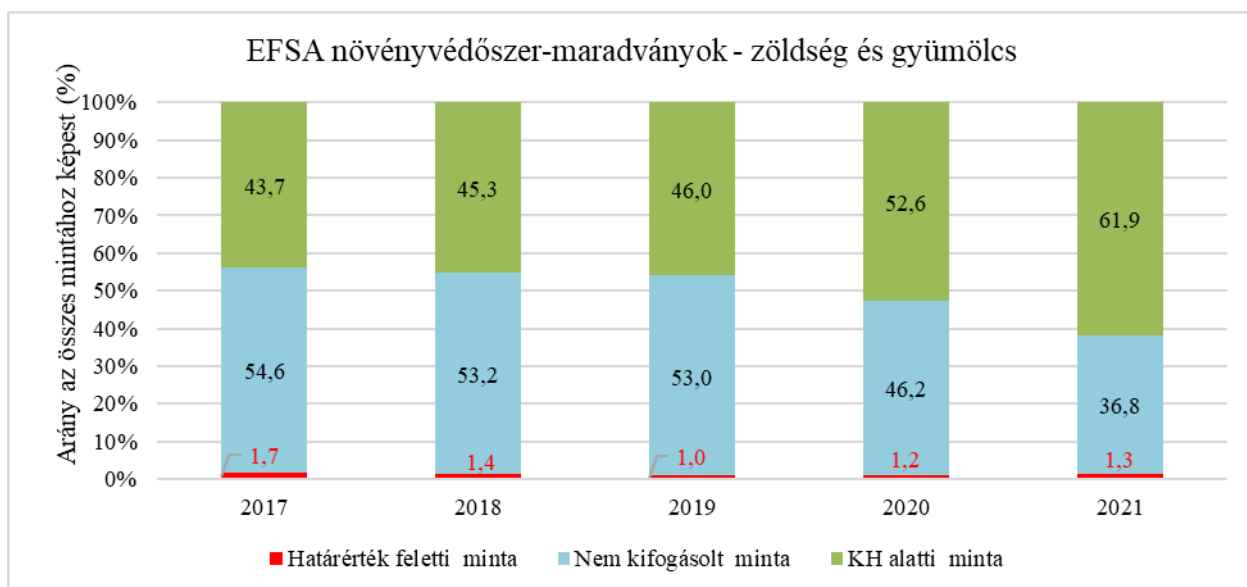


12. ábra Leggyakrabban észlelt növényvédőszer hatóanyagok gabona termékcsoport esetében a 2017 és 2021 közötti időszakban (forrás: EFSA országjelentések alapján saját szerkesztés)

Az EFSA program keretében a 2017 és 2021 közötti időszakban összesen 9496 db zöldség és gyümölcsminta vizsgálatára került sor (10. ábra). A burgonya a zöldség és gyümölcs kategóriába sorolható. A zöldség és gyümölcsök esetében az évenként vizsgált minták száma csökkenést mutat. Míg 2017-ben 2023 db, 2018-ban 2034 db minta vizsgálatára került sor, addig 2020-ban a mintaszám 1791 db, 2021-ben 1766 db volt. Tehát négy év alatt közel 300 db-al csökkent a vizsgált minták száma.

Az eredményeket tekintve megállapítható, hogy minden évben találtak olyan mintákat, amelyek esetében a növényvédőszer-maradványok mennyisége a határérték (MRL) feletti volt (13.

