

EGYÜTT MAGYARORSZÁG ÉLELMISZER-BIZTONSÁGÁÉRT



Írták: Dr. Bánáti Diána
Dr. Beczner Judit
Dr. Bóna Lajos
Dr. Farkas József
Dr. Gelencsér Éva
Dr. Halász Anna
Dr. Laczay Péter
Dr. Lakner Zoltán
Dr. Pauk János
Dr. Sas Barnabás

Szerkesztette: Bánáti Diána
Budapest
2006.

ÉLELMISZER-BIZTONSÁGI KÖTETEK III.

EGYÜTT MAGYARORSZÁG ÉLELMISZER-BIZTONSÁGÁÉRT

(NKFP pályázat keretében elért eredmények)

Írták: Dr. Bánáti Diána
Dr. Beczner Judit
Dr. Bóna Lajos
Dr. Farkas József
Dr. Gelencsér Éva
Dr. Halász Anna
Dr. Laczay Péter
Dr. Lakner Zoltán
Dr. Pauk János
Dr. Sas Barnabás

Szerkesztette: Bánáti Diána

Budapest, 2006.

Cím: **Együtt Magyarország Élelmiszer-biztonságáért**

Szerkesztő: **Dr. Bánáti Diána**, c. egyetemi tanár, főigazgató

Szerkesztő Bizottság:
Dr. Dimény Imre, MTA tagja
Dr. Farkas József, MTA tagja
Dr. Horn Péter, MTA tagja
Dr. Somogyi Árpád, MTA külső tagja

Az Élelmiszer-biztonsági Kötetek eddig megjelent kötetei:

- I. Az élelmiszer-biztonság megítélése és a magyar fogyasztók kockázat-észlelése
(2003)
ISBN 963 9179 10 8
- II. Gluténmentes élelmiszerek
(2005)
ISBN 963 7358 08 0

Minden jog fenntartva, beleértve a kiadvány részben vagy egészben – nem oktatási célra történő – sokszorosítását.

ISBN 963 7358 09 9

ISSN 1788-4500

Kiadja: Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, Budapest

Nyomda: Hieroglif Reklám Kft., Budapest

SZERZŐK:

Dr. Bánáti Diána

főigazgató, Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet,
c. egyetemi tanár, tanszékvezető, SZIE Élelmiszer-tudományi Tanszék

Dr. Beczner Judit

tudományos tanácsadó, osztályvezető, Központi Élelmiszer-tudományi
Kutatóintézet

Dr. Bóna Lajos

vezető nemesítő, Gabonatermesztési Kutató Kht.

Dr. Farkas József

kutató professzor, Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet,
egyetemi tanár, BCE Élelmiszertudományi Kar

Dr. Gelencsér Éva

főosztályvezető, Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet,
c. egyetemi tanár, BCE Élelmiszertudományi Kar

Dr. Halász Anna

tudományos tanácsadó, Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet,
c. egyetemi tanár, BME Vegyészmérnöki Kar

Dr. Laczay Péter

tanszékvezető, egyetemi tanár, SZIE Állatorvos-tudományi Kar

Dr. Lakner Zoltán

egyetemi docens, BCE Élelmiszertudományi Kar

Dr. Pauk János

tudományos tanácsadó, Gabonatermesztési Kutató Kht.

Dr. Sas Barnabás

egyetemi tanár, ny. igazgató főállatorvos, Országos Élelmiszervizsgáló
Intézet

TARTALOM

Előszó	5
1. A projekt bemutatása	6
1.1. A pályázat célja	6
1.2. A kutatásból levonható általános következtetések	8
1.3. A projekt bemutatása	9
1.4. A konzorcium vezető intézménye	10
1.5. A konzorcium irányító testülete	10
1.6. A konzorciumi tagok feladatai és a kutatásban közreműködő vezető kutatók	10
2. Eredmények	14
2.1. Kockázati tényezők felmérése	14
2.1.1. Állati eredetű élelmiszerekkel kapcsolatos kockázatok felmérése	14
2.1.2. Növényi eredetű élelmiszerekkel kapcsolatos kockázatok felmérése	15
2.1.3. Kémiai kockázati tényezők	19
2.1.3.1. Nitrát-tartalom	19
2.1.3.2. Toxikus elem tartalom	19
2.1.3.3. Stresszfehérje tartalom	20
2.2. Új módszerek	22
2.2.1. Mikrobiológiai fertőzőtség kimutatására fejlesztett módszerek	22
2.2.2. Kémiai eredetű szennyezettség kimutatására fejlesztett módszerek	23
2.2.2.1. Toxikus elem tartalom meghatározása	23
2.2.2.2. Nitrát-tartalom meghatározása	23
2.2.2.3. Biogén amin tartalom meghatározására kidolgozott módszerek	24
2.2.4. Biológiai eredetű szennyezettség kimutatására fejlesztett módszerek	25
2.3. Eljárások az élelmiszer-biztonsági kockázatok csökkentésére	27
2.3.1. Szelektált starter kultúrákkal végzett fermentációs eljárások	27
2.3.2. Növénynevelés, mint élelmiszer-biztonsági kockázat csökkentő eljárás	29
2.4. Új élelmiszerekkel kapcsolatos veszélyek felmérése	32
2.4.1. GM búza kenyérsütési minősége és beltartalmi értéke a kontroll búzához viszonyítva	32
2.4.2. Szója tartalmú élelmiszerek GMO monitoring vizsgálata	33
2.4.3. Transzformált gén szervezetbe való bekerülésének veszély- elemzése – tápcsatorna rezisztencia vizsgálat	34
2.5. Az élelmiszer-biztonság érvényesülése a fogyasztói és szakmai közvélemény gondolkodásában	35
3. Összefoglalás	38

ELŐSZÓ

A **Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Program (NKFP)** célja olyan átfogó kutatási, fejlesztési és innovációs projektek megvalósításának támogatása volt, amelyek a prioritást kapott területeken tudományos és technológiai áttöréshez vezetnek, az eredmények hozzájárulnak az ország versenyképességének növeléséhez, az életminőség javításához, minőségi munkahelyek teremtéséhez és a tudásalapú gazdaság, illetve társadalom kiépüléséhez. Fontos cél volt még az anyagi és szellemi erőforrások koncentrációja, az **alap- és alkalmazott kutatások**, valamint a **technológia fejlesztések** összhangjának megteremtése. A projekt célja volt a nemzeti kutatási-fejlesztési kapacitások megerősítése és hatékony kihasználása, nemzetközi tudományos versenyképességünk, ezen belül pályázati sikerességünk javítása. A hazai tudományos szféra megerősítésén túl a programok fontos célja volt a kutatás és a versenyszféra kapcsolatának fejlesztése.

A prioritások között szereplő **4. program: Agrárgazdasági és biotechnológiai kutatások** területén kiemelt célként szerepelt a piaci versenyképességgel és az **uniós csatlakozással kapcsolatos agrárgazdasági kutatások és élelmiszer ipari technológiák fejlesztése** mellett, a hazai kutatási és fejlesztési műhelyek élelmiszer-biztonsággal kapcsolatos kutatásainak és fejlesztéseinek és a gazdaság kapcsolatainak erősítése.

Az európai élelmiszer-biztonsági helyzet feltárásával világossá vált, hogy szükség van az élelmiszer-biztonsággal kapcsolatos K+F tevékenység erősítésére. Az új kórokozók megjelenésével, a régi kórokozók megváltozásával, a lakosság immunállapotának romlásával, az élelmiszer ipari nyersanyagok és technológiák megváltozásával, a természetesebb élelmiszerek iránti igény megjelenésével, a nemzetközi élelmiszer kereskedelem és a nemzetközi turizmus növekedésével, a környezet elszennyeződésével és a globális környezeti változásokkal összefüggésben folyamatosan nő az élelmiszer-biztonsági kutatások jelentősége. Az élelmiszer eredetű megbetegedések költségei az államháztartást, tehát az adófizető állampolgárokat terhelik. Az élelmiszer-biztonság javulása esetén csökkennek az orvosi ellátás költségei és a munkából való távolmaradás, nő a termelés, a termelékenység és az export, javul a nemzetközi élelmiszer kereskedelem, csökken az élelmiszerek romlása és szennyezettsége miatti veszteség, emelkedik a foglalkoztatottság, a jövedelem és a társadalmi jólét.

A Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet (KÉKI) felismerve a téma fontosságát konzorciumi partnereivel összefogva pályázatot nyújtott be **„EGYÜTT MAGYARORSZÁG ÉLELMISZER-BIZTONSÁGÁÉRT. Integrált kutatási és fejlesztési feladatok a biztonságos élelmiszerekért”** címmel 2002-ben, amelynek főbb eredményeit szeretnénk az **„Élelmiszer-biztonsági Kötetek”** III. kötetében ismertetni.

(A Szerk.)

1. A PROJEKT BEMUTATÁSA

1.1. A pályázat célja

A pályázat célja a Nemzeti Élelmiszer-biztonsági Stratégia megalapozása, a hazai élelmiszer-biztonsági helyzet javulásával az élelmiszer eredetű megbetegedések és az ezzel kapcsolatos kiadások csökkenése, valamint ezzel egyidejűleg a magyar élelmiszeripari termékek versenyképességének és aggálymentes felhasználásának javítása volt. A projekt kitért a WTO elvárásainak megfelelő kockázat-elemzési (kockázat-becslés, -kezelés és -közlés) módszerek hazai gyakorlatban való kialakítására és az élelmiszer-biztonsági helyzet felmérés alapján szükséges kutatási és fejlesztési feladatoknak a meghatározására ill. rangsorolására.

A célkitűzés megvalósításához a következő kutatási feladatokat fogalmaztuk meg:

- az állati és növényi eredetű élelmiszerekkel kapcsolatos biológiai és kémiai élelmiszer-biztonsági kockázatok felmérése,
- módszer fejlesztés,
- a kockázatok csökkentésére alkalmas eljárások kidolgozása,
- új élelmiszerekkel és technológiákkal kapcsolatos kockázat elemzése és kommunikáció.

Az élelmiszer-biztonsági kutatások során az egyes kémiai (pesticidok, nehézfémek, stresszfehérjék, allergének stb.) és biológiai (romlást okozó hőrezisztens mikrobák) **kockázati tényezők kimutatására és nyomonkövetésére alkalmas új módszerek** (metabolomika, proteomika, immun- és molekuláris biológia, bioszenzorok, roncsolásmentes fizikai és kromatográfiás technikák, prediktív és gyors mikrobiológiai módszerek) és a kockázatot csökkentő eljárások (probiotikus és kombinált kezelések, MAP) fejlesztése és hatékonyságuk értékelése történt. Elsődleges feladatunk volt az **új élelmiszerekben** (GMO, funkcionális élelmiszerek) és az eddig nem ellenőrzött **technológiákban** (kíméletes eljárások) rejlő **veszélyek feltárása**.

Az alkalmazott technológiák hatásának értékelésével a főbb tápanyaghordozókban és a biológiailag aktív komponensekben (bio-antioxidánsok, enzimes állapot) történő **funkcionális változások feltárására** törekedtünk.

Az öt altémára és tizenhét részfeladatra tagolódó kutatási tevékenység a következő volt:

1. **A hazai élelmiszer-biztonsági helyzet romlásának feltételezett okait feltáró kutatások és a biztonság javítására alkalmazható intézkedések és módszerek fejlesztése az EU csatlakozás fényében** (1., 6. altéma)
Témavezető: Dr. Laczay Péter (Dr. Sas Barnabás)
2. **Ételmérgezők, ételfertőzések megelőzése** (2., 7., 11., 15. altéma)
Témavezető: Dr. Farkas József (Dr. Beczner Judit; Polyákné dr. Fehér Katalin)
3. **Élelmiszereink kémiai és toxikológiai biztonságának növelése** (3., 8., 12., 16. altéma)
Témavezető: Dr. Matuz János (Dr. Bóna Lajos)
4. **Újfajta élelmiszerekkel és élelmiszer összetevőkkel kapcsolatos veszély megelőzése és az élelmiszer allergiás fogyasztó védelme** (4., 9., 13., 17. altéma)
Témavezető: Dr. Gelencsér Éva (Dr. Pauk János)
5. **Az élelmiszer-biztonság érvényesülése a fogyasztó és a szakmai közvélemény gondolkodásában és magatartásában, az élelmiszerlánc egyes szereplőinek stratégiája, taktikája és kommunikációja az élelmiszer-biztonság növelése érdekében** (5., 10., 14. altéma)
Témavezető: Dr. Bánáti Diána (Dr. Lakner Zoltán)

1.2. A kutatásból levonható általános következtetések

A baromfi-hús előállítás teljes körű termékpálya vizsgálatával feltártuk a mikrobiológiai kockázati tényezőket (*Campylobacter*, *Salmonella*, *Listeria*) és megállapítottuk az állattartási technológia, valamint a takarmány ellenőrzés hiányosságaiból eredő kockázatot.

A legnagyobb veszélyt jelentő humán patogén baktériumok kimutatására, azonosítására DNS technikán alapuló hatékony és szelektív módszert dolgoztunk ki.

A növényi eredetű élelmiszerek teljes körű termékpálya vizsgálata egyértelműen igazolta, hogy lágyhúsú gyümölcsöknél és gyökérzöldség esetén a talaj mikrobiológiai szennyezettsége döntően befolyásolja a termény fertőzöttségét. Ez azért is fontos, mert mosási művelettel a felületi mikrobás szennyezettség érdemben nem csökkenthető.

A mikrobiológiai eredetű kockázat megszüntetésére több technológia hatékonyságát vizsgáltuk. Megfelelően szelektált starter kultúrák (*Bifidobaktérium*, *Lactobacillus*) eredményesen visszaszorítják a gyökérzöldség (sárgarépa, cékla) szennyező mikroflóráját.

