

# ÉLELMISZERVIZSGÁLATI

K Ö Z L E M É N Y E K

JOURNAL OF FOOD INVESTIGATION

T U D O M Á N Y - É L E T - M I N Ő S É G - B I Z T O N S Á G

LXIV. ÉVFOLYAM 4. SZÁM  
VOL. 64, 2018 NO. 4

SCIENCE – LIFE – QUALITY – SAFETY

2018. DECEMBER 31.  
31. DECEMBER 2018

## Előrelépések a gluténkimutatási és mennyiségi meghatározási módszerek fejlesztésében

Advances in the development of  
gluten detection and quantitative  
determination methods

**Foszfátok élelmiszereinkben: előnyök és kockázatok**

**Általános iskolás gyerekek élelmiszer-biztonsági  
tudásszintje és tudatossága**

**Műtrágyakezelés hatása a szemescirok zsírtartalmára  
és zsírsavösszetételére**

**Egysejtfehérjék beépítése gyulladáscsökkentő bélbetegek  
diétájába**

*Phosphates in our foods: benefits and risks • Food safety knowledge  
and awareness of primary school children • Effect of fertilization on  
the fat content and fatty acid profile of sorghum • Incorporating  
single cell proteins in the diet of IBD patients*



[www.eviko.hu](http://www.eviko.hu)

## TARTALOM – CONTENTS

	<b>Előrelépések a gluténkimutatási és mennyiségi meghatározási módszerek fejlesztésében</b> (Takács Krisztina, Koppányné Szabó Erika, Jánosi Anna) <i>Advances in the development of gluten detection and quantitative determination methods</i> (Krisztina Takács, Erika Koppányné Szabó, Anna Jánosi)	2212
	<b>Foszfátok élelmiszereinkben: előnyök és kockázatok</b> (Szeitzné Szabó Mária) <i>Phosphates in our foods: benefits and risks</i> (Mária Szeitzné Szabó)	2248
	<b>Általános iskolás gyerekek élelmiszer-biztonsági tudásszintje és tudatossága</b> (Dorkó Annamária, Balogh-Berecz Ágnes, Szabó-Bódi Barbara, Kasza Gyula) <i>Food safety knowledge and awareness of primary school children</i> (Annamária Dorkó, Ágnes Balogh-Berecz, Barbara Szabó-Bódi, Gyula Kasza)	2266
	<b>Műtrágyakezelés hatása a szemescirok lisztmintáinak zsírtartalmára és zsírsavösszetételére</b> (Jevcsák Szintia, Bíró Attila, Remenyik Judit, Lehoczki Gábor, Murányi Eszter, Jóvér János, Diósi Gerda, Sipos Péter) <i>Effect of fertilization on the fat content and fatty acid profile of sorghum flour samples</i> (Szintia Jevcsák, Attila Bíró, Judit Remenyik, Gábor Lehoczki, Eszter Murányi, János Jóvér, Gerda Diósi, Péter Sipos)	2278
	<b>Egysejtfehérjék beépítése gyulladásoos bélbetegek diétájába</b> (Molnár Judit, Vasas Dávid, Ásványi Balázs) <i>Incorporating single cell proteins in the diet of IBD patients</i> (Judit Molnár, Dávid Vasas, Balázs Ásványi)	2290
	<b>Nemzeti szabványosítási hírek</b> (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization</i> (Csilla Kurucz)	2298
	<b>Hazai körkép</b> <i>Domestic panorama</i>	2300
	<b>Kitekintő</b> <i>Outlook</i>	2314
	<b>Öt év cikkei (2014-2018)</b> <i>Articles of five years (2014-2018)</i>	2322

HU ISSN 0422-9576

Tájékoztatjuk kedves olvasóinkat, hogy a cikkekben szereplő táblázatokban és ábrákban a tizedes-értékeket ponttal választjuk el az angolszász helyesírás szerint. We inform our dear readers that a decimal point is designated for the decimal mark (in the tables and figures) in the articles, according to the Anglo-Saxon convention.

Címlapfotó / Cover photo: TOLOKÁN Adrienn



## Kedves Olvasóink!

Az ÉVIK LX. évfolyamának 2. számában írtam arról, hogy éveinek gyarapodása során mily gyorsan repül a főszerkesztő ideje, hogy – idézem akkori soraimat – *máris itt van a második szám lapzártá...*, Kurucz Mónika szavaival: *Az idő sasszárnyakon repül, / ... / Mintha szünet nélkül / Folytatódna tovább az egész!*. Most, 2018 decemberében az ÉVIK megújulásának kis jubileumát ünnepeljük: a WESSLING Közhasznú Nonprofit Kft. színeiben 5 esztendője szerkesztjük tudományos szakfolyóiratunkat. Ez idő alatt összesen 20 lapszámot jelentettünk meg 2337 oldal terjedelmében. Évfordulónk alkalmából a decemberi szám végére szerkesztettünk egy tartalomjegyzéket az általunk 5 év alatt kiadott periodikák anyagának áttekintése végett.

Idei, negyedik számunkhoz **Takács Krisztina** kutatótársával egy, az emberi társadalmat évről-évre súlyosabban érintő gluténallergiát és -érzékenységet kiváltó gliadin-epitópok kimutatására gyártott ELISA kiték működési jellemzőiről, előnyeiről, korlátjairól szóló dolgozatot nyújtottak be. A szerzők részletesen ismertetik a jelenleg széles körben használt *R5* ellenanyag immunkémiai reakcióit, és összehasonlítják a *G12* jelzésű ellenanyag hasonló jellemzőivel. Az utóbbi ellenanyag a búzában specifikus QPQLPY hexapeptid-szekvenciával képes reagálni, de reakciót ad a búza, rozs, árpa és néhány zabfajta egyaránt peptidszekvenciákkal is, ezért ígéretes lehet a glutén típusú fehérjék kimutatását szolgáló, akár a Codex Bizottság által jelenleg elismert ELISA kiték felváltására is, főként gluténmentes élelmiszerek vizsgálata céljából.

**Szeitzné Szabó Mária** kéziratában a húsipari termékekhez adott foszfátok élelmiszerbiztonsági hatásairól ír. Több kutatás eredménye utal arra, hogy a szakmai közéletben ártatlannak tekintett, főként vízmegkötő adalékanyagként használt foszfátok hosszú időtartamú fogyasztása szív- és érrendszeri megbetegedésekhez, csontritkulási panaszokhoz vezethet.

**Dorkó Annamária** és munkatársai az általános iskolás korosztály élelmiszerbiztonsággal kapcsolatos ismereteiről, nézeteiről készítettek dolgozatot. Felméréseik szerint a fiatal korosztályban jelentős az ismerethiány. Ez lehet az oka annak, hogy a kisiskolások a cukros italok biztonságát jóval kisebbnek ítélik, mint a könnyen romló darált húsét.

**Jevcsák Szintia** és szerzőtársai egy kevésbé ismert gabonaféle, a szemescirok lisztmintáinak zsírtartalmát és gázkromatográfiás technikával azok zsírsavösszetételét vizsgálták a termőhely műtrágyakezelésével összefüggésben. A kutatók a termőhely kezelése és a lisztminták zsírtartalma között találtak statisztikailag kimutatható – szignifikáns – összefüggést.

**Molnár Judit** és munkatársai a diabetológia területén végeztek kutatásaikat. A szerzők gyulladásoos bélbántalmakban (IBD) szenvedő egyének táplálására szolgáló, *Saccharomices cerevisiae* (pékélesztő) kultúrákból előállított egysejtfehérje (SCP) alapú élelmiszerek alkalmazásáról készítettek rövid összefoglalót. Megállapították, hogy a fermentációval előállított készítményekben a fermentációs idővel arányosan növekedett a termékek fehérjetartalma.

Karácsonyi számunkhoz hasznos olvasást, a jubileumi tartalomjegyzékben jó böngészést, a közelgő ünnepekre szerkesztőbizottságunk nevében áldott karácsonyt, boldog újévet kívánok.

Dr. Szeitzné Szabó Mária  
főszerkesztő

<sup>1</sup> Kurucz Mónika: *Repül az idő*

## Dear Readers,

In the 2<sup>nd</sup> issue of Volume LX of ÉVIK I wrote about how quickly the time of the editor-in-chief flies with the accumulation of our years, to quote my own line, *the deadline is already here for issue no. 2...*, with the words of Mónika Kurucz: *Time flies on eagles' wings, / ... / As is uninterrupted / It all continues!*. Now, in December 2018, we are celebrating the small anniversary of the renewal of ÉVIK: we have been editing our scientific journal for 5 years under the flag of WESSLING Nonprofit Kft. During this time, a total of 20 issues were published, in a volume of 2337 pages. On the occasion of our anniversary, at the end of our December issue you will find the table of contents of the issues published by us over the past 5 years, to be able to review all the material contained in them.

For this year's forth issue, **Krisztina Takács** et al. submitted a paper on the operational characteristics, advantages and limitations of ELISA kits manufactured for the detection of gliadin epitopes triggering gluten allergy and sensitivity, afflictions that affect human society more and more seriously each year. The authors describe in detail the immunochemical reactions of the currently widely used *R5* antibody, and they are compared to the similar characteristics of the *G12* antibody. The latter antibody can react with the wheat-specific QPQLPY hexapeptide sequence, but it also recognizes similar peptide sequences in wheat, rye, barley and some oat varieties, therefore, it may be promising to replace ELISA kits that are currently recognized by the Codex Committee for the detection of gluten-like proteins, mainly to support the investigation of gluten free food products.

**Mária Szeitzné Szabó** writes about the food safety effects of phosphates added to meat products in her manuscript. The results of several studies indicate that the long-term consumption of phosphates, used primarily as water-binding additives and considered harmless in professional circles, can lead to cardiovascular diseases and osteoporosis.

A paper on the food safety knowledge and views of primary school students was written by **Annamária Dorkó** and her colleagues. According to their survey, there is a significant lack of knowledge among members of this age group. This could be the reason for the fact that the safety of sugar-containing beverages is considered less than that of easily spoiled ground meat by young students.

The fat content of flour samples of sorghum, a lesser-known cereal, as well as the fatty acid composition of the samples by gas chromatography was examined by **Szintia Jevcsák** and her coauthors, with respect to the fertilizer treatment of the growing area. A significant correlation that could be detected statistically was found by the researchers between the treatment of the growing area and the fat content of the flour samples.

**Judit Molnár** et al. conducted research in the field of diabetology. A short summary of the application of foods based on single-cell proteins (SCP) prepared from *Saccharomices cerevisiae* (baker's yeast) cultures to be used in the diet of inflammatory bowel disease (IBD) patients was prepared by the authors. It was found that the protein content of the products prepared by fermentation increased in proportion to the fermentation time.

On behalf of our editorial board, I wish you useful reading for our Christmas issue, pleasant browsing of the anniversary table of contents, and a blessed Christmas and a happy new year for the upcoming holiday season.

Dr. Tamás János Szigeti  
editor-in-chief

<sup>1</sup> Mónika Kurucz: *Time flies*



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Shutterstock

Takács Krisztina<sup>1</sup>, Koppányné Szabó Erika<sup>1</sup>, Jánosi Anna<sup>1</sup>

Érkezett: 2018. április – Elfogadva: 2018. szeptember

## Előrelépések a gluténkimutatói és mennyiségi meghatározási módszerek fejlesztésében

**Kulcsszavak:** cöliákia, glutén, ELISA, PCR,  $\omega$ -gliadin ellenanyag, R5 ellenanyag, monoklonális G12 ellenanyag

### 1. Összefoglalás

A glutén élelmiszerekből történő kimutatása a cöliakiás betegek védelme érdekében elengedhetetlen, rendkívül fontos vizsgálat. Szükséges, hogy nagy figyelmet szenteljenek a biztonságos gluténmentes diétára, a gluténmentes élelmiszerek ellenőrzésére, és mindehhez egy megbízható mérési módszer álljon rendelkezésre. A glutén és a glutén tartalmú gabonafélék élelmiszeripari felhasználása széleskörű. Több olyan élelmiszer-készítményben is megjelenhet, ahol a laikus fogyasztó nem is várná. Különböző élelmiszeripari termékekben (pl. húsookban, édességekben) íz- és állományjavító anyag lehet, másrészt a gluténmentes élelmiszer véletlenszerűen kontaminálódhat cöliákia-aktív cereáliával betakarítás, szállítás, tárolás vagy feldolgozás során.

A glutén vizsgálatára és kimutatására többfajta módszer létezik (többek között mikroszkópos, elektroforetikus, kromatográfiai, immunológiai illetve DNS-alapú, stb.). A glutén kvantitatív kimutatásának azonban elsősorban fehérje-alapúnak, tehát immunológiai módszernek kell lennie (R5-ELISA) a CODEX STAN 118-1979 szerint [1]. Ha létezik az immunológiai módszerrel azonos érzékenységgű és specificitású módszer a nyers és feldolgozott, hőkezelt élelmiszerek kvantitatív mérésére, akkor az is megengedett vizsgálati lehetőség lehet.

A témában érdekelt szakemberek folyamatosan arra törekednek, hogy a jelenlegieknél még érzékenyebb, még specifikusabb kimutatói módszereket fejlesszenek ki. Kezdetben a gliadint felismerő ellenanyagok kidolgozása volt a fókuszban, majd a gliadin T-sejt-stimuláló (cöliakiát kiváltó) epitópjait felismerő ellenanyagok fejlesztése került előtérbe. Alternatív és egyben kiegészítő módszerként a legelfogadottabb a DNS-alapú PCR technikával történő kimutató, mely az expresszálandó fehérjehiányt kockázatát tudja előrejelezni.

A cikk a glutén kimutatói és mennyiségi meghatározási módszereinek fejlesztésében történt előrelépéseket, a módszerekben rejlő nehézségeket, valamint az ezen analitikai vizsgálatokkal kapcsolatos jogszabályozásokat mutatja be.

### 2. Bevezetés

Az ember táplálkozásában a gabonafélék ősidőktől fogva fontos szerepet töltenek be. A cereália fogyasztása összes energiabevitelünk közel felét fedezi, emellett tápanyagtartalmuk is rendkívül fontos: szénhidrát- vitamin-, ásványi anyag-, élelmi rost- és

fehérjeszükségletünk legfontosabb forrása. Közülük a búza, rozs, árpa, zab, rizs és a kukorica a leggyakrabban fogyasztott gabonaféle.

A gabonafélék között azonban a búza, rozs, árpa, zab glutén fehérjei az arra érzékeny egyéneknél adverz, kóros reakciókat válthatnak ki: egyrészt gabona-

<sup>1</sup> Nemzeti Agrárkutató és Innovációs Központ, Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, Biológia Osztály,

allergiát, másrészt pedig cöliakiát. A kétféle ellenesség háttérben alapvetően más immunológiai folyamatok húzódnak. A cöliákia (más néven liszt-érzékenység vagy gluténérzékenység) egy genetikai alapon kialakuló autoimmun betegség (mechanizmusa szerint T-sejt által immunmediált folyamat), míg a gabonaallergia IgE ellenanyag által immunmediált folyamat. Élelemiszer-allergia a népesség 0,2-0,5%-át érinti, míg a cöliákia gyakorisága 0,1%-1,6%. Egyes szerzők szerint a gyakoriság ennél az értéknél is több lehet [2].

A cöliákia esetében kizárólag a búza, rozs, árpa, zab, és azok keresztezett változatainak (pl. tritikálé) glutén fehérjéi (prolaminok és glutelinek) játszanak szerepet a betegség kiváltásában, addig a gabonaallergia esetében a gluténen kívül főleg az albumin, globulin frakciók fehérjéi a felelősek ( $\alpha$ -amiláz inhibitorok (CM3, 0.53), nem-specifikus lipid transzfer fehérjék) [3]. A zab a cöliakiások leg többjénél nem váltja ki az autoimmun reakciót, így a gluténnal egyébként nem szennyezett zab azok számára fogyasztható, akik megbizonyosodtak arról, hogy szervezetük jól tolerálja a zabot [4], [5], [6].

Cöliákia esetében a megfelelő kezelés (vagyis a gluténmentes diéta betartása) nélkül a vékonybél bolyhainak pusztulása következik be, ezen kívül pedig több, a gyomor-bélrendszeren kívüli tünet és társbetegség (szövődmény) is jelentkezhet. A liszt-érzékenység nem gyógyítható, a beteg egész életét végigkíséri, azonban a kórfolyamatot kiváltó tényező kerülésével, diétázással tökéletesen kezelhető (a kóros folyamat leáll, és a bélrendszer regenerálódik, valamint a tünetek megszűnnek).

Az allergiás tünetek széles skálán mozognak: kialakulhat búzafüggő, mozgás által indukált anafilaxia (Wheat Dependent, Exercise Induced Anaphylaxis, WDEIA), orális allergia szindróma (Oral Allergy Syndrome, OAS), bőrpír, viszketés. Az érzékenyítés történhet légzőrendszeren („pékek asztmája”), vagy tápcsatornán keresztül. Az allergia ideiglenes állapot is lehet, idővel megszűnhet. Étkezéskor a tüneteket kiváltó gabonaféléket (pl. búzaallergia esetén a búzát) kell kerülni.

Meg kell említenünk azt is, hogy létezik egy új gluténfüggő kórkép: a nem-cöliakiás glutén szenzitivitás (NCGS, Non Coeliac Gluten Sensitivity), ahol a glutén-tartalmú gabonák fogyasztásakor hasonló klinikai tüneteket lépnek fel, mint a cöliákia esetében. A tüneteket okozó ártalmas élelmiszer komponenseket még nem azonosították, de feltételezik, hogy a betegség kialakulásában más gliadin szekvenciák vesznek részt, mint cöliakiában, ezen kívül nem-glutén fehérjék (pl.  $\alpha$ -amiláz/tripszin inhibitorok, búzacsíra agglutinin), valamint a fermentálható oligo-, di-, monoszacharidok és polioldok is szerepet játszanak a kóros folyamatokban (pl. puffadás, hasmenés) [7], [8], [9].

### 3. A glutén definíciója

A glutén búzából, rozsból, árpából, zabból és ezek keresztezett változataiból áll, valamint a származékaiból származó fehérjefrakciókból, amellyel szemben bizonyos személyek intoleranciát mutatnak, és vízben és 0,5 M NaCl oldatban egyaránt oldhatatlan. A glutén alkoholban oldható prolaminokból (monomer) és savban/lúgban oldható (alkoholban redukáló kondíciók alatt is oldható) glutelinekből (polimer) áll, megközelítőleg 1:1 arányban. A gluténfehérjék a magban a teljes fehérjetartalom 80%-át képezik. A maradék fehérje: albuminok 12%, globulinok 8%. A prolamin fehérjéket búza esetén gliadinoknak, rozs esetén szekalinoknak, árpa esetén hordeineeknek, zab esetén pedig avenineknek nevezzük [1]. A glutén fogalma többszáz fehérjét ölel fel.