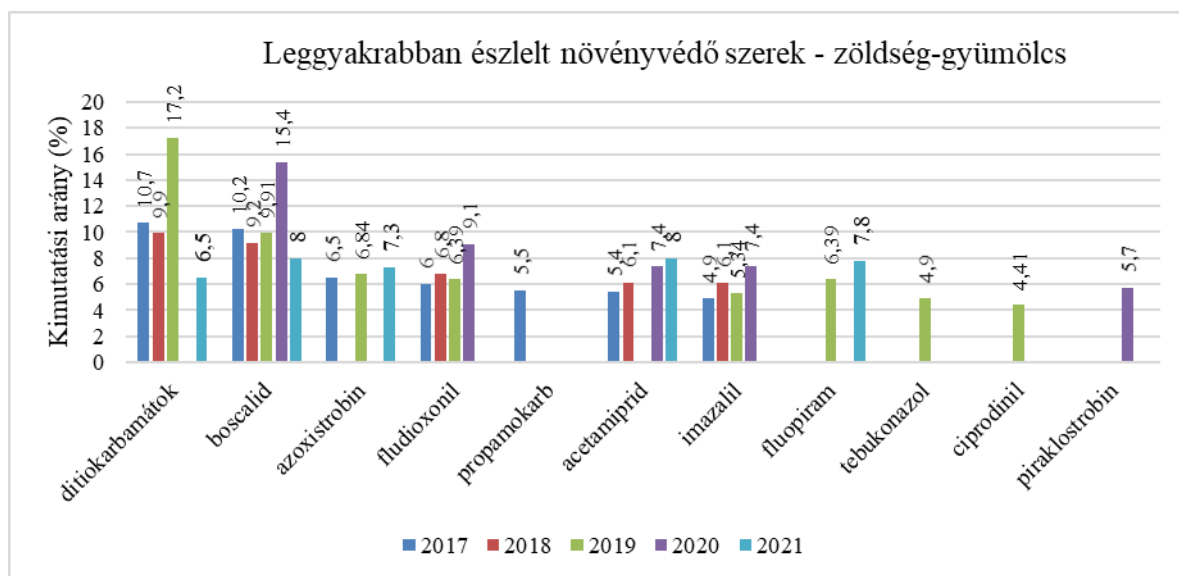
ábra). A határérték feletti koncentrációban szermaradványokat tartalmazó minták aránya 2017-ben volt a legmagasabb, ekkor a vizsgált minták 1,7 %-a tartozott ebbe a csoportba. Ez összesen 35 db mintát jelentett ebben az évben, melyek közül 24 Magyarországról, 7 más EU-s országból és 4 harmadik országból származott. 2018-ban a határérték feletti minták aránya 1,44 %-os volt. Ez 27 db mintát jelent, melyek közül 17 Magyarországról, 6 más EU-s országból és 4 harmadik országból származott. 2019-ben a határérték feletti minták aránya 1,0 %-os volt, ez 25 db mintát jelent. 2020-ban a határérték feletti minták aránya 1,2 %-os volt, ez 22 db mintát jelent. 2021-ben a határérték feletti minták aránya 1,3 %-os volt, ez 20 db mintát jelent. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a zöldségek és gyümölcsök esetében a határérték feletti mennyiségben szermaradványokat tartalmazó minták aránya stagnálást/enyhe csökkenést mutat. A kifogásolt minták között pedig egyaránt találunk hazai, EU-s és harmadik országbéli forrásból származó mintákat. A kifogásolt minták arányával szemben a vizsgált időszakban csökkent a kimutatható, de nem kifogásolható mennyiségben szermaradványokat tartalmazó minták aránya és növekedett azon minták aránya, amelyek esetében nem mutatható ki növényvédőszer-maradvány. Az eredmények alapján látható, hogy a nem kifogásolt minták aránya 2017-ben még 54,6 %-os volt, ezzel szemben 2021-ben már csupán a minták 36,8 %-a tartozott ebbe a kategóriába. Ezzel párhuzamosan a 2017-es 43,7 %-ról, 2021-re 61,9 %-ra növekedett azon minták aránya, amelyek esetében szermaradványok mennyisége a kimutatási határérték alatti volt.



13. ábra Növényvédőszer-maradványok jelenléte zöldségfélékben és gyümölcsökben a 2017 és 2021 közötti időszakban (forrás: EFSA országjelentések alapján saját szerkesztés)

A zöldségek és gyümölcsök esetében a leggyakrabban észlelt növényvédőszer-maradványok között a vizsgált időszakban első helyen a boscalid hatóanyag áll, mely minden évben szerepelt a leggyakrabban észlelt szermaradványok között (14. ábra). 2017-ben a vizsgált minták 10,2 %-ban, 2018-ban 9,2 %-ban, 2019-ben 9,91 %-ban, 2020-ban 15,4 %-ban, 2021-ben 8,0 %-ban mutatták ki a boscalid hatóanyagot. A ditiokarbamátok négy évben szerepelnek a leggyakrabban észlelt hatóanyagok között. A ditiokarbamát hatóanyagot 2017-ben a vizsgált minták 10,7 %-ban, 2018-ban 9,9 %-ban, 2019-ben 17,2 %-ban, 2021-ben 6,5 %-ban mutatták ki. A fludioxonil hatóanyagot 2017-ben a vizsgált minták 6,0 %-ban, 2018-ban 6,8 %-ban, 2019-ben 6,39 %-ban, 2020-ban 9,1 %-ban mutatták ki. Az imazalil szintén négy évben szerepelt a leggyakrabban kimutatott hatóanyagok között. 2017-ben a minták 4,9 %-ban, 2018-ban 6,1 %-ban, 2019-ben 5,34 %-ban, 2020-ban 7,4 %-ban mutatták ki.

Az eredmények alapján látható, hogy vannak olyan hatóanyagok, amelyek szinte minden évben szerepelnek a leggyakrabban észlelt hatóanyagok között, ilyen a ditiokarbamátok, a boscalid a fludioxonil és az imazalil zöldség és gyümölcsfélék esetében. Vannak olyan hatóanyagok, amelyek csak egy-egy évben mutathatók ki a mintákban, ilyen például a propamokarb, a fluopiram, a tebukonazol, a ciprodinil és a piraklostrobin.