Megállapítottuk, hogy a hatékony savtermelésen kívül a peptid jellegű metabolitoknak is jelentős szerepük van a mikrobaszaporodás gátlásában. Az emberi szervezet immunaktivitására is kedvező befolyást kifejítő starter kultúrák probiotikumnak tekinthetők. Az általunk vizsgált tejsavbaktérium izolátumok közül több, a fenti kritériumoknak megfelelő, potenciálisan probiotikumként hasznosítható *Lactobacillus* törzset válogattunk ki további vizsgálatok céljára.

Nyersen fogyasztott gyümölcsök romlásmentes eltarthatósága a fejlesztett, módosított atmoszférájú csomagolásban (MAP) lényegesen növelhető.

Új nem termikus eljárások hatékonyságát termék modelleken vizsgáltuk és megállapítottuk, hogy kombinált technikával (nagy nyomás és nizin együttes alkalmazása) az eredményesség jelentősen növelhető.

DNS technikán alapuló eljárást dolgoztunk ki génmódosított termény élelmiszerből való kimutatására továbbá véletlen mintavételből származó termékek meghatározását is elvégeztük.

In vitro modellt dolgoztunk ki a GMO szerkezet emésztőrendszeri viselkedésének, a beültetett DNS szekvencia belső szervekbe (gyomor, máj stb.) illetve izomszövetbe való bekerülésének meghatározására. A vizsgálatok azt mutatják, hogy GMO tartalmú takarmány etetése esetén a módosított génszakasz nem jut át az emberi fogyasztásra kerülő szervekbe, illetve a húgba.

Eredményes fajta szelekcióval hatékonyan csökkenthető a gabona penész fertőzöttsége és – különösen rezisztens fajták esetén – a mikotoxin termelés is gátolt.

Feltártuk az élelmiszerlánc szereplőinek élelmiszer-biztonsági stratégiáját és a fogyasztók ilyen vonatkozású ismeret szintjét. Megállapítottuk, hogy a fogyasztók öt csoportba sorolhatók tudatosság ill. élelmiszer-biztonsági attitűdjük szerint, megteremtve ezáltal a hatékony, specifikus kockázat-kommunikáció alapjait.

1.3. A projekt bemutatása

„Együtt Magyarország élelmiszer-biztonságáért. Integrált kutatás-fejlesztési program a biztonságos élelmiszerekért.” címmel 2002-ben nyújtott be Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Program (NKFP) típusú pályázatot a Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet (1) vezetésével a Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Kar (2), a Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar (3), a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vegyészmérnöki Kar (4), az Országos Élelmiszervizsgáló Intézet (5), a Gabonatermesztési Kutató Kht. (6), a Konzervipari Kutató-Fejlesztő és Minőségvizsgáló Kht. (7), az Egészséges Magyarországért Egyesület (8), a Hajdú-Bét Baromfitermelő és Értékesítő Rt. (9) és a Dunakenyér Sütőipari és Kereskedelmi Rt. (10) tagokból álló konzorcium (1. táblázat).

1. táblázat: A konzorcium tagjai

Intézmény	Intézmény vezetője	Témavezető
1. Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet (KÉKI)	Dr. Bánáti Diána	Dr. Bánáti Diána
2. Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Kar (BCE ÉTK) – Hűtő és Állatiermek Technológiai Tanszék (HÁTT) – Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék (MBT) – Sőr- és Szeszípari Tanszék (SSZT) – Élelmiszeripari Gazdaságtan Tanszék (ÉGT) – Alkalmazott Kémia Tanszék (AKT) (A projekt indulásakor: Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar)	Dr. Mészáros Tamás (A pályázat beadásakor: Dr. Szendrő Péter)	Dr. Farkas József
3. Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar (SZIE ÁOTK) – Élelmiszer-higiéniai Tanszék (ÉT) – Élettani és Biokémiai Tanszék (ÉBT)	Dr. Molnár József (A pályázat beadásakor: Dr. Szendrő Péter)	Dr. Laczay Péter
4. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vegyészmérnöki Kar (BME-BÉT) – Biokémiai és Élelmiszertechnológiai Tanszék (BÉT)	Dr. Molnár Károly (A pályázat beadásakor: Dr. Detrekői Akos)	Simonné Dr. Sarkadi Livia
5. Országos Élelmiszervizsgáló Intézet (OÉVI)	Dr. Tili Sándor (A pályázat beadásakor: Dr. Sas Barnabás)	Dr. Sas Barnabás
6. Gabonatermesztési Kutató Kht. (GK Kht.)	Dr. Matuz János	Dr. Bóna Lajos
7. Konzervipari Kutató-Fejlesztő és Minőségvizsgáló Kht. (KPKI Kht.)	Dr. Mészáros László	Dr. Antal Istvánné
8. Egészséges Magyarországért Egyesület (EME)	Dr. Harsányi László	Dr. Harsányi László
9. Hajdú-Bét Baromfitermelő és Értékesítő Rt. (HAJDÚ-BÉT Rt.) ¹	Boros Attila	Répási Pál
10. Dunakenyér Sütőipari és Kereskedelmi Rt. (DUNAKENYÉR Rt.)	Németh János	Kiss Róbert

¹ A Konzorciumnak 2004. január 31-ig volt a tagja, azt követően feladatait a Master-M Kft. vette át a KÉKI-vel kötött megbízási szerződés alapján.

1.4. A konzorcium vezető intézménye

Név:	Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet – KÉKI
Cím:	1022 Budapest, Herman Ottó út 15. 1537 Budapest Pf.: 393.
Telefonszám:	06-1-355-8991
Fax-szám:	06-1-212-9853
E-mail cím:	d.banati@cfri.hu; keki@cfri.hu
Honlap cím:	www.keki.hu
Vezető:	Dr. Bánáti Diána c. egyetemi tanár, főigazgató

1.5. A konzorcium irányító testülete

Vezető:	Dr. Bánáti Diána	5. sz. főtéma vezetője (KÉKI)
Helyettes:	Dr. Gelencsér Éva	4 sz. főtéma vezetője (KÉKI)
Tagok:	Dr. Laczay Péter	1. sz. főtéma vezetője (SZIE ÁOTK)
	Dr. Farkas József	2. sz. főtéma vezetője (BCE ÉTK)
	Dr. Matuz János	3. sz. főtéma vezetője (GK Kht.)
Szervező:	Rimányi Livia, projekt adminisztrátor (KÉKI) Sebők Eszter, tudományos titkár (KÉKI)	
Pénzügyi felelős:	Marcsovics Ferencné, gazdasági főigazgató-helyettes (KÉKI)	

1.6. A konzorciumi tagok feladatai és a kutatásban közreműködő vezető kutatók

1. Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet (KÉKI)

Kutatási feladat:

- konduktometria, biolumineszcencia, fluoreszcens gfp törzs vagy bioszenzor alapú szelektív, érzékeny gyors módszerek fejlesztése növényi (zöldség és gyümölcs) nyersanyagokat leggyakrabban szennyező mikrobák kimutatására és az élelmiszerláncban történő változás nyomonkövethetőségének biztosítására,
- az ellenanyag és DNS alapú gyors analitikai módszerek fejlesztése (allergének, GMO, eredet vizsgálat), élelmiszer komponensek biztonságának vizsgálata állatkísérletekben,
- a kémiai vagy biológiai kockázatot csökkentő eljárások fejlesztése fermentációs kutatásokkal,
- az új élelmiszerekkel (új hozzáadott értéket képviselő, kiméletes eljárásokkal előállított élelmiszerek, GMO) kapcsolatos kockázatok összehasonlító elemzésére alkalmas modellek fejlesztése,
- az élelmiszer-biztonsági attitűd vizsgálata a fogyasztó és a szakmai közvélemény gondolkodásában és magatartásában.

Közreműködő vezető kutatók:

Dr. Bánáti Diána	c. egyetemi tanár, főigazgató
Dr. Gelencsér Éva	főosztályvezető Élelmiszer-biztonsági Főosztály
Dr. Beczner Judit	tudományos tanácsadó, osztályvezető Mikrobiológiai Osztály
Dr. Cserhalmi Zsuzsa	főosztályvezető Élelmiszer-technológiai Főosztály
Dr. Hajós Gyöngyi	osztályvezető Táplálkozástudományi Osztály
Dr. Halász Anna	c. egyetemi tanár, tudományos tanácsadó Biológiai Osztály
Dr. Kovács Etelka	tudományos tanácsadó Mikrobiológiai Osztály
Dr. Váradai Mária	tudományos tanácsadó Analitikai Osztály

2. Budapesti Corvinus Egyetem (BCE) Élelmiszertudományi Kar*Kutatási feladat:*

- patogén mikrobák terjedésének vizsgálata,
- új élelmiszeripari technológiák és tartósítási eljárások hatása a patogén mikroorganizmusokra,
- élelmiszerek kémiai és toxikológiai biztonságának növelése,
- funkcionális élelmiszerek előállításával kapcsolatos veszélyek felmérése,
- élelmiszerek eredetére és romlására jellemző biomarkerek és érzékszervi eltérések meghatározása,
- a lakossági ételkészítési technológiák értékelése élelmiszer-biztonsági szempontból.

Közreműködő vezető kutatók:

Dr. Farkas József	egyetemi tanár Hűtő és Állatiermék Technológiai Tanszék
Dr. Fodor Péter	tanszékvezető, egyetemi tanár Alkalmazott Kémia Tanszék
Dr. Hoschke Ágoston	egyetemi tanár Sör- és Szeszipari Tanszék
Dr. Kaffka Károly	egyetemi magántanár Hűtő és Állatiermék Technológiai Tanszék
Dr. Maráz Anna	tanszékvezető, egyetemi tanár Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék
Mohácsiné Dr. Farkas Csilla	egyetemi docens Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék
Rezessyné Dr. Szabó Judit	tanszékvezető, egyetemi docens Sör- és Szeszipari Tanszék

3. Szent István Egyetem (SZIE) Állatorvos-tudományi Kar

Kutatási feladat:

- *Campylobacter jejuni* fertőzőtlenség mértékének meghatározása a hazai élelmiszerláncban,
- *Campylobacter jejuni* szaporodását befolyásoló tényezők vizsgálata.

Közreműködő vezető kutatók:

Dr. Gálfi Péter	egyetemi magántanár Élettani és Biokémiai Tanszék
Dr. Laczay Péter	tanszékvezető, egyetemi tanár Élelmiszer-higiéniái Tanszék

4. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME)

Biokémiai és Élelmiszertechnológiai Tanszék

Kutatási feladat:

- analitikai módszerek kidolgozása a biogén amin tartalom meghatározásra,
- új technológiákkal előállított növényi eredetű élelmiszerek biogén amin tartalma,
- tejsavbaktériumok és más mikrobák hisztamin termelésének vizsgálata,
- fehérje és DNS alapú analitikai módszerek kifejlesztése GMO kimutatásra.

Közreműködő vezető kutatók:

Dr. Salgó András	tanszékvezető, egyetemi tanár Biokémiai és Élelmiszertechnológiai Tanszék
Simonné Dr. Sarkadi Livia	egyetemi docens Biokémiai és Élelmiszertechnológiai Tanszék

5. Országos Élelmiszervizsgáló Intézet (OÉVI)

Kutatási feladat:

- egyes tiltott hozamfokozó szerek kémiai konformációjának felderítése,
- tiltott hozamfokozó szerek kimutatása állati eredetű élelmiszerekből.

Közreműködő vezető kutató:

Dr. Sas Barnabás	egyetemi tanár, ny. igazgató főállatorvos
------------------	-------------------------------------------

6. Gabonatermesztési Kutató Kht. (GK Kht.)

Kutatási feladat:

- környezeti terhelések és a gabona minősége,
- Fusarium okozta mikotoxin szennyeződés kockázatának csökkentése,
- GM búza utód generációinak monitorozása, hatása a beltartalmi és agronómiai paraméterekre,
- vizsgálati anyag biztosítása az érintett konzorciumi tagok részére.

Közreműködő vezető kutatók:

Dr. Bóna Lajos	vezető nemesítő
Dr. Pauk János	tudományos tanácsadó
Dr. Mesterházy Ákos	nemesítő, kórtani osztályvezető

7. Konzervipari Kutató-Fejlesztő és Minőségvizsgáló Kht. (KPKI Kht.)

Kutatási feladat:

- élelmiszer kezelési technológiák (bakteriocinek, tejsavbaktériumok, kémiai tartósítószeres, hűtés, csomagolóanyagok, tisztítási műveletek) hatása friss zöldségek és földközeli gyümölcsök patogén és romlást okozó mikroflórájára.

Közreműködő vezető kutató:

Antal Istvánné dr.	tudományos igazgató
--------------------	---------------------

8. Egészséges Magyarországért Egyesület (EME)

Kutatási feladat:

- közreműködés az élelmiszer-biztonság helyzetéről készülő felmérésekben,
- kockázat-kommunikáció szakmai alapjainak lefektetése és gyakorlati továbbfejlesztése,
- tudományos konferenciák szervezése,
- az eredmények gyakorlati hasznosítását szolgáló kiadványok készítése.

Közreműködő vezető kutató:

Dr. Harsányi László	elnök
---------------------	-------

9. HAJDÚ-BÉT Baromfitermelő és Értékesítő Rt. (HAJDÚ-BÉT Rt.)

Kutatási feladat:

- a vizsgálatokhoz szükséges minták biztosítása,
- a kutatás során kidolgozott módszerek gyakorlati kipróbálása.

Kutatásban közreműködő:

Répási Pál	minőségbiztosítási igazgató
------------	-----------------------------

10. DUNAKENYÉR Sütőipari és Kereskedelmi Rt. (DUNAKENYÉR Rt.)

Kutatási feladat:

- minta biztosítása kísérletekhez,
- új technológia üzemi kipróbálása üzemi feltételek között.

