



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

---

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM  
VEGYÉSZMÉRNÖKI ÉS BIOMÉRNÖKI KAR  
OLÁH GYÖRGY DOKTORI ISKOLA

**ÉLELMISZER-ALLERGÉNEK MENNYISÉGI  
MEGHATÁROZÁSÁRA ALKALMAS ANALITIKAI  
MÓDSZEREK ALKALMAZÁSI KÖRNYEZETÉNEK  
FEJLESZTÉSE**

Tézisfüzet

Szerző: Kormosné Bugyi Zsuzsanna  
Okleveles biomérnök

Témavezető: Tömösközi Sándor  
Egyetemi docens

Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer-tudományi Tanszék

2012

## 1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A környezeti feltételektől függő mikrobiológiai, biológiai, kémiai és fizikai veszélyforrások mellett egyes természetes élelmiszeralkotók is jelenthetnek élelmiszerbiztonsági kockázatot bizonyos fogyasztói csoportok számára. Ezek a természetes alkotók – elsősorban fehérjék- túlérzékenységi reakciókat (allergiát, intoleranciát) válthatnak ki az emberi szervezetben. A különböző típusú rendellenességek klinikai háttere jelentősen eltér, többségük esetében csak tüneti kezelés áll rendelkezésre. Ezért az ilyen típusú egészségügyi problémák leghatékonyabb kezelési módja a tüneteket kiváltó fehérjék fogyasztásának elkerülése, megfelelő diéta kialakítása és betartása.

Az érintett fogyasztók biztonságos élelmiszer-alapanyagokkal és -termékekkel történő ellátásában az érintett szektor minden szereplőjének (gyártóknak, ellenőrzést végző laboroknak és a hatóságnak) együtt kell működni. Ennek hátterét pedig a tudománynak kell biztosítania, az összetett problémák megoldása csak a tudományterületek szoros együttműködésével lehetséges.

A klinikai kutatásoknak minél pontosabban meg kell határozniuk a túlérzékenységi reakciók mechanizmusát, azonosítaniuk kell a kiváltó fehérjemolekulákat és –epitópokat, valamint a tüneteket kiváltó határértékeket. Emellett szükség van a kiváltó molekulák és epitópok minél szélesebb körű fehérjekémiai vizsgálatára, valamint az élelmiszer-előállítás során alkalmazott fizikai-kémiai műveletek fehérjeszerkezetre, funkcionális tulajdonságokra (pl. oldhatóság) és biológiai aktivitásra (pl. immunaktivitás) gyakorolt hatásainak megértésére. Ezek az információk elengedhetetlenek a területhez kapcsolódó szabályozási környezet kialakításához. Az élelmiszerek megfelelő ellenőrzéséhez olyan analitikai módszertan létrehozására van szükség, mely képes a tüneteket kiváltó komponensek megbízható meghatározására (Gendel et al. 2008)<sup>1</sup>. A validált, megbízható analitikai módszertan mindenképpen szükséges a gyártásközi- és termékellenőrzéshez, az élelmiszerbiztonsági és allergénmenedzsment rendszerek működtetéséhez, összességében a fogyasztók

---

<sup>1</sup> Gendel S., Buchanan R., Dennis S., Acheson D., Assimon S. A., Beru N., Bolger P., Carlson D., Carvajal R., Copp C., Falci K., Garber E., Harden E., Kane R., Kvenberg J., Luccioli S., Park D., Raybourne R., Troxell T., Vierk K. Approaches to establish thresholds for major food allergens and for gluten in food. *Journal of Food Protection*. **2008**; 71 (5): 1043-1088.

megbízható informálásához.