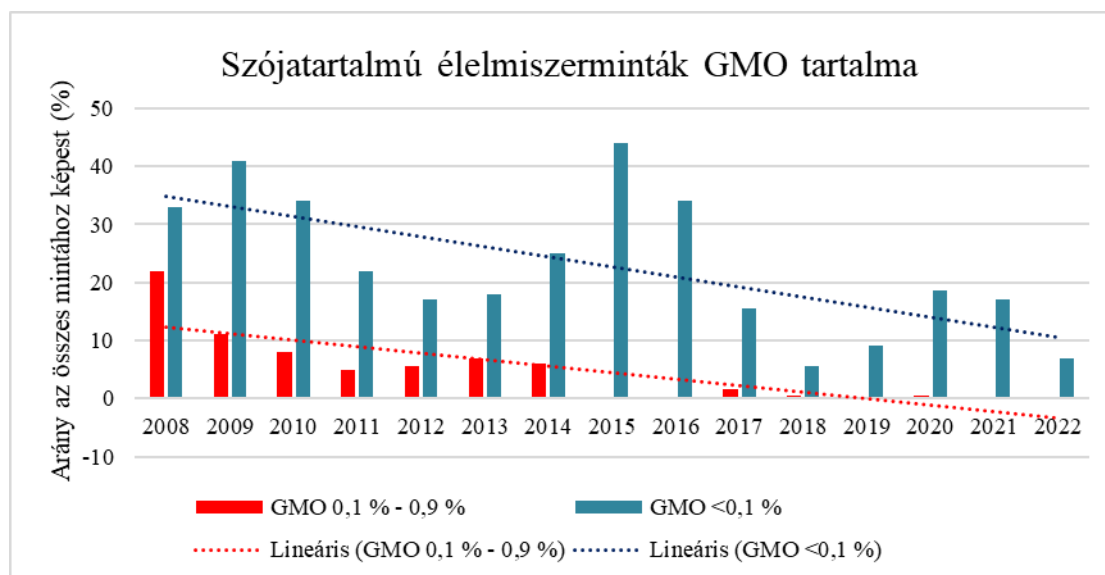
14. ábra Leggyakrabban észlelt növényvédőszer hatóanyagok zöldség-gyümölcs termékcsoport esetében a 2017 és 2021 közötti időszakban (forrás: EFSA országjelentések alapján saját szerkesztés)

A vizsgált zöldség és gyümölcs minták 55-60 %-a Magyarországról, 27-32 %-a EU-s államból, 11-16 % EU-n kívüli országból származik. A minták származási hely szerinti megoszlása a vizsgált időszakban közel egyenletesen alakult. A gabona esetében a vizsgált minták 53-72 %-

a Magyarországról, 14-35 %-a EU-s országokból, 4-27 %-a EU-n kívüli országokból származik. A gabona esetében a származási hely alapján az egyes évek között jelentősebb eltérések is tapasztalhatók. Például a 2018-as évben a vizsgált minták 27,9 %-a harmadik országból származott, míg ugyanez az arány 2021-ben mindössze 4 %-os volt. Ez felhívja a figyelmet arra, hogy fokozottan kell ügyelni a külföldről érkező gabonaszállítmányok minőségére a hatóságoknak.

4.4. Élelmiszerminták GMO tartalmának vizsgálata

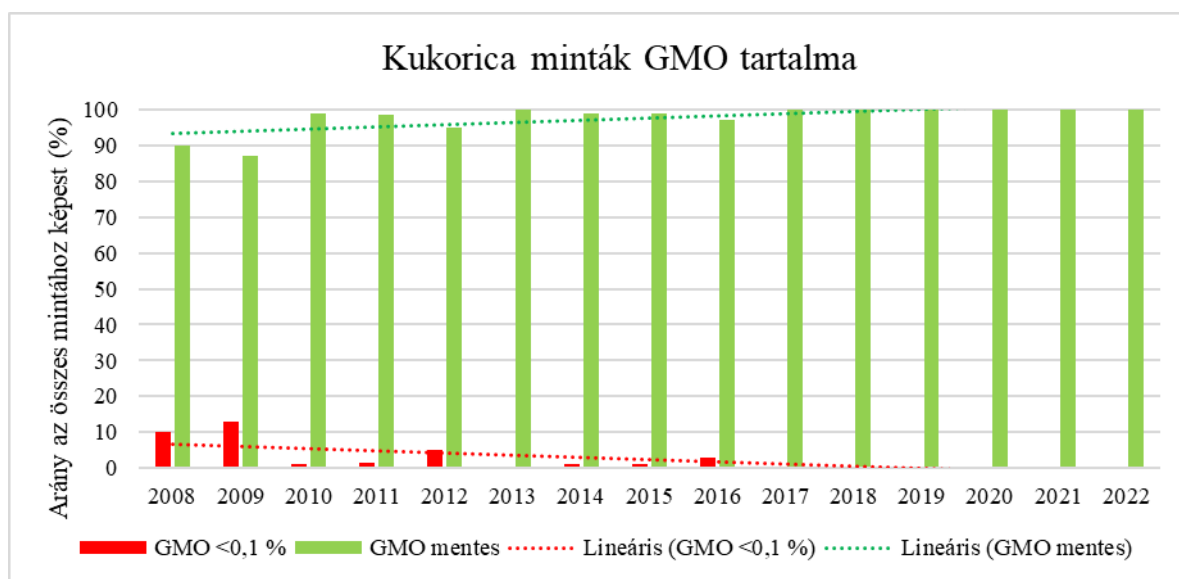
A Nébih a 1829/2003 EK és a 1830/2003 EK rendeletek alapján mintavételt és laboratóriumi vizsgálatokat végez a nem engedélyezett GMO jelenlétének kimutatása céljából. A vizsgálatok főként a szóját és kukoricát tartalmazó termékeket, illetve a vetőmagokat érintik. A kukoricára és szójára vonatkozó eredményeket a 2008 és 2021 közötti időszakra vetítve elemzem a Nébih által rendelkezésemre bocsátott adatok alapján.