Kutatásban közreműködő:

Kiss Róbert	kereskedelmi vezérigazgató-helyettes, minőségbiztosítási vezető
-------------	--------------------------------------------------------------------

2. EREDMÉNYEK

2.1. Kockázati tényezők felmérése

2.1.1. Állati eredetű élelmiszerekkel kapcsolatos kockázatok felmérése

Az állati eredetű élelmiszerekkel kapcsolatos megbetegedések túlnyomó többsége helytelen termelési rendszerből eredő, fertőzött baromfi termékek fogyasztására vezethető vissza. A baromfi állományok és zsigerelt vágott baromfi *Campylobacter* fertőzöttségének mértékét 40-60%-ra becsülik, de akár a 80-100%-ot is elérheti. A hazai *Campylobacter* fertőzöttségre vonatkozóan nem álltak rendelkezésre átfogó adatok ezért célunk az állattelepeken (napos csibétől kezdve), a baromfi feldolgozó üzemekben és a kereskedelemben a *Campylobacter jejuni* fertőzöttség mértékének meghatározása volt.

Az állati eredetű élelmiszerek esetén a kémiai kockázatok közül különös figyelmet kell fordítani a hosszú távú egészségkárosodással járó egyes tiltott hozamfokozó hatású szerek esetleges alkalmazására. Ennek felderítése célkitűzéseink fontos része volt.

Az élelmiszer-biztonsági szempontból veszélyt jelentő mikrobiológiai állapot felmérésére monitoring rendszert alkalmaztunk. *Campylobacter* fertőzöttség felméréséhez 10 broiler telepen tanulmányoztuk az alomfelület és az élő állatok *Campylobacter* fertőzöttségének mértékét. Ezt követően szintén 10 különböző feldolgozó üzemből határoztuk meg a vágott baromfi felületének, izomzatának és zsigereinek fertőzöttségét a vágás különböző fázisaiban. A felmérést vizsgálatokat a kereskedelmi forgalomba kerülő baromfi termékek (friss, főliázott, mélyhűtött) *Campylobacter* fertőzöttségének vizsgálatával zártuk.

A baktérium eredetű ételfertőzések kórokozói között a *Campylobacter* fajok előfordulási gyakorisága világszerte növekedést mutat. A campylobacteriosis hazánkban is 2. helyen áll a bejelentett humán fertőző megbetegedések között. Az állati eredetű élelmiszerek mikrobiológiai fertőzöttségét vizsgálva a legnagyobb kifizetési arányt a baromfi eredetű termékek mutatják, általában a *Salmonella* és a *Campylobacter* nemzetségbe tartozó baktériumok jelenléte miatt. A broiler állomány és a baromfi termékek *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes* és *Salmonella* spp. fertőzöttségének felmérését a legnagyobb vertikálisan integrált baromfitermelő, feldolgozó és forgalmazó cég közreműködésével végeztük. Cél a fertőzöttségi szint megállapítása és a baktériumos fertőzés terjedési mechanizmusának feltárása volt. Az állattartó telepeken a napos csibe betelepítés, majd ezt követően a nevelés 6., 12. és 26. napján vett mintákat vizsgáltuk.

Az eredmények azt igazolták, hogy a nevelés 26. napján jelentek meg a vizsgált *Campylobacter* fajok a cloaca tamponban (2. táblázat).

2. táblázat: Campylobacter fertőzöttség felméréseinek eredményei a baromfitartó telepen vett minták alapján (nyári kísérlet)

Minta megnevezése	Pozitív minták száma/összes minta száma		
	1. alkalom (betelepítéskor)	2. alkalom (12 napos korban)	3. alkalom (26 napos korban)
Cloaca-tampon	0/10	0/10	1/10
Szellőző nyílások	0/5	0/5	1/5
Takarmány	0/5	0/5	0/5
Alom	0/5	0/5	0/5
Itatóvíz	0/5	0/5	0/5
Levegő	0/5	0/5	0/5
Rovar	0/1	0/0	1/1
Személyi higiénia	0/16	0/0	0/0

A vágóhídon az élőállatok 46,6%-a, a kopasztott testfelület 93,35%-a, a zsigerelest követően pedig 100% volt Campylobacterrel fertőzött. Az állattartó telepről, illetve a vágóhidakról származó minták 40,8%-a bizonyult Salmonella pozitívnak, míg a naposkori és a 12. napos korban végzett vizsgálatok során csupán 3,7% és a 26. napon 63,5% volt pozitív. Ez gyakran a **takarmány szalmonella-fertőzöttségével párhuzamosan mutatható ki.**

A tiltott hozamfokozók szintjének felmérése hazánk 19 megyéjének sajátos eloszlású háziállat állományát figyelembe véve, a nemzeti monitoring programot és random (véletlenszerű) minta kiválasztás elvét alkalmazva, nemzetközileg standardizált módszerekkel széleskörű vizsgálatok keretében történt. A felmérés kiterjedt a vágóhídi emlősállatok szöveteire, a vágóállatok farmokon vett vizeletére, a baromfi szövetekre, a vadon élő állatok szöveteire, az egyéb állatok szöveteire valamint az import állatok szöveteire (összesen 2638 hazai és 219 import élelmiszer mintára). A hatósági mintavételezésből származó mintákból a korábbi évekhez hasonlóan sem a hazai, sem az import illetve a vadon élő állatokból **hozamfokozók egyik típusa sem volt** a kimutathatóság, illetve a tolerancia határérték feletti koncentrációban **kimutatható.**

2.1.2. Növényi eredetű élelmiszerekkel kapcsolatos kockázatok

Mikrobiológiai eredetű kockázatok

A felmérés döntően, illetve részben nyersen fogyasztott (saláta alapok) terményekre, így gyökérzöldségek (sárgarépa, cékla), csiperkegombára valamint lágyszárú (Elsanta, Honeoye, Camarosa eper fajták) és csonthéjas (meggy) gyümölcsökre terjedt ki. A vizsgált termények eltarthatósága, konyhatechnikai és ipari feldolgozása és élelmiszeripari kockázata szempontjából meghatározó a természetes szennyező mikroflóra. Gyökérzöldségre vonatkozó vizsgálataink fajtaazonos sárgarépa és cékla mikrobiológiai szennyezettségét mérték fel. Mint azt a **3. táblázat** adatai is szemléltetik minden mintában az Enterobacteriaceae-családnak, valamint a koliform mikroorganizmusoknak a jelenléte is kimutatható volt, továbbá az élesztő valamint a penész jelenléte is meghatározó mértékű volt.

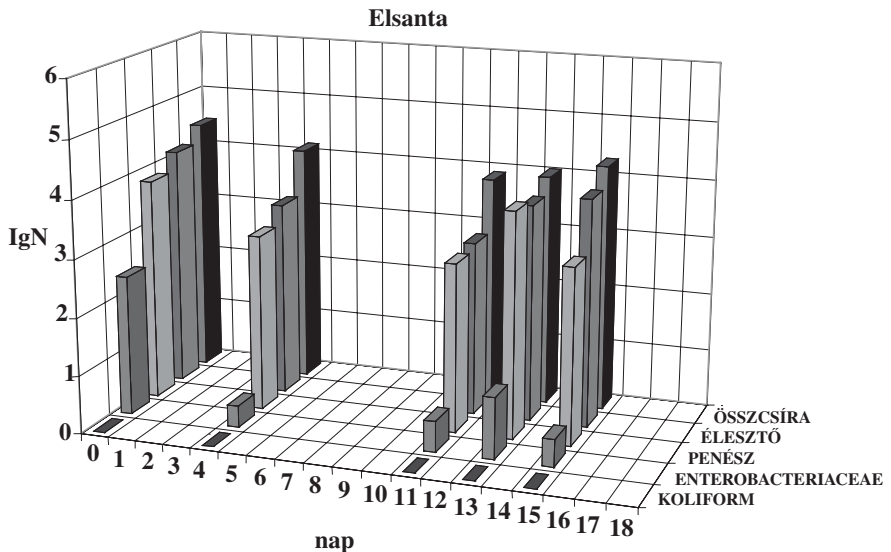
3. táblázat: A vizsgált céklafajták mikrobiológiai szennyezettsége (csíraszám/g vizsgálati anyag)

Céklafajták	Élőcsíra-szám	Koliformok	Enterobacteriaceae	Élesztő+penész
BOLIVAR	$7,5 \times 10^6$	$0,91 \times 10^2$	+	$3,42 \times 10^6$
BONEL	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^2$	+	$1,33 \times 10^6$
DETROIT	$9,3 \times 10^7$	$9,3 \times 10^2$	+	$3,12 \times 10^5$
FORONO	$2,3 \times 10^7$	$3,9 \times 10^2$	+	$5,72 \times 10^5$
PABLO	$9,3 \times 10^7$	$4,3 \times 10^2$	+	$1,72 \times 10^5$

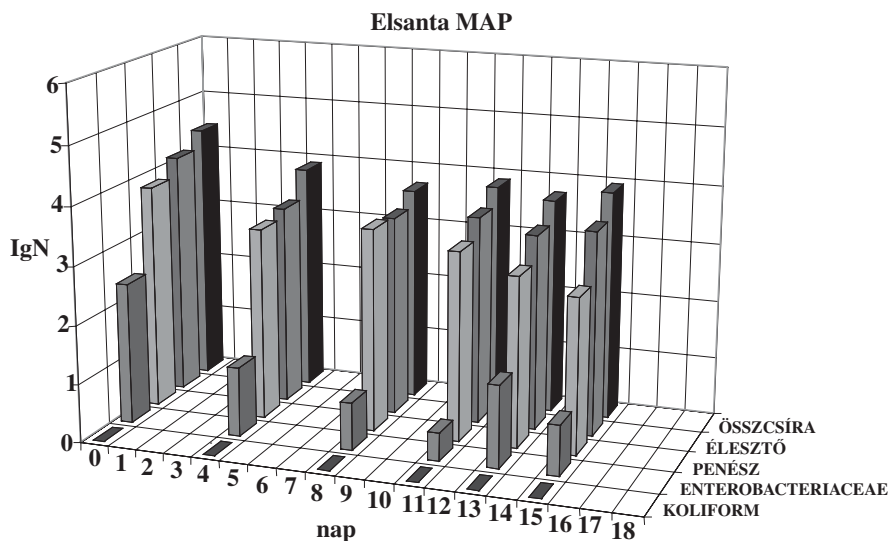
A populáció összetételét a termőtalaj, az alkalmazott trágyázás egyaránt befolyásolja. Az eperre vonatkozó vizsgálatok során három szántóföldi termesztésű számoça fajta (Camarosa, Honeoye, Elsanta) felületi mikroflóráját határoztuk meg közvetlenül a szüretelés után és követtük nyomon annak változását két hétig történő tárolás alatt. A tárolás kezdetén a mezofil aerob összes csíraszám 4-5 log cfu/g, az Enterobacteriaceae szám 1-4 cfu/g, a koliformok száma 1-2 cfu/g, az élesztők és penészek száma 3-4 cfu/g volt. Az 1°C-on történő, közel két hetes tárolás alatt a mikroflóra összetétele és mennyisége jelentősen nem változott, ez az igen alacsony hőmérséklettel és nedvességtartalom veszteséssel magyarázható. Megállapítottuk, hogy a módosított atmoszférában való tárolás kedvezően befolyásolja a gyümölcs eltarthatóságát (1. ábra és 2. ábra).

Elsanta fajta esetén a kedvező gázösszetétel: 2% O₂, 4% CO₂ és 94% N₂ volt.

1. ábra: Elsanta számoça mikrobiológiai állapotának változása a nyitott műanyag dobozban, 1°C-on történő tárolás időtartama alatt

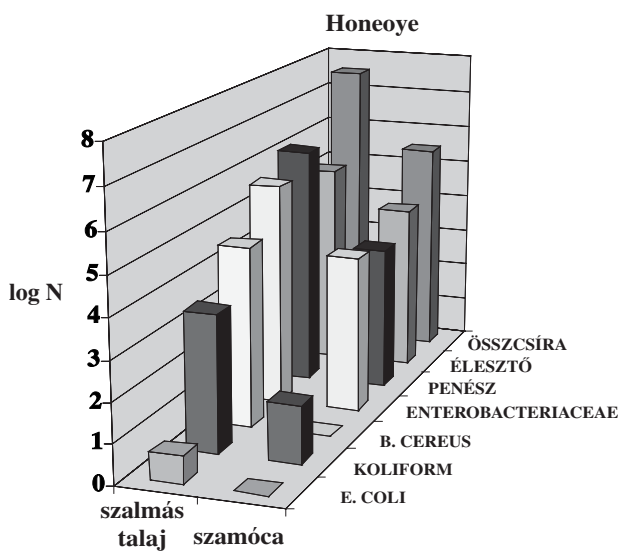


2. ábra: Elsanta szamóca mikrobiológiai állapotának változása 1°C-on történő MAP tárolás időtartama alatt



A termőhely és agrotechnika hatását is elemeztük. Mindhárom fajta eper esetére igaz, hogy **a talaj mikrobaszáma befolyásolja az eper mikrobiológiai szennyezettségét** (3. ábra), azaz fertőzöttebb talajon termesztett eper mikrobiológiai szennyezettsége is nagyobb.