Jelenleg az élelmiszeranalitikában rutinszerűen a viszonylag egyszerűen kivitelezhető és specifikus immunanalitikai elven működő ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) módszerek terjedtek el. Az ELISA módszertan alkalmazhatósága azonban korlátozott, melynek egyik oka, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható kitek érvényesítése akadályokba ütközik. Ez részben a validálás alapját képező referencia anyagok és referencia módszerek hiányával, részben egyéb tényezőkkel magyarázható. Utóbbiak közül érdemes kiemelni a tüneteket kiváltó fehérjék sokféleségét és genetikai-környezeti változékonyságát, a küszöbdózisokról és kiváltó élelmiszer-összetevők molekuláris jellemzőiről rendelkezésre álló ismeretek elégtelenségét, valamint az élelmiszer-feldolgozási folyamatok kiváltó molekulákra gyakorolt hatásait leíró adatok hiányosságait. Ezek a tényezők mind hatással vannak az analitikai módszerfejlesztésre, valamint a módszervalidáláshoz szükséges referencia anyagok fejlesztésére is (Kerbach et al. 2009)<sup>2</sup>.

A probléma megoldásán számos nemzetközi kutatócsoport dolgozik. A munkában Tanszékünk is részt vesz az Európai Unió 6. Keretprogramja által támogatott MoniQA (Monitoring and Quality Assurance in the Food Supply Chain) Kiválóság-hálózat Allergén Munkacsoportjának tagjaként. A Munkacsoport tevékenységéhez is kapcsolódóan doktori munkám célkitűzései a következők:

- Olyan új referencia anyagok fejlesztése, melyek három gyakori allergén, a tej, tojás és glutén fehérjéit feldolgozott, reális élelmiszer-mátrixban tartalmazzák.
- A fejlesztett referencia anyagok segítségével a kereskedelmi forgalomban kapható ELISA módszerek teljesítményjellemzőinek meghatározása, összehasonlító elemzése és az eredmények mögött álló jelenségek értelmezése. Ilyen irányú vizsgálataink újszerűsége, hogy az elsők között végeztük el őket reális élelmiszer-mátrixot modellező referencia anyagok felhasználásával. Ezzel az eddigieknél jobban definiált körülmények között válik lehetővé a módszervalidálás kivitelezése és az eredményeket befolyásoló jelenségek tanulmányozása is.

---

<sup>2</sup> Kerbach S., Alldrick A. J., Crevel R. W. R., Dömötör L., DunnGalvin A., Mills E. N. C., Pfaff S., Poms R. E., Popping B., Tömösközi S. Managing food allergens in the food supply chain- views from different stakeholder perspectives. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*. **2009**; 1 (1): 50-60.

- A feldolgozási folyamaton átesett fehérjék meghatározásakor kapott analitikai adatok összevetése a natív állapotban lévő fehérjék által szolgáltatott eredményekkel, így módon becsülve és értékelve a feldolgozási folyamatok által okozott analitikai bizonytalanság mértékét, valamint az ennek háttérében álló fehérjeszintű változásokat.

A referencia anyagok használata lehetővé teszi az analitikai eredményeket leginkább befolyásoló hatások (minta tulajdonságai, az ELISA kitek alkalmazásából eredő rendszeres és véletlen hibák, valamint a technológiai hatásokból eredő bizonytalanságok) mértékének becslését – ezzel a mai analitikai körülmények között hozzájárul az eredmények valódi értelmezéséhez, az analitikai módszerek teljesítményjellemzőinek és a szabályozási szempontok harmonizálásához.

## **2. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK**

A referencia anyagok előállításának alapjául egy, Scaravelli és munkatársai (2008)<sup>3</sup> által létrehozott modelltermék (sütemény) receptje szolgált, melyet eredetileg mogyoró meghatározására alkalmas PCR módszerek fejlesztéséhez alakítottak ki. Az anyagfejlesztés két fő lépése a recept módosítása, valamint a tej-, tojás- és gliadin fehérjék homogenizálási módszereinek kidolgozása volt. Ennek megfelelően a kísérleteimben alkalmazott referencia anyagok kialakítása is a kutatómunka részét képezte. A szükséges kísérleti lépéseket a kapcsolódó eredményekkel együtt az Eredmények fejezetben mutatom be.

