



**Élelmiszertudományi Kar**

**Doktori értekezés tézisei**

**SZÓJATARTALMÚ ÉLELMISZEREKBE ELŐFORDULÓ GLIFOZÁT TOLERÁNS  
SZÓJA SZENNYEZÉS ÉS A SZERVEZETBE KERÜLÉS KOCKÁZATÁNAK  
VIZSGÁLATA PCR MÓDSZERREL**

**UJHELYI GABRIELLA**

**Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet**



**Budapest  
2009**

## **A doktori iskola**

**megnevezése:** Élelmiszertudományi Doktori Iskola

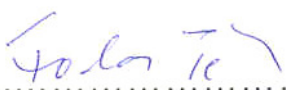
**tudományága:** Élelmiszertudományok

**vezetője:** Dr. Fodor Péter,  
egyetemi tanár, DSc  
Budapesti Corvinus Egyetem

**Témavezető:** Dr. Gelencsér Éva  
Főosztályvezető, címzetes egyetemi tanár, CSc  
Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet  
Élelmiszerbiztonsági Főosztály, Biológia Osztály

## **A doktori iskola- és a témavezető jóváhagyó aláírása:**

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, a műhelyvita során elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.



.....  
Dr. Fodor Péter  
iskolavezető



.....  
Dr. Gelencsér Éva  
témavezető

## 1. BEVEZETÉS

A géntechnológiailag módosított organizmusok (Genetically Modified Organisms, GMO), olyan élő szervezetek, amelyekben az örökítő anyagot, a DNS-t, a természetben elő nem forduló módon változtatták meg. Az első genetikailag módosított növényt 1984-ben állították elő és azóta 60 különböző fajon – közülük a legtöbb fő élelmiszer növényen - végeztek genetikai módosítást és vonták azokat kísérleti, illetve szántóföldi termesztésbe. A géntechnológiai módosítás alkalmazásával lehetőség nyílt nem rokon fajok génjeinek átvitelére is. A genetikailag módosított növényeknek első, másod és harmad generációját különböztetjük meg. Az első generációs GM növények közé a biotikus és abiotikus stressz rezisztens növények tartoznak, melyek közül a legelterjedtebbek a rovarkártevőkkel szemben ellenálló, valamint a gyomirtó szerekkel szemben toleráns GM növények. Közülük leggyakrabban a szója, kukorica, repce és gyapot módosításával találkozhatunk. Élelmiszeripari szempontból a szója felhasználása a legjelentősebb, különösen a húsiparban, ahol nagyobb mennyiségben használják a különböző szója készítményeket fehérje pótlóként, illetve állományjavítóként. A második generációs transzgenikus növények fejlődésben és anyagcserében módosítottak, míg a harmadik generációs transzgenikus növényeket az ún. „bioreaktor” növények alkotják.

A GM növények társadalmi megítélése nem egységes, ezért biztosítani kell a termesztőknek és fogyasztóknak a szabad választás lehetőségét, hogy dönthessenek a GM növények termesztése, fogyasztása ellen, illetve mellette. Mindezeket figyelembe véve az Európai Unió rendeletekkel szabályozza a genetikailag módosított termények, szervezetek kibocsátását, forgalmazását, nyomon követését és jelölését.

A mai álláspont szerint az 1831/2003-as Európai Közösségi (EK) rendelet értelmében a 0,9%-nál nagyobb részarányban genetikailag módosított alkotót tartalmazó termékek jelölése az EU tagállamaiban kötelező. A törvény által előírt határértékek, valamint a GMO mentesség ellenőrzésére uniós szinten különböző analitikai módszerek állnak rendelkezésre. Ezek a módszerek azonban leginkább növényi minták (vetőmagok, takarmányok, élelmiszeripari nyers- és alapanyagok) vizsgálatára alkalmasak. A feldolgozott élelmiszerekből történő DNS izolálás és GMO kimutatás viszont már számos nehézségbe ütközhet. Egyes élelmiszeripari termékeknél az élelmiszer-mátrixban található fehérjék, zsírok, poliszacharidok, polifenolok és egyéb másodlagos komponensek számos esetben irreverzibilis kapcsolatot alakítanak ki a termékben található nukleinsavakkal, másrészt a különböző élelmiszer előállítási folyamatok során fellépő fizikai, kémiai hatások is degradálhatják a bennük található DNS-t. A fent említett okok miatt fontos a már meglévő módszerek feldolgozott élelmiszer-mátrixban történő folyamatos tesztelése, adaptálása és továbbfejlesztése mind a DNS izolálás, mind a GMO kimutatás területén.