A gliadinok heterogén fehérjekeverékek, főleg monomer fehérjék, kb. 40 komponenst tartalmaznak. Elektromobilitásuk alapján savas pH mellett  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  és  $\omega$ -gliadinokra, vagy N-terminális aminosav-szekvenciájuk alapján  $\alpha/\beta$  (44-60%, 28-35 kDa),  $\gamma$  (31-46%, 31-35 kDa), és  $\omega$  (10-20%,  $\omega$ 1,2-gliadinok: 39-44 kDa,  $\omega$ 5-gliadinok: 49-55 kDa) típusúakra csoportosíthatók. Az adott típusok szekvenciáiban csak kis különbségek vannak. Az  $\alpha/\beta$ - és  $\gamma$ -típusú gliadinok kénben gazdagok, míg az  $\omega$ -típusúak kénben szegények, és nem tartalmaznak ciszteint, sem diszulfid-kötést. Az  $\alpha$ -gliadinok 6 konzervatív cisztein maradékot, és 3 láncon belüli keresztkötést tartalmaznak. A  $\gamma$ -gliadinok 8 konzervatív cisztein maradékot és 4 láncon belüli kötést tartalmaznak.

A gluteninek nagyméretű, 600-800 aminosavból álló, glicint, glutamint és prolint nagy mennyiségben tartalmazó aggregált fehérjék. Szerkezetüket intermolekuláris diszulfid-hidakkal stabilizálják. Emellett létrejöhetnek intramolekuláris kötések is. A gluteninek molekulatömegük alapján LMW és HWV-GS alegységekre oszthatók (Low/High Molecular Weight - Glutenin Subunit). Az LMW-GS fehérjék elektromobilitásuk alapján (30-70 kDa [17]) B, C (többnyire az  $\alpha$ ,  $\gamma$ -gliadinokhoz hasonlítanak) és D (többnyire az  $\omega$ -gliadinokhoz hasonlítanak) típusokra csoportosíthatók. Éppen a gliadinokhoz való hasonlóságuk miatt az LMW-glutenineket számos, a gliadin ellen termelt ellenanyag felismeri [12]. A HMW-GS fehérjék (67-88 kDa [17], 90-120 kDa [16]) a búza tartalék fehérjék 10%-át teszik ki; és x- és y- típusait különböztetik meg [13].

### 4. A cöliákia és a cöliakiában résztvevő glutén-peptidek ismerete a gluténkimutatás szempontjából

A cöliákia patogenezisében több tényező játszik szerepet:

- Környezeti hatások (vírusok),
- Baktériumok (Proteobacteria/Firmicutes),
- Anyatejes táplálás,

- Genetikai hajlam (autoimmunitás gének, immunrendszer működését szabályozó gének: HLA DQ2 – a betegek 90%-ánál – és HLA DQ8 – a betegek 10%-ánál – haplotípus hordozók), és az immunológiai faktorok (veleszületett és adaptív immunválasz) zavara [7], [10].

A gluténfehérjék aránylag nehezen emészthetők, lebontásuk nem teljes: a gasztrointesztinális enzimek által hosszú glutén-peptidekre – minimálisan 9 aminosav hosszúságúra – degradálódnak (gyomorban endopeptidázok: pepszin, tripszin, kimotripszin, elasztáz, karbopeptidázok, vékonybélben: kefeszegély exopeptidázok).

A gluténfehérjéknek hasonló az aminosav-szekvenciájuk, és gyakran tartalmaznak ismétlődő részeket, amelyekben prolin- (kb. 15%) és glutamin- (kb. 35%) maradékok vannak. Ez a magas prolin-glutamin-tartalom teszi rezisztenssé a proteolízissal szemben, így a hosszú glutén fragmentek túlélnek a vékonybél felső szakaszában, és T-sejt választ kiváltó immunogén peptidekké válnak [11].

Az immunogénné vált gluténpeptideket a HLA DQ2 és HLA DQ8 molekulákkal rendelkező antigén prezentáló sejtek mutatják be a T-limfocitáknak. Ez T-sejt választ stimulál, és a vékonybélben szöveti mukózális károsodást eredményező kóros immunreakciókat indít el (toxikus gluténpeptid) [10], [11], [12].

A betegség kialakulásában több mint 50 féle glutén-peptid vesz részt (immunogének - olyan anyagok, amelyek immunválaszt képesek kiváltani és toxikusak, bélhámkárosodást okoznak). Az  $\alpha$ - és  $\omega$ -gliadinok a felnőtteknél -, míg az LMW-gluteninek és a  $\gamma$ -gliadinok a gyerekeknél immundominánsak (utóbbi kettő felnőtteknél ritkábban). Publikációjukban Ciccocioppo és munkatársai 9 db peptidszakaszt mutattak be toxikusnak, valamint az  $\alpha$ ,  $\gamma$ -gliadin és glutenin egyes peptidszakaszai között talált 36 db immunogén epitópot, amelyek közül 10 db immundomináns (azaz erősen immunogén) [12]. Amióta a T-sejt felismerésében az aminosav-tartalom, a prolin maradék-elrendeződés és a tTG specifikus deaminá-

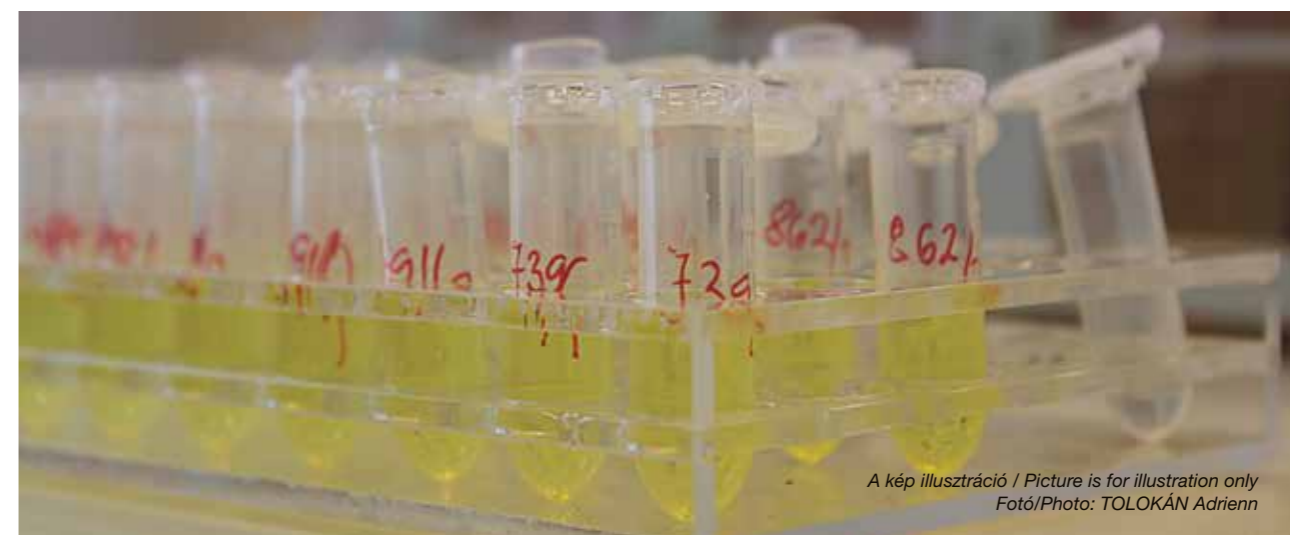
lása a fontos. Az ártalmas szekvenciák feltérképezésére bioinformatikai komputeres módszereket lehet alkalmazni [13].

A cikkünk megírásáig listába vett (bejelentett) összes cöliákia aktív gluténfragmentet [15] az Allergen Online adatbázis [14] tartalmazza, de a szakemberek továbbra is kutatják az új toxikus peptideket/szekvenciákat [16].

### 5. Taxonómia – gabonák közötti rokonság – gabonafehérjék közötti keresztreakciók

A rozs (*Secale cereale* fajok), árpa (*Hordeum vulgare* fajok), tritikálé taxonómiailag a búzához (*Triticum aestivum* fajok) hasonló pázsitfűfélék (Poaceae család/Pooideae alcsalád/Triticeae törzs tagjai mind), így egymáshoz hasonló szerkezetű, a cöliakiásokra nézve toxikus peptideket (glutén fehérjéket) expresszálnak. Keresztreakció ugyanis nagy valószínűséggel a közeli rokonságban lévő gabonafajok fehérjéi között jöhet létre. Bár a rokonsági fokokat tekintve az egymástól távolabbi gabonák, mint pl. a zab (Poaceae család/Pooideae alcsalád/Avenae törzs/Avena sativa fajok), kukorica (Poaceae család/Panicoidae alcsalád/Andropogoneae törzs/Zea mays fajok), és rizs (Poaceae család/Bambusoideae alcsalád/Oryzaceae törzs/ Oryza sativa fajok) fehérjéi között is kialakulhatnak keresztreakciók [18].

Immunológia keresztreaktivitás a cöliakiát okozó gabonák és ezen említett gabonák prolaminfehérjéi (pl. zab avenin, sorghum kafirin, rizs oryzenin) között esetleg kimutatható, de a T-sejt által felismert toxicitást nem igazolták [19]. A kukorica fogyasztásának biztonságossága is megkérdőjeleződik, ugyanis tanulmányok kimutatták, hogy a zeinek (a kukorica-prolaminok) egyes cöliakiás betegeknél a nyálkahártyával való érintkezés közben képesek gyulladást okozó választ kiváltani. A zeinek és a cöliakiát okozó peptidek között valóban nagyfokú azonosság áll fenn, de gasztrointesztinális proteolízis utáni integritásuk ismeretlen. A cöliakiás betegek kukorica prolaminre adott patológiás válaszreakciója ritkán ugyan, de előfordulhat [18], [20], [21].



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: TOLOKÁN Adrienn

## 6. Glutén, mint jelöléskötelezett élelmiszer-alkotó

A táplálékallergének jelölése és nyomonkövethetősége az EU-s szabályozásnak megfelelően az élelmiszerek címkéjén kötelező. A jelöléskötelezett allergén-összetevők listáját a 2000/13/EK rendelet [22] módosítására kiadott 2003/89/EK rendelet [23] és a 2006/142/EK rendelet Annex IIIa [24] tartalmazza, amelyek között a gluténtartalmú gabonák és az azokból készült termékek is szerepelnek. A jelöléskötelezettség alól kivételt képeznek:

- a búzából készült glükózsirup, beleértve a dextrózt;
- a búzából készült maltodextrin;
- az árpából készült glükózsirup;
- az alkoholpárlatok – így például mezőgazdasági eredetű etil-alkohol – készítéséhez használt gabonafélék is.

A kötelezően előírt megelőző intézkedések jelenleg az ártalmas élelmiszer abszolút és állandó elkerülésén alapulnak, jelölésükről és a fogyasztók felé az allergénkockázat tájékoztatásával kapcsolatban a következő rendeletek szólnak:

- 19/2004 (II. 26.) FVM-ESzCsM-GKM együttes rendelet [25] módosítására: 167/2004 (XI. 29.) FVM-EüM-GKM [26], 38/2005 (IV. 27.) FVM-EüM-GKM [27], 86/2007 (VIII.17.) FVM-EüM-SZMM [28].
- 1169/2011/EU rendelet (X.25.), 2. számú melléklet (2014. dec. 13-tól kötelező) [29].
- 62/2011 (VI. 30.) VM rendelet [30].
- 36/2014 (XII.17.) FM rendelet (2015. július 1-től kötelező) [31].

Az Európai Unióban a 828/2014/EU rendelet [32] előírásai szerint kell eljárni. A lisztérzékenységre szánt élelmiszerek címkézéséről szóló, kötelezően alkalmazandó jogszabály, a 609/2013/EU rendelet [33] szerint 2016. július 20-tól megszűnt a különleges táplálkozási célú élelmiszerek kategóriája, így ez a gluténérzékenyeknek szánt termékek esetében változást eredményezett. Ennek értelmében 2016. július 20-tól a gyártóknak és forgalmazóknak nem kell bejelenteniük a hatóság – Magyarországon az OGYÉI – felé, ha gluténérzékenyeknek szánt élelmiszert („gluténmentes”, illetve a „nagyon alacsony glutén tartalmú” élelmiszerek) kívánják forgalmazni. Ezzel párhuzamosan egy új szabály is életbe lép a gluténmentességre és a csökkentett gluténtartalomra vonatkozó állításokról a 828/2014/EU rendelet alapján [32]. Az új szabály néhány ponttal kiegészítve fenntartja a korábbi szabályozás, a 41/2009/EK rendelet [34] lényeges elemeit.

A 2016. július 20-án életbe lépett 828/2014/EU rendelet az alábbi összetételei és címkézési szabályokat írja elő:

- „Gluténmentes” élelmiszer: ha legfeljebb 20 mg/kg glutént tartalmaz az értékesített élelmiszer. Ez a minősítés alkalmazható a természetes módon gluténmentes termékek esetében is.
- A „nagyon alacsony gluténtartalmú” élelmiszer: legfeljebb 100 mg/kg glutént tartalmaz, és a termék egy vagy több, búzából, rozsból, árpából, zabból vagy ezek keresztezett változataiból származó összetevőből áll, vagy olyan összetevőt tartalmaz, amelyet különleges eljárással úgy állítottak elő, hogy a gluténtartalmát csökkentésük.
- Az élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatást kísérheti a „gluténérzékenyek is fogyaszthatják” vagy „cöliákiában szenvedők is fogyaszthatják” kijelentések.

- Amennyiben az élelmiszert kifejezetten úgy gyártották, hogy az élelmiszer glutént tartalmazó összetevőjének gluténtartalmát csökkentették, vagy a glutént tartalmazó összetevőt más, természetes módon gluténmentes összetevővel helyettesítették, akkor a címkén a „kifejezetten gluténérzékenyek számára készült” vagy „kifejezetten cöliákiában szenvedők számára készült” kijelentések is feltüntethetők.
- A gluténérzékeny egyének többségének az étrendje tartalmazhat zabot, anélkül, hogy a zab fehérjei az egészségükre kedvezőtlen hatást fejtenének ki (megjegyezzük, hogy a gluténérzékeny populáció kisebbik hányada zabot sem fogyaszthat). Komoly veszélyt jelent a zab gluténnal való szennyeződése, ezért a jogalkotó a „gluténmentes”, vagy „nagyon alacsony glutén tartalmú” termékekben levő zab gluténtartalmát is szabályozta. A gluténmentesként vagy nagyon alacsony gluténtartalmúként megjelölt élelmiszerekben csak olyan zab használható, amelynek természetesen, előkészítése és/vagy feldolgozása során kifejezetten kerültek a búzával, rozssal, árpával vagy ezek keresztezett változataival való szennyeződést, és amelynek gluténtartalma legfeljebb 20 mg/kg.

A „gluténmentes” vagy a „nagyon alacsony glutén tartalmú” felirattal ellátott termékeket egyéni tolerancia-szinttől függően a gluténintoleranciában szenvedők fogyaszthatják – függetlenül az azt esetleg kiegészítő „gluténérzékenyek is fogyaszthatják” vagy „cöliákiában szenvedők is fogyaszthatják” kijelentésektől. Fontos, hogy a „kifejezetten gluténérzékenyek számára készült” vagy „kifejezetten cöliákiában szenvedők számára készült” jelölések a maximálisan 20 mg/kg és 100 mg/kg glutén tartalmú termékek jelölésén is feltüntethetők.

Az előrecsomagolt élelmiszerek címkéjén kötelező a glutént tartalmazó gabonafélék, azaz a búza, rozs, árpa, zab, tönkölybúza, kamut, illetve hibridált fajtáik nevét az összetevők felsorolásában olyan szedéssel – például betűtípussal, stílussal vagy háttérszínnel – kiemelni, amely azt egyértelműen elkülöníti a többi összetevőtől.

A nem előrecsomagolt élelmiszerek esetében is kötelező valamilyen formában a gluténtartalomra vonatkozó tájékoztatást a fogyasztók rendelkezésére bocsátani, ugyanakkor a diagnosztizált gluténérzékenyeknek az esetleges utólagos szennyeződés előfordulása miatt csak kellő óvatosság mellett ajánlható a nem előrecsomagolt élelmiszerek fogyasztása.

## 7. Gluténmeghatározás

### 7.1. Fehérje alapon történő gluténmeghatározás fejlődése

A Codex Standard 118-1979 [1] szerint az élelmiszerekben és élelmiszeralkotókban lévő glutén

kvantitatív meghatározásának immunológiai módszeren kell alapulnia, (jelenleg a legérzékenyebb módszer), vagy más olyan vizsgálati eljárást kell alkalmazni, amely az előbb említett módszerhez képest legalább azonos érzékenységgel és specifitással jellemezhető. Az immunológiai elven működő módszerek azon alapulnak, hogy különböző prolamin rakciók vagy prolaminban található specifikus szekvenciák felismerésére termeltetett ellenanyagokat használnak fel.

Az immunológiai alapokon működő módszerek előnye, hogy nyers (natív) és feldolgozott (pl. hőkezelt) élelmiszerekből a gliadin kvantitatív megbízható mérésére alkalmasak az időigényes és többnyire drága műszerezettségű igényelő egyéb kimutatásra korlátozó módszerekkel szemben (mikroszkópos, elektroforetikus, immunblot, HPLC, MS, MALDI-TOF MS, LC-MS/MS, immunszenzor, kvantitatív real-time PCR).

A CODEX STAN 118-1979 [1] szerint a használt ellenanyagoknak detektálnia kell azokat a gabonafehérje frakciókat, amelyek a gluténre intoleráns emberek számára toxikusak, valamint nem keresztreakálhatnak más gabonafehérjékkel és egyéb élelmiszer-, valamint élelmiszeralkotó komponenseivel. A megbízható gluténkimutatás követelményei a megfelelő érzékenység, a specifitás, a reprodukálhatóság, a robusztusság, és a validált státusz. A vizsgálati módszereket több független laboratórium bevonásával kell ellenőrizni és – ha lehetséges – standarddal szemben kell kalibrálni. A detektálási határnak 10 mg glutén/kg-nak, vagy annál kevesebbnek kell lenni. A glutén jelenlét és egyben mennyiségének meghatározásában prioritást kapott a monoklonális R5 ellenanyag bázisú ELISA-módszer.

#### 7.1.1. A glutén meghatározás nehézségei

Az immunológiai alapú kimutatást széles körben használják, azonban számos nehézséggel kell szembenézni a módszerrel kapcsolatban [2]:

- A törvénykezés a meghatározással kapcsolatban nem egyértelmű: a gluténtartalom mérése általában gliadin-meghatározáson alapszik, pedig a glutén meghatározásában a gluteninből származó toxikus komponensek is beleérthetők.
- A glutén jónéhány komponensből áll, rendkívüli komplexitásuk jellemzi (pl. a búzafajták génjei több mint 50-150 gliadint kódolnak). Ez a változatosság és az aminosav szekvenciákról való ismereteink hiányossága okoz nehézséget az epitópok feltérképezésében [35].
- Nehéz olyan ellenanyagot találni, illetve fejleszteni, amely egyforma mértékben ismeri fel a búza, rozs, árpa glutén fehérjeit (ez a fehérje-szekvenciákban való különbségeknek, így a különböző immunreaktív epitópoknak köszönhető) [36].