A referencia anyagok analitikai vizsgálatához olyan kísérlettervet állítottunk össze, mely lehetővé tette azt is, hogy a feldolgozási folyamat analitikai eredményekre gyakorolt hatását jellemezhessük. Az elkészült sütött modelltermékeket, valamint az előállítás korábbi lépéseiből származó alapanyag-keverékeket és nyers tésztákat ELISA módszerek felhasználásával elemeztük.

A gliadin referencia anyag segítségével elvégeztük továbbá hét, kereskedelmi forgalomban kapható ELISA kit összehasonlító vizsgálatát (AgraQuant Gluten Assay (Romer Labs), BIOKITS Gluten Assay Kit (Tepnel), Gliadin ELISA (ELISA Systems),

---

<sup>3</sup> Scaravelli E., Brohée M., Marchelli R., van Hengel A. J. Development of three real-time PCR assays to detect peanut allergen residue in processed food products. *European Food Research & Technology*. **2008**; 227: 857-869.

HAVen Gluten-Check ELISA kit (Diagnostic Innovations), RIDASCREEN Gliadin (R-Biopharm), Veratox Quantitative Gliadin Test (Neogen), Wheat protein ELISA kit (Gliadin) II (Morinaga)).

Az ELISA mérések kivitelezése és az adatok kiértékelése a gyártók által szolgáltatott használati útmutató szerint történt, emellett a kapott eredményeket az átlagok és szórások vizsgálatával, valamint t-próbákkal statisztikailag is elemeztük.

### **3. EREDMÉNYEK**

#### **3.1. A TEJ- ÉS TOJÁSFEHÉRJÉT, VALAMINT GLIADINT TARTALMAZÓ REFERENCIA ANYAGOK FEJLESZTÉSE**

Mivel olyan mintamátrix létrehozását láttuk célszerűnek, mely bármely allergén komponens esetében univerzálisan alkalmazható a referencia anyag fejlesztés alapanyagaként, elsőként az irodalmi recept módosítására volt szükség allergénmentes modelltermék előállítása céljából. A módosítások elsősorban annak érdekében történtek, hogy az allergén szempontból zavaró összetevőket (pl. tejpor) eltávolítsuk úgy, hogy az anyag konzisztenciája ne változzon negatív irányba, és az előállítási folyamat reprodukálhatóan megvalósítható legyen. Emellett szükséges volt olyan homogenizálási módszerek létrehozása, melyek a mintamátrixhoz kis mennyiségben adagolt tej-, tojás- és gliadin-fehérjék homogén eloszlását biztosítják. Ezt a tej- és tojásfehérjék esetében porkeveréssel, míg a gliadin esetében – a megfelelő gliadin-izolátum kísérletes kiválasztása után- gliadinoldat porkeverékbe történő keverésével valósítottuk meg.

Az alapanyag-fejlesztés és a homogenizálási kísérletek eredményeként sikerült előállítási protokollokat létrehozni a tej, a tojás a gliadin referencia anyagok előállításához.

#### **3.2. A REFERENCIA ANYAGOK ÉS ELŐÁLLÍTÁSI FOLYAMATUK JELLEMZÉSE**

Az analitikai célra szánt referencia anyag előállításának megbízhatósága szempontjából döntő fontosságú a minták homogenitása, valamint az egyes sarzsok közötti bizonytalanság, vagyis a független tételek előállításából eredő hiba mértékének megállapítása. E két tényezőtől becsülhető a mintamátrix alkalmazásából eredő véletlen hiba nagysága. Ennek becslése érdekében valamennyi modelltermékre kísérlettervet állítottunk össze, melyben 3-3 párhuzamos sarzsot készítettünk az előzőekben említett előállítási protokollok szerint. Az alkalmazott koncentráció-szintek a következők voltak:

- Tej: 0, 100 ppm tejszór
- Tojás: 0, 1000 ppm tojáspor
- Glutén: 0, 10, 50 ppm gliadin

A mintákat több alkalommal ELISA módszerrel mértük. Az adatokat összefoglalva elmondható, hogy a fejlesztett referencia anyagokban a mérendő fehérjék eloszlása homogénnek tekinthető mind sarzsokon belül, mind sarzsok között, mely arra utal, hogy az előállítási folyamat standardizálása megvalósítható. Emellett a kapott adatok segítségével becsülhetővé válik a mérés során a modelltermék alkalmazásából eredő hiba mértéke adott ELISA kit esetében.