A géntechnológiailag módosított organizmusokból álló, azt tartalmazó vagy azok felhasználásával készülő élelmiszerek esetében, a különböző környezetvédelmi és etikai aggályok mellett, számos élelmiszerbiztonsági probléma merülhet fel, mivel az elfogyasztott GMO-k vagy az ezt tartalmazó élelmiszerek állati és emberi szervezetre gyakorolt hatása egyértelműen nem tisztázott.

Egy GM növény engedélyezése során a piacra kerülés előtt számos kockázat-becslési vizsgálatot kell végrehajtani. A GM élelmiszerekre (takarmányokra) alkalmazható kockázat-becslési stratégia kidolgozásában a biotechnológiai ipar, a termesztők és a szabályozó hatóság megosztott felelősséggel vesznek részt.

Napjainkban a GM növények engedélyezési eljárása során mérlegelni kell, hogy milyen céllal történik a módosítás és milyen új, előnyös tulajdonságokat hordoz majd a rekombináns DNS-t tartalmazó új terményvonal. A GM terményvonal új, integrált kockázat-becslésének megközelítésében szerepelni kell: a szülői termény jellemzőinek, a donor és a transzgén beillesztés módjának, a géntermékek jellemzésének, az új GM terményvonal élelmiszer-biztonsági jellemzésének, valamint a környezeti kockázat becslésének és a környezeti hatás folyamatos figyelemmel kísérésének és felügyeletének.

A fogyasztók körében az egyik legnagyobb aggodalmat a génmódosításhoz használt vírus promóterek használata váltotta ki, melyek az idegen gén kifejeződésében játszanak szerepet. Egyes biotechnológusok kutatási eredményei alapján nem zárhatjuk ki annak lehetőségét sem, hogy a karfiol mozaikvírus promóter nyugvó vírusokat aktiválhat, új rekombináns vírusok kifejlődéséhez vezethet, vagy elképzelhető, hogy egyes gének fokozott működését eredményezheti. Ahhoz, hogy ennek veszélyével egyáltalán számolni kelljen a kutatóknak, vizsgálni kell, hogy a karfiol mozaikvírus promóter átjuthat-e a véráramba, szervekbe, izomba.

## 2. CÉLKITŰZÉSEK

A fentiek ismeretében céloim volt:

- Különböző technológiai fázisokból származó, félüzemi körülmények között előállított GM szóját tartalmazó modell hústermékek vizsgálata egyszerű PCR módszerrel, vizsgálva ezzel az egyes fizikai hatásokra bekövetkező DNS degradációt, valamint azt, hogy a degradáció befolyásolja-e kimutathatóságot,
- A JRC által javasolt DNS izolálási módszerek adaptálása, tesztelése és továbbfejlesztése különböző feldolgozottságú élelmiszer-mátrixokból történő DNS izolálására. Költség hatékony háromfázisú megoszláson alapuló (HFM) DNS kivonási módszer továbbfejlesztése, optimalizálása valamint DNS izolálási technika kidolgozása kereskedelmi forgalomból származó, DNS extrakció szempontjából kritikus kakaó tartalmú (csokoládé, csokoládé tartalmú nápolyi) mintákra,
- az EU által előírt 0,9%-os jelölési kötelezettség betartásának vizsgálata kereskedelmi forgalomból származó élelmiszerek kvalitatív és kvantitatív GM tesztelésével,
- Roundup Ready szója expressziós vektorjában megtalálható karfiol mozaikvírus 35S promóter tápcsatornából történő kimutathatósága és a szervezetbe történő bejutásának vizsgálata állatetetés kísérletekkel, a JRC által javasolt GMO kimutatási módszer használatával és adaptálásával.