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Shutterstock

- A gliadinok, szekalinok, hordeinek kimutatására több immunmérési eljárás alapuló kit is kapható kereskedelmi forgalomban, amelyek eltérő ellenanyaggal működnek (monoklonális vagy poliklonális ellenanyag alapúak), így eltérő specificitással, eltérő érzékenységgel működnek. Ezáltal detektálhatók lehetnek az említett prolaminfehérjék, vagy egy adott frakciójuk, vagy egy gliadin, szekalin, hordein alegység, vagy annak egy szekvencia szakasza (epitópja) [37], [38].
- A cöliákiában jelentős prolaminok kioldási módját sem határozták meg pontosan. A gyakorlatban különböző extrakciós módszereket ajánlanak, amelyek eltérő hatékonysággal oldják ki a prolaminokat. A különböző ajánlásokban az alkalmazni kívánt etanolkoncentráció is különböző (40%-60%). Az sem ismert pontosan, hogy az alkohol koncentráció milyen hatással van az analitikai jelet szolgáltató immunkémiai és enzimes reakciók kimenetelére. A prolaminok kioldását nehezítik a molekulatömeg, heterogén felületi tulajdonságok, a láncon belüli/kívüli kovalens kötések, valamint a hőre, kemikáliára való érzékenység.
- A gliadin kalibrációs egyenesének reprodukálhatósága is nehezen biztosítható. E eltérő standard antigének állnak rendelkezésre: az ausztrál Timgalen búzafajta eredetű gliadin; RM8418 (egy kanadai búza eredetű gliadin), Sigma gliadin (12 különböző német búzafajtából származó gliadin frakció), PWG gliadin (28 leggyakoribb termesztésű európai (főleg francia, német, angliai) búzafajtából származó gliadin frakció, más néven „európai búza gliadin” vagy „IRMM-480”). Ez a négyféle standard nagyon hasonló mintákat mutat a 2D elektroforézisben. A PWG gliadin volt a legmagasabb gliadin tartalmú; az RM8418 több glutenint, albumint és globulint tartalmazott, de az analitikai vizsgálatok során kapott különbségek a standardok viselkedésére vonatkozóan nem voltak megmagyarázhatók. Az bizonyos, hogy ha csak egy búzafajta szerepel a szabványban, akkor nem veszi figyelembe a különbségeket a fajták között, amelyek az eredményben pontatlanságot okozhatnak. Jelenleg a PWG gliadin a hivatalosan javasolt referenciaanyag.
  - o Ezekon kívül léteznek szintetikus peptid standardok is. Az R-Biopharm kompetitív R5 ELISA-nál pl. a (QQPFP) szintetikus peptidet használják a kalibrációhoz. Azonban hátránya az, hogy a peptid-standardok alkalmazásával kapott eredmények peptid-koncentrációkra utalnak a kívánt fehérje koncentrációk helyett. Mivel a gluténmentes termékek határértékei a teljes gluténtartalomra vonatkoznak, és nem a peptid-tartalomra, nehéz össze-

szehasonlítani a peptid-koncentrációit a mintában található teljes glutén-tartalommal. Gessendorfer és munkatársai egy másik peptid szakaszt fejlesztettek ki standardnak, búza, árpa és rozs prolamin keverékének hidrolízisével [39]. Ez jobban közelítette a teljes gluténtartalom meghatározást. Azonban a fehérjék hidrolízisét nehéz úgy optimalizálni, hogy a tételek között ne legyen különbség [13]. Valójában a kalibrációhoz használt referencia anyag (RM), amely elfogadottan standardizált, hiányzik [40].

- A fehérjék módosítása/módosulása (részleges vagy teljes hidrolízáció, deamidáció, transzamináció (mikrobiális transzglutamináz által katalizált), degradáció, fragmentálódás, denaturáció, aggregáció (oldhatatlan mátrix kialakulása) csökkenti az ellenanyaghoz való kötődési affinitást, így nehezíti a glutén kimutatást. Ez történhet technológiai kezeléssel (a glutén funkcionálisításának, különböző termékekben való felhasználhatóságának javítására: pl. hő, enzimátikus degradáció, extrudálás), vagy természetes úton a gabonamagvakban lévő enzimek által.
- Az élelmiszer-mátrix (szilárd, folyadék) hatása a glutén szerkezet változására sem ismert teljesen, ellenanyaggal való kölcsönhatása miatt keresztreaktivitás léphet fel [40]. A mérőkitekben élelmiszer-mátrix-kontrol sincs forgalomban.

Jól látható tehát, hogy számos nehézség mutat rá arra, hogy továbbra is szükséges foglalkozni a kimutathatóság problémájával, a glutén kimutatási módszer fejlesztésével.

Ezzel a területtel Magyarországon több kutatócsoport is aktívan foglalkozik:

- a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, Biológia osztálya (korábbi nevén: Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, Budapest) immunanalitikai és DNS-alapú módszerek alkalmazhatóságát vizsgálta glutén kimutatás szempontjából nyers és feldolgozott élelmiszerek modellvizsgálatában (Dr. Gelencsér Éva vezetésével) [41], [42], [43], [44], [45], [46], [47],
- A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer-tudományi Tanszék, Gabona-tudományi és Élelmiszer-minőség Kutatócsoportja, Budapest (Dr. Tömösközi Sándor vezetésével) az ELISA módszertan alkalmazhatóságának, validálásának elősegítése végett reális élelmiszer-mátrixot modellező referencia anyagok (glutén fehérjéit tartalmazó) fejlesztésével foglalkozott. Ezek segítsé-

gével a kereskedelmi forgalomban kapható ELISA módszerek teljesítményjellemzőinek meghatározása, összehasonlító elemzése és az eredmények mögött álló jelenségek értelmezése megvalósulhatott. A Tanszék kutatócsoportja részt vett az Európai Unió 6. Keretprogramja által támogatott MoniQA (Monitoring and Quality Assurance in the Food Supply Chain) Kiválóság-hálózat Allergén Munkacsoportjának tagjaként a témához kapcsolódóan [48], [49], [50], [51] [52], [53].

- MTA ATK Mezőgazdasági Intézete, Alkalmazott Genomikai Osztály, Martonvásár (Dr. Juhász Angéla vezetésével) a cöliákiát okozó gabonafehérjék analíziseit bioinformatikai vizsgálatokkal is kiegészítette [54], [55].

Az itt felsorolt irodalmi hivatkozásokban a mérési eredmények megtalálhatók.

### 7.1.2. A gliadint felismerő ellenanyagok fejlesztése

Az élelmiszerek gluténtartalmának analizálásában az elmúlt években nagy előrelépés történt. Kezdetben poliklonális ellenanyagot használtak a gliadin altípusok kimutatására, azonban ez nem volt megfelelően specifikus, pl. keresztreakciót adott nem-toxikus kukoricával.

Később egy érzékenyebb, egérben termeltetett monoklonális  $\omega$ -gliadin ellenanyag (401.21 mAb) alapú módszer (Skerrit-féle módszer [37]) látott napvilágot, amely specifikusan a hőstabil  $\omega$ -gliadin frakció felismerésére irányult, kisebb mértékben azonban felismeri az  $\alpha$ ,  $\gamma$ -gliadinokat, illetve az LMW és HMW gluteninokat is. Az  $\omega$ -gliadinok ciszteinben hiányosak, lizin tartalmuk alacsony, ami hőstabilizáló teszi őket. Ezen ellenanyag kifejlesztése nagy átöröslést jelentett a glutén-analitikában, hiszen a feldolgozott (hőkezelt) élelmiszerek esetében – ahol a frakció változatlan marad az élelmiszer feldolgozása során – elfogadható specificitással és érzékenységgel első ízben ilyen ellenanyaggal volt mérhető a glutén. A hivatalos Analitikai Kémikusok Egyesülete (Association of Official Analytical Chemists, AOAC) 991.19

jelzetű ajánlásában ezt az  $\omega$ -gliadin ellenanyag (401.21 mAb) használatát feltételező, szendvics rendszerű analitikai eljárást javasolja, amely nyers és hőkezelt élelmiszerek kimutatására alkalmas. Standardként a Timgalen búzafajtából (Ausztrália) származó gliadint használtak. A gliadinok kioldása 40% etanollal történt [13]. Az ellenanyag által felismert fő epitóp aminosav-szekvenciája: PQQPFPQE/PQQPPFPEE (ahol: P=Prolin, Q=Glutamin, F=Fenilalanin, L=Leucin, E=Glutaminsav) [56].

A módszer hibája az volt, hogy redukáló ágensek nélkül a 40%-os etanolban a gliadinok kinyerése csak részleges volt, mert a gluteninek nem oldódtak ki. A vizsgálati metodika eredetileg így a mintában található összes gliadin valós mennyiségét tévesen jellemezte. A módszer gyengeségének számított az is, hogy mivel az  $\omega$ -frakció az összes prolamin-tartalomnak egy aránylag kis részét teszi ki (5-20%), és a különböző gabonafajtákban az  $\omega$ -prolamin frakció mennyisége eltérő (ami ez a gabona fejlődése közben is változhat), a vizsgálati eredmény a relatív  $\omega$ -gliadin tartalomtól függően változott, így nem volt kellően megbízható. A módszer további hátránya abból is adódott, hogy az ellenanyag az árpa prolaminjaihoz gyengén kötődött (nem volt megfelelő a szenzitivitás), ezáltal a hordeineknek csak kevesebb, mint 10%-a volt mérhető. Gyakran alábecsülte a prolamin-tartalmat, vagy egyszerűen fals negatív eredményt adott. A durum búzából származó gliadinokat alulmérte. A tritikáléban és rozsbán pedig felülmérte a prolaminokat, valamint számos keresztreakciót mutatott különböző gluténtartalmú gabonákkal. Mivel nem egyforma mértékben ismeri fel az árpa és a rozs prolaminjait, a mérések gyakran nem voltak reprodukálhatók. Az  $\omega$ -gliadin módszer ismételtetősége 16-22% volt, reprodukálhatósága pedig 24-33%. A módszer feldolgozott hústermékeknel szemikvantitatív, gabonák vizsgálata esetén pedig kvantitatívként eljárásként használható. Hidrolizált glutén mérésére nem alkalmas [57]. A  $\omega$ -gliadin ellenanyag (401.21 mAb) használatán alapú módszer még hozzáférhető ugyan, de gyakorlati alkalmazását a szendvics R5-ELISA váltotta fel [13].



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: TOLOKÁN Adrienn

Az  $\omega$ -gliadin ellenanyag használatán alapuló vizsgálati eljárás után további előrelépést jelentett a monoklonális R5-ellenanyag alapú, Mendez-féle módszer kidolgozása [38]. Az ellenanyag specifikusan felismeri az 5 aminosavból álló, hőre rezisztens (QQPFP) pep-tid szekvenciát, valamint a homológ szekvenciákat is azonosítja. Ilyen módon kisebb reaktivitással ugyan, de a (QQPFP)-vel erősen homológ (QQQFP), (LQPFP), (QLPFP), (QLPYP), (QLPTF), (QQSFP), (QQTFF), (PQPFP), (QQPYP), (PQPFP) szekvenciákat is érzékeli. A szekvenciák jelölésében Q=Glutamin, P=Prolin, F=Fenilalanin, L=Leucin, S=Szerin, T=Treonin, Y=Tirozin [58]. A (QQPFP) peptid a prolaminok (gliadinok, hordeinek, szekalinok) ismétlődő doménjeiben fordul elő. Legtöbbször az  $\omega$ -típusúakban található meg. Éppen ezért a prolaminok kimutatására ez az antitest használata különösen alkalmas [59].

Az  $\omega$ -szekalin (rozs prolamin) etanolos extraktuma ellen termeltetett R5 ellenanyaggal főleg az  $\alpha$ -,  $\gamma$ -típusú toxikus gliadin epitópokat (pepscan) tudjuk kellő érzékenységgel kimutatni. Az  $\omega$ -gliadinokat, a 75 kDa feletti fehérjéket gyengén detektálja, a gluteninokat pedig limitáltan ismeri fel. A módszer előnye, hogy az R5 ellenanyag a búza gliadinok, az árpa hordeinek, és a rozs szekalinok összes frakcióját azonos mértékben és azonos pepsan epitóp-részekeken keresztül ismeri fel. Az R5 nem méri a cöliákiasokra nézve nem toxikus kukorica, rizs, zab glutén-tartalmát és természeténél fogva nem képez keresztreakciót gluténmentes gabonákkal.

Az  $\omega$ -gliadin szendvics ELISA-t, tehát a szendvics rendszerű R5-ELISA módszer alkalmazása váltotta

fel, mivel ez utóbbi már képes volt mérni az árpa prolaminokat (hordeineket), és alkalmazásakor a különböző gabonafajták különbözőségével már ez esetben nem kellett számolni. Az R5-ELISA a Codex Alimentarius Commission által nemzetközileg elfogadott I. típusú módszer lett, mely a nyers és hőkezelt gluténmentes élelmiszerek gluténtartalmának ellenőrzésére szolgált. A módszer ismételtetősége 20% (Ingenasa), illetve 18% (R-Biopharm), reprodukálhatósága pedig 32% (Ingenasa), illetve 30% (R-Biopharm) volt.

A szendvics R5 ELISA módszer esetében ún. koktél-oldatot használnak a 80%-os etanolos extrakció előtt a prolaminok redukciójának elősegítésére. Erre különösen az élelmiszerek gyártási technológiája miatt előálló fehérje szerkezetváltozás miatt van szükség. Szendvics R5-ELISA esetén a koktél-oldat 250 mM 2-merkaptó-etanol (redukáló ágens) tartalmaz, amely később PBS pufferben (Phosphate Buffered Saline) oldott 2 M guanidin hidrokloriddal (diszaggregáló ágens) egészült ki. A koktél-oldattal 70-98%-os volt a gluténvisszanyerés, míg a 60%-os etanollal csak 30-50% [13], [60].

A legújabban kifejlesztett reagens-kombináció az UPEX-oldat (Universal Prolamin and glutelin EXtractant solution), amely az összes glutén-analízis módszerrel kompatibilis. Redukáló ágense a trisz (2-karboxietil) foszfin (Tris (2-carboxyethyl)-phosphine) (TCEP), ami specifikusan bontja a diszulfid hidakat, és kevésbé toxikus, mint más egyéb redukáló ágens; diszaggregátor ágense: N-lauroil-szarkozin (N-lauroylsarcosine) PBS-ben. Egy másik reagens-kombinációban is létezik az UPEX-oldat. Ez utóbbi redukáló ágensei: 2-merkaptó-

to-etanol, TCEP és diszaggregáló ágense: guanidin). SDS is használható diszaggregátor ágensként.

Egy másik koktél-oldat fejlesztés az UGES (Universal Gluten Extraction Solution), mely egy redukáló ágens, szolubilizáló ágens (arginin) és egy alkoholos antiszeptikus ágens tartalmaz [2], [61].

Az élelmiszer-mátrixtól függ, hogy az extrakció hatékonnyabbá tételéhez egyéb kiegészítő lépés szükséges-e, vagy sem. PI a 10% zsírt tartalmazó élelmiszerek esetében n-hexánnal történő zsirtalanítás ajánlott. A magas polifenol-tartalmú élelmiszerek esetében szükséges lehet halzselatin és/vagy polivinilpirrolidon, vagy sovány tejpor hozzáadása, hogy megakadályozzuk a glutén fehérjék polifenollokkal lezajló interakcióját [62].

A különböző minőségű gliadin standardok használatát azzal küszöbölték ki, hogy a kitekhez a Prolamin-Analízis és Toxicitás Munkacsoport (Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity) 28 európai búzafajta gliadinkomponensét tartalmazó, ún. Európai Referencia Gliadin Standardot (IRMM-480, PWG-gliadin ahol az IRMM, The Methodology Institute of the European Commission for Reference Materials and Measurements) készített (lásd R5 ellenanyag alapú rendszerek). Ez a referencia standard az összehasonlító analízisekhez, valamint a kalibrációhoz, belső standardként használható [63]. Ezzel kapcsolatban felmerül az a kérdés, hogy az IRMM-480 vajon megfelelő módon reprezentálja-e a Földön termesztett valamennyi búzafajtát, így globálisan alkalmazható lesz-e a standardban, vagy csak a Codex szabványtervezet elfogadását követően az európai vonatkozó szabályozásban fog szerepet játszani.

A szendvics R5-ELISA módszer gyengeségei:

- Az R5 ellenanyag más élelmiszerfehérjét is felismer (nemcsak a káros prolaminokat: szója, csillagfürt). Főleg az  $\omega$ - és  $\gamma$ -típusú prolaminokban a kimutathatósági követelmény: az epitópokban megtalálható FP dipeptid jelenléte. Ezen dipeptid felismerése fals eredményekhez is vezethet, mivel FP dipeptid sok más fehérjében/peptidben (pl. gluténmentes szójában) is jelen van [58]
- A szendvics R5-ELISA túlbecsüli, azaz fals pozitív eredményt ad a hordeinekre PWG-gliadin standard használata esetén [13], illetve az árpával szennyezett zabokban, annak ellenére, hogy hordein standardot használ [16].
- Hátránya továbbá, hogy nem alkalmas fermentált és hidrolizált élelmiszerekből történő glutén kimutatására.

Fermentált-hidrolizált élelmiszerben (sör, szója szószok, ecetek, kovászos kenyerek) a glutént sem az

$\omega$ -gliadin ellenanyag alapú, sem a szendvics R5-ELISA nem tudta mérni szendvics rendszerben. A hidrolizáció során a kis peptidekről hiányzik a két ellenanyagkötő epitóprész, amelynek jelenléte a szendvicsrendszerben történő méréshez elengedhetetlen.

A fragmentált (hidrolizált) glutén kimutatása érdekében a Codex Bizottság (Codex Alimentarius Commission) javaslatot tett az egyelőre még nem validált kompetitív R5 ELISA módszerre való áttérésre [16]. A kompetitív rendszerű ELISA-t azon fehérjefragmentumok mérésére használják, ahol csak egy epitóp (immunpatogén rész) áll rendelkezésre [36].

Az extrakció ez esetben etanollal történik, a kompetitív R5 ELISA ugyanis a koktélos extrakcióval nem kompatibilis. Ennek magyarázata az, hogy a prolaminokat etanollal csak a natív fehérjéket tartalmazó élelmiszerekből lehetséges közel maradéktalanul kivonni. Hőkezelés után, amikor is a fehérjék denaturálódtak, az etanol már nem képes minden prolaminfrakciót kivonni. Ideális esetben a hőkezelt élelmiszerek esetében a koktéloldatot kell a prolamin extrakcióhoz alkalmazni, így tehát a kompetitív R5-ELISA teszt esetében 60% - 80% etanolos extrakciót alkalmazva nem lehetséges kellő pontossággal meghatározni a hőkezelt és egyben hidrolizált élelmiszerek gluténtartalmát. A módszerrel csak a hidrolizált, de nem, vagy csak kismértékben hőkezelt glutén mennyiségét lehet megmérni.

Hidrolizált élelmiszer, pl. sör vizsgálata esetében kompetitív R5-ELISA-val 1,9-17-szer nagyobb glutén-értékeket kaptak, mint a szendvics R5-ELISA-technikával mérve. Ezzel szemben reggelihez fogyasztandó gabonapelyhek vizsgálatánál szendvics R5-ELISA-val nagyobb gluténtartalom-értékeket kaptak, mint kompetitív R5-ELISA-módszerrel mérve. A különbség az élelmiszerminták hőkezelésének hatásával magyarázható [13]. A kompetitív R5-ELISA tesztel több glutén mérhető búzában (26%-al), rozsban (49%-al), árpában (82%-al), mint a szendvics R5-ELISA-technikával [40].