### **3.3. AZ ELISA MÓDSZEREK TELJESÍTMÉNYJELLEMZŐINEK VIZSGÁLATA A REFERENCIA ANYAGOK SEGÍTSÉGÉVEL**

A munka további szakaszában az előállított referencia anyagok lehetővé tették, hogy az eddigieknél részletesebben és szakmailag megalapozottabban hasonlíthassuk össze a jelenleg hozzáférhető és rutinanalitikában használható kitek analitikai teljesítményét és –legalább hipotézis szinten - értelmezzük az eredmények mögött álló fizikai-kémiai jelenségeket. Lehetővé vált továbbá az egyes módszerek egyedi analitikai bizonytalanságainak, rendszeres és véletlenszerű hibáinak becslése, a hiba lehetséges forrásainak azonosítása is. Ehhez az analitikai teljesítményjellemzők közül a pontosságot, valamint a precizitást, utóbbin belül pedig az ismételhetőséget és a reprodukálhatóságot vizsgáltuk.

A módszerek **pontosságát** az adott analit visszanyerés értékei alapján becsültük, mely során azt tapasztaltuk, hogy a visszanyerések egyik kit esetében sem érték el a nominális értéket. Emellett azt is megállapítottuk, hogy a visszanyerés értékek a sült termékek esetében jelentősen lecsökkentek a natív fehérjét tartalmazó, feldolgozatlan alapanyag-keverékhez képest. A visszanyerési értékek alakulását nagymértékben befolyásolhatják a minták elméleti koncentrációjának számításnak alapjául szolgáló összefüggések, a feldolgozási folyamat, valamint az alkalmazott módszer változtatásai.

Az **ismételhetőség** meghatározására az ELISA kitek standard oldatsorainak egyes tagjait a referencia anyagokkal együtt mintaként vittük fel az ELISA lemezre és a kalibrációs görbe alapján meghatároztunk allergén fehérje-tartalmukat. A kapott szórásadatokat tanulmányozva az összes kit esetében megállapítható, hogy a referencia anyag előállításának bármely fázisából származó (porkeverék, nyers tézta és sült termék) mintával kapott szórásérték a módszerek kalibrációjához használt standard

anyagok szórásaival összemérhető, sőt egyes esetekben annál kisebbnek adódott. Ez azt jelzi, hogy referencia anyagunk homogenitása megfelelő, másrészt, hogy az analitikai eredmények bizonytalansága nagyrészt a módszer saját bizonytalanságából ered. Vagyis a modelltermék-előállítás és a mérés kivitelezése során nem történt olyan véletlen hiba, mely a mérési adatok bizonytalanságát jelentősen megnövelné. Fontos megjegyezni azt is, hogy a standard oldatok szórásainak alakulása koncentrációfüggést mutat, növekvő koncentrációhoz növekvő bizonytalanság társul.

Az ismételhetőség és a **reprodukálhatóság** összehasonlítása során a tej ELISA és a gliadin ELISA esetében a várt eredmény adódott, vagyis a reprodukálhatósági szórások nagyobbak adódtak, a mérés bizonytalansága megnövekedett. A többi esetben azt tapasztaltuk, hogy vagy nincs szignifikáns különbség, vagy a reprodukálhatósági szórásérték kisebb, mint az ismételhetőség esetében. Ez részben a módszerek érdeme, részben a kifejlesztett anyagunk alkalmazhatóságának köszönhető.