### 3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

#### 3.1. Vizsgálati minták

##### 3.1.1. Roundup Ready szója kimutatásának vizsgálata élelmiszermintákból

- A félüzemi körülmények között előállított modell húsmintákat a Hajdú BÉT RT, debreceni és mezőkovácsházi üzemében állították elő. A húsminták pulykahúst tartalmaztak és a termékeket 0,5%; 1%; 1,5%; és 2%-ban RR szójaliszttel keverték. A vizsgált termékek különböző technológiai fázisokból származtak, mely minták baromfi párizsi-, baromfi vagdalt-, baromfi vagdalt nyers masszából különböző konyhatechnikai eljárásokkal elkészített minták és pulyka májkonzerv minták voltak.
- Kereskedelemből származó mintacsoportokat is vizsgáltam, melyek különböző húskészítmények (formában vagy bélben főtt pácolt húsok, aszpickos termékek, felvágottak, párizsi minták, virsli minták, májasok, húskonzervek, májkrémek, gyorsfagyasztott húskészítmények), bébiételek (tejpép porok, bébiétel konzervek), levesbetétek, pizzák és makaróni szószok, édességek (pudingporok, kekszek, nápolyik, csokoládék), szójatermékek (szójaital, szójaszós, szójakocka, szójagranulátum, szójacsíra, tofu) voltak.

##### 3.1.2. 35S promóter tápcsatornából történő kimutatása és a szervezetbe történő bejutásának vizsgálata állatetelési kísérletekkel

5 napig szójamentes diétán nevelt Wistar törzsű hím patkányokat alkalmaztam a kísérletekhez (5 állat/csoport). Az állatokat ezután 10% összfehérje tartalmú táppal etettem, mely fehérjeforrásként szójalisztet tartalmazott. A liszt RR szója tartalmát keveréssel állítottam be 0%, 0,9%, 2,5% és 50%-ra. A 14 napos etetési kísérlet után, túlaltatást követően az állatokból eltávolítottam a lépét, májat, hasnyálmirigyet, vesét, belet, gyomrot, mintát vettem az izomból, és fiziológiás sóoldattal mostam a belet és a gyomrot.

### 3.1.3. 35S promóter tápcsatornából történő kimutatása és a szervezetbe történő bejutásának vizsgálata csirkeetelési kísérletekkel

A Master-M Kft. kisvárdai baromfifeldolgozó üzemében történt az etetési kísérlet 0% és 2,5%-ban RR szóját tartalmazó takarmánnyal. A neveltetés 42 napon keresztül történt. Mintavétel a baromfi neveltetés során 5 időpontban, a különböző etetési fázisokból véletlenszerűen történt. Minden mintavételnél az állományból 3 db állatot vizsgáltam, melyekből eltávolítottam az izmos gyomor külső és belső részét, a mirigyes gyomrot, a begyet, a belet, a hasnyálmirigyet, a bélfodri nyirokcsomót és a májat. Mintát vettem továbbá az izomszövetből is (comb, mellhús). A belet fiziológias sóoldattal mostam ki.

## 3.2. Vizsgálati módszerek

GMO vizsgálataim során az EU Joint Research Center (Ispra) által javasolt módszert használtam. A modell húsminták és a kereskedelmi minták esetében Wizard, Amicon ultraszűrővel kombinált Wizard, proteináz-K enzimmel kombinált CTAB, háromfázisú megoszláson alapuló (HFM) és DEAE-cellulóz ioncserés kromatográfiás módszert használtam. Mindkét állatetelési kísérlet során a DNS izolálás minden esetben Wizard- és Amicon ultraszűrővel kombinált Wizard módszerrel történt. A DNS oldat koncentrációját és a tisztaságára jellemző R értéket spektrofotometriás analízissel határoztam meg a 260 nm és 280 nm-en mért elnyelés hányadosa alapján.

Kutatásaim során egyszerű ill. valós idejű real-time PCR rendszert alkalmaztam. A modell húsminták és a kereskedelemről származó élelmiszerminták esetében szója specifikus lektin gén sokszorozásával vizsgáltam az izolált DNS inhibitor mentességét és a szója jelenlétét. A szóját nem tartalmazó kereskedelmi minták inhibitor mentességét gerinces állatokra specifikus, vagy növény specifikus primerek segítségével ellenőriztem.