A kompetitív R5 ELISA-hoz a korábbiakhoz képest új extrakciós megoldás az UPEX-oldat használata, amely a hidrolizált és hőkezelt élelmiszerek esetében egyaránt alkalmazható. Rossel és munkatársai standardként pepszinnel, tripszinnel, illetve kimotripszinnel emésztett PWG gliadint alkalmaztak [2].

### 7.1.3. A gliadin T-sejt stimuláló (cöliakiát kiváltó) epitópjait felismerő ellenanyagok fejlesztése

Az  $\omega$ -gliadin és az R5 monoklonális ellenanyag alapú vizsgálati technikák klinikailag nem validált módszerek, ezért csak az élelmiszerek toxicitásának indikátorként használhatók a cöliakiás egyének számára. Ugyanakkor a kutatók célja az, hogy a tervezett (előállított) ellenanyagok az immundomináns gliadin T-sejtet stimuláló (cöliakiát kiváltó) epitópjait ismerjék fel a gliadin fehérje-szekvenciák közül [64].



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Shutterstock

Az elmúlt években jó néhány különböző cöliakiás T-sejt stimuláló gliadin epitópot azonosítottak, amelyek a fehérje prolin-gazdag régiójában csoportosultak. Az azonosítottak közül különösen jelentősek az  $\alpha$ -gliadin azon epitópjai, amelyeket – a cöliakiás betegek többségénél – a vékonybél T-sejtjei felismernek.

A monoklonális PN3 ellenanyag [65], [66] az *in vivo* toxikus  $\alpha$ -gliadin 19 aminosav-szakasza, 19-mer, 31-49 pozícióban lévő epitóp, az (LGQQQFPFPQQ-PYPQPQPF) szekvencia felismerésére termelt ellenanyag. A specifikusan a fő felismerő (QQQFPF) epitóp-szekvenciára előállított szintetikus peptid-specifikus ellenanyag, az  $\alpha$ - és  $\gamma$ -gliadinokkal erősen, míg az  $\omega$ -gliadinokkal csak gyengén reagál. Ezenkívül reagál az LMW-gluteninokkal, a rozs szekalinokkal, az árpa hordeinekkal, de nem reagál a HMW-gluteninokkal, a zab aveninekkal, illetve a kukorica zeinokkal. Bermundo Redondo és munkatársai feltételezik azonban, hogy az ellenanyag reagálnia kell a zab aveninekkal, hisz azok tartalmazzák a QQQPF peptidszakaszokat [67]. Az Ellis és munkatársai által kifejlesztett PN3-ellenanyag alapú szendvics ELISA hátránya az, hogy az ellenanyag nem egyformán detektálja a toxikus prolaminoikat (rozs, árpa, zab) [66], valamint a módszer szendvics rendszerű volta miatt a hidrolizált formákat sem ismeri fel.

A monoklonális  $\alpha$ -20 ellenanyag egy T-sejt-stimuláló  $\alpha$ -gliadin epitóp felismerésére fejlesztett antitest. A specifikus peptidszakasz, azaz a minimál felismerő epitóp szekvenciája a következő: (PFRPQQPYPQP), (ahol P=Prolin, F=Fenilalanin, R=Arginin, Q=Glutamin, Y=Tirozin). Gliadinok, szekalinok, hordeinek felismerésére alkalmas, de limitált az ismeretünk a reaktivitásukkal kapcsolatban, különösen a glutelinfrakció esetében.

Az EuroProxima cég termékében, a Gluten-Tec ELISA kompetitív rendszerben használja fel az  $\alpha$ -20 ellenanyagot. Az extrakcióra 60% etanolos kioldást, vagy ditiotreitolt (DTT) redukáló ágenszt és jódcetamid tartalmú 60% etanolos kioldást ajánl. A meghatározott, LOQ-nak (Limit Of Quantification) megfelelő 89  $\mu\text{g}/\text{kg}$  peptid-ekvivalens értékét egy 100-as konverziós faktorról és a duplikáció 2-es faktorával (a minta gliadin-mennyiségéből következtetnek a glutén mennyiségére) szorozva 17,8, ami kerekítve mintegy 18  $\text{mg}/\text{kg}$  gluténnek felel meg.

Scherf és munkatársainak kísérletei szerint a szintetikus peptid-szekvenciával (GFRPQQPYPQPB) szemben felvett kalibráció reprodukálható volt, de a peptidből fehérjére-váltás konverziós faktorával számítva az eredményeik nem voltak egyöntetűen elfogadhatók [62].

Különösen érdekes a gasztrointesztinális emésztés után az  $\alpha$ -gliadin egy 33-mer szakasza (56-88). Ezt a fragmentet magas prolintartalmának köszönhetően (33 db aminosavból 13 db prolin) rendkívül

rezisztensnek találták a lúminális proteázokkal és a vékonybél kefeszegély enzimeivel szemben [10], de e fragment ellenálló képessége nem ad teljesen kielégítő magyarázatot a cöliakia teljes patogenezisének megértéséhez. Ezek a peptidek intaktak maradnak, túljutnak a nyálkahártya határon, és cöliakiás tüneteket váltanak ki. A vizelettel és a széklettel választódnak ki. Megjegyezzük, hogy a kereskedelemben kaphatók a vizeletben és fekáliás eredetű mintákban található gluténtartalom meghatározására szolgáló kitek. Később számos, T-sejtet aktiváló peptidet térképeztek fel, de ennek ellenére az  $\alpha$ -gliadin 33-mer szakaszát használják leggyakrabban immunogén peptid modellként [13].

Az  $\alpha$ -gliadin 56-88 AS szekvenciája (33-mer: (LQLQFP-QPQLPY-P-QPQLPY-P-QPQLPY-PQPQPF), ahol L=Leucin, Q=Glutamin, P=Prolin, F=Fenilalanin, Y=Tirozin) 6 T-sejt-stimuláló immunotoxikus epitópot tartalmaz, ezért ez az egyik legfőbb, cöliakiát indukáló peptidszakasz. Ezen 33 mer-ből álló toxikus peptidszakasz felismerésére két ellenanyagot fejlesztettek ki [68], [69]. A monoklonális G12 ellenanyag ebben a szakaszban a specifikusan a búzában megtalálható (QPQLPY) hexapeptid-szekvenciára előállított ellenanyag. A (QPQLPY) peptidszakasz háromszor ismétlődik meg ebben a 33 mer-peptidszakaszban. Ez az ellenanyag a (QPQLPY) szekvencián kívül felismeri a hozzá hasonló szerkezetű (QPQ(L/Q)P(Y/F/Q), (QPQLPL), (QPELPY) peptideket is a búzában, valamint rozsban, árpában és néhány zabfajtában egyaránt. A rozsban például jellemző a (QPQQPY), az árpában pedig a (QPQLPF) szekvencia. Ezen túlmenően e szekvenciákat nemcsak az  $\alpha$ -, hanem az  $\omega$ -,  $\gamma$ -,  $\beta$ -prolaminoiban, valamint a gluteninokban egyaránt képes detektálni. Előnye, hogy az avenineket detektálja, de a zabhoz való affinitása limitált és ez a reaktivitás arányos a különböző zabfajták potenciális immunotoxicitásával. Hidrolizált élelmiszerek esetében  $>0,5$   $\text{mg}/\text{kg}$  koncentrációjú gliadin mérésére alkalmas. Az ellenanyaggal természetesen nem detektálható az összes immunogén glutén-peptid (számuk meghaladja az 1000-et), de azok mintegy 80-95%-ával képes reakcióba lépni. Az R5 ELISA-rendszerrel az immunogén glutén-peptideknek mindössze csak a 25%-a mutatható ki [13].

Az eddigi glutén kimutatására készült tesztek a gliadin fehérjék illetve azok epitópjainak felismerésére fókuszáltak, és nem a gliadin-specifikusan T-sejt-stimuláló epitópjainak felismerésére. Tehát sem az  $\omega$ -gliadin ellenanyag, sem az R5-ellenanyag nem ismeri fel teljes mértékben az immundomináns gliadin T-sejt stimuláló epitópjait [64]. A glutén kimutatásban mérőföldkönek számít az új generációs monoklonális G12 antitest kifejlesztése, amely szelektíven a gliadin molekula patogén (immunotoxikus) szakaszát, azaz a cöliakiás betegek esetében az autoimmun válasz kiváltásáért felelős 33-mer peptidszekvenciát ismeri fel [68]. Míg a korábbi kimutatási rendszerek zab gluténtartalmának kimutatására nem voltak specifikusak, addig a G12-antitest a zabban is megtalálható lehet-

séges toxikus aminosav szekvenciára specifikus. Ez egy sokkal szelektívebb és  $6 \cdot 10^4$ -szer érzékenyebb vizsgálati módszer összehasonlítva az egyéb alkalmazható technikákkal. Egyelőre még kevés információ áll rendelkezésünkre a G12-ellenanyag alapú módszer gyakorlati használhatóságával, megbízhatóságával kapcsolatban, de mindenestre ígéretesnek mondható. Török és munkatársai kutatásaik során az R5- és G12-ellenanyag alapú módszerek párhuzamos alkalmazásával tesztelték a két ellenanyag alapú módszer érzékenységét, megbízhatóságát [51].

A monoklonális A1-ellenanyag szintén az  $\alpha$ -gliadin 56-88-aminosav szekvencia-szakaszában specifikusan a búza egyik heptamer (QLPYPQP) szekvencia felismerésére alkalmas ellenanyag, valamint felismer más homológ szekvenciát is ((Q(L/Q)P(F/Y)P(Q/L)(P/Q)). Szintén a búza, rozs, árpa, és néhány zabfajta kimutatására alkalmas. Az A1 ellenanyag szenzitívebb a glutén kimutatásra, mint a G12-ellenanyag,

bár a G12-nek jobb az affinitása a 33-mer aminosav-szakaszhoz [13], [69].

A GlutenTox ELISA kitek kompetitív ELISA rendszerben monoklonális G12-, vagy A1-ellenanyagot használnak, szendvics rendszerben pedig anti-gliadin (A1)/anti-gliadin (G12), HRP-ellenanyagokat alkalmaznak.

A monoklonális CD5-ellenanyag az  $\alpha$ -gliadin 51-75 pozícióban lévő toxikus (T-sejt-stimuláló) szakaszával ekvivalens szintetikus peptid ellen termelt ellenanyag [70].

#### 7.1.4. A glutén immunológiai alapokon nyugvó kimutatásának módjai

A jelenleg piacon kapható immun-alapú mérő kiteket, a méréshez szükséges vegyszerek és anyagok együttesét az **1. táblázatban** foglaltuk össze.

1. táblázat. Glutén kimutatására szolgáló immunológiai alapokon működő, kereskedelmi forgalomban kapható mérőrendszerek összefoglalása [52], [62], [63]  
Table 1 Summary of commercially available immunological measurement systems for the detection of gluten [52], [62], [63]

Forgalmazó cég / Distributor	ELISA kit / ELISA kit	Elv / Principle	Ellenanyag Antibody
Abnova	Gluten/Gliadin ELISA Kit	szendvics sandwich	pAb
Astori Tecnica	Gluten ELISA Kit	kompetitív competitive	pAb
Biomedal Diagnostics	GlutenTox ELISA Sandwich	szendvics sandwich	A1/G12 mAb
	GlutenTox ELISA Competitive (A1)	kompetitív competitive	A1 mAb
	GlutenTox ELISA Competitive (G12)	kompetitív competitive	G12
	GlutenTox Sticks	LFD LFD	G12 mAb
Biocontrol	Transia Plate Prolamins	szendvics sandwich	R5 mAb
BioCheck (UK)	Gluten-Check ELISA kit	szendvics sandwich	$\omega$ -gliadin mAb
Crystal Chem Inc.	Gluten (gliadin) ELISA kit	szendvics sandwich	pAb
	Gluten (Gliadin) Lateral Flow Kit	LFD LFD	
Diagnostic Automation	AccuDiag Gliadin/Gluten ELISA	szendvics sandwich	pAb
Diffchamb (Svéd)	Transia Plate-GLuten	szendvics sandwich	$\omega$ -gliadin mAb
	Transia-Plate-Prolamins	szendvics sandwich	R5 mAb
ELISA Systems (Ausztrália)	ELISA Sxstems Gliadin assay	szendvics sandwich	$\omega$ -gliadin mAb
	Gliadin ESGLISS-48		
ELISA Technologies (USA)	ALLER-TEK Gluten ELISA	szendvics sandwich	$\omega$ -gliadin mAb
	EZ gluten	LFD LFD	$\omega$ -gliadin mAb
EuroClone (Olaszország)	Gliadin/Gluten Enzyme Immunoassay (EAE006096)		
Elution Technologies	Gluten Rapid Kit	LFD LFD	pAb



Forgalmazó cég / Distributor	ELISA kit / ELISA kit	Elv / Principle	Ellenanyag Antibody
EuroProxima	Gluten-Tec ELISA	kompetitív competitive	alpha-20 mAb
Gen-Probe (korábban: Tepnel)	BIOKITS Gluten Assay Kit	szendvics sandwich	$\omega$ -gliadin mAB
Hallmark (U.K.)	HAVen Gluten AOAC 991.19	szendvics sandwich	$\omega$ -gliadin mAB
	High Sensitivity	szendvics sandwich	$\omega$ -gliadin mAB
	Gluten Flowthrough		$\omega$ -gliadin mAB
Immunolab Diagnostics and Immunoalalytics (Német)	Gliadin/Gluten ELISA Test	szendvics sandwich	pAb
Imutest	Gluten-Check ELISA kit	szendvics sandwich	$\omega$ -gliadin mAB
	Gluten-in-Food Test	Screening test screening test	$\omega$ -gliadin mAB
InCura	GlutenAlert ELISA	kompetitív competitive	pAb
Ingenasa (Spanyol)	Ingezim Gluten (3.0.GLU.K.2)	szendvics sandwich	R5 mAb
	Ingezim Gluten SemiQ	szendvics sandwich	R5 mAb
	Ingezim Gluten Hidrolizado	direkt direct	R5 mAb
Morinaga Instiute (Japán)	Wheat/Gluten (gliadin) ELISA kit	szendvics sandwich	pAb
Nima	Nima Starter Kit-Gluten (Gluten Sensor+12 Test Capsules)	LFD LFD	Nima 13F6 és 14G11
Neogen (USA)	Alert for Gliadin	screening test screening test	$\omega$ -gliadin mAB
	Alert for Gliadin R5	screening test screening test	R5 mAB
	Veratox for Gliadin	szendvics sandwich	$\omega$ -gliadin mAB
	Veratox for Gliadin R5	szendvics sandwich	R5 mAb
	Reveal 3-D Gluten	LFD LFD	$\omega$ -gliadin mAB
Noack	Tepnel Biosystems (UK): Biokits Gluten Assay Kit	szendvics sandwich	$\omega$ -gliadin mAB
	Tepnel Biosystems (UK): Gluten Rapid Kit	LFD LFD	$\omega$ -gliadin mAB
Operon (Spanyol)	Stick Gluten	LFD LFD	R5 mAb
Pi Bioscientific Inc.	Microbiologique Gluten Sandwich		2D4 mAB
R-Biopharm (Német)	Ridascreen Gliadin (R7001)	szendvics sandwich	R5 mAB
	Ridascreen Fast Gliadin	szendvics, 48 lyuk, rövidebb idejű inkubáció sandwich, 48 lyuk, rövidebb idejű inkubáció	R5 mAB
	Ridascreen Gliadin Sensitive	szendvics, alacsonyabb detektálási határ sandwich, alacsonyabb detektálási határ	R5 mAb
	Ridascreen Gliadin Competitive (2nd generation)	kompetitív competitive	R5 mAB
	RidaQuick Gliadin	LFD LFD	R5 mAB

Forgalmazó cég / Distributor	ELISA kit / ELISA kit	Elv / Principle	Ellenanyag Antibody
Romer Labs (Ausztria)	AgraQuant ELISA Gluten G12	szendvics sandwich	G12 mAb
	AgraQuant ELISA Gluten	szendvics sandwich	pAb
	AgraStrip LFD Gluten G12	LFD LFD	G12 mAb
	AgraStrip LFD Gluten	LFD LFD	pAb
Tecna (Olasz)	Gluten ELISA kit R5	szendvics sandwich	R5 mAb
Zeulab	Proteon Gluten Express	LFD LFD	G12 mAb

Megjegyzések, rövidítések / Notes, abbreviations::

- LFD: lateral flow device (kromatográfiás immun gyorseszti);
- mAb: monoklonális ellenanyag; pAb: poliklonális ellenanyag (az  $\omega$ -gliadint 401.21 mAb-ként is említik a kiték kísérőirataiban);
- \*AOAC, Association of Analytical Commision által validált módszer:  $\omega$ -gliadin ellen termelt ellenanyag alapú immunkémiai rendszer;
- \*\*Codex Alimentarius Commission által validált módszer: jelenleg az R5 alapú rendszer élvez prioritást, kizárólag ezzel a módszerrel kapott eredmények vehetők elfogadottnak a Codex Bizottság ajánlása alapján.
- LFD: lateral flow device (chromatographic immunoassay);
- mAb: monoclonal antibody; pAb: polyclonal antibody ( $\omega$ -gliadin is also referred to as 401.21 mAb in the kit accompanying documents);
- \*AOAC, method validated by the Association of Analytical Communities: immunochemical system based on antibodies produced against  $\omega$ -gliadin;
- \*\*Method validated by the Codex Alimentarius Commission: currently, the R5-based system enjoys priority, only results obtained by this method can be accepted according to the recommendation of the Codex Commission.