#### **3.4. KERESKEDELMI FORGALOMBAN KAPHATÓ GLUTÉN ELISA KITEK ÖSSZEHAONLÍTÓ VIZSGÁLATA**

A gliadin tartalmú referencia anyag esetében lehetőségünk volt arra, hogy elvégezzük hét, kereskedelmi forgalomban kapható, glutén meghatározására alkalmas ELISA kit összehasonlító vizsgálatát. A kísérletsorozat újszerűsége, hogy az összehasonlító elemzést elsőként végeztük el feldolgozott mátrixból készült referencia anyaggal. Ennek előnye, hogy a referencia anyagok segítségével olyan kísérleteket tudtunk megtervezni, melyek a reális mintamátrix miatt a mindennapi gyakorlatot jobban megközelítő véletlen hibabecslés meghatározásával jellemezni képes az egyes módszereket és képes összehasonlítani azok teljesítményjellemzőit. Az eredmények komplex értékelése pedig alkalmat adhat az immunanalitikai módszerek kritikus pontjainak azonosítására, az ezekből származó hibák nagyságrendjének meghatározására is. (Hasonló kísérletet a tej és tojás ELISA-k esetében sajnos nem állt módunkban elvégezni.)

A kísérlet során azt tapasztaltuk, hogy a különböző módszerek egy adott minta esetében eltérő eredményeket szolgáltatnak, mely élelmiszer-biztonsági kockázatot hordoz. A mért gliadin-koncentrációk eltérése főként a különböző ellenanyagok és extrakciós módszerek alkalmazásából ered, valamint abból a tényből, hogy a referencia anyagban alkalmazott gliadin összetétele eltérhet a kitek kalibrációjához használt kalibráló anyagoktól. Utóbbi felhívja a figyelmet a standardizált kalibráló anyagok

hiányára, valamint arra a kérdésre, hogy ezeket az anyagokat hogyan válasszák meg (pl. fehérje-extraktumok vagy összetettebb anyagok, pl. lisztek használata). Az adatokat vizsgálva megfigyelhető továbbá, hogy a módszerek közötti véletlen hibák nagysága (az ismétlésből eredő szórások) jelentősen nem tér el egymástól. Tehát az alkalmazott antitestek és mintaelőkészítési eljárások különbözősége összességében nem a véletlen hibákra, hanem a visszanyerési értékre (vagyis a módszer pontosságára) vannak hatással. Ennek felderítésére referencia anyag nélkül nem lett volna lehetőség.

Kutatásunk esetében a képet még árnyaltabbá teszi, hogy az eddig tárgyalt tényezők mellett egy újabbat is figyelembe kell venni, vagyis a gliadin feldolgozott mátrixból történő meghatározását, a feldolgozás analitikai eredményekre gyakorolt hatását.

### **3.5. A FELDOLGOZÁSI FOLYAMATOK ANALITIKAI EREDMÉNYEKRE GYAKOROLT HATÁSAI**

Az élelmiszerek legnagyobb részét feldolgozott formában fogyasztjuk, így fontos információt gyűjteni arról, hogyan hatnak a feldolgozási folyamatok a túlérzékenységi reakciókat kiváltó fehérjékre, és hogy ezek a molekuláris változások milyen mértékben befolyásolják az analitikai eredményeket. Az ilyen jellegű adatok a feldolgozott mátrixú referencia anyagok fejlesztése, és ezáltal a módszervalidálás szempontjából is fontosak.

Kísérleteink során a modelltermék-előállítási folyamat minden lépéséből (alapanyag-keverék, tészta, sütemény) mintát vettünk, így megteremtettük annak lehetőségét, hogy megvizsgáljuk, az egyes feldolgozási lépések miként hatottak az analitikai eredményekre. Megállapítottuk, hogy mindhárom referencia anyag esetében csökkenés tapasztalható az alapanyag-keverékekben és a tésztákban mért allergén fehérje-koncentrációk között, mely megfelel az alapanyag-keverékhez adagolt margarin és víz hígító hatásának. Vagyis a tésztaképződés folyamata a mérhető allergén-tartalmat nem befolyásolja. Ugyanakkor a sütemények mért allergén fehérjetartalma szignifikánsan alacsonyabbnak adódik, mely jelenség egyértelműen a hőkezelés hatásának tulajdonítható. Elmondható tehát, hogy a hőkezelésnek jelentős hatása van az immunanalitikai módszerek által szolgáltatott eredményekre, amit a módszerek fejlesztésekor nagyon fontos figyelembe venni. A feldolgozás hatása alapvetően két módon befolyásolhatja az analitikai eredményeket. Egyrészt a bekövetkező fehérjemódosulások megváltoztathatják a fehérjék oldhatóságát, mely az extrakció