3. ábra: A Honeoye eper és szalmás talajának csiraszáma



Termesztési helytől függően két nagyságrendbeli eltérést is tapasztaltunk az összcsíraszámokban, ami a talaj eltérő kötöttségével illetve az alkalmazott trágyázással függ össze. Az elvégzett vizsgálatok azt mutatják, hogy az eper mikrobás állapotán a természetnél alkalmazott talajtakarás csak száraz időjárás esetén hoz javulást a mikrobiológiai fertőzöttség vonatkozásában, de extrém csapadékos évjáratban az alkalmazott szalma réteg átázik, a sarat az eső felveri és a talajtakarás ideális baktérium táptalajnak bizonyul.

A meggyre vonatkozó vizsgálatokat két termőhelyről származó, összesen öt meggyfajtával végeztük el. Megállapítottuk, hogy Enterobacteriaceae nem kimutatható számottevő mennyiségben (3 log cfu/g); a mezofil aerob összes csíraszám 4,5 log cfu/g; és koliformok nem voltak kimutathatóak. Mind a gyökérszomszomszág mind pedig az eper esetén azt tapasztaltuk, hogy **mosással a felületi mikrobiológiai szennyezettség nem csökkenthető érdemben (4. táblázat).**

4. táblázat: Mikrobiológiai eredmények log N/g-ban

Elsanta eper	mosás előtt	mosóvíz	mosás után
Össz. élőcsíraszám	4,4	3,9	4,3
Penész szám	3,8	3,7	3,3
Élesztő szám	4,2	3,8	3,9
Koliform szám	<0,5	0,5	<0,5
E. coli	<0,5	<0,5	<0,5
Enterobacteriaceae szám	2,4	2,1	2,1
Pseudomonas szám	<1		
Listeria	negatív		

Camarosa eper	mosás előtt	mosóvíz	mosás után
Össz. élőcsíraszám	5,4	5,4	4,4
Penész szám	4,0	3,6	3,8
Élesztő szám	4,2	4,1	3,7
Koliform szám	1,8	1,8	0,2
E. coli	<0,5	<0,5	<0,5
Enterobacteriaceae szám	1,6	1,6	0,6
Pseudomonas szám	<1		
Listeria	negatív		

Honeoye eper	mosás előtt	mosóvíz	mosás után
Össz. élőcsíraszám	5,5	5,5	4,8
Penész szám	3,6	3,1	3,5
Élesztő szám	4,3	3,6	4,2
Koliform szám	1,6	1,3	1,3
E. coli	<0,5	<0,5	<0,5
Enterobacteriaceae szám	2,1	1,8	1,8
Pseudomonas szám	<1		
Listeria	negatív		

Daubner cukrászda mosóvíze	mosás előtt	mosóvíz	mosás után
Össz. élőcsíraszám	3,2		
Penész szám	2,2		
Élesztő szám	3,1		
Koliform szám	<0,5		
E. coli	<0,5		
Enterobacteriaceae szám	1,7		
Listeria	negatív		

Csiperkegomba mikrobiológia szennyezettségét a mezofil aerob baktériumok okozzák döntő mértékben, élesztő és penész fertőzöttsége 6-7 nagyságrenddel alacsonyabb a baktériumos fertőzöttségénél.

2.1.3. Kémiai kockázati tényezők

2.1.3.1. Nitrát-tartalom

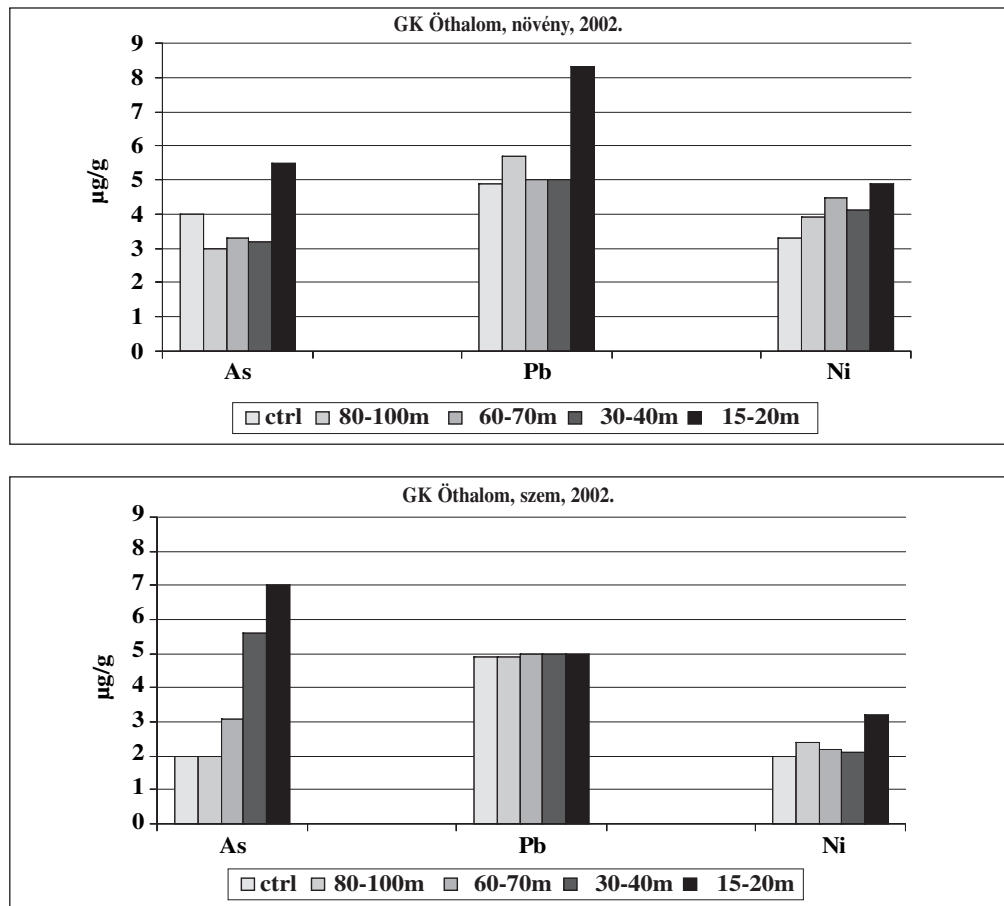
Az emberi szervezet nitrát felvételének közel 70-80%-a növényi eredetű élelmiszerekből származik. Különösen jelentősek ilyen vonatkozásban a gyökérzöldségek. A cékla és a sárgarépa nitrát-tartalmát egybevetve az előbbi lényegesen nagyobb mértékben (kb. háromszoros mennyiségben) halmozza fel a nitrátot. Megállapítottuk, hogy cékla esetében az alkalmazott agrotechnika is hatással van a nitrát-koncentrációra. A cékla esetén a talpgyökértől elszakított, 3-4 órával később felszedett répatetek 20%-kal kevesebb nitrátot tartalmaztak, mint a hagyományosan betakarított termék. Sárgarépával a betakarítási mód (répatetek felemelése a betakarítás előtt) nem befolyásolta a nitrát-tartalmat egyik fajtánál sem. Az ökotermesztési mód is kedvezően befolyásolta a cékla nitrát-tartalmát: a hagyományosan termesztettnél 30%-kal kisebb nitrát-tartalmat tapasztaltunk.

2.1.3.2. Toxikus elem tartalom

A környezeti hatásokból eredő (geológiai, ipari, közlekedési és termelés-technológiai) szervesen toxikus elemekkel (As, Pb, Hg, Cd, Cu, Zn stb.) történő szennyezést, a toxikus nyomelemek határértékének alakulását gabonák esetében vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy az ipari/közlekedési eredetű szennyezés, a káros elem tartalom növekedése mindenekelőtt a fiatal növényben következik be, míg a szemtermés kevésbé szennyeződik.

A kísérletekhez az E-5 nemzetközi főútvonal mellett Szeged határában búza mintákat, sávos elrendezésben (15-20, 30-40, 60-70, 80-100 méternyire, kontrollként 500 m feletti távolságból) vettük, a teljes növény szárba indulásakor, virágzást követően, teljes kalász, valamint szemes termésből annak teljes érettségi állapotában. Megállapítottuk, hogy a **nagy forgalmú út közelsége rizikófaktor a növény toxikus fém tartalma szempontjából**. Az úthoz közeli mintasorban (15-20 m) a kontrollhoz képest jelentősen megnőtt az arzén, kadmium és a nikkel tartalom a növényi részekben (**4. ábra**). Figyelemre méltó, hogy **az ólom tartalom a szemtermésben a kontroll szinten marad, míg a növényben elérheti a veszélyes határértéket**.

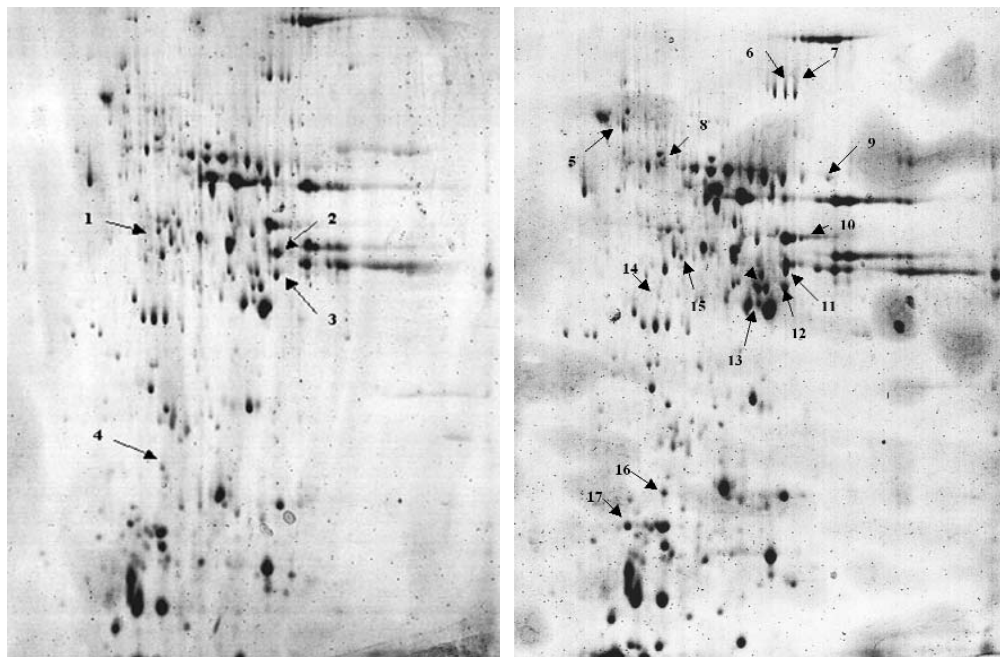
4. ábra: Káros elemek alakulása a nagy forgalmú M-5 út mellett Szeged határában a búzában



2.1.3.3. Stresszfehérje tartalom

Optimális és késleltetett betakarításból származó gabona mintákat hasonlítottunk össze stresszfehérje tartalom szempontjából. **A fő stressz tényezőt a csapadék mennyisége jelentette.** A stresszfehérjék azonosítását és jellemzését multidimenziós kromatográfiai, elektroforetikus és immunológiai módszerekkel végeztük. A kétdimenziós elektroforézissel elválasztott fehérjék képeinek speciális szoftverrel való összehasonlítása egy különbségi fehérjetérképet (**5. ábra**) eredményezett, amelyet kiértékelő rendszer segítségével vizsgáltunk. A fehérjék specifikus enzimekkel történő bontása után az egyes peptidok tömegét tömegspektrométerrel határoztuk meg majd adatbázisok segítségével azonosítottuk a szekvenciát és jellemeztük a fehérjét. Az **azonosított fehérjék** többsége meghatározott biológiai funkcióval rendelkező, illetve az **allergének** családjába tartozó fehérjének bizonyult.

5. ábra: Fehérjetérkép



- 1: szerin proteáz
 4: 22 kDa HSP
 5: HSP
 10: hordein
 11, 12: glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase
 12, 13: peroxidase
 16: HSP

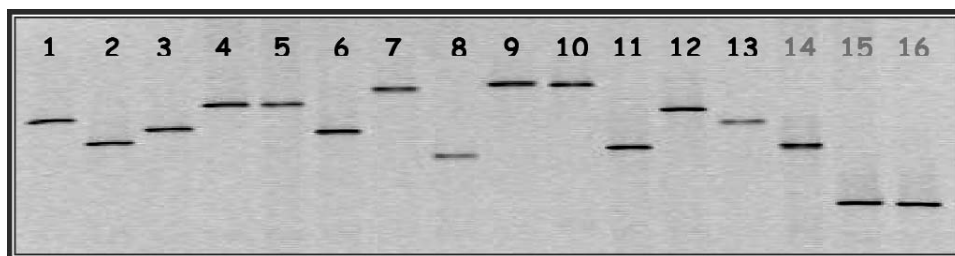
Az ábrán jelölésre került fehérjék azonosítása tömegspektrometriás analízist követően, internetes adatbázisok segítségével történt, melyek egyes esetekben nem vezettek eredményre. Ez az adatbázisokban rendelkezésre álló információk hiányából, vagy a meghatározás hibáiból adódhat.

2.2. Új módszerek

2.2.1. Mikrobiológiai fertőzöttség kimutatására fejlesztett módszerek

Ahhoz, hogy a patogén mikroorganizmusokat az élelmiszerekből ki lehessen mutatni, megfelelően érzékeny, specifikus és lehetőség szerint gyors módszerekre van szükség (6. ábra).

6. ábra: A *flaA* gén DGGE módszerrel kapott mintázatai különböző *Campylobacter* izolátumok esetében



1. 29045, 2. 28890, 3., 4. 31126, 5. 31224, 6. 31098, 7. 31411, 8. 30815, 9. 32644, 10. 31981, 11. 32118, 12. 31308, 13. 31749, 14. *C. coli* típus törzs, 15. *C. jejuni* 200004 típus törzs, 16. *C. jejuni* 200006 típus törzs

A vezetőképesség elvén működő (konduktometriás) eljárás kellően szelektív tápközeg alkalmazása esetén – 24 órán belül eredményt szolgáltat. *Listeria monocytogenes* kimutatására alkalmas, a konduktancia elvén működő műszeres módszert fejlesztettünk és a kereskedelmi forgalmazású tápközegnél olcsóbb és könnyebben hozzáférhető, konduktometriás mérésekre alkalmas szelektív táptalajt is kidolgoztunk.