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: TOLOKÁN Adrienn

7.1.4.1. ELISA mikrotiter lemezen történő kivitelezés

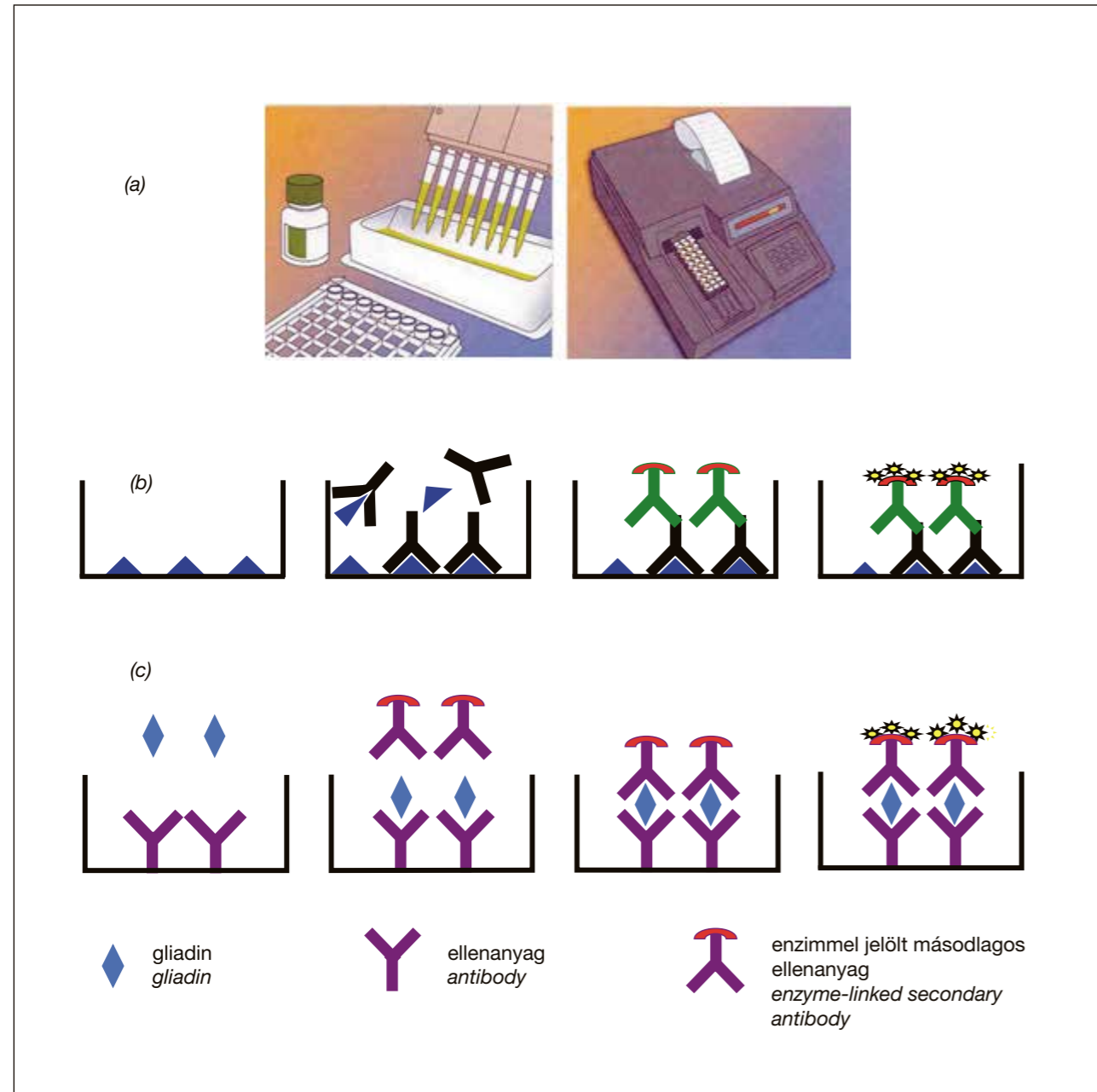
Az ELISA mikrotiter lemez kvantitatív és kvalitatív mérést egyaránt lehetővé tesz. Kompetitív indirekt vagy szendvics direkt ELISA elven működik, monoklonális vagy poliklonális ellenanyag felhasználásával. Működésének vázlatát az 1. ábra mutatja be.

7.1.4.2. Immunkromatográf tesztmembránon történő kivitelezés

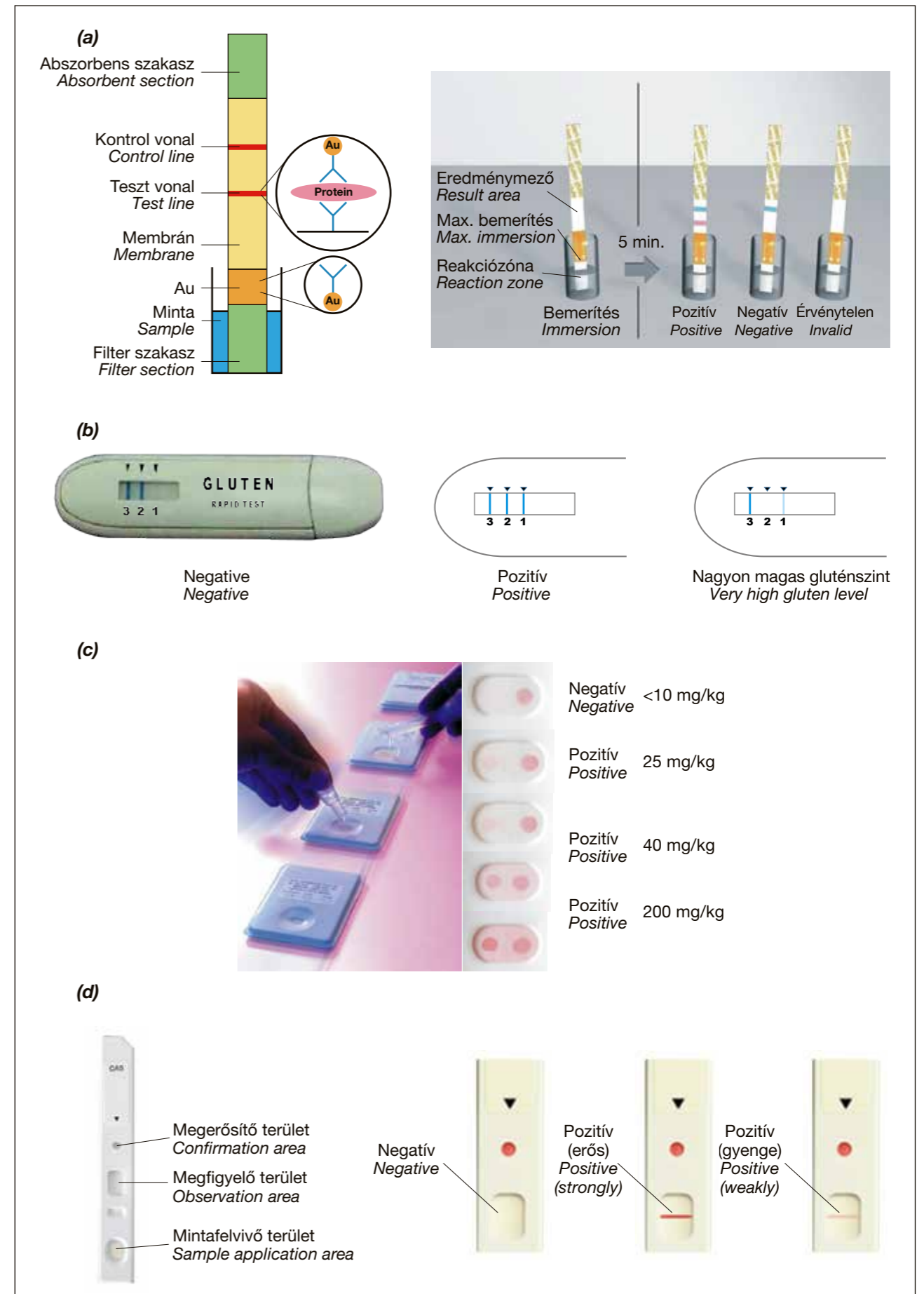
Kvalitatív és fél-quantitatív mérésre szolgál. Immunkromatográfia elven működő, gyors szűrő módszer, amely megmutatja, hogy a minta gluténkoncentrációja a megengedett értékhatár fölött vagy alatt van-e (2. ábra). Szendvics direkt elven, és csak mono-

klonális ellenanyaggal működik. Főleg az élelmiszer-gyártás különböző technológiai lépéseinél, minőség-ellenőrzési feladatoknál, vagy vendéglátó egységekben alkalmazzák. A membránok elhelyezését különböző formációban oldják meg [71].

A membránt a vizsgálandó fehérje-extraktumba kell mártani. A membrán adszorbens zónáján antigén-specifikus ellenanyaggal fedett, színezett (szubsztrát) mikroszemcsék találhatók. Ezek hozzákapcsolódnak a mintában lévő célfehérjéhez (gliadin), komplexet alkotnak és így együtt haladnak a reakciózóna felé. Itt egy bizonyos ponton a létrejött immunkomplex a membránon mobilizált enzimmel jelölt antigén-specifikus ellenanyaghoz kapcsolódik, amit a mikroszemcse elszíneződése jelez. A teszt működését kontroll mikroszemcse biztosítja.



1. ábra. (a) ELISA mikrotiter lemez és leolvasó (b) Kompetitív indirekt ELISA és (c) szendvics ELISA működési elve  
 Figure 1 (a) ELISA microtiter plate and reader; Operating principle of (b) Competitive indirect ELISA and (c) sandwich ELISA



2. ábra. Immunkromatográf membrán glutén detektálására (Példák: a, R-Biopharm RidaQuick Gliadin R7004, b, Tepnel: BioKits RAPID 3-D™ Gluten Test, c, Hallmark Gluten Flow Trough (GFT) Test, d, Crystal Chem Inc.-Glutén (gliadin) lateral flow kit  
 Figure 2 Immunochromatographic membrane for the detection of gluten (Examples: a, R-Biopharm RidaQuick Gliadin R7004, b, Tepnel: BioKits RAPID 3-D™ Gluten Test, c, Hallmark Gluten Flow Trough (GFT) Test, d, Crystal Chem Inc.-Gluten (gliadin) lateral flow kit

## 7.2. Egyéb, nem immunológiai alapokon nyugvó glutén kimutatási módszerek fejlesztése

### 7.2.1. Polimeráz-lánreakción (PCR) alapuló gluténkimutatási eljárás

A Táplálkozástudományi és Különleges Táplálkozási Célú Élelmiszerek Codex Bizottsága (Codex Committee On Nutrition And Foods For Special Dietary Uses – CX/NFSDU) állásfoglalása szerint az immunológiai alapokon nyugvó mérési módszerek mellett alternatív és kiegészítő módszernek a DNS-alapú kvalitatív meghatározására is szükség van.

A DNS kimutatásán alapuló PCR-módszerek közvetettségük miatt nehéz kifejleszteni egy, allergén összetevő, pl. a glutén kimutatásra szolgáló, sok optimalizálást igénylő rutinmódszert. A PCR-elven alapuló technikákat elsősorban azokban az esetekben használják, ahol jelöletlen az adalékanyag, illetőleg további vizsgálati terület az ipari berendezések tisztaságának ellenőrzése szükséges. A módszer pontosságára, specifikusságára és jó reprodukálhatóságára azonban egyre nagyobb az igény. A DNS-alapú eljárások előnye, hogy a DNS nagy hőstabilitással jellemezhető, akár egyedi fajok vagy a módszer flexibilitásának köszönhetően hasonló allergéneket hordozó faji-csoportok is kimutathatók, attól függően, hogy a reakcióban résztvevő kulcsfontosságú primerek bázis-szekvenciáit hogyan tervezik meg. A vizsgálati technika akár terepen is alkalmazható, csupán egy termosztátot igénylő, szemmel is értékelhető vizsgálati lehetőséget is biztosít.

A PCR diagnosztikán alapuló glutén-analitikai módszerek korlátai:

- A vizsgálandó mintában megtalálható DNS kis mennyisége, a DNS töredezettsége miatt a szekvencia nem elégséges hossza;
- Technológiai kezelések és élelmiszermátrix (részleges vagy teljes hidrolizáció, enzimatikus degradáció, összetett nagy szénhidrát vagy zsírtartalmú minták) hatása;
- Esetlegesen szennyezett minták inhomogenitása;
- A fehérje-DNS konverzió értéke.

A gluténtartalom DNS-alapon történő meghatározása közvetett módszer, hiszen nem magát a patológias reakciókat kiváltó okozó fehérje – a glutén – érzékelésén alapul, hanem vagy az azt kódoló DNS-részletet, vagy a vékonybél nyálkahártyát károsító fehérjét tartalmazó gabonafélék valamelyik másik jellemző DNS-részletét detektálja. Ezért a DNS alapú módszerek kvantitatív mérésre csak abban az esetben használhatók, ha bizonyítható, hogy a DNS és a hozzá tartozó fehérje vagy gabonarészlet jelenléte egymással arányos, mennyiségük a mintában korrelál egymáshoz. DNS-alapú eljárást elsősorban gluténmentesség igazolására, valamint olyan esetek-

ben célszerű alkalmazni, amikor a fehérjevizsgálatok alkalmazása valamilyen korlátba ütközik, pl. az élelmiszer-előállítás során a fehérjék denaturálódhatnak, kémiaiilag oldhatatlanná válhatnak [74].

Az allergének DNS-alapú kimutatását számos genetikai kutatás támasztja alá, hiszen az allergének keresztreakciói, a genetikai rokonságok megállapítása, illetve a konzervatívabb és variábilisabb szekvenciák meghatározása a megfelelő primer kiválasztása előtt a megfelelő genetikai alapok feltérképezésére volt szükség.

Ko és munkatársai [75] olyan PCR szensz-antiszensz primerpárokat terveztek, amelyek alkalmasak a különböző gabonafajok egymástól való elkülönítésére. Ehhez 5S riboszómális RNS gének közti spacer szekvenciára terveztek primerpárt, illetve ezen kívül RAPD primereket (Random Amplified Polymorphic DNA) használtak. Vizsgálataik során a gabonafélék keverékei esetében a spacer szekvenciára tervezett primer bizonyult hatékonyknak.

Az Allmann és munkatársai [76] által kifejlesztett módszer során TR01/TR02 primer-párt használt, amely egy 109 bp (bázispár) hosszúságú fragmentumot sokszoroz a búza riboszómális RNS-génjének 25S és 18S lokusza között lévő intergenikus régió egy sűrűn ismétlődő szakaszán. Ezt a módszert alkalmazták a későbbiekben emulgeátorok, lisztek keményítők, instant levesporok, polenta, curry és más élelmiszerekből történő glutén kimutatására [77]. Köppel és munkatársai [78] ezt a primerpárt használták különböző országokból származó müzli minták gluténmentességének ellenőrzésére.

A Dahinden és munkatársai [79] által tervezett primer pár lehetővé tette a búza, rozs és árpa egyidejű kimutatását élelmiszerekből. Az általuk tervezett primer csak a búza, árpa és a rozs kloroplaszt DNS trnL-génjének egy nem kódoló szakaszát amplifikálja specifikusan. Kísérleteik során ezzel a primerpárral vizsgáltak különböző gabonaféléket és keményítőtartalmú magvakat, valamint hőkezelt élelmiszereket is (kenyereket, tésztákat és bébiételeket), amelyeknél e primerpárt a toxikus gabonafélékkel való szennyezetség kimutatására szintén sikerrel tudták alkalmazni. Kuchta [80] az általa alkalmazott RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) analízissel kibővített módszerrel laboratóriumok közötti körvizsgálatot indított. A körvizsgálat során instant bébitápszerket szűrtek ennek a technikának a felhasználásával. A körvizsgálat során bebizonyosodott, hogy a módszer kielégítően érzékeny, megbízható és gyors, rutin módszerként való alkalmazás céljára megfelelő [81]. Az eredményekből kiindulva Mujico és Méndez [82] real-time PCR-módszert fejlesztettek, amelyhez referencia módszerként R5 ELISA-vizsgálatot végeztek. A kísérlet lineáris korrelációt mutattak ki a mérések során használt minták prolamin tartalma és a DNS mennyisége között.

Delano és Schmidt [83] kloroplaszt trNS gén *trnL* (UAA) régiójára tervezett primerpárt használtak.

A trNS-gének jellemzője, hogy sokkal konzervatívabbak, mint a fehérjéket kódoló vagy riboszómális gének, ezért minimális eltéréseik miatt alkalmasabbak több faj együttes jellemzésére. Ezáltal egyetlen primerpár használata lehetővé tette különböző növényi DNS (pl. repce, kukorica, burgonya, szója, rizs, mogyoró, búza) kimutatását, ugyanis a primerpár használata során a különböző növényi DNS-ek különböző hosszúságú fragmentumokat eredményeztek. Az első, real-time PCR-módszert rozs detektálására nyersanyagokból és késztermékekből 2004-ben fejlesztették ki [84]. Ezt követően Hernandéz és munkatársai [85] négy, egymástól független real-time PCR mérésből álló eljárást fejlesztettek. Ennek során az árpa hordeinjének DNS szekvenciájára, a rizs a *gos9* DNS szekvenciájára, a napraforgó heliantininjének DNS szekvenciájára, illetve a búza acetil-CoA karboxiláz DNS szekvenciájára terveztek primereket és Taq-Man próbákat. A módszert hőkezelt élelmiszereken (kekszek, kenyerek) és kevés DNS tartalmú élelmiszer-mintákon (olaj, sör) is tesztelték.

Terzi és munkatársai számos módszert alkalmaztak és hasonlítottak össze nyomokban előforduló gabonafélék szűrésére [86]. Vizsgálataikból kiderült, hogy valamennyi módszernek voltak hátrányai is, amelyek elsősorban a komplex minták vizsgálata során jelentkeztek. Ez a tény tette indokolttá a további módszerfejlesztést, amelyek során real-time PCR készülékre kidolgozott kitjüket fejlesztették ki (SureFood® ALLERGEN Gluten real-time PCR). A módszer alsó méréshatára 5 DNS kópia, illetve 5 mg/kg glutén (R-Biopharm).

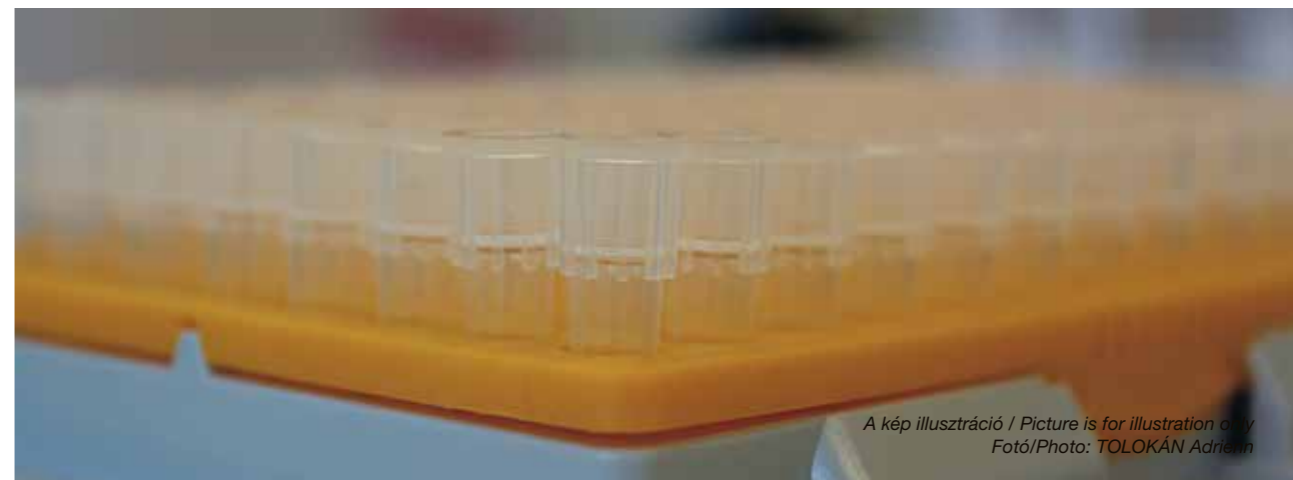
A PCR-módszerek új iránya lehet az ún. izotermális PCR módszer, amely gyors, akár az élelmiszer-előállító üzemek gyártósorain is elvégezhető vizsgálatot tesz lehetővé (3. ábra). A vizsgálatokhoz többek között az ún. TwistAmp® kit (TwistDx Ltd, UK) használható, amely többféle változatban létezik (pl. basic, exo, exoRt, nfo). A módszert jelenleg elsősorban mikrobiológiai, virológiai vizsgálatokra használják, de könnyen adaptálható különböző élelmiszer-allergének, így glutén vizsgálatára is [87], [88].