hatékonyságát ronthatja. Másrészt a megváltozott fehérjeszerkezet hatására csökkenhet a fehérje ellenanyaghoz való affinitása, mely az analitikai detektálhatóságot ronthatja. Emellett e két hatás egymással kölcsönhatásban is jelentkezhet. Ugyanakkor a jelenség háttérben álló okok nincsenek pontosan felderítve, sok esetben csak feltételezések léteznek. A befolyásoló tényezők feltárásához valószínűleg molekuláris szintű vizsgálatokra lesz szükség.

### **3.6. KONKLÚZIÓ**

Az új referencia anyagok kidolgozásával és felhasználásukkal lehetőség nyílt arra, hogy az ELISA módszerek kivitelezése során jelentkező hibákat becsüljük úgy, hogy a mérési adatokat ismert névleges koncentrációhoz hasonlítjuk. Ezen hiba nagysága jelöli ki az ELISA módszer alkalmazhatóságának korlátait, melyeket a jelenlegi szabályozás, mely a létező határértékek esetében sem ad meg bizonytalanság értékeket, nem vesz figyelembe. Így az élelmiszer-gyártókkal szemben olyan követelményeket támaszt, melyek megbízható igazolására a jelenlegi módszertan nem alkalmas. Ez felhívja a figyelmet az analitikai módszertan továbbfejlesztésének és a területen folyó fejlesztő munka harmonizációjának szükségességére.

## **4. TÉZISEK**

1. Kifejlesztettünk három referencia anyagot, melyek meghatározott mennyiségű tej- és tojásfehérjét, illetve gliadint tartalmaznak feldolgozott mátrixban. (2, 3).
2. A referencia anyagok előállítási folyamatát standardizáltuk, a referencia anyagok kidolgozásához egyenként előállítási protokollt dolgoztunk ki. A kidolgozott előállítási folyamatokból eredő analitikai bizonytalanság mértékét meghatároztuk (3).
3. A referencia anyagok alkalmazásával meghatároztuk az alkalmazott ELISA módszerek egyes analitikai teljesítményjellemzőit. A reális élelmiszermátrixok alkalmazása előrelépést jelent a korábban alkalmazott feldolgozatlan modellmátrixok használatához képest. Segítségükkel lehetséges a jelenleg hozzáférhető ELISA kitek teljesítményjellemzőinek eddiginél pontosabb meghatározása, a valódi anyagminták analízise során fellépő jelenségek alaposabb tanulmányozása, valamint az analitikai módszerek mintakezeléséből adódó bizonytalanság mértékének becslése is. (1, 3).
4. A referencia anyagok lehetővé tették, hogy elvégezzük kereskedelmi forgalomban

kapható glutén ELISA kitek összehasonlítását, melyre először került sor reális mátrixú referencia anyag alkalmazásával. Megállapítottuk, hogy a különböző kitek azonos minta esetében eltérő eredményeket szolgáltatnak. A kísérlet során azonosítottunk több olyan tényezőt, melyek az analitikai eredmények alakulására jelentős hatással lehetnek (pl. alkalmazott ellenanyag, extrakciós módszer). Megállapítottuk továbbá, hogy ezek a tényezők nem a mérés precizitására, hanem a pontosságára vannak hatással (1).

5. Elsőként vizsgáltuk a hőkezelés analitikai eredményekre gyakorolt hatásait referencia anyagok segítségével, mely során azt tapasztaltuk, hogy a hőkezelés hatására a mérhető allergén fehérjetartalom csökken. Vagyis a hőkezelés a fehérjék szerkezetmódosításán keresztül vagy az oldhatóságra, vagy az immunaffinitásra, vagy egyidőben mindkettőre hatással van (1, 3, 4).
6. A dolgozatban az alkalmazott kitekre egyedileg és a glutén esetében a legtöbb hozzáférhető kitre átlagosan is meghatároztuk az analitikai hibákat, melyek megteremtik a lehetőséget a szabályozás és az analitikai módszerek teljesítményjellemzői közötti harmonizálás megvalósítására. Ennek elfogadása lényegesen javítaná valamennyi szereplő számára a kapcsolódó élelmiszerbiztonsági problémák kezelését (1).