Igen érzékeny luminometriás gyors módszert dolgoztunk ki *Listeria monocytogenes* kimutatására, amelynek időigénye csupán 15 másodperc. A módszer alkalmas a szaporodási fázis során fellépő változások és szubletális hatásokra bekövetkező sejtkárosodás jelzésére.

A molekuláris biológiai módszerek a mikrobák kimutatásán kívül azok identifikálására, tipizálására is alkalmasak. A gén sokszorozási technikán (PCR) **alapuló módszert dolgoztunk ki** a *Yersinia* nemzetség humán patogén fajának, *Y. enterocolitica* valamint *E. coli* patogén, specifikus O:H szerotípusba tartozó **virulens törzseinek meghatározására**.

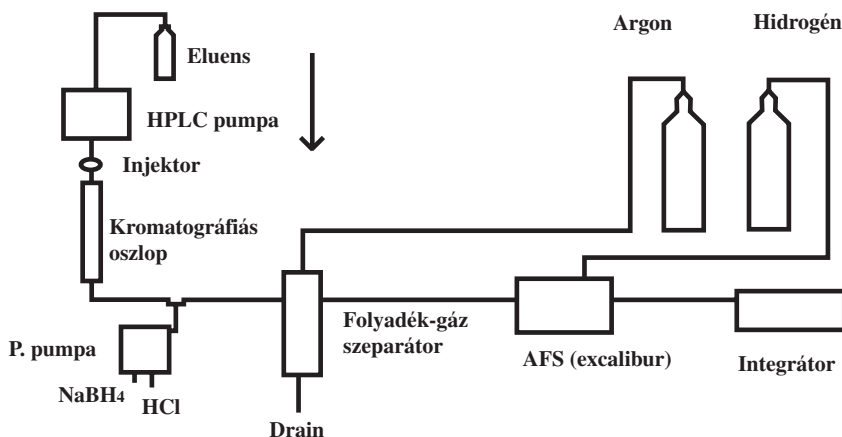
Gabona minták penésztartalmának gyors, pontos, roncsolásmentes meghatározására dolgoztunk ki eljárást, amely a gabonamag ergoszterin tartalma és a közeli infravörös hullámhosszon mért spektrum közötti összefüggésen alapul. Az ergoszterin tartalom és a spektrumértékek közötti összefüggést leíró modell alkotásához kétféle módszert alkalmaztunk (MLR és PQS). A kiértékelő módszerrel elérhető pontosság ergoszterinre vonatkoztatva 1,5 mg/kg, illetve 0,5 mg/kg, ami kalibrációs görbe alapján átszámítható penész koncentrációra.

2.2.2. Kémiai eredetű szennyezettség kimutatására fejlesztett módszerek

2.2.2.1. Toxikus elem tartalom meghatározása

A **toxikus elemek meghatározására** olyan módszert fejlesztettünk, amely nem csupán az adott elem összkoncentrációjának, hanem oxidációs állapotának, vegyület formájának, izotóp-összetételének mérésére is alkalmas (speciációs analitikai módszer). Ennek során hatékony mintabeviteli eljárást fejlesztettünk ki. A hideggőzös technikával a teljes minta plazmába juttatása lehetséges (7. ábra).

7. ábra: HPLC-HG-AFS rendszer vázlata



A kidolgozott módszerrel megkülönböztethetők az eltérő toxicitású szelén módosulatok.

A gabonák környezeti terhelésének mérésére ICP-AES (induktív csatolású plazma spektroszkópia-atom emissziós spektroszkópia) technikán alapuló teljes analitikai eljárást dolgoztunk ki. A módszert gyári standard (BCR) etalonokkal ellenőriztük és meghatároztuk a validálási paramétereket.

2.2.2.2. Nitrát-tartalom meghatározása

Fajtaazonos sárgarépa és cékla fajták nitrát-tartalmának meghatározásához optimaltuk a kivonat készítés körülményeit (apritottság, hőmérséklet rázatás intenzitása és időtartama). A nitrátot redukálva GRIESS-ILOSVAJ módszerrel végeztük a meghatározást. Optimált körülmények mellett a mérés jól reprodukálható eredményeket adott, mint azt az 5. táblázat is mutatja.

5. táblázat: A redukció legmegfelelőbb körülményei 0,52 g/l hidrazinszulfát koncentrációnál

A redukció paraméterei	Optimális érték
Hőmérséklet	50 °C
Idő	15 perc
Rázatás	125 rpm

2.2.2.3. Biogén amin tartalom meghatározására kidolgozott módszerek

A kidolgozott túlnyomámos rétegekromatográfiás (OPLC) eljárás 18 minta egyidejű biogén amin tartalom vizsgálatát teszi lehetővé takarékos oldószer felhasználás mellett, rövid analízis idővel (6. táblázat).

6. táblázat: Reprodukálhatósági és linearitási jellemzők

Biogén amin	RMT	R.S.D % RMT	R.S.D % RPA	Linearitás			Kimutath. határ (μM) (S/N=3)
				Merekség	Tengely- metszet	Koor. koeff.	
Hisztamin	0,59	3,44	4,19	0,173	-0,013	0,9880	40
Tiramin	0,73	1,93	3,16	0,374	-0,011	0,9984	2,5
Putreszcin	0,97	0,39	4,21	0,185	-0,011	0,9976	5
Triptamin ^x	1			0,514	-0,017	0,9989	1
Cadaverin	1,03	1,13	4,93	0,337	-0,016	0,9974	2,5
Spermidin	1,12	1,28	4,2	0,204	-0,014	0,9967	25
Spermin	1,15	1,76	3,32	0,247	-0,019	0,9923	25

x: többi amin triptaminhoz viszonyítva

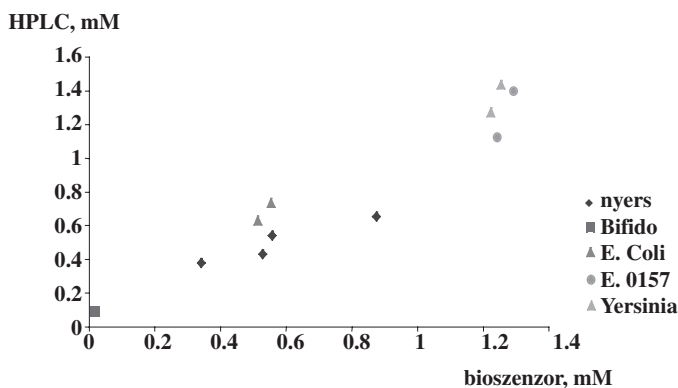
RMT: relatív migrációs idő

RPA: relatív csúcs alatti terület

S/N: jel – zaj hányados

A biogén aminos vizsgálatára két különböző biokémiai reakción alapuló és különböző detektálással működő bioszenzort fejlesztettünk. Az amperometriás enzimalapú szenzor alkalmas a minták gyors vizsgálatára, a biológiai romlás első jeleinek kimutatására (az össz amin tartalmat méri). Az optikai hullámvezető fénymódus spektroszkópián (OWLS) alapuló direkt, illetve kompetitív immunszenzorok a hisztamin (legnagyobb biológiai aktivitású amin) szelektív mérésére adnak lehetőséget és a fermentáció mikrobás fertőzésének kimutatására, baktérium szaporodás nyomonkövetésére is alkalmazhatók (8. ábra).

8. ábra: Fermentlevek hisztamin szelektív immunszenzorról és HPLC-vel mért biogén amin tartalmának összehasonlítása



2.2.2.4. Biológiai eredetű szennyezettség kimutatására fejlesztett módszerek

A meghatározás megbízhatósága döntő módon függ a DNS izolálás eredményességétől. A projekt keretében optimális extrahálási eljárást dolgoztunk ki PCR tiszta DNS kinyerésére (7. táblázat).

7. táblázat: DNS tisztítási technikák összehasonlító vizsgálata

Minta	Izolálási technika típusa	A mintából kinyerhető DNS mennyisége $\mu\text{g}/100 \text{ mg}$ minta	R érték*
RR szója liszt	Wizard	4,8	1,49
RR szója liszt	Wizard kloroformos előtisztítással	3,99	1,56
RR szója liszt	Wizard megemelt proteinázos előkezeléssel	3,85	1,48
RR szója liszt	Wizard 1,5* puffer koncentráció mellett	4,5	1,92
RR szója liszt	Wizard 1,5* puffer koncentráció mellett, kloroformos előkezeléssel	3,65	1,92

A WIZARD módszerrel mind az alapanyagokból mind pedig a takarmány előállítás egyes lépéseiből származó terményekből megfelelő mennyiségű és tisztaságú DNS vonható ki a PCR vizsgálatokhoz, mint azt a táblázatok adatai is mutatják (8. és 9. táblázat).

8. táblázat: Alapanyagokból és a kész takarmány mintákból kinyert DNS oldatok eredményei

Minta	Wizard módszer	
	A mintából kinyerhető DNS mennyisége $\mu\text{g}/200 \text{ mg}$	R érték*
Búza	12,42	1,79
Tritikálé	22,47	1,82
Kukorica	7,60	1,75
Napraforgó	59,70	1,77
Szója	37,33	1,94
Extrudált szója	16,77	1,91
Bekevert takarmány	40,01	1,85

9. táblázat: 1%-os RR szóját tartalmazó takarmány mintákból kinyert DNS oldatok eredményei

Minta	Wizard módszer	
	A mintából kinyerhető DNS mennyisége $\mu\text{g}/200 \text{ mg}$	R érték*
Törőcsiga után	41,55	1,91
Dercés rédler után	31,31	1,83
Granulálás után	37,74	1,85

* R érték: A minta 260 és 280 nm-en mért abszorbancia érték hányadosa.

A technológia során alkalmazott hőkezelés a DNS törését okozza, ami a kimutathatóságot rontja. Ezekre a termékekre egyedi kalibrációs görbe segítségével kell a meghatározást végezni.

GMO tartalom kimutatása

A GMO tartalom meghatározása elvégezhető a bevitt génszakasz által expresszált fehérjére alapozva is. A GM szójában expresszált fehérjére kifejlesztett specifikus ellenanyaggal működő szendvics ELISA technika a GMO tartalom kimutatására pörkölt szójadara, szójaliszt, izolátum, koncentrátum, zsírtalanított szójaliszt, tofu és szójatej esetében is alkalmas.

GMO tartalom mérésére kidolgozott real-time polimeráz láncreakción alapuló módszer (Q-PCR) mérési határértéke 0,1% az elsődlegesen feldolgozott termékek esetében.

Tápcsatorna rezisztencia vizsgálati módszer

A módszert GM búzára és GM szójára dolgoztuk ki. A munka első lépésében az 5 napig búza, illetve szójamentes diétán nevelt patkányokból, különböző szerveikből (lép, máj, vér, csecsemőmirigy, hasnyálmirigy, bélfodri nyirokcsomó) meg kell határozni a kinyerhető DNS mennyiségét és minőségét, valamint fragment eloszlását. Ezután következik a GM termény etetése majd az egyes szervekből való DNS izolálása és a jellemző szakasz detektálása. A kidolgozott módszer fontos részét képezi a nyers DNS minta proteináz K enzimes emésztése és szükség esetén egy koncentráló lépés beiktatása.

Gabona penész fertőzöttségének kimutatása roncsolás mentes, gyors módszerrel

A búzamazag közeli infravörös spektruma (NIR) és a referenciaként választott ergoszterin tartalma – amely korrelál a penész fertőzöttséggel – felhasználásával alakítottunk ki meghatározási eljárást.