A különböző változatokban az a közös jellemző, hogy a PCR reakcióhoz DNS-rekombináz enzimet hasz-

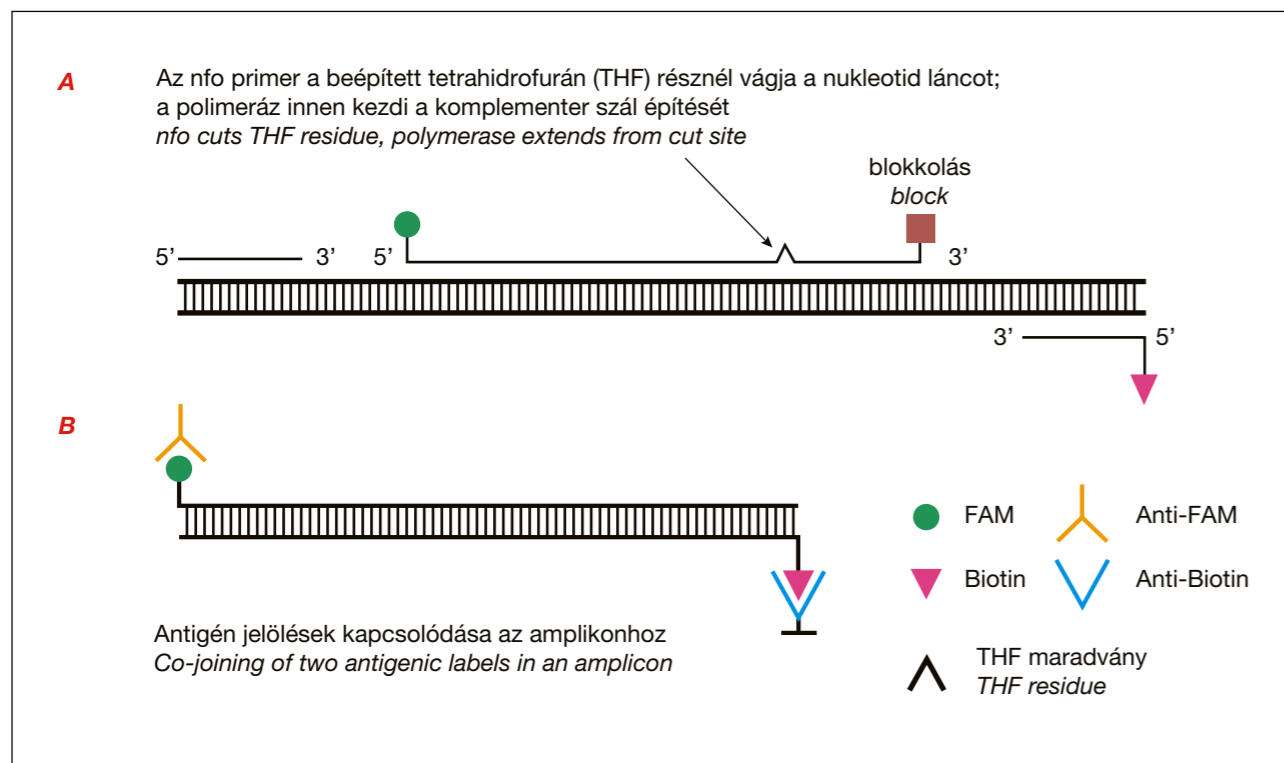
nálunk, ellentétben a hagyományos PCR módszerrel, amely DNS-polimeráz enzimmel működik. A DNS rekombináz-enzim révén a DNS sokszorozás 37-40°C-on történik, ezért a reakciósorozat 30-40 perc alatt végbemegy. A TwistAmp® kittekhez speciális primerek szükségesek, amelyeknek legalább 30-35 bp hosszúaknak kell lenniük. A forward primer esetében szükséges az 5'-végen biotin jelölés is (kivéve basic módszer), ez PCR-ELISA-módszerhez hasonlóan lehetővé teszi a tesztcsík segítségével történő detektálást (nfo kit). A vizsgálathoz ezen felül egy 50-55 bp hosszúságú próba szekvencia használata is szükséges, amelynek tervezésekor figyelemmel kell lenni arra, hogy a próba 5' végétől 29-30 bp távolságra egy timin bázis helyett tetrahydrofuran legyen bekötődve, a rekombináz enzim ugyanis ezen a helyen tud kötődni és megkezdeni a komplementer szakasz sokszorozását. Mindezek mellett ügyelni kell arra, hogy úgy a primerek, mint a próba szekvenciáinak GC-aránya (guanin-citozin-arány) közel hasonló legyen.

Az nfo-kit segítségével történő DNS-sokszorozás után az egyszerű kiértékelés MileniaHybriDetect (MileniaBiotec, Germany) strip segítségével történik. A tesztcsíkot a vizsgált minta sokszorozott DNS-ét tartalmazó csőbe mártva kapjuk meg a kvalitatív eredményt. Amennyiben a strippen nem jelenik meg egyetlen csík sem, a sokszorozást nem megfelelő módon végeztük, amennyiben 1 csík látható, a vizsgált minta nem tartalmaz kimutatható mennyiségű glutént. Két csík megjelenése esetén a mintában kimutatható mennyiségű glutén található. A hagyományos PCR-módszerekkel ellentétben ez a módszer nem DNS-polimeráz, hanem rekombináz enzimet használ a sokszorozáshoz, és a vizsgálathoz nem elegendő a két, 10-20 bp hosszú primer.

A basic kit alkalmazása hasonló a hagyományos PCR-hez, csak a reakció gyorsabban megy végbe. A kiértékelés ebben az esetben gélelektroforézissel történik. Az exo és exoRT tesztek a real-time PCR módszerekhez hasonlóan mennyiségi DNS- illetve RNS-vizsgálatot tesznek lehetővé. A TwistAmp® kit-hez egy hordozható termosztát is tartozik, amely megkönnyíti a terepen történő munkát, és biztosítja a reakcióhoz szükséges hőmérsékletet [72], [73].



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: TOLOKÁN Adrián



3. ábra. A Captured TwistAmp® nfo kit működési elve [87], [88]  
Figure 3 Operating principle of the Captured TwistAmp® nfo kit [87], [88]

### 7.2.2. Egyéb új és innovatív gluténkimutatósi lehetőségek

A glutén kimutatására irányuló fejlesztések a mai napig kihívást jelentenek, és folyamatosan egyre több új, innovatív módszer lát napvilágot, amelyek célja a glutén mennyiségének illetve hiányának minél gyorsabb és pontosabb kimutatása. Ilyenek: aptamerek, anti-gliadin poliklonális ellenanyaggal bevont immunmágneses gyöngyök (IMBs, immunomagnetic beads), fehérje vagy peptid mikroarray-ek (multiplex lab-on-a-chip eszközök) használata, multianalitikai jellemzés (multianalyte profiling, xMAP) fluoreszcens festéket tartalmazó mágneses részecskékkel [62].

### 8. Következtetések és nyilatkozat

Századunk emberi populációjában aggasztó gyakorisággal fordulnak elő különböző allergiás, illetve túlérzékenységen alapuló anyagcsere-rendellenességek. Az érintett egyének biztonságos napi életviteléhez feltétlenül szükséges, hogy az élelmiszereket gyártó, forgalmazó, illetve az ágazatot ellenőrző szolgáltatók, hatósági szervezetek olyan analitikai eszközökkel rendelkezzenek, amelyek birtokában nagy biztonsággal ellenőrizhető az allergiás, intoleranciával küzdő fogyasztók táplálkozását szolgáló élelmiszerek összetétele.

Mivel a túlérzékenységi reakciókat (cöliákia, allergia) esetenként igen kis mennyiségű, nem-kívánatos élelmiszer-összetevők is kiválthatják, fontos az ilyen anyagok kimutathatóságát, mennyiségi mérését kellő

precizitással biztosító, gyorsan eredményt adó módszerek fejlesztése.

Áttekintő jellegű dolgozatunkban e gondolatok jegyében gyűjtöttük össze a gluténfehérjék vizsgálatára vonatkozó, a hozzáférhető irodalmi anyagból általunk fontosnak ítélt ismereteket. Mivel a gluténfehérjék vizsgálati módszereiként szolgáló analitikai csomagok – kitek – immunkémiai jellemzői az egyes cégek által kifejlesztett termékekben egymástól számottevően különböznek, kéziratunkból nem hagyhatjuk ki az egyes kitek fantáziáneveit, esetenként a kitek gyártó vállalkozások megjelölését sem. Ezúton jelezzük, hogy munkánkkal egyetlen, a gluténfehérjék analitikájában érdekelt gyártócéggel sem állunk olyan üzleti kapcsolatban, amely a tudományos eredmények publikálásán túl bármely cég gazdasági érdekeit szolgálná. Az **1. táblázatban** összefoglalt adatok közlésével szándékunk az, hogy a vizsgálati tervek készítése során kinek-kinek segítségét nyújtsunk az éppen aktuális vizsgálati célnak leginkább megfelelő mérési elv és mérési módszer kiválasztásában.

### 9. Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönettel tartoznak az NKFI Hivatal által támogatott magyar-izraeli tudományos és technológiai együttműködésben született TÉT\_15\_IL-1-2016-0019 regisztrációs számú, „Gluténmentes, tojás-helyettesítő és azzal azonos textúrát biztosító adalékanyagok, illetve azok alkalmazására épülő növényi alapú termékek” című projektnek.

# ÉLELMISZER-ANALITIKAI BERENDEZÉSEK

**behr**  
Labor-Technik  
Düsseldorf

## Különbéle mérések praktikusán:

- Alkohol tartalom
- Ballaszt-anyag tartalom
- Éterikus olajok
- Extrakciós mérések:
  - Soxhlet
  - Randall
  - Twisselmann
- Hidrolízis
- Kénessav tartalom
- Kjeldahl-nitrogén
- Nyersrost tartalom
- Visszafolyós desztillálók
- Víz tartalom



**AKTIV INSTRUMENT Kft.**  
AUTOMATA ANALIZÁTOROK, ANALITIKAI BERENDEZÉSEK  
1145 Budapest Pétervárad u. 14.  
Tel.: (1)-789-2778, Fax: (1)-785-8489  
Mail: kozpont@aktivinstrument.hu  
web: www.aktivinstrument.hu



Krisztina Takács<sup>1</sup>, Erika Koppányné Szabó<sup>1</sup>, Anna Jánosi<sup>1</sup>

Received: April 2018 – Accepted: September 2018

# Advances in the development of gluten detection and quantitative determination methods

**Keywords:** celiac disease, gluten, ELISA, PCR,  $\omega$ -gliadin antibody, R5 antibody, monoclonal G12 antibody

## 1. Summary

The detection of gluten in foods is an essential, extremely important test for the protection of celiac patients. It is important to pay close attention to a safe, gluten-free diet and to the control of gluten-free foods, and for this, a reliable measurement method should be available.

Gluten and gluten-containing cereal flours are widely used in the food industry. They may be present in several food products in which lay consumers would not expect it. It can be a flavor enhancer or texturizer in various food products (e.g., meats or confectionery), and on the other hand, a gluten-free food may get contaminated accidentally with celiac active cereals during harvesting, transport, storage or processing.

There are several methods for the detection and analysis of gluten (including microscopy, electrophoresis, chromatography, immunology or DNA-based methods, etc.). However, the quantitative detection of gluten has to be primarily protein-based, that is, an immunological method (R5-ELISA) according to CODEX STAN 118-1979 [1]. If there is a method with the same sensitivity and specificity as the immunological method for the quantitative analysis of raw and processed, heat-treated foods, it also could be a possible way of analysis.

Experts involved in this topic continuously strive to develop detection methods that are more sensitive and more specific than current ones. Initially, they concentrated on the development of antibodies that recognize gliadin, then the focus shifted to the development of antibodies that recognize the T-cell stimulating epitopes of gliadin (that trigger celiac disease). As an alternative and supplementary method, the most accepted technique is the DNA-based PCR detection, which can predict the risk of presence of proteins that may be expressed.

This article presents the advances in gluten detection and quantitative determination methods, the difficulties of detection, and legal regulations related to these analytical tests.

## 2. Introduction

Cereals have played an important role in the diet of humans since ancient times. The consumption of cereals accounts for nearly one half of our total energy intake and, in addition, their nutrient content is also extremely important: they are our the most important sources of carbohydrates, vitamins, minerals, dietary fibers and proteins. Of cereals, wheat, rye, barley, oats, rice and corn are most frequently consumed.

However, gluten proteins of the cereals wheat, rye, barley and oats may trigger adverse, abnormal reactions in individuals sensitive to them, cereal allergies on the one hand, and celiac disease on the other hand. In the background of these two sensitivities lie different immunological processes. Celiac disease, also known as flour sensitivity or gluten sensitivity, is a genetics-based autoimmune disease (in terms of its mechanism, a T-cell immune-mediated process), while cereal allergy is a process

immune-mediated by IgE antibodies. Food allergies affect 0.2 to 0.5% of the population, while the incidence of celiac disease is 0.1 to 1.6%. However, according to some authors, the latter might have a higher incidence [2].

While in the case of celiac disease, only the gluten proteins (prolamins and glutelins) of wheat, rye, barley, oats and their crossbred varieties (e.g., triticale) play a role in triggering the disease, in the case of cereal allergies, in addition to gluten, mainly the proteins of the albumin and globulin fractions are responsible ( $\alpha$ -amylase inhibitors (CM3, 0.53), non-specific lipid transfer proteins) [3]. In most celiac patients, oats do not trigger the autoimmune reaction, and so oats that are otherwise not contaminated with gluten can be consumed by those who made sure that their body tolerates oats well [4], [5], [6].

In the case of celiac disease, a lack of proper treatment (that is, adhering to a gluten-free diet) results in a loss of small intestine villi and, in addition, several other symptoms and complications may appear outside the gastrointestinal tract. Flour sensitivity cannot be cured, it accompanies the entire life of the patient, however, by avoiding the factor that triggers the disease and maintaining the proper diet, it can be treated perfectly (the abnormal process stops and the intestinal tract regenerates, and the symptoms disappear).

Allergic symptoms have a wide range: Wheat Dependent, Exercise Induced Anaphylaxis (WDEIA), Oral Allergy Syndrome (OAS), redness, itching might develop. Sensitization can occur through the respiratory system („baker’s asthma”) or the gastrointestinal tract. The allergy may also be temporary, it might disappear over time. Cereals that trigger the symptoms should be avoided in the diet (e.g., wheat in the case of a wheat allergy).

It should be noted that there is a new gluten-dependent disorder, non-celiac gluten sensitivity (NCGS) with clinical symptoms similar to those of celiac disease when consuming gluten-containing cereals. Harmful food components that trigger the symptoms have not yet been identified, but it is assumed that the gliadin sequences involved in the development of the disease differ from those participating in celiac disease, and non-gluten proteins (e.g.,  $\alpha$ -amylase, trypsin inhibitors, wheat germ agglutinin), as well as fermentable oligo-, di- and monosaccharides and polyols also play a role in pathological processes (e.g., bloating, diarrhea) [7], [8], [9].

## 3. Definition of gluten

Gluten is a protein fraction of wheat, rye, barley, oats, their crossbred varieties and derivatives, which is insoluble in water or in 0.5 M NaCl solution, and to which certain individuals are intolerant. Gluten alcohol is composed of soluble prolamins (monomer)

and acid/alkali soluble glutelins (polymer) which are soluble in alcohols under reducing conditions as well, in a ratio of approximately 1:1. Gluten proteins make up 80% of the total protein content of the grain. The rest of the proteins are albumins (12%) and globulins (8%). Prolamin proteins are called gliadins in the case of wheat, secalins in the case of rye, hordeins in the case of barley and avenins in the case of oats [1]. The term gluten includes several hundreds of proteins.

Gliadins are heterogeneous protein mixtures, primarily monomeric proteins containing ca. 40 components. Based on their electromobility, they can be classified at acidic pH values as  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  and  $\omega$ -gliadins, or based on their N-terminal amino acid sequence, type  $\alpha/\beta$  (44-60%, 28-35 kDa),  $\gamma$  (31-46%, 31-35 kDa) and  $\omega$  (10-20%,  $\omega$ 1,2-gliadins: 39-44 kDa,  $\omega$ 5-gliadins: 49-55 kDa) gliadins. There are only slight differences in the sequence of the given types.  $\alpha/\beta$ - and  $\gamma$ -type gliadins are rich in sulfur, while  $\omega$ -type gliadins are poor in sulfur and contain neither cysteine nor disulfide bonds.  $\alpha$ -Gliadins contain 6 conservative cysteine moieties and 3 intrachain crosslinks.  $\gamma$ -Gliadins contain 8 conservative cysteine moieties and 4 intrachain bonds.

Glutenins are large protein aggregates consisting of 600 to 800 amino acids and containing great amounts of glycine, glutamine and proline. Their structure is stabilized via intermolecular disulfide bonds. In addition, intramolecular bonds may also form. Glutenins can be classified either as LMW-GS or HMW-GS (Low/High Molecular Weight - Glutenin Subunit). Based on their electromobility (30-70 kDa [17]), LMW-GS proteins can be classified as B, C (similar to  $\alpha$  and  $\gamma$ -gliadins) or D (similar to  $\omega$ -gliadins) types. Exactly because of their similarity to gliadins, LMW-glutenins are recognized by numerous antibodies produced against gliadin [12]. HMW-GS proteins (67-88 kDa [17], 90-120 kDa [16]) account for 10% of wheat reserve proteins and have two types, x and y [13].

## 4. Knowledge of celiac disease and the gluten peptides participating in it from a gluten detection point of view

There are several factors involved in the pathogenesis of celiac disease:

- Environmental effects (viruses),
- Bacteria (Proteobacteria/Firmicutes),
- Breast feeding,
- Genetic predisposition (autoimmunity genes, genes that regulate the operation of the immune system: HLA DQ2 (90% of patients) and HLA DQ8 (10% of patients) haplotype carriers), and a disorder of immunological factors (innate and adaptive immune response) [7], [10].

<sup>1</sup> National Agricultural Research and Innovation Centre, Food Science Research Institute, Department of Biology

Gluten proteins are hard to digest, their degradation is incomplete: they are broken down to long gluten peptides of at least 9 amino acids by gastrointestinal enzymes (stomach endopeptidases: pepsin, trypsin, chymotrypsin, elastase, carbopeptidases, and then brush border exopeptidases).

Gluten proteins have similar amino acid sequences and they often contain recurring sections with proline (about 15%) and glutamine (about 35%) moieties. This high proline-glutamine content makes them resistant to proteolysis, and so long gluten fragments can survive in the upper section of the small intestine, and are converted into immunogenic peptides that trigger T-cell response [11].

Immunogenic gluten peptides are presented to T lymphocytes by antigen presenting cells possessing HLA DQ2 and HLA DQ8 molecules. This stimulates T cell response and triggers pathological immune reactions (toxic gluten peptides) that cause tissue mucosal damage in the small intestine [10], [11], [12].