## **5. ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEK**

A kutatás során létrehozott referencia anyagok egyrészt standard anyagként szolgálhatnak analitikai módszerfejlesztés- és módszervalidálás során. Emellett, mivel a meghatározandó komponensek a feldolgozási folyamat minden lépésén átestek, használatukkal megbízhatóbban modellezhetők a valódi élelmiszerminták ELISA módszerrel történő analízise során jelentkező mérési hibák, így jobban becsülhetők az analitikai módszerek korlátai. Ezeket az információkat felhasználva pontosíthatók a törvényi szabályozás által elvárható határértékek, valamint az analitikai módszerfejlesztés irányvonalai. A referencia anyagok használatával jobban feltárhatók továbbá az analitikai adatok változatosságát okozó tényezők (pl. célmolekulák, ellenanyagok, kalibráló anyagok közötti különbségek, feldolgozás hatása), melyeket értékelve a módszerek továbbfejleszthetők. A módszertan fejlesztése a klinikai kutatási eredmények fejlődésével együtt lehetővé tenné a szabályozási környezet fejlesztését, ezáltal segítve az élelmiszer-gyártók munkáját is, így növelve a fogyasztók biztonságát és a rendelkezésükre álló termékválasztékot.

## 6. KÖZLEMÉNYEK

### Az értekezés alapjául szolgáló közlemények:

1. Bugyi Zs, Török K, Hajas L, Adonyi Zs, Popping B, Tömösközi S. Comparative study of commercially available gluten ELISA kits using an incurred reference material. *Quality Assurance and Safety of Crops&Foods*. (elfogadva, megjelenés: **2013** első száma) (IF (2011): 0,642)
2. Bugyi Zs, Török K, Hajas L, Adonyi Zs, Diaz-Amigo C, Popping B, Poms R, Kerbach S, Tömösközi S. Development of incurred reference material for improving conditions of gluten quantification. *Journal of AOAC International*. **2012**; 95 (2): 382-387. (IF: 1,199)
3. Bugyi Zs, Nagy J, Török K, Hajas L, Tömösközi S. Towards development of incurred materials for quality assurance purposes in the analysis of food allergens. *Analytica Chimica Acta*. **2010**; 672: 25-29. (IF: 4,310, I:1)
4. Bugyi Zs, Kovács A, Óri Zs, Tömösközi S. Study of food processing effects on the results of allergen determination in a wheat flour based model system. In: *Gluten Proteins 2009*, ed: Gérard Branlard, INRA. **2009**; 320-322.

### Egyéb közlemények:

- Bugyi Zs, Török K, Hajas L, Tömösközi S. Egy mindennapi élelmiszer-alapanyag, a búza. Barát vagy ellenség? *Élelmiszer Tudomány Technológia*. **2012**; 4: 5-9.
- Török K, Bugyi Zs, Hajas L, Adonyi Zs, Tömösközi S. Az élelmiszerallergének mérésének lehetőségei ma- kihívások, megoldások, a fejlesztés irányai. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*. **2011**; 57 (2): 83-91. (IF: 0,040)
- Török K, Hajas L, Kormosné Bugyi Zs, Tömösközi S. Élelmiszer-feldolgozási folyamatok allergén fehérjékre gyakorolt hatásának vizsgálata. *Élelmiszer Tudomány Technológia*. **2010**; 2. különszám: 7-11.
- Tömösközi S, Bugyi Zs. Harmonizációs törekvések az élelmiszer-analitikában. Nemzetközi együttműködés a MoniQA Kiválóság-hálózat keretében. *Élelmiszer Tudomány Technológia*. **2010**; 2: 32-33.