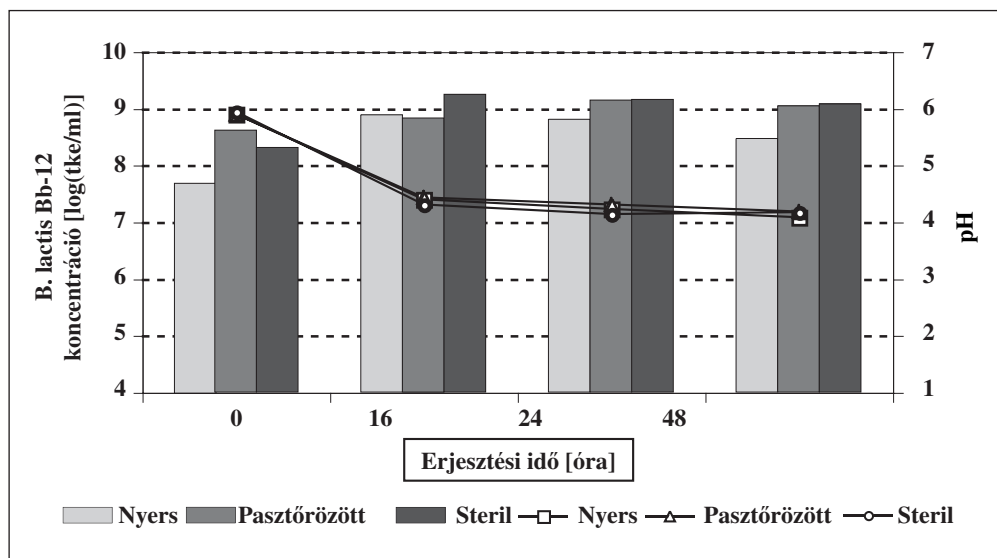
2.3. Eljárások az élelmiszer-biztonsági kockázatok csökkentésére

2.3.1. Szelektált starter kultúrákkal végzett fermentációs eljárások

Bifidobaktériumos fermentáció a mikrobiológiai fertőzöttség visszaszorítására

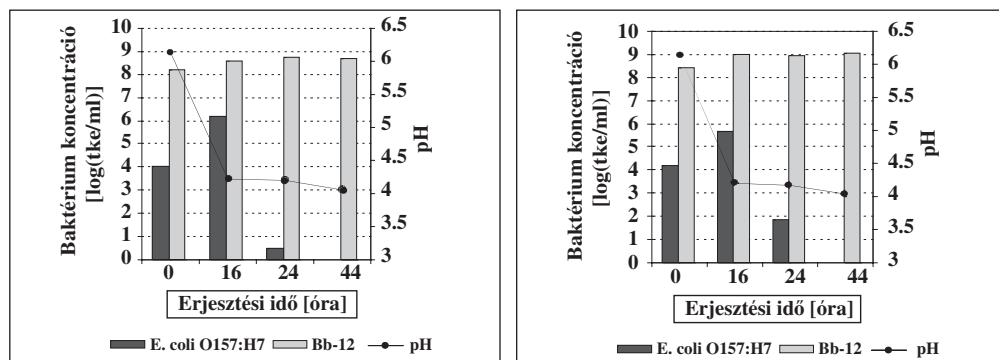
A sárgarépa lé jól erjeszthető *Bifidobacterium lactis* Bb-12 starterkultúrával. A pH érték 16-24 órás fermentáció alatt 4,3-4,1 értékre csökken, a javasolt minimális kezdeti starter koncentráció 10^7 sejt/ml. A nyers sárgarépa lében esetlegesen jelen lévő *E. coli* és *Yersinia enterocolitica* sejtek azonban a bifidobaktériumos fermentáció során sokáig túlélnek sőt szaporodni is képesek, ezért mikrobiológiai biztonsági szempontból a sárgarépa lé pasztörözése vagy sterilizése szükséges (9. és 10. ábra).

9. ábra: Különböző módon előkészített sárgarépa leveken a *B. lactis* Bb-12 starterkultúrával történő erjesztéseknél a bifidobaktérium koncentráció és a pH alakulása



Az oszlopok ábrázolják a sejtkoncentrációk alakulását, a vonalas grafikonok mutatják a pH értékeket.

10. ábra: *E. coli* O157:H7 törzzsel mesterségesen fertőzött *B. lactis* Bb-12 törzzsel erjesztett nyers (A) és pasztörözött (B) sárgarépa levek erjesztése során a baktérium koncentrációk és a pH alakulása (4. erjesztés)



A: nyers sárgarépa lé

B: pasztörözött sárgarépa lé

Bifidobaktériumos fermentáció a természetes antinutritív összetevők eltávolítására

A szójababban jelen levő antinutritív összetevők (szójalektin, BBI tripszin inhibitor), amelyek rontják a tápkomponensek hasznosulását, a tejfehérje érzékeny fogyasztók számára készülő szójatej bifidobaktériumos fermentációja során jelentős mértékben elbontódnak, koncentrációjuk csökken. Tehát a tejhelyettesítőnek is alkalmas szójatej eredeti természetes antinutritív tartalmának elbontásával annak táplálkozásbiológiai értéke megnő.

Tejsavas fermentáció gyökérzöldség mikrobiológiai fertőzöttségének visszaszorítására

Cékla és sárgarépa esetén a természetes mikroflóra, amely baktériumokon kívül azonos nagyságrendben tartalmaz élesztőket és penészeket, megfelelően kiválasztott **lactobacillus startert alkalmazva eredményesen visszaszorítható és kiegészítő hőkezelés nélkül is jól eltartható** saláta alap, illetve zöldséglé terméket biztosít. A szelektált törzsekkel előállított készítményekben a *Lactobacillus plantarum* 2142, illetve *Lactobacillus* 2770 élőcsíra száma a tárolási idő végén is megfelelő.

Tejsavas fermentáció gyökérzöldség nitrát-tartalmának csökkentésére

A tejsavas fermentációval a gyökérzöldség nitrát-tartalma igen jelentősen csökkenthető. A cékla eredeti nitrát-tartalma nagyobb (kb. háromszorosa a sárgarépáénak) és a fermentáció során bekövetkező csökkenés ennél a terménynél nagyobb mértékű (10. táblázat).

10. táblázat: Gyökérzöldség nitrát-tartalom változása tejsavas fermentáció során

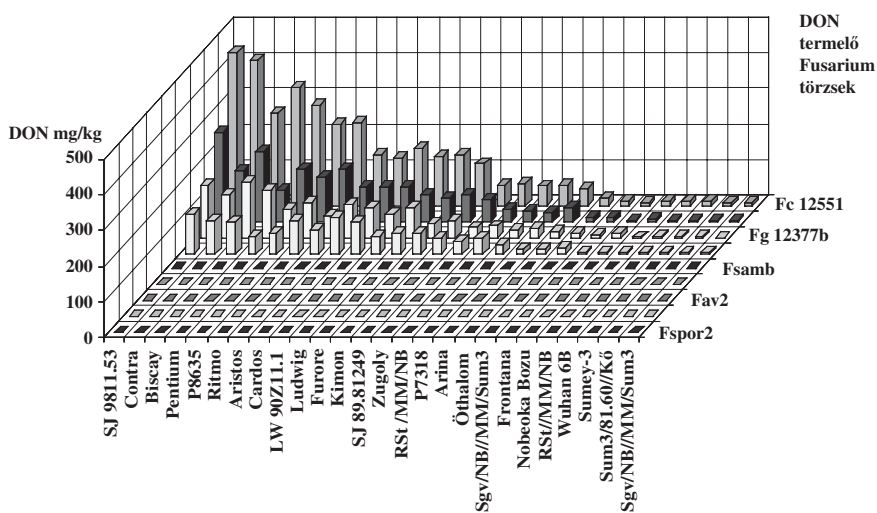
Törzsek	Nitrát-koncentráció (mg/kg)			
	Sárgarépa (Bangor)		Cékla (Detroit)	
	Nyers	Fermentált	Nyers	Fermentált
Kontroll		63,8		744,5
2142	414,4	258,3	1494,2	324,3
2770		219,1		342,5

2.3.2. Növénynevelés, mint élelmiszer-biztonsági kockázat csökkentő eljárás

Az étrendi mikotoxin terhelés csökkentése rezisztens búza fajtákkal azért bír különös jelentőséggel, mert az emberi szervezet mikotoxin terhelése elsősorban a gabona alapú élelmiszerekből ered.

A program keretében végzett rezisztencia kutatások azt igazolták, hogy az egyes búzafajták *Fusarium* fertőzéssel szembeni ellenállása jelentősen eltér. Különösen figyelemre méltó az a tény, hogy azonos szemfertőzöttség esetén meghatározott DON képződés tekintetében is szignifikáns különbségek állapíthatók meg a fajták között (11. ábra) ami azt mutatja, hogy a mikotoxin termelés mértéke szempontjából a fajta ellenálló képessége a meghatározó.

11. ábra: *Fusarium* törzsek DON termelése különböző búzafajtákban



Toxin képződés visszaszorítása gabona alapú élelmiszerek megfelelő csomagolásával

A gabona alapú élelmiszerek eltarthatóságának növelésekor a potenciális toxin termelő penészek visszaszorítását is szem előtt kell tartani. Megállapítottuk, hogy a sütőipari termékek módosított atmoszférájú (MAP) csomagolásában (100% CO₂ ill. 40% CO₂ és 60% N₂) az *Aspergillus* penészek növekedése és toxin termelése gátolt.

Mikotoxin szennyezettség csökkentése rezisztens búza fajták szelekciójával

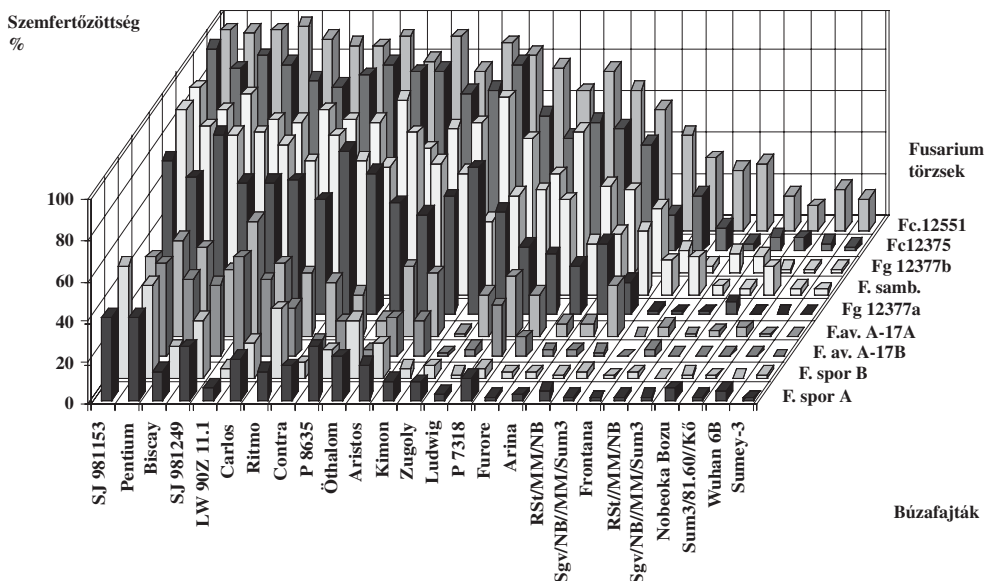
Az emberi szervezet élelmiszerláncból eredő toxin terhelése elsősorban gabona alapú élelmiszerekből származik, így a búza mikotoxin szennyezettsége élelmiszer-biztonsági szempontból döntő jelentőségű. A program keretében végzett szelekciós kutatások eredményei azt mutatják, hogy az egyes fajták között szignifikáns eltérés van a penészfertőzéssel szembeni rezisztencia vonatkozásában (11. táblázat).

11. táblázat: Kiválasztott nyugat-európai és hazai búza genotípusok szemtermésének DON tartalma Fusarium fertőzés után (2004)

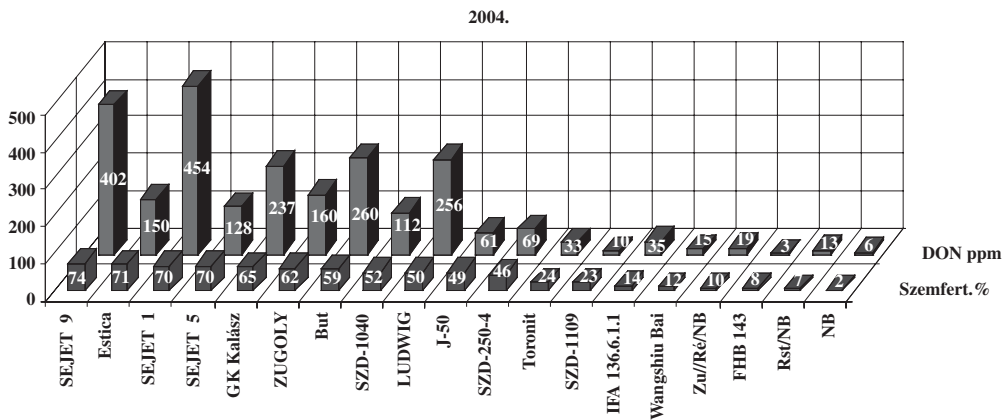
Genotípus	Izolátumok				Átlag	Kontroll
	Fg44	Fc12375	Fg IFA65A	Fc12551		
Zugoly	1,7	195,5	391,2	50,2	159,7	0,2
J-50	1,8	75,9	157,1	9,1	61,0	0,0
GK X	0,0	230,8	617,0	99,2	236,7	0,2
Zu//Ré/NB	0,0	8,7	65,2	0,6	18,6	0,0
Rst/NB	0,0	5,7	46,6	1,1	13,3	0,0
Nob. Bozu	0,0	7,6	15,1	0,0	5,7	0,0
But	0,8	201,7	786,9	48,8	259,5	0,0
LUDWIG	4,5	234,1	727,4	59,4	256,3	0,0
SZD-1040	0,0	119,4	204,3	124,6	112,1	0,0
SZD-1109	0,0	20,6	10,3	7,2	9,5	0,6
SZD-250-4	1,3	91,1	107,1	76,9	69,1	0,6
SEJET 1	0,0	458,0	1162,3	194,0	453,6	0,1
SEJET 5	0,2	48,7	309,3	152,8	127,7	0,1
SEJET 9	2,8	728,5	705,2	172,7	402,3	0,0
Toronit	0,0	49,9	63,7	17,0	32,7	0,0
Estica	5,6	224,9	332,6	35,8	149,7	0,0
Wangshiu Bai	0,0	8,1	45,1	5,8	14,7	0,0
FHB 143	0,0	1,8	8,6	0,4	2,7	0,0
IFA 136.6.1.1	0,0	78,4	44,2	18,2	35,2	0,0
Átlag	0,98	146,81	305,22	56,50	127,38	0,10

Az igazán ellenálló fajták esetében azonos Fusariumos szemfertőzöttség esetében is szignifikánsan kevesebb toxin képződött, ami különösen a nagy mikotoxin termelő penészekkel való fertőzésnél szembe-tűnő (12. és 13. ábra).

12. ábra: Búzafajták szemfertőzöttsége (%) különböző Fusarium törzsek esetén



13. ábra: A DON és a szemfertőzöttség kapcsolata hazai és nyugat-európai búza genotípusok esetében 2004.