More than 50 types of gluten peptides (immunogens that can trigger an immune response and are toxic, causing damage to the intestinal epithelium) are involved in the development of the disease. In the case of adults,  $\alpha$ - and  $\omega$ -gliadins, while in the case of children, LMW glutenins and  $\gamma$ -gliadins are immunodominant (the latter two are less common in adults). In their publication, Ciccocioppo et al. presented 9 peptide sections as toxic, as well as 36 immunogenic epitopes found among certain peptide sections of  $\alpha$ - and  $\gamma$ -gliadin and glutenin, 10 of which were immunodominant (i.e., strongly immunogenic) [12]. Since it is the amino acid content, the proline moiety arrangement and the specific deamidation of tTG are important in T-cell recognition, computer methods can be used for the mapping of harmful sequences [13].

All the celiac active gluten fragments [15] listed (reported) before the submission of our article are contained in the Allergen Online database [14], but experts are still searching for new toxic peptides/sequences [16].

##### 5. Taxonomy – relationship between cereals – cross-reactions between grain proteins

Rye (*Secale cereale* species), barley (*Hordeum vulgare* species) and triticale are grasses similar to wheat (*Triticum aestivum* species) from a taxonomy point of view (all members of the Poaceae family/Pooideae subfamily/Triticeae tribe), so they express peptides (gluten proteins) of similar structure that are toxic to celiac patients.

Cross-reactions are likely to occur between proteins of closely related cereal species. However, cross-reactions may also occur between the proteins of cereals that are further away from each other in terms of degree of kinship, such as oats (Poaceae family/Pooideae subfamily/Avenae tribe/Avena

sativa species), maize (Poaceae family/Panicoideae subfamily/Andropogoneae tribe/Zea mays species) and rice (Poaceae family/Bambusoideae subfamily/Oryzeae tribe/Oryza sativa species) [18].

Immunological cross-reactivity may be detected between cereals causing celiac disease and the prolamin proteins of the above-mentioned cereals (e.g., oat avenin, sorghum kafirin, rice oryzenin), but their toxicity as recognized by T-cells has not been confirmed [19]. The safety of maize consumption is also questionable, because studies have shown that zeins (maize prolamins) may be able to trigger an inflammatory response in some celiac patients when getting into contact with the mucous membrane. There is indeed a high degree of similarity between zeins and peptides causing celiac disease, but their integrity after gastrointestinal proteolysis is unknown. Pathological response of celiac patients to maize prolamin is rare, but may occur [18], [20], [21].

##### 6. Gluten as a food ingredient with mandatory labeling

The indication and traceability of allergens on food labels is mandatory in accordance with EU regulations. The list of allergenic ingredients with a labeling requirement is contained in Directive 2003/89/EC of the European Parliament and of the Council [23] amending directive 2000/13/EC [22] and Commission Directive 2006/142/EC Annex IIIa [24], including gluten-containing cereals and products made from them as well. Exceptions to the labeling requirement are:

- wheat glucose syrup, including dextrose;
- maltodextrin made from wheat;
- barley glucose syrup;
- cereals used for the production of alcoholic distillates, such as ethyl alcohol of agricultural origin.

Mandatory preventive measures are currently based on absolute and permanent avoidance of harmful foodstuffs, their labeling and information of consumers of allergenic risks are regulated by the following decrees:

- Joint FVM-EüM-GKM decree 167/2004 (XI. 29.) [26], joint FVM-EüM-GKM decree 38/2005 (IV. 27.) [27], joint FVM-EüM-SZMM decree 86/2007 (VIII. 17.) [28] amending joint FVM-ESzCsM-GKM decree 19/2004 (II. 26.) [25],
- Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council, Annex II (mandatory from December 13, 2014) [29],
- VM decree 62/2011 (VI. 30.) [30],
- FM decree 36/2014 (XII. 17.) (mandatory from July 1, 2015 [31].

In the European Union, the directions of Commission Implementing Regulation (EU) No 828/2014 [32] have to be followed. According to mandatory Regulation (EU) No 609/2013 on the labeling of foodstuffs intended for people with celiac disease [33], as of July 20, 2016, the category of foodstuffs intended for particular nutritional uses ceased to exist and so this resulted in a change in products intended for gluten-sensitive people. Accordingly, starting from July 20, 2016, manufacturers and distributors do not have to report to the authority – in Hungary, to the National Institute of Pharmacy and Nutrition (OGYÉI) – if they intend to market foods for gluten-sensitive people („gluten-free” or „very low gluten” foods). At the same time, a new regulation also comes into force regarding statements about gluten-free or reduced gluten content foods in accordance with Regulation 828/2014/EU [32]. Essential elements of the previous act, Commission Regulation (EC) No 41/2009 [34] are maintained, while adding a few points.

- The statement ‘gluten-free’ may only be made where the food as sold to the final consumer contains no more than 20 mg/kg gluten. This term can also be used in the case of products naturally free of gluten.
- The statement ‘very low gluten’ may only be made where the food, consisting of or containing one or more ingredients made from wheat, rye, barley, oats or their crossbred varieties which have been specially processed to reduce the gluten content, contains no more than 100 mg/kg of gluten in the food as sold to the final consumer.
- The food information may be accompanied by the statements ‘suitable for people intolerant to gluten’ or ‘suitable for coeliacs’.
- If the food is specially produced to reduce the gluten content of one or more gluten-containing ingredients or to substitute the gluten-containing ingredients with other ingredients naturally free of gluten, then the label may contain the statements ‘specifically formulated for people intolerant to gluten’ or ‘specifically formulated for coeliacs’.
- The diet of most people intolerant to gluten oats without their health being adversely affected by oat proteins (it should be noted that a smaller proportion of the gluten-sensitive population cannot consume oats either). The contamination of oats with gluten is a serious risk, therefore, the gluten content of oats in ‘gluten-free’ or ‘very low gluten’ products has also been regulated by legislators. In foods labeled gluten-free or very low gluten, only oats can be used during the growing, preparation and/or processing of which contact with wheat, rye, barley or their crossbred varieties was specifically avoided, and whose gluten content is no more than 20 mg/kg.

Products labeled ‘gluten-free’ or ‘very low gluten’ may be consumed by people intolerant to gluten, depending on their tolerance level, regardless of the possible additional statements ‘suitable for people intolerant to gluten’ or ‘suitable for coeliacs’. It is important that the terms ‘specifically formulated for people intolerant to gluten’ or ‘specifically formulated for coeliacs’ may also be used on the labels of products containing no more than 20 mg/kg or 100 mg/kg gluten.

On the labels of prepackaged foods it is mandatory to highlight the names of cereals containing gluten, i.e., wheat, rye, barley, oats, spelt, kamut or their hybridized species, in the list of ingredients using a typesetting that clearly separates them from other ingredients (for example, different font, style or background color).

For non-prepackaged foods, providing some kind of information regarding gluten content to consumers is also mandatory, however, because of possible subsequent contamination, the consumption of non-prepackaged foods can only be recommended to people diagnosed with gluten sensitivity while using appropriate caution.

##### 7. The detection of gluten

###### 7.1. Advances in protein-based gluten detection

According to Codex Standard 118-1979 [1], the quantitative determination of gluten in foods and food ingredients must be based on an immunological method (currently the most sensitive method), or another test method that is characterized by at least the same sensitivity and specificity as the method mentioned above must be used. Methods based on the immunological principle use antibodies produced against various prolamin fractions or specific sequences found in prolamin.

The advantage of immunological methods is that they are capable of the reliable, quantitative measurement of gliadin in raw (native) and processed (e.g., heat treated) foods, as opposed to other time-consuming methods requiring expensive instrumentation (microscopy, electrophoresis, immunoblot, HPLC, MS, MALDI-TOF MS, LC-MS/MS, immunosensor, quantitative real-time PCR).

According to CODEX STAN 118-1979 [1], the antibodies used should detect those cereal protein fractions that are toxic to gluten-intolerant people, and may not cross-react with other cereal proteins and other food or food ingredient components. The requirements of reliable gluten detection are adequate sensitivity, specificity, reproducibility, robustness and a validated status. The test methods should be checked by involving several independent laboratories and, if possible, they should be calibrated against a standard. The detection limit should be

10 mg gluten/kg or less. For qualitative analysis, indicating the presence of gluten, the ELISA method based on monoclonal R5 antibodies has been given priority.

### 7.1.1. Difficulties in detecting gluten

Immunology-based detection is widely used, but there are a number of difficulties in connection with the method [2]:

- Legislation with respect to determination is not clear-cut: Measurement of the gluten content is usually based on gliadin determination, even though gluten determination could include toxic components coming from glutenin.
- Gluten is composed of several components and is characterized by an extraordinary complexity (e.g., the genes of wheat varieties encode at least 50 to 150 gliadins). This variety and lack of knowledge of the amino acid sequence cause problems in the mapping of epitopes [35].
- It is difficult to find/develop antibodies that have the same affinity towards the gluten proteins of wheat, rye or barley. (This is due to differences in protein sequences, and thus to different immunoreactive epitopes) [36].
- There are several commercially available kits based on immunoassay methods for the detection of gliadins/secalins/hordeins, using different antibodies (they are based on monoclonal or polyclonal antibodies), and so their specificities and sensitivities are different. Thus, the above-mentioned prolamins, or a given fraction of them or a gliadin/secalin/hordein subunit, or a sequence (epitope) of it could be detected [37], [38].
- The dissolution of gliadins significant in celiac disease is not strictly regulated either, different extraction methods are recommended in practice, having different prolamins dissolution efficiencies. In the various recommendations, the ethanol concentration to be used is also different (40 to 60%). It is not exactly known either what the effect of alcohol concentration is on the immunochemical and enzymatic reactions that provide the analytical signal. Prolamin dissolution is made more difficult by molecular weight, heterogeneous surface properties, intrachain and interchain covalent bonds and the sensitivity to heat or chemicals.
- Reproducible recording of the calibration curve for gliadin is difficult to accomplish. There are different standard antigens available: Australian Timgalen wheat variety gliadin, RM8418 (a Canadian wheat gliadin), Sigma gliadin (the gliadin fraction from 12 different German wheat varieties), PWG gliadin (the gliadin fraction from the 28 most commonly grown European (mainly French, German and English) wheat varieties, also known as „European wheat gliadin” or „IRMM-480”). These four standards show very similar patterns in 2D electrophoresis. PWG gliadin had the highest gliadin content; RM8418 contained more glutenin, albumin and globulin, but the differences obtained during the analytical tests could not explain the behavior of the standards. What is certain is that if there is only one wheat variety included in the standard, then the differences between the varieties are not taken into account, and this may result in inaccuracies in the result. Currently, the officially recommended reference material is PWG gliadin.
  - In addition, there also exist synthetic peptide standards. In the case of the R-Biopharm competitive R5 ELISA, for example, the (QQPFP) synthetic peptide is used for calibration. However, its disadvantage is that the results obtained using peptide standards indicate peptide concentrations instead of the desired protein concentrations. Since the limit values of gluten-free products refer to the total gluten content and not to the peptide content, it is very difficult to compare peptide concentrations with the total gluten content of the sample. Gessendorfer et al. developed another peptide sequence as a standard by the hydrolysis of a mixture of wheat, barley and rye prolamins [39]. This provided a better approximation of total gluten content determination. However, the hydrolysis of proteins is difficult to optimize to avoid any difference between the batches [13]. Indeed, an acceptably standardized reference material (RM) used for calibration is still lacking [40].
- Modification of proteins (partial or complete hydrolysis, deamidation, transamidation (catalyzed by microbial transglutaminase), degradation, fragmentation, denaturation, aggregation (formation of an insoluble matrix)) decreases the binding affinity for the antibody, thus making gluten detection more difficult. This may happen via technological treatment (in order to improve the functionality or the applicability in various products of gluten: e.g., heat, enzymatic degradation, extrusion), or naturally through the enzymes in the cereal grains.

Sigma gliadin (the gliadin fraction from 12 different German wheat varieties), PWG gliadin (the gliadin fraction from the 28 most commonly grown European (mainly French, German and English) wheat varieties, also known as „European wheat gliadin” or „IRMM-480”). These four standards show very similar patterns in 2D electrophoresis. PWG gliadin had the highest gliadin content; RM8418 contained more glutenin, albumin and globulin, but the differences obtained during the analytical tests could not explain the behavior of the standards. What is certain is that if there is only one wheat variety included in the standard, then the differences between the varieties are not taken into account, and this may result in inaccuracies in the result. Currently, the officially recommended reference material is PWG gliadin.

- The effect of the food matrix (solid, liquid) on the structural changes of gluten is not completely known either, because of an interaction with the antibody, cross-reactivity may occur [40]. In the test kits, no control food matrix is available.

It is therefore apparent that many difficulties indicate that the problem of detectability still needs to be addressed and gluten detection methods have to be developed.

There are several research teams in Hungary actively involved in this area:

- The Department of Biology of the Food Science Research Institute of the National Agricultural Research and Innovation Centre (formerly known as the Central Food Research Institute, Budapest) has investigated the applicability of immunoanalytical and DNA-based methods for gluten detection in a model study of raw and processed foods (under the leadership of Dr. Éva Gelencsér) [41], [42], [43], [44], [45], [46], [47].
- The Research Group of Cereal Science and Food Quality, Department of Applied Biotechnology and Food Science, Faculty of Chemical Technology and Biotechnology of the Budapest University of Technology and Economics (under the leadership of Dr. Sándor Tömösközi), to facilitate the applicability and validation of the ELISA methodology, has been developing reference materials (containing gluten proteins) that model actual food matrices. With the help of these, determination of the performance characteristics and the comparative analysis of commercially available ELISA methods could be accomplished, as well as the interpretation of the phenomena behind the results. In connection with the topic, the research team of the Department has participated in the work of the Food Allergen Reference Materials Working Group of the MoniQA (Monitoring and Quality Assurance in the Food Supply Chain) Network of Excellence, funded by the Sixth Framework Programme of the European Union [48], [49], [50], [51] [52], [53].
- The Applied Genomics Department, Agricultural Institute of the Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár (under the leadership of Dr. Angéla Juhász) has been complementing the analyses of cereal proteins causing celiac disease with bioinformatics studies [54], [55].

Measurement results can be found in the literature references listed below.

### 7.1.2. Development of antibodies capable of recognizing gliadin

There has been great progress in the analysis of the gluten content of foods in recent years. Initially, polyclonal antibodies were used for the detection of gliadin subtypes, however, this was not sufficiently specific, e.g., providing a cross-reaction with non-toxic maize.

Later, a more sensitive method, based on monoclonal  $\omega$ -gliadin antibodies generated in mice (401.21 mAb) was published (Skerrit method [37]), aimed specifically at the recognition of the heat stable  $\omega$ -gliadin fraction, however, to a lesser extent, it also recognizes  $\alpha$  and  $\gamma$ -gliadins, as well as LMW and HMW glutenins.  $\omega$ -Gliadins are cysteine deficient, their lysine content is low, which makes them heat stable. The development of this antibody was a major breakthrough in gluten analysis, as in the case of processed (heat-treated) foods, where the fraction remains unchanged during food processing, it was the first time that gluten could be measured with acceptable specificity and sensitivity using such an antibody. In recommendation 991.19 of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC), application of a sandwich-type analytical procedure using this  $\omega$ -gliadin antibody (401.21 mAb) is recommended, which is suitable for the detection in raw and heat-treated foods. As a standard, gliadin from the Timgalen wheat variety (Australia) was used. Dissolution of gliadins was carried out with 40% ethanol [13]. The amino acid sequence of the main epitope recognized by the antibody is PQQPFPQE/PQQPPFPEE (where: P=Proline, Q=Glutamine, F=Phenylalanine, L=Leucine, E=Glutamic acid) [56].

The flaw in the method was that, without reducing agents, the extraction of gliadins by 40% ethanol was only partial, because glutenins did not dissolve. This way, initially, the true amount of total gliadins in the sample was given erroneously by the analytical methodology. Another weakness of the method was that, since the  $\omega$ -fraction represents a relatively small portion (5-20%) of the total prolamins content, and the amount of the  $\omega$ -prolamins fraction is different in the various cereals (and it can also change during the development of the cereal), the analytical result varied depending on the relative  $\omega$ -gliadin content, and was therefore not sufficiently reliable. The weakness of the method was also due to the fact that the antibody bound poorly to barley prolamins (sensitivity was inadequate), therefore, less than 10% of hordeins could be measured. Prolamin content was often underestimated or simply a false negative result was obtained. Gliadins from durum wheat were undermeasured. In triticale and rye, prolamins were overmeasured and there were numerous cross-reactions with different gluten-containing cereals. Since it does not recognize barley and rye prolamins to the same extent, the measurements were often not reproducible. The repeatability of the  $\omega$ -gliadin

method was 16-22%, and its reproducibility was 24-33%. The method can be used as a semiquantitative procedure in the case of processed meat products and as quantitative procedure in the case of cereals. It is not suitable for the measurement of hydrolyzed gluten [57]. The method based on the use of  $\omega$ -gliadin antibodies (401.21 mAb) is still available, but its practical application has been replaced by sandwich R5-ELISA [13].

Following the analytical procedure based on the use of  $\omega$ -gliadin antibodies, a further improvement was achieved by the development of the Mendez method, based on monoclonal R5 antibodies [38]. The antibody specifically recognizes the thermostable (QQPFP) peptide sequence consisting of 5 amino acids, and also identifies homologous sequences. Thus the sequences (QQQFP), (LQPFP), (QLPFP), (QLPYP), (QLPTF), (QQSFP), (QQTFP), (PQPFP), (QQPYP), (PQPFP) that are strongly homologous to (QQPFP) are also recognized, although with lower reactivity. In the sequences Q=Glutamine, P=Proline, F=Phenylalanine, L=Leucine, S=Serine, T=Threonine, Y=Tyrosine [58]. The (QQPFP) peptide occurs in the repeating domains of prolamins (gliadins, hordeins, secalins). It is most commonly found in  $\omega$ -types. Therefore, this antibody is particularly suitable for the detection of prolamines [59].

The R5 antibody produced against the ethanol extract of  $\omega$ -secalin (rye prolamins) can primarily be used to detect  $\alpha$  and  $\gamma$ -type toxic gliadin epitopes (pepscan) with adequate sensitivity.  $\omega$ -Gliadins with a molecular weight over 75 kDa are weakly detected, and glutenins are recognized in a limited way. The advantage of this method is that all of the wheat gliadin, barley hordein and rye secalin fractions are recognized to the same extent and through the same pepsan epitope portions by the R5 antibody. R5 does not measure maize, rice and oat gluten content, not toxic to celiac patients and, by its nature, does not cross-react with gluten-free cereals.

So  $\omega$ -gliadin sandwich ELISA was replaced by the application of the sandwich R5-ELISA method, since the latter was capable of measuring barley prolamins (hordeins), and it was not necessary to take into account the differences between the individual grain varieties during its use. R5-ELISA technology has become a Type I method internationally accepted by the Codex Alimentarius Commission, which was used to check the gluten content of raw and heat-treated gluten-free foods. The repeatability of the method was 20% (Ingenasa) and 18% (R-Biopharm), and its reproducibility was 32% (Ingenasa) and 30% (R-Biopharm).

In the case of the sandwich R5 ELISA method, a so-called cocktail solution is used before the 80% ethanol extraction to promote the reduction of prolamins. This is particularly necessary because of the structural change of proteins due to the production technology

of foods. In the case of sandwich R5-ELISA, the cocktail solution contains 250 mM 2-mercaptoethanol (reducing agent), which was later supplemented by 2 M guanidine hydrochloride (disaggregating agent) dissolved in PBS buffer (Phosphate Buffered Saline). Gluten recovery was 70-98% with the cocktail solution, while only 30-50% with 60% ethanol [13], [60].