Szöbeli előadások:

**2011. május 23-25. 10<sup>th</sup> European Cereal Scientists and Technologists Workshop, Helsinki, Finnország**

Zsuzsanna Bugyi, Kitti Török, Livia Hajas, Zsanett Adonyi, Sándor Tömösközi: Development of incurred reference material for gluten quantification

**2010. szeptember 24: 340. KÉKI Kollokvium, Budapest**

Bugyi Zsuzsanna, Török Kitti, Hajas Livia, Adonyi Zsanett, Tömösközi Sándor: Allergénanalitikai módszerek fejlesztése és érvényesítése- K+F együttműködés nemzetközi kiválóság-hálózatban

**2010. június 8-10: 2<sup>nd</sup> MoniQA International Conference, “Emerging and persisting food hazards: Analytical challenges and socio-economic impact”, Krakkó, Lengyelország**

Poszterverseny szóbeli prezentáció: Zsuzsanna Bugyi, Kitti Török, Livia Hajas, Zsanett Adonyi, Sándor Tömösközi: Development of reference material for gluten quantification (Best poster award nyertes)

**2010. május 25-27. 9<sup>th</sup> Young European Cereal Scientists and Technologists Workshop, BME, Budapest**

Zsuzsanna Bugyi, Kitti Török, Livia Hajas, Zsanett Adonyi, Sándor Tömösközi: Quality assurance in gluten analysis- Development of reference material for gluten quantification

**2009. augusztus 3-5. 8<sup>th</sup> Young European Cereal Scientists and Technologists Workshop, University of Tuscia, Viterbo, Olaszország**

Zsuzsanna Bugyi, Sándor Tömösközi: Determination of allergenic proteins in wheat flour based model systems- a scientific cooperation within MoniQA Network of Excellence

Poszterek:

**2012. augusztus 6-9. 14<sup>th</sup> ICC Cereal and Bread Congress and Forum on Fats&Oils, Peking, Kína**

Zsuzsanna Bugyi, Kitti Török, Livia Hajas, Tamás Langó, Sándor Tömösközi: Improving the conditions of analytical methodology for the quantification of proteins responsible for hypersensitivity reactions triggered by wheat (Best poster award nyertes)

**2010. június 8-10: 2<sup>nd</sup> MoniQA International Conference, “Emerging and persisting food hazards: Analytical challenges and socio-economic impact”, Krakkó, Lengyelország**

Zsuzsanna Bugyi, Kitti Török, Livia Hajas, Zsanett Adonyi, Sándor Tömösközi: Development of reference material for gluten quantification (Best poster award nyertes)

**2010. május 9-12. 6<sup>th</sup> Workshop on Food Allergen Methodologies, Toronto, Kanada**

Zsuzsanna Bugyi, Kitti Török, Livia Hajas, Zsanett Adonyi, Sándor Tömösközi PhD: Development of reference material for gluten quantification

**2010. február 4. Doktoráns konferencia, BME, Budapest**

Zsuzsanna Bugyi, Sándor Tömösközi, Judit Nagy, Kitti Török, Livia Hajas: Determination of allergenic proteins in wheat flour based food model systems-a scientific cooperation within MoniQA Network of Excellence

**2009. november 4-6. 4<sup>th</sup> International Symposium on Recent Advances in Food Analysis, Prága, Csehország**

Zsuzsanna Bugyi, Sándor Tömösközi, Judit Nagy, Kitti Török, Livia Hajas: Determination of allergenic proteins in wheat flour based food model systems-a scientific cooperation within MoniQA Network of Excellence

**2009. szeptember 7-9. X<sup>th</sup> International Gluten Workshop, Diocesan Center, Clermont-Ferrand, Franciaország**

Zsuzsanna Bugyi, Annamária Kovács, Zsuzsa Őri, Sándor Tömösközi: Study of effects influence the results of allergen determination in wheat flour based model system

**2009. február 4. Doktoráns konferencia, BME, Budapest**

Bugyi Zsuzsanna, Nagy Judit, Tömösközi Sándor: Allergén fehérjék vizsgálata élelmiszer modellrendszerekben