15. ábra A szójatartalmú élelmiszerminták GMO szennyezettsége (forrás: Nébih adatok alapján saját szerkesztés)

A szója esetében a 2008 és 2022 közötti időszakban összesen 2581 db élelmiszerminta vizsgálatára került sor. A minták 27,2 %-a volt GMO-val szennyezett, ez összesen 702 db mintát jelent. Az összes minta 4,5 %-a esetében a GMO tartalom 0,1 % és 0,9 % közötti volt. Az összes minta 22,7 %-a esetében a GMO tartalom 0,1 % alatti volt. Az összes vizsgált minta 72,8 %-a tekinthető GMO mentesnek. Ahogy az a 15. ábra alapján is jól látható, az egyes évek között jelentős eltérések találhatók a GMO-val szennyezett minták arányában. A GMO-val

szennyezett minták aránya a 2008-as (55 %) és a 2009-es (52 %) években volt a legmagasabb, ekkor a minták több mint felében találtak GMO-t. Ezt követően fokozatosan csökkent a vizsgált szóját tartalmazó élelmiszerminták GMO tartalma, de az egyes évek között akár 10-15 %-os eltérések később is előfordultak. Legalacsonyabb arányban GMO-val szennyezett szójatartalmú élelmiszert 2018-ban (6 %) és 2022-ben (7 %) találtak. Ha részleteiben megvizsgáljuk a GMO szennyezettség mértékét megállapítható, hogy a vizsgált időszakban tíz olyan év volt, amikor találtak 0,1 és 0,9 % közötti arányban GMO-t tartalmazó élelmiszert. A 0,1 és 0,9 % közötti GMO-val jellemezhető minták aránya a 2008-as évben elérte a 22 %-ot az összes mintán belül. A vizsgált időszak végére azonban a 0,1 és 0,9 % közötti GMO tartalommal jellemezhető minták aránya 0-0,5 %-ra csökkent, tehát egy jelentős mértékű csökkenés mutatható ki. A 0,1 % alatti mennyiségben GMO-t tartalmazó minták aránya 2015-ben volt a legmagasabb, ekkor az összes minta 44 %-át tette ki, de 2009-ben is a minták 41 %-a ebbe a kategóriába volt sorolható. A GMO-t 0,1 % alatti mennyiségben tartalmazó minták aránya az időszak egészét vizsgálva, szintén csökkenő tendenciát mutat. Összességében megállapítható, hogy a vizsgált időszak végére jelentős mértékben csökkent a szójatartalmú élelmiszerek GMO szennyezettsége, és ezzel párhuzamosan növekedett a GMO mentes élelmiszerminták aránya.



16. ábra A kukoricatartalmú élelmiszerminták GMO szennyezettsége (forrás: Nébih adatok alapján saját szerkesztés)

Kukorica esetében a vizsgált időszakban összesen 852 db minta került vizsgálatra, a minták 3,3 %-a (28 db) minta esetében került kimutatásra GMO. A GMO-val szennyezett élelmiszerminták jellemzően a tengeren túlról érkező pattogatni való kukorica esetében fordultak elő. Az USA, Kanada, Brazília és Argentína termel a világon legnagyobb

mennyiségben GMO kukoricát és szóját. Az idősort megvizsgálva megállapítható, hogy a GMO-val szennyezett minták esetén a szennyezettség mértéke 0,1 % alatti volt minden minta esetében (16. ábra). Kukorica esetében a legnagyobb arányban GMO-val szennyezett élelmiszert a 2009-es (összes minta 13 %-a) és a 2008-as évben (összes minta 10 %-a) végzett mintavételek során találtak a Nébih szakemberei. Ezt követő években azonban jelentősen csökkent a GMO-val szennyezett élelmiszerek aránya, A GMO-val szennyezett minták aránya 0-5 % között változott egészen 2017-ig. 2016 után a vizsgált kukoricatartalmú minták 100 %-a GMO mentes volt. A vizsgált időszakban hét olyan év volt, amikor a minták 100 %-a GMO mentesnek bizonyult. Összességében a szójához hasonlóan a kukorica esetén is megállapítható, hogy a 2008 és 2022 közötti időszakban jelentős mértékben csökkent a GMO-val szennyezett, és ezzel párhuzamosan növekedett a GMO mentes élelmiszerminták aránya.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A Nébih éves ellenőrzési program eredményei alapján megállapíthatom, hogy az általam vizsgált négy kultúra közül egyedül a burgonya esetében találtak a határérték feletti, kifogásolható mintát. A másik három vizsgált kultúra esetében a 2017 és 2021 közötti időszakban egyetlen minta esetében sem találtak határérték feletti mennyiségben növényvédőszer-maradványt. Ez az eredmény arra utal, hogy a vizsgált kultúrák közül a burgonya tekinthető a legproblémásabbnak. Megjegyzendő azonban, hogy a burgonya esetében történt a vizsgált időszakban a legtöbb mintavétel is, arányaiban lényegesen több minta származott a burgonyából, mint a másik három kultúrából együttevve.