Az állatkísérletek során a vizsgált szervminták PCR tisztaságát gerinces állatokra specifikus primerpár segítségével ellenőriztem. A GMO kimutatás esetében a beépített szabályozó elemek detektálásán alapul, vagyis mind a modell és kereskedelmi élelmiszerminták, mind az állatkísérletek esetében a 35S promóter és/vagy *nos* terminátor jelenlétét vizsgáltam. A vizsgálatok során minden esetben a mintákat 10%-os poliakrilamid gélben futtattam és 15 percig SYBR Green I. festékkel festettem, majd Kodak EDAS 290 rendszerrel dokumentáltam. A kereskedelmi minták vizsgálata során, abban az esetben, ha az adott minta 35S promóterre és/vagy *nos* terminátorra pozitívnak bizonyult, real-time PCR (GeneAmp 5700) segítségével meghatároztam a GMO tartalmát. A kvantifikálás során lektin gén specifikus és Roundup Ready event (esemény) specifikus primerekkel és a próbákkal (TaqMan) történt. A mennyiségi meghatározáshoz RR szója standard referencia anyagot (Fluka, ERM-BF410 - 0%, 0,1%; 0,5%; 1%; 2%, 5%) használtam.

## 4. EREDMÉNYEK

### 4.1. Élelmiszerminták tesztelése GMO kimutatás céljából

A modell húsminták DNS izolálási eredményei alapján megállapítható, hogy mindegyik húsminta esetén az alkalmazott Wizard módszerrel megfelelő mennyiségű és nagy tisztaságú DNS oldatokat kaptam, melyek alkalmasnak bizonyultak a további PCR-rel történő vizsgálatokhoz. A modell húsminták mindegyikéből sikerült kimutatni a lektin gént, mely azt jelenti, hogy az izolált DNS oldatok inhibitor mentesek. A modell húsmintákkal végzett GMO specifikus PCR eredményeket összefoglalva elmondható, hogy az adaptált optimalizált egyszerű PCR módszerrel, poliakrilamid gélen történő elválasztással és SYBR Green I. festéssel a sterilizett pulyka májkonzerv termékek vizsgálatakor is sikerült a 0,5%-os kimutatási határt elérni. A 0,5%-os detektálási határ elérésével teljesíthető volt az EU jogszabály által előírt 0,9%-os jelölési kötelezettség.

A kereskedelmi forgalomból származó minták esetében a DNS izolálást Wizard, Amicon Ultraszűrővel módosított Wizard és CTAB módszerrel végeztem. Költség hatékony háromfázisú megoszláson alapuló DNS kivonási technikát fejlesztettem ki a különböző feldolgozottsági szintű modell és kereskedelmi forgalomból származó hústermékekre, valamint ioncserés kromatográfiás módszert dolgoztam ki DNS kivonásra a kereskedelmi forgalomból származó kakaó tartalmú mintákból. A kereskedelmi minták DNS izolálás eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy a 91 mintából 85 esetben tudtam a láncreakcióhoz megfelelő minőségű és mennyiségű DNS-t izolálni (5 sonka termék szója tartalmáról, nem volt információ, mivel e termékek nem előre csomagolt, hanem frissen szeletelt áruk voltak, így ezen mintákat a továbbiakban nem vontam bele a kiértékelésbe). Problémák a magas feldolgozottsági fokú és szénhidrát tartalmú pudingporokkal és szójaszószokkal adódtak. A kereskedelemről származó élelmiszerminták lektin PCR-jének eredményeit összefoglalva pedig megállapítható, hogy a szója tartalom vizsgálata során, 80 jó minőségű DNS mintából 65 termék esetében kaptam lektin génre pozitív jelet. A termékek 11%-ánál pozitív jelet kaptam lektin génre, annak ellenére, hogy a csomagoláson erre nem találtam utalást, vagyis a termékek jelöléshibásak voltak. A kereskedelmi minták GMO vizsgálatánál a 62 lektin gén pozitív termék közül 29 minta esetében sikerült kimutatni a 35S promóter és/vagy *nos* terminátor jelenlétét. GMO jelenlétére utaló jelölést egyik termék csomagolásán sem találtam. Az eredmények alapján elmondható, hogy a vizsgált minták 47%-ánál volt kimutatható a GMO tartalom. A kvantitatív vizsgálatok eredményei szerint a 29 GM pozitív mintából 12 minta RR szója tartalma kisebb volt, mint 0,1% (41,4%-a a mintáknak), 12 minta (41,4%) esett a 0,1-0,9%-os intervallumon belül és 5 minta (17,2%) tartalmazott 0,9%-nál magasabb RR szója tartalmat.



#### 4.2. 35S promóter tápcsatornából történő kimutatása és a szervezetbe történő bejutásának vizsgálata állatetetési kísérletekkel

Mindkét állatetetési kísérlet során az alkalmazott módszerekkel sikerült jó minőségű és koncentrációjú DNS-t izolálni az egyes szervekből és izomszövetből, melyek inhibitor mentességét is sikerült bizonyítani.