Hatékony szelekcióval tehát sikerült olyan fajtákat kiválasztani, amelyek toxin szennyezettség szempontjából kiemelkedően ellenállóak. Ha a köztermesztésben csak az átlagosnál ellenállóbb fajtákat engedélyezik, akkor fokozatosan kiválthatók a hazai gabonatermelésből a Fusarium fertőzésre fogékony fajták.

2.4. Új élelmiszerekkel kapcsolatos veszélyek felmérése

2.4.1. GM búza kenyérsütési minősége és beltartalmi érték a kontroll búzához viszonyítva

A kontroll és totális herbiciddel szemben rezisztens transzgenikus búzák között az agrobotanikai tulajdonságokban nem tapasztaltunk érzékelhető eltérést. Megvizsgáltuk tíz fontos beltartalmi jellemzőt, amelyek alapvetően befolyásolják a sütőipari minőséget. Mint azt a **12. táblázat** adatai is mutatják, a fehérje tartalom és ezzel párhuzamosan a nedves sikér % is nagyobb volt a transzgenikus búza törzsekben, mint a kontroll búzában. Sikérterülés, vízfelvevő képesség, alaki hányados és farinográfós értékszám vonatkozásában a GMO vonalak többnyire kedvezőtlenebb értékeket adtak. Összességében azt lehet mondani, hogy beltartalmi tulajdonságok alapján az észlelt különbségek nem tekinthetők alapvetően eltérőnek.

12. táblázat: Hat transzgenikus búzavonal és a kontroll fehérje tartalmának és sütőipari jellemzőinek összehasonlítása*

Minőségi jellemzők	Kiőrlés (%)	Nedves sikér (%)	Sikérterülés (mm)	Farinográfós vízkép. (%)	Farinográfós vízkép. (-)	Cipó térf. (cm ³)	Cipó AH (-)	Esésszám (sec)	Szemkenység (-)	Fehérje (%)
Genotípus 2003/04										
CY-45	54,38 a	32,78 b	10,95 a	62,68 a	46,63 a	932,69 b	2,46 ab	510,75 a	85,55 ab	13,78 b
T-106-3a	50,57 b	35,45 a	13,28 ab	61,48 b	53,90 a	995,04 a	2,31 b	497,75 ab	81,53 b	14,75 a
T-116	51,95 b	35,97 a	14,90 b	61,78 b	46,90 a	967,76 ab	2,50 ab	507,50 a	81,23 b	14,95 a
T-117	51,63 b	34,83 ab	13,48 ab	61,93 b	47,63 a	910,90 b	2,57 a	463,25 b	82,33 b	14,80 a
T-124	52,42 ab	36,04 a	15,03 b	62,30 ab	51,13 a	954,25 ab	2,56 a	419,00 c	87,58 a	14,78 a
T-128	51,54 b	36,23 a	11,65 a	62,03 b	53,05 a	1005,63 a	2,35 ab	380,75 c	85,10 ab	14,85 a
T-129	52,21 ab	35,06 ab	13,93 ab	62,03 b	48,43 a	930,76 b	2,59 a	419,50 c	86,68 a	14,33 ab
SzD 5%	2,42	2,52	2,29	0,59	8,18	61,32	0,23	39,44	3,82	0,77

A hat herbicid rezisztens (bar) tavaszi búza vonal (T) és a kontroll, nem transzgenikus (CY-45) vonal tíz fontos sütőipari minőséget meghatározó tulajdonág adatai. Az adatok után található betű a statisztikai értékelésből származó szignifikancia vizsgálat eredményét jelöli. Az a, b 95%-os megbízhatóság mellett szignifikánsan eltér.

2.4.2. Szója tartalmú élelmiszerek GMO monitoring vizsgálata

Az élelmiszeriparban széles körben alkalmaznak szója termékeket, legnagyobb felhasználók az édesipar és a húsipar. Utóbbi részint húsfehérje helyettesítésre, részint állományjavításra adagol szójalisztet, szója-koncentrátumot illetve -izolátumot. Ezeknél a termékeknél fenn áll a lehetősége annak, hogy az előállító – akár a tudtán kívül – GM szóját használ fel.

Az általunk kidolgozott detektálási módszerrel (l.: „Új vizsgálati eljárások”) kereskedelmi forgalomból származó élelmiszer mintákat ellenőriztünk annak megállapítására, hogy a fogyasztók milyen mértékben vannak kitéve GMO vagy GMO tartalmú élelmiszerek fogyasztásának. A felmérést a következő termék csoportokra végeztük:

- hűskészítmények (felvágottak, párizsik, virslik, aszpikos termékek, kenőmájások, májkrémek és gyorsfagyasztott termékek),
- levesbetétek (gríz és májgaluska),
- pizzák, makaróni szószok és spagetti alappor,
- bébiételek (tejpép porok és bébiétel konzervek),
- töltött ostyák és „dejó” dióízű örlemény,
- pudingporok,
- csokoládék,
- szójatermékek (szójacsíra, tofu, szójakocka, szója-granulátum, szójaital és szójaszószok).

A szója lektin kimutatásra alapozott ellenőrző vizsgálataink alapján azt állapítottuk meg, hogy szója jelenléte olyan készítményekben is előfordult, amelyek összetételénél azt az előállító nem adta meg a jelölésben (**13. táblázat**).

13. táblázat: Kereskedelemről származó élelmiszer minták lektin PCR vizsgálatának összesítő táblázata

Kereskedelmi minták vizsgálata szója tartalomra			
Termékcsoport neve	Vizsgált minták száma (db)	Szója tartalom (db)	Nincs szója tartalom jelölés (db)
Párizsi	10	9	1
Virslis	10	7	0
Sonka és aszpikos termék*	10	9	2
Kenőmájás és májkrém	7	7	1
Gyorsfagyasztott termék	13	13	1
Levesbetét	5	2	0
Töltött ostya és egyéb**	4	3	2
Pizza, makaróni szósz és spagetti alappor***	7	3	3
Bébiétel****	6	4	1+3
Szójás élelmiszer	4	4	0
Pudingpor	1	1	1
Összesen	77	62	7 (+8)

*: 5 db frissen szeletelt, nem előre csomagolt termék.

** : A csomagoláson mindkét esetben E 322 (lecitin) szerepelt.

*** : A csomagoláson mindháromnál növényi olaj tartalom szerepelt.

**** : A csomagoláson mindháromnál növényi olaj tartalom szerepelt.

GM szóját a vizsgált 77 mintából 19 esetben lehetett egyértelműen – a módosító DNS szakasz beépülését biztosító génszakaszok (NOS terminátor + 35S promoter) jelenléte alapján – és további 13 termékből feltételesen (csak NOS terminátor vagy 35S promoter) kimutatni (14. táblázat).

14. táblázat: Kereskedelemről származó élelmiszer minták lektin PCR vizsgálatának összesítő táblázata

Kereskedelmi minták vizsgálata GMO tartalomra				
Termékcsoport neve	Vizsgált minták száma (db)	NOS terminátor + 35S promoter (db)	Csak NOS terminátor (db)	Csak 35S promoter (db)
Párizsi	10	6	–	2
Virslí	10	5	–	1
Sonka és aszpickos termék	10	2	–	1
Kenőmájas és májkrém	7	–	3	0
Gyorsfagyasztott termék	13	4	1	2
Levesbetét	5	1	–	–
Töltött ostya és egyéb	4	–	1	–
Pizza, makaróni szósz és spagetti alappor	7	–	–	1
Bébiétel	6	–	–	–
Szójás élelmiszer	4	1	1	–
Pudingpor	1	–	–	–
Összesen	77	19	6	7

Ezek az eredmények azt mutatják, hogy GM szójjával való szennyezettség fenn állhat vörösarú és elsősorban levesbetétek esetében. Annak eldöntésére, hogy a törvény által előírt 0,9%-os küszöbértéket meghaladja-e a kontamináció, a pozitív mintákból kvantitatív PCR vizsgálatot is el kell végezni.

2.4.3. Transzformált gén szervezetbe való bekerülésének veszély-elemzése – tápcsatorna rezisztencia vizsgálat

A genetikai módosítással előállított (GMO) növényi élelmiszerekben expresszált rekombináns fehérje vagy DNS szervezetbe való bekerülésének veszélyeit kifejtett immunrendszerrel rendelkező Wistar hím patkányokkal vizsgáltuk totális herbicidekkel szemben rezisztens Roundup Ready szója és PAT búza esetében tápcsatorna rezisztenciával. Az előzetesen szója illetve búza mentes diétán tartott patkányokat 14 napig GMO tartalmú táppal etettük, majd túltaltatást követően az állatokból szervmintákat vettünk. A kísérleti állatok mintáinak PCR eredményei a GM szója és a GM búza esetében is negatívnak bizonyultak. A Roundup Ready (RR) GM szója DNS szekvenciájának a tápcsatornában való túlélését (rezisztenciáját) a baromfihús termelésben is ellenőriztük. Ehhez 2,5% RR szójt tartalmazó takarmánnyal etetett állatokból vizsgáltuk a leggyakrabban fogyasztott belsőségek valamint hús esetén a 35S promoter és NOS terminátor jelenlétét és megállapítottuk, hogy egyik esetben sem volt kimutatható. A vágóvonalról vett mintából még az RR szójjával közvetlenül érintkező gyomorból és bélből sem lehetett pozitív jelet kapni, mert

a vágás előtti takarmány megvonás során az RR szója tartalmú táp kiürül. A vizsgálatok eredményei azt jelzik, hogy az állati szervezetbe a takarmánnyal bekerülő és esetlegesen akkumulálódó szója eredetű idegen génszakaszok az általunk alkalmazott analitikai módszerrel nem mutathatók ki.

2.5. Az élelmiszer-biztonság érvényesülése a fogyasztói és szakmai közvélemény gondolkodásában

Kutatásainkat az élelmiszerlánc szereplőinél az élelmiszer-biztonsági szemlélet és gyakorlat megismerésére összpontosítottuk. Kérdőíves megkérdezéssel folytattunk vizsgálatot az élelmiszer-feldolgozó, az élelmiszer kereskedelmi hálózatban továbbá a közétkeztetéssel és vendéglátással foglalkozó létesítményekben. Az élelmiszerlánc szereplőiből 1000 egyedre kiterjedő felmérésünk szerint az élelmiszer-biztonsági ismeret szintjében kedvező és tisztában vannak a téma jelentőségével is. A felmérésből azonban az is kitűnik, hogy a hatékonyság javításának a lehetőségét jellemzően más szereplőnél nevezik meg.

Az élelmiszer kereskedelemre vonatkozó felmérésünket 510 egységre kiterjedő, reprezentatív mintán végeztük. Megállapítottuk, hogy a boltvezetők elismerik a HACCP rendszer bevezetésének és alkalmazásának fontosságát, de döntően rajtuk kívül eső tényezők megváltoztatásával képzelik elérni a nagyobb élelmiszer-biztonságot.

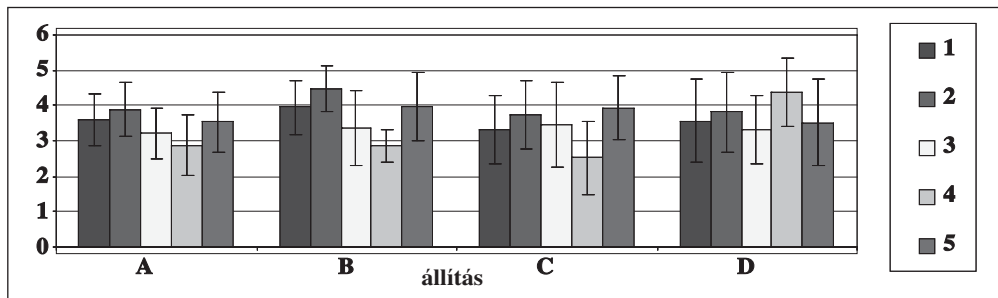
A közétkeztetésben és vendéglátásban végzett felmérés alapján megállapítottuk, hogy a kérdőív kitöltésének időpontjában az ételmezési egységek 42%-a bevezette a HACCP rendszert és csaknem ugyanennyi (40%) elkezdte a bevezetését. A közétkeztetés és a vendéglátás az étel kiszállítás módját és a tálalási időt egyaránt fontosnak ítélte meg az étel biztonsága szempontjából.

Megállapítottuk, hogy a közétkeztetésben mindenféle oktatás és képzés nagyobb hangsúlyt kap, mint a vendéglátóiparban. Élelmiszer-biztonsági problémát előidéző veszélyforrás lehet a nyereség érdekében, a kapacitást meghaladóan vállalt ételkészítés, amelyhez hiányoznak a szükséges feltételek.

Az élelmiszer fogyasztással kapcsolatos kockázatok felmérése során négy kérdéscsoportra kerestük a választ (**14. ábra**).

- Hogyan érzékelik a fogyasztók az egyes termékcsoportok esetén a különböző kockázati tényezők jelentőségét?
- Milyen különbségek mutathatók ki az egyes fogyasztói szegmensek között?
- Milyen információs bázisra támaszkodik vásárláskor?
- Milyen stratégiát alkalmaznak az élelmiszer fogyasztásból adódó kockázatok minimalizálására?