Az érintett hatóanyagok közül a klórprofám (CIPC) esetében mutatták ki a legnagyobb mértékű határérték túllépést a 2017-es évben. A klórprofám egy csírázásgátló hatóanyag, amelynek a forgalmazását az EU 2020. január 31-ig engedélyezte, tehát jelenleg nem engedélyezett hatóanyagként számít (2019/989 EU végrehajtási rendelet). A szintén határérték feletti mennyiségben kimutatott talajfertőtlenítő szerként és rovarölőként használt klórpírifosz hatóanyag forgalmazását az EU 2020-tól szintén betiltotta, ezzel együtt betiltásra került a klórpírifosz-metil hatóanyag is (2020/18 EU végrehajtási rendelet) (Nébih 2020b). A fentiekből kifolyólag a jövőben várhatóan nem fog megjelenni a növényi termékekben határértéket meghaladó mennyiségben az említett két hatóanyag. A klórprofám és a klórpírifosz hatóanyagra történő ellenőrzést azonban folytatni kell, ugyanis abban az esetben, ha a raktárakat nem tisztították ki megfelelő módon, akkor az ott lerakódott klórprofámmal/ klórpírifosszal szennyeződhet az ott tárolt élelmiszer, vetőmag, ez pedig egészségkárosodáshoz vezethet. Haloxifop hatóanyag tartalmú növényvédőszer Magyarországon már nem hozható forgalomba. A főként talajfertőtlenítésre és csávázószerként használt teflutrin hatóanyag továbbra is forgalomban van, így a jövőben erre továbbra is figyelmet kell fordítani.

A Nébih ellenőrzési program eredményei alapján érdemes megjegyezni, hogy a kimutatható, de nem kifogásolható mennyiségben növényvédőszer-maradványt tartalmazó minták aránya a napraforgó és a szója esetében növekedést mutat. Ebből arra lehet következtetni, hogy ezen kultúrák esetében a jövőben fokozott figyelmet kell fordítani a növényvédőszer-maradványok vizsgálatára. A nem kifogásolható minták arányának növekedése, meglátásom szerint a jövőben magával hozhatja azt is, hogy bizonyos hatóanyagok határérték feletti koncentrációban is megjelennek a mintákban. A burgonya esetében a legproblémásabb hatóanyagok kivonásra kerültek. A burgonya és a kukorica esetében egyaránt csökkent a nem kifogásolható tételek száma, ez meglátásom szerint arra utal, hogy a fokozott élelmiszerbiztonsági ellenőrzés

(különösen burgonya esetében) és jogszabályalkotás (hatóanyagok szabályozása, kivonása) következtében a gazdálkodók tudatossága növekedett. Ez pedig a problémás tételek arányának csökkenéséhez vezet.

Az általam bemutatott EFSA országjelentések eredményei is azt mutatják, hogy a gabonák esetében csökkenő mintaszám mellett, csökken a kimutatható, de nem kifogásolható mennyiségben szermaradványt tartalmazó minták aránya, kifogásolt mintát pedig 2017-ben találtak utoljára. A gabonák esetében az EFSA jelentések alapján leggyakrabban észlelt növényvédő szerek között megtaláljuk a már nem engedélyezett klórpírifoszt és a klór-pírifoszmetilt. A pírifosz-metil továbbra is engedélyezett szernek minősül. Az EFSA jelentésekben vizsgált zöldség-gyümölcs termékcsoporthoz 2017 és 2021 között minden évben találtak olyan mintát, amely hatérték feletti mennyiségben tartalmazott szermaradványokat. Összességében a kifogásolható és a nem kifogásolható minták aránya a gabonafélékhez hasonlóan ebben a termékcsoporthoz is csökkenést mutat. Mivel mind a zöldség-gyümölcs, mind a gabona esetében a minták akár harmada is származhat EU-n kívüli országból, így meglátásom szerint a harmadik országból származó termékekre különösen oda kell figyelni. Hiszen ezen országok esetében az EU-ban nem engedélyezett növényvédőszer is felhasználásra kerülhetnek, amelyből szermaradványok maradhatnak vissza. Jelen helyzetben különösen az Ukrajnából származó tételek ellenőrzése kiemelten fontos feladat, hiszen az ott zajló konfliktus nem kedvez a biztonságos növénytermesztésnek.