A patkányetetési kísérlet eredményeit összefoglalva, elmondható, hogy az 50% RR szóját tartalmazó táppal történő etetés során egyes esetekben a gyomorból, bélből, gyomor- és bélfolyadékából detektáltam a 35S promótert. Mivel az állatok altatása előtt egy éjszakán át tartó tápelvonás történt, ez idő valószínűleg nem volt elegendő arra, hogy a táplálék teljes mértékben kiürüljön a szervezetből, ez adhat magyarázatot a pozitivitásra. A vizsgált szervminták és az izomszövet minden esetben negatív volt, mely azt jelenti, hogy a 35S promóter, vagy annak kisebb fragmentuma nem jutott át a bélfalon és nem került bele a véráramba. A 2,5% RR szóját tartalmazó táppal történő etetés során egy esetben kaptam pozitív jelet a gyomorfolyadékban. A többi állat esetében minden vizsgált minta negatívnak bizonyult.

A csirkeetetési kísérlet eredményei szerint az egyes etetési fázisokból származó minták esetében a takarmánnyal közvetlenül érintkező szervekből (begy, izmos gyomor belső része, bél) néhány esetben kimutatható volt 35S promóter. A leggyakrabban fogyasztott belsőségek, a máj valamint az izomszövet minden alkalommal negatívnak bizonyult. A vágóvonalról vett csirke mintáknál egy esetben sem kaptam pozitív jelet, még a takarmánnyal közvetlenül érintkező szervekből sem. Ez valószínűleg azzal magyarázható, hogy a vágás előtt a csirkék „éheztetésen” estek át, így az állat ez idő alatt a takarmányt teljes egészében megemészthette és a gyomorból, bélből is kiürülhetett.

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Egyes kereskedelemről származó, DNS izolálás szempontjából kritikus élelmiszerminták esetében (folyadék állagú, alacsony DNS koncentrációjú-, kakaó tartalmú-, egyes erősen feldolgozott élelmiszerek) a JRC által GMO kimutatásra javasolt DNS izolálási módszer nem adott megfelelő mennyiségű és minőségű DNS-t. Ezeknek a mintáknak az eredményes vizsgálata végett szükség van DNS izolálási technikák fejlesztésére. A DEAE-cellulóz ioncserés kromatográfián alapuló DNS izolálási módszer alkalmas lehet *nagy szénhidrát, illetve kakaó tartalmú* (csokoládé, csokoládé tartalmú nápolyi, pudingporok) *élelmiszermintákból* jó minőségű, sokszorozható DNS kinyerésére. *Alacsony DNS koncentrációjú élelmiszerminták* esetében pedig a JRC által ajánlott DNS izolálási módszert továbbfejlesztett, Amicon Ultraszűrővel kombinált változata alkalmazható. Az új, alacsony költségű háromfázisú megoszláson alapuló (HFM) DNS kivonási módszert, nemcsak GMO kimutatásra, hanem egyéb PCR-es vizsgálatokra (húseredet, növényeredet) is alkalmas lehet. A HFM módszert a jövőben érdemesnek tartom real-time PCR módszerrel is tesztelni, összehasonlítva - a GMO kimutatásnál leggyakrabban alkalmazott - a Wizard módszerrel izolált DNS oldatok real-time PCR eredményeivel.

Az irodalomban kevés közlemény tárgyalja a hústermékekből történő GMO kimutatást, főleg a sterilizált termékek vonatkozásában. Későbbiekben javasolnám ismert RR szója tartalmú hústermékek, élelmiszerek real-time PCR-es vizsgálatát nyers és a hozzá tartozó feldolgozott élelmiszermintákból.

A vizsgálat rávilágítana arra, hogy a különböző mértékű hőkezelés (vagy esetleg egyéb fizikai illetve kémiai kezelés) hogyan hat a GMO tartalom mennyiségi meghatározására, mérhető-e ugyanaz a GMO tartalom például egy nyers májkrém massa és a belőle készült májkrém konzerv esetében. A kereskedelmi minták kvantitatív PCR-el történő GM vizsgálata során, az eredményekből kitűnt, hogy a GM pozitív termékek 17%-a haladta meg a 0,9%-os törvény által előírt jelölési kötelezettséget. Mivel a 0,9%-nál magasabb GMO tartalmú mintáknál, egyetlenegy esetben sem találtam a csomagoláson a GMO tartalomra utaló jelölést, így a jövőben javasolnám a fogyasztók érdekeinek védelmében a hatóságok éves vizsgálati mintaszámának növelését.