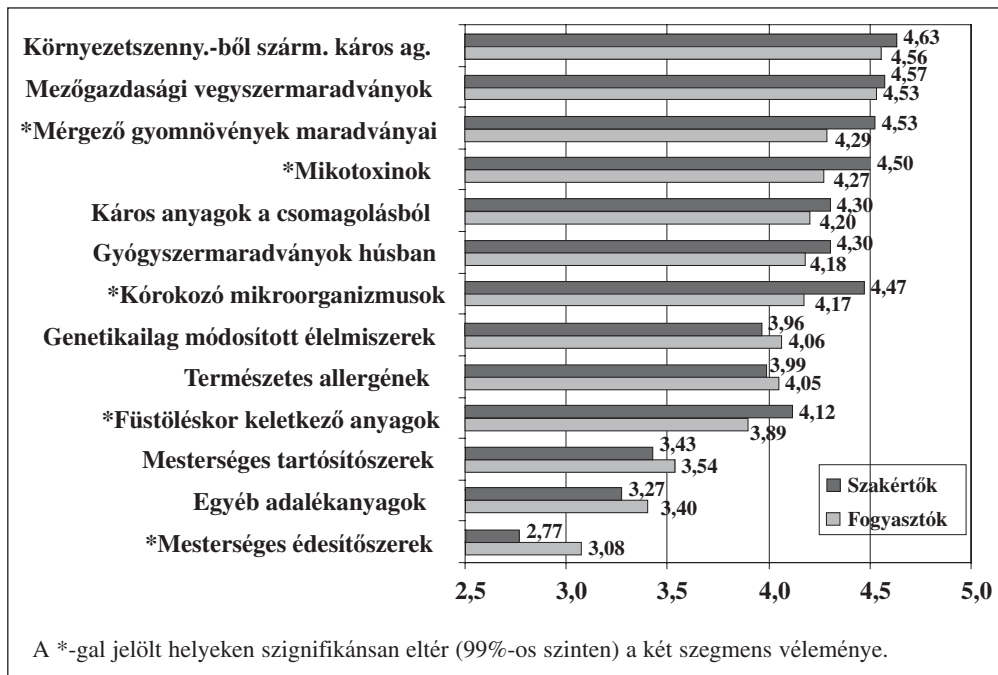
14. ábra: Fogyasztói csoportok közötti vélemény különbségek



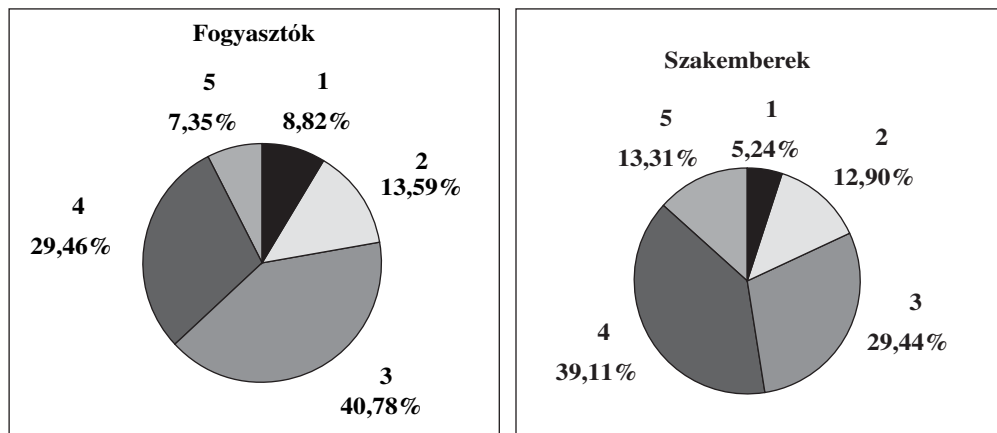
- A: A Magyarországon kapható élelmiszerek biztonságosak, fogyasztásuk nem fenyegeti a vásárló egészségét.
- B: A technikai haladás, a korszerű élelmiszer-feldolgozási technológiák révén javult az élelmiszerek minősége.
- C: Magyarországon az élelmiszerek ártalmatlanságát megbízhatóan garantálja a szigorú hatósági ellenőrzés.
- D: A világ különböző tájairól importált élelmiszerek esetében nem lehetünk biztosak abban, hogy azok biztonságosak.

A vásárlói szokásokat illetően szoros kapcsolat mutatkozik az iskolai végzettség és az élelmiszer jelölésen található információ iránti nyitottság között (15., 16. és 17. ábra).

15. ábra: Egyes élelmiszer-biztonsági kockázati tényezők értékelése

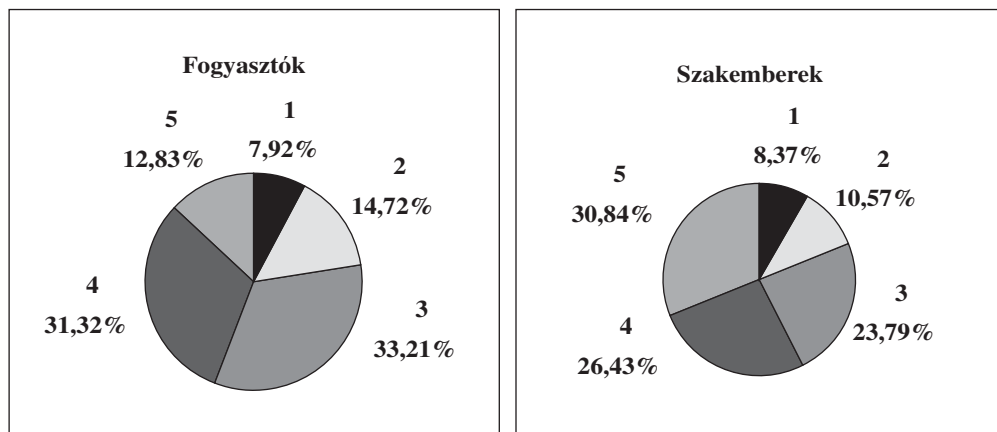


16. ábra: A magyarországi élelmiszer-biztonsági helyzet változásának fogyasztói és szakértői megítélése



1: Érezhetően romlott; 2: Némileg romlott; 3: Nem változott; 4: Némileg javult; 5: Érezhetően javult

17. ábra: Az EU országok élelmiszer-biztonsági helyzetének változása fogyasztói és szakértői vélemények alapján



1: Érezhetően romlott; 2: Némileg romlott; 3: Nem változott; 4: Némileg javult; 5: Érezhetően javult

A fogyasztók többsége továbbra sem elégedett az élelmiszerek jelölésén feltüntetett információkkal. A háztartási szokások terén azt tapasztaltuk, hogy a háziasszonyoknak csupán 75%-a van tisztában azzal, hogy a konyhatechnikának a nyersanyagokon levő mikrobák elpusztításában is döntő szerepe van.

A kockázat-kezelés gyakorlatát fókuszcsoportos interjú keretében sárgarépa termékpályán működő 12 vállalkozás körében végeztük. Leglényegesebb tapasztalataink a következők:

- Az élelmiszer-biztonság és -minőség kérdését minden megkérdezett fontosnak ítélte meg.
- Csak kevés konkrét intézkedést tudtak saját hatáskörben megjelölni.
- Az élelmiszerlánc egymástól függő, egymásra épülő partnereinek zöme a többi félnél nagyobb hiányosságokat lát a minőség és biztonság vonatkozásában, mint saját területén.
- A minőség és az élelmiszer-biztonság kérdésének összehangoltsága, a lánc szereplői közötti kommunikáció és együttműködés csak a bébiételgyártásnál valósul meg.
- Minden termékpálya szereplő működtet valamilyen szintű élelmiszer-biztonsági rendszert, de ezek színvonala és működtetése nem összehangolt.
- A bébiétel gyártásnál a kölcsönösen előnyös együttműködést tapasztaltunk, ami követésre méltó lenne a speciális beltartalmi értékű sárgarépa italok, probiotikus termékek vonatkozásában is.
- A biztonsági és minőségi követelmények teljesítésének közvetlen megítélésére a fogyasztó sok esetben nem képes, az előírások szerinti követelmények teljesítését szigorúbb hatósági fellépéssel és nyilvánosságra hozatallal is elő kellene segíteni.

3. ÖSSZEFOGLALÁS

Az „Együtt Magyarország Élelmiszer-biztonságáért” című NKFP projekt főbb célkitűzései az alábbiak voltak:

- az állati és növényi eredetű élelmiszerekkel kapcsolatos biológiai és kémiai élelmiszer-biztonsági kockázatok felmérése,
- módszerfejlesztés a kémiai és biológiai szennyezettség meghatározására,
- a kockázatok csökkentésére alkalmas eljárások kidolgozása,
- új élelmiszerekkel és technológiákkal kapcsolatos kockázatok elemzése,
- fogyasztói attitűdök feltárása és specifikus kommunikáció megalapozásához teljes termékpályára kiterjedő vizsgálat elvégzése az élelmiszerlánc résztvevői közötti együttműködés feltárására.

A kutatási feladatok elvégzése során az alábbi következtetésekre jutottunk.

Az állati eredetű élelmiszerekkel terjedő baktérium eredetű ételfertőzések vonatkozásában előtérbe került a *Campylobacter* fertőzőtség a már hagyományosan tekinthető *Salmonella* és *Listeria monocytogenes* infekció mellett.

A baromfihús termelés teljes körű vizsgálata azt igazolja, hogy a *Salmonella* fertőzőtség kialakulásában a takarmány mikrobiológiai minőségének nagy jelentősége van.

A kémiai kockázatot jelentő tiltott hozamfokozók tekintetében kedvező a helyzet mind a hazai mind az importált valamint a vadon élő állatok húsát illetően.

A növényi eredetű élelmiszerek mikrobiológiai fertőzőtségében a romlást okozó mikroflóra a baktériumokkal azonos nagyságrendben tartalmaz penész és élesztő törzseket is. A humán patogén baktériumok között szerepelnek a *Yersinia* nemzetség, az *E. coli* O:H szerotípusba tartozó törzsek valamint *Campylobacter* fajok is.

Lágy húsú gyümölcsök mikrobiológiai szennyezettségét döntően befolyásolja a talaj mikrobiológiai állapota. Mosási eljárással a fertőzőtség érdemben nem csökkenthető.

Gabonafélék esetében különös figyelmet érdemelnek a mikotoxint termelő penészek.

A biológiai kockázati tényezők közül az állati szervezetbe a takarmánnyal bekerülő és esetlegesen akkumulálódó RR szója eredetű idegen gépszakaszokat vizsgálva azok sem a belsőségekből, sem a baromfi húsból nem mutathatók ki.

A kémiai kockázati tényezők közül elsősorban a nitrát-tartalomra, a toxikus fém tartalomra valamint a penész eredetű mikotoxinok jelenlétére kell figyelmet fordítani.

A módszertani munkák a feltárt kockázatokat jelentő mikroorganizmusok illetve kémiai anyagok nagy érzékenységgű, specifikus, gyors rutin ellenőrzésre is módot adó eljárások kialakítását szolgálták.

DNS alapú módszert dolgozzunk ki *Yersinia enterocolitica*, *E. coli* és *Campylobacter* fajok kimutatására és tipizálására.

Listeria monocytogenes gyors kimutatására szelektív luminometriás módszert fejlesztettünk.

A baktériumos fertőzőtség közvetett kimutatását teszik lehetővé az általuk termelt biogén amin mérésén alapuló módszerek.

Gabona penész fertőzőtségének gyors, roncsolás mentes meghatározását teszi lehetővé a kidolgozott NIR technikán alapuló eljárás.

A kémiai szennyezők közül a toxikus fémek valamint azok eltérő módosulatainak meghatározására nagy érzékenységgű, műszeres eljárást fejlesztettünk, amely elsősorban sorozat vizsgálatokra javasolható.

A **génmódosított**, új élelmiszer alapanyagok, adalékanyagok kimutatására DNS alapú eljárást dolgoztunk ki. Meghatároztuk a technológiai műveletek hatását a módszer érzékenységre.

Állatkísérleti modellt fejlesztettünk ki génmódosított élelmiszer alapanyag emészthetőségének, tápcsatornából való felszívódásának ill. szervekbe, izomzatba történő beépülésének vizsgálatára.

Az élelmiszer-biztonsági kockázatok csökkentésére kidolgozott eljárások

Fermentációs eljárások

A mikrobiológiai kockázat eredményesen csökkenthető starter kultúrákkal végzett fermentációval. Hatékony Bifidobaktérium és Lactobacillus törzseket szelektáltunk gyökérszomszéd fermentációjára. Az eljárással egyúttal a kémiai kockázat (nitrát-tartalom, szója antinutritív komponensei) is jelentősen mérsékelhető.

Növénynevelés

A gabona penészfertőzöttsége és mikotoxin szennyezettsége penész fertőzéssel szemben ellenálló fajták szelekciójával eredményesen csökkenthető. Sikerült olyan fajtákat kiválasztani, amelyek a toxin képződés szempontjából kimagaslóan ellenállóak.

A kialakított módosított atmoszférájú (MAP) csomagolással eredményesen befolyásolható a nyersen fogyasztott gyümölcsök (eper, meggy) valamint szeletelt kenyér eltarthatósága.

Élelmiszer-biztonsági kockázat kommunikációja

Az élelmiszerlánc valamennyi szereplőjére kiterjedően felmértük az élelmiszer-biztonsági ismeret szintet és feltártuk élelmiszer-biztonsági stratégiáikat. Megállapítottuk, hogy a fogyasztók öt típusba sorolhatók tudatosság, az élelmiszer-biztonsági kérdések iránti fogékonyság alapján.

A fogyasztói attitűdök feltárásával feltártuk a hatékony, specifikus kockázat-kommunikáció alapjait.

Az élelmiszer előállítók, forgalmazók körében végzett felmérés is azt igazolta, hogy az élelmiszer-biztonsági ismeret szint megfelelő az élelmiszerlánc nagy részében. A szakmai közvélemény felismeri, hogy a megfelelő minőségű és biztonságos élelmiszer előállítás felelőssége őket terheli.

Teljes termékpályára kiterjedő vizsgálatunk alapján megállapítottuk, hogy csak a bébiétel gyártásnál hatékony az élelmiszerlánc szereplői közötti kommunikáció és együttműködés.