Meglátásom szerint a gabona és a zöldség/gyümölcs termékcsoporthoz esetében a kifogásolt és nem kifogásolt minták csökkenésének elsődleges oka a hatékony ellenőrzés és a megfelelő jogszabályi környezet, amely a gazdákat arra ösztönzi, hogy a növényvédelmi munkák során az EU által engedélyezett vegyszereket, a megfelelő dózisban és időpontban alkalmazzák. Simonné Sarkadi (2019) tanulmányában kiemeli, hogy az EU-ban működő élelmiszer gyorsvészjelző rendszer (RASFF) kiépítése jelentős mértékben képes volt hozzájárulni az élelmiszerbiztonság növekedéséhez. Másodlagos okként felmerül a fogyasztók egyre növekvő környezettudatossága, amely megköveteli, hogy a fogyasztott termékek mentesek legyenek a különböző növényvédőszer-maradványoktól. Lehota (2018) értekezésében kifejti, hogy a sok esetben növényvédőszerhez köthető élelmiszerbotrányok jelentős negatív hatást gyakorolhatnak az adott termék piacára, amely az adott élelmiszerből származó bevételek csökkenését okozza. Meglátásom szerint a gazdák részben a fogyasztóktól, részben a hatóságoktól való félelem okán egyre inkább törekednek az előírások betartására.

A GMO-t tartalmazó élelmiszerminták aránya az elmúlt évtizedekben a szója és a kukorica esetében egyértelmű csökkenést mutat. Ez köszönhető a szigorú jogszabályoknak és a jogszabályban foglaltak betartását szolgáló következetes ellenőrzési rendszernek. Annak érdekében, hogy a hazai élelmiszerláncban a GMO előfordulását a jövőben is alacsony szinten lehessen tartani, fokozni szükséges a vetőmagminták ellenőrzését. Továbbá meglátásom szerint fontos célzott ellenőrzéseket lefolytatni, olyan GMO-val feltételezhetően érintett élelmiszerek esetében, amelyek EU-n kívüli (főként tengerentúli) országból származnak.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az emberiség megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszerral történő ellátása kulcsfontosságú szempont a jövőre nézve, különösen a népességnövekedés és az éghajlatváltozás tükrében. Dolgozatomban ezért célul tűztem ki két élelmiszerbiztonságot jelentős mértékben befolyásoló kérdéskör a növényvédőszer-maradványok és a GMO tartalom vizsgálatát, valamint az élelmiszerbiztonság európai rendszerének bemutatását.

Az áttekintett szakirodalmak alapján egyértelműen megállapítható, hogy az élelmiszerbiztonság és az élelmezésbiztonság az elmúlt évtizedekben jelentős mértékben fejlődött. Ennek köszönhetően az EU-ban a világon az egyik legjobban szabályozott az élelmiszerbiztonság kérdésköre, aminek köszönhetően a szennyezett élelmiszerek által okozott megbetegedések száma csökkent. A többlépcsős ellenőrzési rendszer, a jogszabályi háttér, valamint a fogyasztók növekvő tudatossága képes hozzájárulni ahhoz, hogy az emberek asztalára ellenőrzött élelmiszer kerüljön. A világ számos régiójában azonban még ma is komoly gondot okoznak az élelmiszer okozta megbetegedések, a globálisan egységes szabályozás hiánya pedig számos kockázatot rejt magában. A mikrobiológiai és a vegyi eredetű szennyeződések jelentős élelmiszerbiztonsági kockázatot jelentenek mind a fejlődő, mind a fejlett országok esetében.

A dolgozatban elemzett Nébih adatok alapján egyértelműen megállapítható, hogy a vizsgált négy szántóföldi kultúra közül egyedül a burgonya esetében találtak olyan mintákat, amelyekben határérték feletti mennyiségben volt jelen valamilyen hatóanyag. A burgonya esetében problémásnak ítélt hatóanyagok közül a klórprofám, a klórpirifosz és a haloxifop használata már nem engedélyezett, így ezen hatóanyaga jövőben várhatóan nem fognak megjelenni határérték feletti mennyiségben. Az ellenőrzést azonban továbbra is folytatni szükséges. A Nébih éves ellenőrzési program eredményeinek további értékelése arra is rávilágított, hogy bizonyos kultúrák (pl.: szója, napraforgó) esetében növekszik azon minták aránya, amelyekben kimutatható, de nem kifogásolható mennyiségben lehet találni növényvédőszer-maradványt. Ez az eredmény a jövőre nézve kockázatot jelenthet, ugyanis a problémás hatóanyagok akár határérték feletti mennyiségben is megjelenhetnek a terményekben. A jövőben az éves ellenőrzési tervek elkészítése során figyelmet kell fordítani ezen hatóanyagokra.