A JRC által javasolt DNS izolálási és GMO kimutatási módszer adaptálásával vizsgáltam a 35S promóter tápcsatornából történő kimutatását és a szervezetbe történő bejutását állatetetési kísérletekkel (patkány- és csirkeetetési kísérlet). A *rövid-távú patkány-etetési kísérletek* szerint, hogy a 35S promóter 123 bp méretű fragmentuma nem volt kimutatható a vizsgált szervmintákból, vagyis nem jutott át a bélfalon, nem került bele a véráramba. Egyes esetekben kaptam pozitív jelet a 35S promóterre, azoknál a szerveknél, melyek közvetlenül érintkeznek a táppal (gyomor, bél), ennek megfelelően a gyomorfoltyadékban és a bélfolyadékban is. A pozitivitásra az adhat magyarázatot, hogy valószínűleg az állatok altatása előtti egy éjszakán át tartó tápelvonás nem volt elegendő arra, hogy a táplálék teljes mértékben kiürüljön a szervezetből. Ennek részletesebb vizsgálata szükséges nagyobb állatszámmal, több ismétlésben annak igazolására, hogy a fogyasztás jelenthet-e kockázatot.

A *csirkeetetési kísérlet* eredményei szerint az egyes etetési fázisokból származó minták esetében a takarmánnyal közvetlenül érintkező szervekből (begy, izmos gyomor belső része, bél) néhány esetben kimutatható volt 35S promóter. A leggyakrabban fogyasztott belsőségek, a máj, valamint az izomszövet minden alkalommal negatívnak bizonyult. Ez az elsődleges eredmény a GM takarmányt fogyasztó haszonállatok feldolgozásának szempontjából pozitív, ennek megerősítésére is további vizsgálatokat javaslok.

A jövőben további tervezett vizsgálatok végrehajtását javasolnám hosszú távú, többgenerációs állatetetési kísérletekkel, mellyel igazolható hogy a GM növények fogyasztásának van-e rövid illetőleg hosszabb távon esetleges kockázata, kiemelten a direkt módon az élelmiszerbe kerülő GM növények illetve termékeik esetében.

## 6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Az EU JRC (Ispra) által GMO kimutatásra javasolt DNS alapú PCR módszert adaptáltam és teszteltem különböző feldolgozottsági fokú, RR szóját tartalmazó modell hústermékeken, illetve kereskedelmi forgalomból származó élelmiszer-mátrixokon. Igazoltam, hogy a termékekben hőkezelés hatására csökken a *nos* terminátor kimutathatósága. Az adaptált és optimalizált egyszerű PCR módszerrel a sterilizett termékek vizsgálatakor is sikerült a 0,5%-os kimutatási határt elérni.
2. Az EU JRC (Ispra) által javasolt DNS izolálási módszert kombináltam Amicon Ultraszűrővel, mely továbbfejlesztett módszer alkalmas volt híg, alacsony DNS tartalmú mintákból történő DNS izolálásra. Új, háromfázisú megoszláson alapuló (HFM) módszert fejlesztettem ki, mely technika nem csak GMO kimutatásra, hanem egyéb PCR-es vizsgálatokban is alkalmazható. A kakaó tartalom miatt kritikus mintákra DEAE cellulóz alapú ioncserés kromatográfiás DNS kivonási módszert dolgoztam ki, melyeknél a gyakorlatban elterjedten használt módszerek nem alkalmazhatók hatékonyan.
3. Magyarországon elsők között végeztem az élelmiszertermék palettát átfogó RR szója kimutatást. Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a kereskedelmi forgalomból származó szója pozitív élelmiszerek 47%-a tartalmazott GMO-t, valamint a GM pozitív termékek 17%-a haladta meg a 0,9%-os törvény által előírt jelölési kötelezettséget. A 0,9%-nál magasabb GMO tartalmú minták esetében, egyetlenegy esetben sem találtam a csomagoláson erre utaló jelölést.
4. Elsőként foglalkoztam a Roundup Ready szója expressziós vektorjában található karfiol mozaikvírus 35S promóter tápcsatornából történő kimutatásával és a szervezetbe történő bejutásának vizsgálatával patkánytetési, illetve csirkeetési kísérlet segítségével. A vizsgálatokra az EU JRC (Ispra) által javasolt DNS izolálási és GMO kimutatási módszer adaptáltam. Az állatetési kísérletek során megállapítható, hogy a 35S promóter nem volt kimutatható a vizsgált szerv és izomszövet mintákból, vagyis a promóter nem jutott át a bélfalon, nem került bele a véráramba.

## AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ TARTOZÓ PUBLIKÁCIÓK

### I. Publikáció folyóiratban:

#### IF-os folyóirat cikk

**UJHELYI, G., JÁNOSI, A., GELENCSÉR, É.**(2007): Effects of different meat processing techniques on the detection of GM soy from model meat samples. *Acta Alimentaria*, 36 (1) 39-48. p.

**G. UJHELYI, B. VAJDA, E. BÉKI, J. JAKAB, A. JÁNOSI, K. NESZLÉNYI, E. NÉMEDI, É. GELENCSÉR** (2007): Surveying the RR soy content of commercially available food products in Hungary. *Food control*, 19 (10) 967-973. p.

**NÉMEDI, E., UJHELYI, G., GELENCSÉR, É.** (2007): Detection of gluten contamination with PCR method. *Acta Alimentaria*. 36 (2) 241-248. p.

#### Nem IF-os folyóirat cikk (magyar)

**UJHELYI G., JÁNOSI A., VAJDA B., MICSINAI A., GELENCSÉR É.** (2007): Szója tartalmú élelmiszerek GM monitoring vizsgálat eredményei. *Élelmiszer-biztonsági Kötetek IV. Genetikailag módosított növények az élelmiszerláncban*, 108-117. p.

**LÁSZTITY R., HALÁSZ A., UJHELYI G.** (2006): Élelmiszerbiztonság a sütőipar szemszögéből. *Sütőiparosok, pékek*, LIII. évf. (2) 20-22. p.

**UJHELYI G., JÁNOSI A., NÉMEDI E., GELENCSÉR É.** (2006): Hústermékek GM-kontaminációjának kimutatása. *Konzervújság*, 4 89-92. p.

## **II. Publikáció konferencia kiadványban:**

### **Magyar nyelvű (teljes)**

NÉMEDI, E., TAKÁCS, K., UJHELYI, G., GELENCSÉR, É. (2006): Glutén kontamináció vizsgálatára szolgáló alternatív módszer optimalizálása és alkalmazási lehetőségei. A VII. Nemzetközi Élelmiszer-tudományi Konferencia előadásainak és posztereinek összefoglalói. Április 20, Szeged CD-proceeding (ISBN 963 482 577 x).

### **Magyar nyelvű (összefoglaló)**

UJHELYI, G., JÁNOSI, A., GELENCSÉR, É. (2003): Génmódosítás tényének kimutatása különböző hústermékekből PCR technikával. *Lippay János -Ormos Imre - Vas Károly Tudományos Ülésszak*. november 6-7, Budapest. 166-167. p.

UJHELYI, G., JÁNOSI, A., GELENCSÉR, É. (2004): PCR technikán alapuló GMO monitoring élelmiszerekből. *Iz-fest élelmiszerek és kertészeti termékek szakkiállítására és vására*. Október 8, Budapest. 5. p.

UJHELYI, G., JÁNOSI, A., GELENCSÉR, É., (2005) Kereskedelemről származó húsminták GMO vizsgálata. *Hungalimentária*. Április 19-20. Budapest. 144. p.

UJHELYI, G., JÁNOSI, A., GELENCSÉR, É. (2005): RR szója DNS tápcsatorna rezisztencia vizsgálata állatetetés kísérletben. *Lippay János - Ormos Imre -Vas Károly Tudományos Ülésszak*. Október 19-20, Budapest. 238-239. p.

JÁNOSI A., UJHELYI G., GELENCSÉR É. (2005): PCR technika alkalmazási lehetőségei a hústermékek vizsgálatában. *Lippay János - Ormos Imre -Vas Károly Tudományos Ülésszak*. Október 19-20, Budapest. 200-201. p.

UJHELYI, G. VAJDA, B. MICSINAI, A. (2005): Élelmiszerek GMO vizsgálatának tapasztalatai. *Genetikailag módosított növények a takarmány- és élelmiszer-előállítási láncban c. konferencia*. December 7, Budapest. 80-81. p.