A Magyarországra vonatkozó általam vizsgált EFSA országjelentések eredményei alapján gabona esetében kifogásolható minta csak nagyon ritkán fordul elő, a kimutatható, de nem

kifogásolható mennyiségben szermaradványt tartalmazó minták aránya szintén csökkenő tendenciát mutat. A zöldség-gyümölcs termékcsoporthoz minden vizsgált évben előfordult olyan minta, amely hatérték feletti mennyiségben tartalmazott szermaradványokat. Azonban a kifogásolható és nem kifogásolható minták aránya ebben a termékcsoporthoz is csökkenő tendenciát mutat. Mivel mind a zöldség-gyümölcs, mind a gabona esetében a minták akár harmada is származhat EU-n kívüli országból, így meglátásom szerint a harmadik országból származó termékekre különösen oda kell figyelni. A szakirodalmi áttekintésből is kiderült, hogy világszinten továbbra sincsen egységes szabályozás a növényvédőszerre vonatkozóan. A fejlődő országokban manapság is alkalmaznak olyan szereket, amelyek a fejlett országokban már nem engedélyezettek, az ott termelt termények a globális kereskedelem révén pedig eljutnak az európai fogyasztókhoz is. Ezáltal az élelmiszerbiztonsági hatóságok részéről folyamatos figyelem szükséges.

A GMO-t tartalmazó élelmiszerminták aránya az elmúlt évtizedekben a szója és a kukorica esetében egyértelmű csökkenést mutat. Ez köszönhető a szigorú jogszabályoknak és a jogszabályban foglaltak betartását szolgáló következetes ellenőrzési rendszernek. A piac irányából azonban egyre fokozódik a nyomás a GMO élelmiszerek és vetőmagok bevezetéséhez, így annak érdekében, hogy megtarthassuk hazánk GMO mentességét a hatóságok részéről fokozott figyelem szükséges. A GMO kérdéskör a jövőben hazánkban és Európa más országaiban egyre inkább a figyelem középpontjába fog kerülni, míg a növényvédőszer-maradványok kérdése kevésbé lesz problematikus.

Véleményem szerint a megfelelő jogszabályi alapokon nyugvó, jól felépített és működtetett európai élelmiszerbiztonsági rendszer képes lesz a jövő kihívásaival megküzdeni. Az ellátási lánc résztvevőinek növekvő tudatossága és szabálykövetése pedig elősegíti, hogy megfelelő minőségű élelmiszerek kerüljenek a fogyasztók asztalára.

Összességében a dolgozat írásának kezdetén kiűzött célokat reményeim szerint sikerült elérnem és képes voltam rávilágítani az élelmiszerbiztonság jelentőségére, a növényvédőszer-maradványok és a GMO kiemelt szerepére a biztonságos élelmiszerellátásban.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A diplomadolgozatom elkészítésében nyújtott segítségért köszönetemet fejezem ki témavezetőmnek Dr. Jolánkai Márton professor emeritusnak.

A növényvédőszer-maradványokkal kapcsolatos adatszolgáltatásért külön köszönet illeti Vásárhelyi Adrienn-t illetve a Nébih dolgozóit.

IRODALOMJEGYZÉK

2003. évi LXXXII. törvény az élelmiszerekről. <https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0300082.TV> (2023.07.04.)
- Agrárminisztérium: GMO-mentes jelölés. <https://gmo.kormany.hu/gmo-mentes-jeloles> (2020.07.05.)
- Dudeja, P., Gupta, R. K., & Minhas, A. S. (Eds.). (2016): Food safety in the 21st century: Public health perspective. Academic Press.
- EFSA (2022): The 2020 European Union report on pesticide residues in food. EFSA Journal, 20(3), e07215. European Food Safety Authority
- EFSA (2023): National summary reports on pesticide residue analysis performed in 2017, 2018, 2019, 2020, 2021. European Food Safety Authority (EFSA), European Commission
- Európai Bizottság (2019): A Bizottság (EU) 2019/989 végrehajtási rendelete. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0989&from=PT> (2023.05.30.)
- Figler M. (2015): Élelmiszer minőségbiztosítás. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest
- Fung, F., Wang, H. S., & Menon, S. (2018): Food safety in the 21st century. Biomedical journal, 41(2), 88-95.
- Gál I. (2013): A növénytermesztési technológiák élelmiszerbiztonsági kérdései. Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Kar
- Gibárti, S. (2019): Az élelmiszerbiztonság értelmezése válságövezetekben. Hadtudományi Szemle, 12(1), 153-166.
- Gizaw, Z. (2019): Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review. Environmental health and preventive medicine, 24, 1-21.
- Godefroy, S. (2021): Setting a Structured Food and Feed Laboratory Testing Capacity in the Arab Region. Journal of Regulatory Science, 9(2), 1-10.
- Grace, D. (2015): Food safety in developing countries: an overview. The International Livestock Research Institute.
- Hanning, I. B., O'Bryan, C. A., Crandall, P. G., & Ricke, S. C. (2012). Food safety and food security. Nature Education Knowledge, 3(10), 9.
- Horváth, L. (2018): Egészségügyi kockázatot jelentő vegyi anyagok, amelyek táplálkozásunk során a szervezetünkbe kerülhetnek. Katonai Logisztika, 26(1-2), 79-107.
- Jolánkai, M., Szentpétery, Z., & Hegedűs, Z. (2006): Pesticide residue discharge dynamics in wheat grain. Cereal research communications, 34(1), 505-508.
- Kawall, K., Cotter, J., & Then, C. (2020): Broadening the GMO risk assessment in the EU for genome editing technologies in agriculture. Environmental Sciences Europe, 32(1), 106.