POLGÁR, M., GELENCSÉR, É., HAJÓS, GY., UJHELYI, G. (2007): Szójaallergének és keresztreakáló allergének vizsgálata. *Allergológia és klinikai immunológia*. X. évf. 2. sz. pp. 70. (A MAKIT XXXV. Kongresszusa, Május 17-19, Balatonalmádi)

GELENCSÉR, É., NAGY, A., UJHELYI, G., POLGÁR, M., (2007): Szójafehérjék allergénkockázata. *Magyar Táplálkozástudományi Társaság XXXII. Vándorgyűlése*. Október 18-20. Kecskemét. 17. p.

JÁNOSI, A., UJHELYI, G., GELENCSÉR, É., (2007): Haszonállat-fajták detektálása DNS kimutatásra alapozott módszerekkel . *Hungalimentária 2007, tudományos konferencia és szakmai kiállítás – Szakemberek a biztonságosabb élelmiszerláncért*. Október 25-26. Budapest. 35. p.

JÁNOSI, A., UJHELYI, G., GELENCSÉR, É. (2007): Állatfajok és fajták detektálása a DNS-alapú PCR módszerekkel. (Identification of animal species and breeds by DNA-based polymerase chain reaction). *Lippay János - Ormos Imre -Vas Károly Tudományos Ülésszak*. November 7-8, Budapest. 180-181. p.

#### **Nemzetközi konferencia (teljes)**

UJHELYI, G., JÁNOSI, A., GELENCSÉR, É. (2004): GMO detection in raw and processed meat products by PCR techniques. *2<sup>nd</sup> Central European Congress on Food*. 26-28 April, Budapest, CD-proceeding.

JÁNOSI, A., UJHELYI, G., GELENCSÉR, É. (2004): Determination of foreign DNA uptake from the GM soy in rat model. *2<sup>nd</sup> Central European Congress on Food*. 26-28 April, Budapest, CD-proceeding.

JÁNOSI, A., UJHELYI, G., GELENCSÉR, É. (2007): Species-specific detection of poultry in meat model mixtures and commercial sausage products by polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism analysis. *Rapid methods for food and feed quality determination*. 189-196. p.

#### **Nemzetközi konferencia (összefoglaló)**

UJHELYI, G., JÁNOSI, A., GELENCSÉR, É. (2004): Detection of Roundup Ready soya in meat products by PCR techniques. *Fosare seminar series 5, Contaminants and influence of agricultural practices*. 18-19 March, Brussels, Belgium. 54. p.

**UJHELYI, G., JÁNOSI, A., GELENCSÉR, É.** (2004): Detection of Roundup Ready Soy in ready-to-eat hamburgers by qualitative PCR method. *2<sup>nd</sup> Central European Meeting, 5<sup>th</sup> Croatian Congress of Food Technologists, Biotechnologists and Nutritionists*. 17-20 October, Opatija, Croatia. 144. p.

**UJHELYI, G., JÁNOSI, A., GELENCSÉR, É.** (2005): Qualitative and semi-quantitative GMO detection from food samples derived from the Hungarian market. *Rapid Methods Europe 2005 for Food and Feed Quality Determination*. May 24-25. Noordwijk aan Zee, the Netherlands. 98. p.

**JÁNOSI, A., UJHELYI, G., GELENCSÉR, É.** (2005): Species specific detection of chicken in meat models and commercial products by PCR-RFLP analysis. *Rapid Methods Europe 2005 for Food and Feed Quality Determination*. May 24-25. Noordwijk aan Zee, the Netherlands. 96. p.

**A. JÁNOSI, G. UJHELYI, É. GELENCSÉR** (2006) Determination of gut resistance of RR soy DNA in rat model. The First SAFE International Congress on Food Safety, 11-14 June, Budapest. 96. p.

**UJHELYI, G., JÁNOSI, A., NÉMEDI, E., GELENCSÉR, É.** (2006): Survival of 35S promoter and *nos* terminator in different chicken organs. 1<sup>st</sup> European Chemistry Congress. 27-31 August, Budapest. 216. p.

**NÉMEDI, E., TAKACS, K., UJHELYI, G., GELENCSÉR, É.** (2006): Verification of the presence of wheat cross-reacting cereals by novel PCR method. 1<sup>st</sup> European Chemistry Congress. 27-31 August, Budapest. 212. p.