- King, T., Cole, M., Farber, J. M., Eisenbrand, G., Zabaras, D., Fox, E. M., & Hill, J. P. (2017): Food safety for food security: Relationship between global megatrends and developments in food safety. *Trends in Food Science & Technology*, 68, 160-175.
- Lehota, Z. (2018): A hazai élelmiszer ellátási lánc elemzése, különös tekintettel a fogyasztói kockázatokra. Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő
- Lele, U., Masters, W. A., Kinabo, J., Meenakshi, J. V., Ramaswami, B., Tagwireyi, J., & Goswami, S. (2016): Measuring food and nutrition security: An independent technical assessment and user's guide for existing indicators. Rome: Food Security Information Network, Measuring Food and Nutrition Security Technical Working Group, 177.
- Martin-Shields, C. P., & Stojetz, W. (2019): Food security and conflict: Empirical challenges and future opportunities for research and policy making on food security and conflict. *World development*, 119, 150-164.
- Nébih (2020a): Integrált Többéves Nemzeti Ellenőrzési Terv 2020-2023. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih), Budapest, 2020.
- Nébih (2020b): Visszavonta az Európai Bizottság a klórpírifosz és a klórpírifosz-metil hatóanyagok engedélyét. <https://portal.nebih.gov.hu/-/visszavonta-az-europai-bizottsag-a-klorpirifosz-es-a-klorpirifosz-metil-hatoanyagok-engedelyet> (2023.05.30.)
- Nerín, C., Aznar, M., & Carrizo, D. (2016): Food contamination during food process. *Trends in food science & technology*, 48, 63-68.
- Országgyűlés Hivatala (2021): Élelmiszerbiztonság. Infojegyzet, 2021/73 Képviselői Információs Szolgálat, Közgűjteményi és Közművelődési Igazgatóság.
- Paparella, A. (2020): Food safety: definitions and aspects. *Food safety hazards*, 1. Gavin Publishers, Lisle, USA
- Pinstrup-Andersen, P. (2009): Food security: definition and measurement. *Food security*, 1(1), 5-7.
- Popp, J., Bánáti, D., Kürthy, G., Kürti, A., & Stauder, M. (2006): Élelmiszer-biztonság a nemzetközi kereskedelem tükrében. *Food safety in the context of international trade*.
- Simonné Sarkadi, L. (2019): Élelmiszer előállítás, élelmiszerbiztonság és a fenntartható környezet kapcsolata. *Magyar Kémiai Folyóirat*, 125(2), 59-63.
- Szentpétery, Z., Hegedűs, Z., & Jolánkai, M. (2005): Impact of agrochemicals on yield quality and pesticide residues of winter wheat varieties. *Cereal Research Communications*, 33(2/3), 635-640.
- Szilágyi, J. E., & Tóth, E. (2017): A GMO-mentes mezőgazdaság megteremtésének újabb jogi eszköze: a GMO-mentes termékek jelölése Magyarországon. *Publicationes Universitatis Miskolciensis. Sectio Juridica et Politica*, 35, 479-499.

- Szpyrka, E., Kurdziel, A., Matyaszek, A., Podbielska, M., Rupa, J., & Słowik-Borowiec, M. (2015): Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from the region of south-eastern Poland. *Food Control*, 48, 137-142.
- Takács, S. (2017): Alattomos gyilkosok: a higany (Hg) és az ólom (Pb). *Múltjuk és jelenük. Egészségtudomány*, LXI. évf., 2017. 4. szám, 61(4), 58.
- Thomas, M. K., Vriezen, R., Farber, J. M., Currie, A., Schlech, W., & Fazil, A. (2015): Economic cost of a *Listeria monocytogenes* outbreak in Canada, 2008. *Foodborne pathogens and disease*, 12(12), 966-971.
- Uzonyi, G. (2020): Az EU agrártermék-és élelmiszer-szabályozási rendszere. Nemzeti Közsolgálati Egyetem
- Van der Meulen, B. M. (2013): The structure of European food law. *Laws*, 2(2), 69-98.
- World Health Organization (WHO) (2019): Food safety. 2022.05.19. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety> (2023.07.03.)
- Zach, L., Ellin Doyle, M., Bier, V., & Czuprynski, C. (2012). Summary and Recommendations for the Safety of Imported Foods. *Improving Import Food Safety*, 303-334.

NYILATKOZATOK

Hallgatói és konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Alulírott **Makra Máté Lajos**, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, **Szent István** Campus, **Növénytermesztő Mérnök MSC** szak levelező tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a fel-használt irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy **Diplomadolgozatom** egyoldalas össze-foglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett. A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: **NEM**.

Kelt: Gödöllő, 2023. Október. 30.



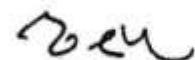
Hallgató

NYILATKOZAT

Makra Máté Lajos (Neptun azonosító: **FS2V7E**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a **Diplomadolgozatot** áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam. A **Diplomadolgozatot** záróvizsgán történő védeésre **javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: **NEM**.

Kelt: Gödöllő, 2023. Október. 30.



Belső konzulens