The most recently developed reagent combination is the UPEX solution (Universal Prolamin and glutelin EXtractant solution), which is compatible with all gluten analytical methods. Its reducing agent is tris(2-carboxyethyl)phosphine (TCEP), which specifically disrupts disulfide bridges and is less toxic than other reducing agents; its disaggregating agent is N-lauroylsarcosine in PBS. The UPEX solution also exists in another reagent combination. The reducing agents of the latter are 2-mercaptoethanol and TCEP, while the disaggregating agent is guanidine. SDS can also be used as the disaggregating agent.

Another cocktail solution development is UGES (Universal Gluten Extraction Solution), containing a reducing agent, a solubilizing agent (arginine) and an alcoholic antiseptic agent [2], [61].

It depends on the food matrix whether other auxiliary steps are required to make the extraction more efficient, or not. For example, in the case of foods containing 10% fat, defatting with n-hexane is recommended. For foods with a high polyphenol content, the addition of fish gelatine and/or polyvinylpyrrolidone or skimmed milk powder may be necessary to prevent the interaction of gluten proteins with polyphenols [62].

The use of gliadin standards of different quality was eliminated by the preparation of a so-called European Reference Gliadin Standard (IRMM-480, PWG-gliadin, where IRMM is The Methodology Institute of the European Commission for Reference Materials and Measurements) for the kits, containing the gliadin components of 28 European wheat varieties, by the Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity (see the R5 antibody based systems). This reference standard can be used for comparative analyses, as well as an internal standard for calibrations [63]. In this connection, the question arises whether IRMM-480 represents all wheat varieties on Earth adequately, i.e., it can be used in the standard globally, or it will only play a role in the relevant European regulation after the adoption of the Codex draft.

Weaknesses of the sandwich R5-ELISA method:

- R5 antibodies also recognize other food proteins (not only harmful prolamins, but also soy and lupin). The detectability requirement mainly in  $\omega$ - and  $\gamma$ -type prolamins is the

presence of the FP dipeptide found in the epitopes. Recognition of this dipeptide may also lead to false results, as the FP dipeptide is present in many other proteins/peptides (e.g., in gluten-free soy) [58].

- Sandwich R5-ELISA overestimates hordeins when using a PWG-gliadin standard, thus giving false positive results [13], and this is also the case for oats contaminated with barley, even though it uses a hordein standard [16].
- Another disadvantage is that it is not suitable for the detection of gluten in fermented and hydrolyzed foods.

In fermented/hydrolyzed foods (beer, soy sauces, vinegars, sourdough breads), gluten could not be measured by either  $\omega$ -gliadin antibody based or sandwich R5-ELISA systems. During the hydrolysis, small peptides lack the two antibody-binding epitope portions, the presence of which is indispensable for the measurement in the sandwich system.

In order to detect fragmented (hydrolyzed) gluten, the Codex Alimentarius Commission has proposed a transition to the not yet validated competitive R5 ELISA method [16]. Competitive system ELISA is used to measure protein fragments where only one epitope (immunopathogenic part) is available [36].

In this case, extraction is carried out using ethanol, because competitive R5 ELISA is not compatible with cocktail extraction. The reason for this is that prolamins can only be extracted almost completely with ethanol from foods containing native proteins. After heat treatment, when proteins are denatured, ethanol can no longer extract all prolamins fractions. Ideally, in the case of heat-treated foods, a cocktail solution should be used for prolamins extraction, so using a 60 to 80% ethanol extraction for the competitive R5-ELISA test, it is not possible to determine the gluten content of heat-treated and hydrolyzed foods with sufficient accuracy. Only the amount of hydrolyzed and not, or only slightly heat-treated gluten can be determined by this method.

When analyzing hydrolyzed foods, for example, beer, gluten values 1.9 to 17 times higher were obtained using competitive R5-ELISA than in the case of the sandwich R5-ELISA technique. On the other hand, in a study of breakfast cereals, higher gluten content values were obtained by sandwich R5-ELISA than in the case of the competitive R5-ELISA method. The difference can be explained by the heat treatment of the food samples [13]. Using the competitive R5-ELISA test, more gluten can be measured in wheat (by 26%), rye (by 49%) and barley (by 82%), than by the sandwich R5-ELISA technique [40].

In competitive R5 ELISA, a new extraction solution is the application of the UPEX solution, which can

be used for both hydrolyzed and heat-treated foods. Rossel et al. used PWG gliadin digested with pepsin, trypsin or chymotrypsin as a standard [2].

### 7.1.3. Development of antibodies that recognize the T-cell stimulating (celiac disease inducing) epitopes of gliadin

The analytical techniques based on  $\omega$ -gliadin or R5 monoclonal antibodies are not clinically validated methods and therefore can only be used as indicators of the toxicity of foods for celiac patients. At the same time, the goal of researchers is for the designed (produced) antibodies to recognize the T-cell stimulating (celiac disease inducing) epitopes of the immunodominant gliadin among the protein sequences of gliadin [64].

In recent years, several different celiac T-cell stimulating gliadin epitopes have been identified that were clustered in the proline-rich region of the protein. Of the epitopes identified, particularly significant are those of  $\alpha$ -gliadin, which are recognized by the T-cells of the small intestine in most celiac patients.

The monoclonal PN3 antibody [65], [66] is an antibody produced to recognize a 19 amino acid sequence, the epitope of the *in vivo* toxic  $\alpha$ -gliadin in the 31-49 position (LGQQQPFPPQQPYPQPQPF). The synthetic peptide specific antibody produced specifically for the main recognition epitope sequence (QQPFP) reacts with  $\alpha$ - and  $\gamma$ -gliadins strongly, while  $\omega$ -gliadins react weakly. In addition, it reacts with LMW glutenins, rye secalins and barley hordeins, but does not react with HMW glutenins, oat avenins or maize zeins. However, Bermundo Redondo et al. assume that the antibody should react with oat avenins, since they contain the QQQPF peptide segment [67]. The disadvantage of the PN3 antibody based sandwich ELISA developed by Ellis et al. is that toxic prolamins (rye, barley, oats) are not uniformly detected by the antibody [66], and because of the sandwich nature of the method, hydrolyzed forms are not recognized.

The monoclonal  $\alpha$ -20 antibody is an antibody developed for the recognition of a T-cell stimulating  $\alpha$ -gliadin epitope. The specific peptide sequence, i.e., the minimal recognition epitope sequence is as follows: (PFRPQQPYPQP), (where P=Proline, F=Phenylalanine, R=Arginine, Q=Glutamine, Y=Tyrosine). It is suitable for the recognition of gliadins, secalins and hordeins, but we have limited knowledge regarding its reactivity, especially in the case of the glutelin fraction.

The  $\alpha$ -20 antibodies are used in the product of the company EuroProxima, the Gluten-Tec ELISA competitive system. For extraction, 60% ethanol dissolution or dithiothreitol (DTT) reducing agent and dissolution with 60% ethanol containing iodoacetamide is recommended. By multiplying



the determined 89 µg/kg peptide equivalent value corresponding to the limit of quantification (LOQ) by a conversion factor of 100 and a duplication factor of 2 (the amount of gluten was deduced from the gliadin content of the sample), a value of 17.8 was obtained, which, when rounded, corresponds to roughly 18 mg/kg gluten.

According to the experiments of Scherf et al., the calibration recorded against the synthetic peptide sequence (GPFRPQQYPQPB) was reproducible, but calculating with the peptide to protein conversion factor, their results were not uniformly acceptable [62].

Particularly interesting is a 33-mer section (56-88) of α-gliadin after gastrointestinal digestion. This fragment was found to be highly resistant to luminal proteases and the brush border enzymes of the small intestine due to its high proline content (13 of the 33 amino acids are proline moieties) [10], but the resilience of this fragment does not provide a completely satisfactory explanation for understanding the total pathogenesis of celiac disease. These peptides remain intact, cross mucous membranes and trigger celiac symptoms. They are excreted in urine and faeces. It should be noted that kits for the determination of the gluten content of urine and samples of faecal origin are commercially available. Later, several T-cell activating peptides were mapped, but still the 33-mer section of α-gliadin is most often used as an immunogenic peptide model [13].

The 56-88 AS sequence of α-gliadin (33-mer: (LQLQPF-P-QPQLPY-P-QPQLPY-P-QPQLPY-PQPQPF), where L=Leucine, Q=Glutamine, P=Proline, F=Phenylalanine, Y=Tyrosine) contains 6 T-cell stimulating immunotoxic epitopes, which is why it is one of the major celiac inducing peptide segments. Two antibodies have been developed for the detection of this toxic peptide segment consisting of 33 amino acids [68], [69]. The monoclonal G12 antibody is an antibody produced for the (QPQLPY) hexapeptide sequence found in this segment specifically in wheat. The (QPQLPY) peptide sequence is repeated three times in this 33-mer peptide segment. In addition to the (QPQLPY) sequence, this antibody also recognizes the (QPQ(L/Q)P(Y/F/Q), (QPQLPL), (QPELPY) peptides with similar structure in wheat, rye, barley and some oat varieties. For example, the sequence (QPQQPY) is typical in rye, while (QPQLPF) is in barley. In addition, these sequences can be detected not only in α-, but also in ω-, γ-, and β-prolamins, as well as in glutenins. Its advantage is that it detects avenins, but its affinity for oats is limited and this reactivity is proportional to the potential immunotoxicity of the different oat varieties. In the case of hydrolyzed foods, it is suitable for the measurement of gliadin concentrations above 0.5 mg/kg. Naturally, the antibody cannot detect all immunogenic gluten peptides (their number exceeds 1,000), but it can react with 80-95% of them. The R5 ELISA system can only detect 25% of immunogenic gluten peptides [13].

Tests made to date for the detection of gluten have focused on the recognition of gliadin proteins or their epitopes, and not on the recognition of the specifically T-cell stimulating epitopes of gliadin. Thus, neither the ω-gliadin antibody, nor the R5 antibody fully recognizes the T-cell stimulating epitopes of immunodominant gliadin [64]. The development of the new generation G12 antibody has been a milestone in gluten detection, because it recognizes selectively the pathogenic (immunotoxic) section of the gliadin molecule, i.e., the 33-mer peptide sequence responsible for triggering the autoimmune response in celiac patients [68]. While the former detection systems were not specific for the detection of oat gluten content, the G12 antibody is specific for the possibly toxic amino acid sequence also found in oats. This is a much more selective and 6\*10<sup>4</sup> times more sensitive analytical method compared to other available techniques. So far, there is little information available regarding the practical applicability and reliability of the G12 antibody based method, but it is, in any case, promising. In the research of Török et al., the sensitivities and reliabilities of the methods based on R5 and G12 antibodies are tested by the parallel application of these methods [51].

The monoclonal A1 antibody is also an antibody suitable for the recognition of one of the wheat heptamer sequences (QLPYPQP) in the 56-88 section of α-gliadin, and it also recognizes other homologous sequences ((Q(L/Q)P(F/Y)P(Q/L)(P/Q)). It is also suitable for the detection of wheat, rye, barley and certain oat varieties. The A1 antibody is more sensitive for gluten detection than the G12 antibody, although the G12 has a higher affinity for the 33-mer amino acid sequence [13], [69].

GlutenTox ELISA kits use monoclonal G12 or A1 antibodies in a competitive ELISA system, while in the sandwich system, anti-gliadin (A1)/anti-gliadin (G12), HRP antibodies are used.

The monoclonal CD5 antibody is an antibody produced against a synthetic peptide equivalent to the toxic (T-cell stimulating) 51-75 segment of α-gliadin [70].

#### 7.1.4. Methods for the immunological detection of gluten

Immune-based test kits currently available on the market and the chemicals and materials required for the measurement are summarized in **Table 1**.

##### 7.1.4.2. Execution on an immunochromatographic test membrane

It is used for qualitative and semi-quantitative measurements. It is a fast screening method based on an immunochromatographic principle that shows whether the gluten concentration of the sample exceeds the limit value or not (**Figure 2**). It works on the sandwich

direct principle, using only monoclonal antibodies. It is mainly used during the various technological steps of food production, in quality control tasks or in catering units. The placement of the membranes is achieved in different configurations [71].

The membrane is immersed in the protein extract to be examined. The adsorbent zone of the membrane contains colored (substrate) microparticles covered with antigen-specific antibodies. These bind to the target protein (gliadin) in the sample, forming a complex, and thus they move along towards the reaction zone together. Here, at a certain point, the immune complex formed binds to the antigen-specific antibody labeled with a membrane-mobilized enzyme, which is indicated by the discoloration of the microparticle. Correct operation of the test is ensured by a control microparticle.

#### 7.2. Development of other, non-immunological gluten detection methods

##### 7.2.1. Gluten detection procedure based on polymerase chain reaction (PCR)

According to the resolution of the Codex Committee On Nutrition And Foods For Special Dietary Uses (CX/NFSDU), in addition to immunological measurement methods, as an alternative and complementary method, DNA-based qualitative determination is also necessary.

Because of their indirectness, it is hard to develop a PCR method based on the detection of DNA for an allergenic agent, e.g., gluten, as a routine method requiring a lot of optimization. Techniques based on the PCR principle are used primarily in cases where the additive is unlabeled, or an additional test area is the checking of the cleanliness of industrial equipment. However, there is an increasing need for the accuracy, specificity and good reproducibility of the method. The advantage of DNA-based procedures is that DNA can be characterized by a high thermal stability, even individual species or groups of species carrying similar allergens can be detected because of the flexibility of the method, depending on how the base sequences of the key primers participating in the reaction are designed. The analytical technique can also be used on-site, allowing for a test that can be evaluated visually and requiring only a thermostat.

Limitations of gluten analytical methods based on PCR diagnostics:

- Small amount of DNA in the sample to be tested, insufficient sequence length because of the fragmentation of the DNA;
- Effects of technological treatments and the food matrix (partial or complete hydrolysis, enzymatic degradation, complex samples with high carbohydrate or fat content);

- Inhomogeneity of potentially contaminated samples;
- Value of protein-DNA conversion.

The DNA-based determination of the gluten content is an indirect method, since it is not based on the measurement of the protein that triggers the pathological reactions, i.e., gluten, but the DNA sequence encoding it or another DNA fragment characteristic of the cereals that contain the protein damaging the small intestinal mucosa is detected. Therefore, DNA-based methods can only be used for quantitative measurements if it can be demonstrated that the presence of the DNA and the corresponding protein or cereal portion are proportional to each other, their quantities in the sample correlate with each other. The DNA-based procedure can primarily be used to verify the absence of gluten, and in cases where the use of protein tests is somehow limited, e.g., proteins are denatured during food production and become chemically insoluble [74].

The DNA-based detection of allergens is supported by a number of genetics studies, since to determine allergen cross-reactions and genetic relationships, as well as more conservative and more variable sequences before selecting the appropriate primer, mapping the genetic bases was indispensable.

Ko et al. [75] designed PCR sense and antisense primer pairs that are suitable for the separation of different cereal varieties. For this purpose, a primer pair was designed for the spacer sequence between 5S ribosomal RNA genes and, in addition, RAPD primers (Random Amplified Polymorphic DNA) were used. In the course of their investigations, for the mixtures of cereals, the primer designed for the spacer sequence was found to be effective.

In the method developed by Allmann et al. [76], a TR01/TR02 primer pair was used to multiply a 109 bp (base pair) fragment in a frequently repeating section of the intergenic region between the 25S and 18S loci of the ribosomal RNA gene of wheat. This method was later used for the detection of gluten in emulsifiers, flours, starches, instant soup powders, polenta, curry and other foods [77]. Köppel et al. [78] used this primer pair to check the gluten-free status of muesli samples from different countries.

The primer pair designed by Dahinden et al. [79] allowed the simultaneous detection of wheat, rye and barley in foods. The primer designed by them specifically amplifies a non-coding region of the trnL gene of the DNA of only wheat, barley and rye chloroplast. In the course of their experiments, this primer pair was used to study different cereals and starch-containing seeds, as well as heat-treated foods (breads, pasta and infant foods), in the case of which this primer pair was successfully used to detect contamination by toxic cereals. Kuchta [80]

has launched an interlaboratory proficiency testing program using a method expanded by the RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) analysis applied by him. During the proficiency testing, infant formulas were screened using this technique. It was confirmed in the proficiency testing that the method is sufficiently sensitive, reliable and fast, and is suitable for routine use [81]. Based on the results, a real-time PCR method was developed by Mujico and Méndez [82], for which R5 ELISA testing was performed as a reference method. The experiment showed linear correlation between the prolamin content of the samples used in the measurements and the amount of DNA.

Delano and Schmidt [83] used a primer pair designed for the *trnL* (UAA) region of the chloroplast tRNA gene. The characteristic of tRNA genes is that they are much more conservative than protein-coding or ribosomal genes, and so because of their minute differences they are more suitable for the joint characterization of several species. Thus, the use of a single primer pair allowed the detection of different plant DNAs (e.g., rape, maize, potato, soy, rice, peanuts, wheat), because when using the primer pair, the different plant DNAs resulted in fragments of different length. The first real-time PCR method was developed for the detection of rye in raw materials and finished products in 2004 [84]. Subsequently, Hernández et al. [85] developed a procedure consisting of four independent real-time PCR measurements. During this, primers and Taq-Man probes were designed for the DNA sequence of barley hordein, for the *gos9* DNA sequence of rice, for the DNA sequence of sunflower heliantinin and for the DNA sequence of the acetyl-CoA carboxylase of wheat. The method was tested on heat-treated foods (biscuits, breads) and food samples containing small amounts of DNA (oil, beer).

Terzi et al. used a number of methods and these were compared for the screening of trace amounts of cereals [86]. Their investigations revealed that all the methods had disadvantages, which primarily manifested during the examination of complex samples. This fact justified further method development, during which a kit for real-time PCR was developed (SureFood® ALLERGEN Gluten real-time PCR). The LOQ of the method is 5 DNA copies or 5 mg/kg of gluten (R-Biopharm).

A new direction of PCR methods could be the so-called isothermal PCR method, making fast tests possible, which can even be performed on the production lines of food manufacturing plants (Figure 4). For the analyses, for example, the so-called TwistAmp® kit (TwistDx Ltd, UK) can be used, which is available in several versions (e.g., basic, exo, exoRt, nfo). Currently, the method is used primarily for microbiological and virological studies, but it can be readily adapted to the analysis of various food allergens, such as gluten [87], [88].

The common characteristic of the different versions is that a DNA recombinase enzyme is used for the PCR reaction, as opposed to the conventional PCR method, which uses a DNA polymerase enzyme. Through the DNA recombinase enzyme, DNA amplification occurs at 37-40 °C, so the sequence of reactions is completed within 30-40 minutes. TwistAmp® kits require special primers that must be at least 30-35 bp long. In the case of the forward primer, biotin labeling of the 5' end is necessary (except for the basic method), and similarly to the PCR-ELISA method, this enables detection using a test strip (nfo kit). In addition, the use of a 50-55 bp probe sequence is also required for the test, during the design of which attention should be paid to the fact that 29-30 bp from the 5' end of the probe tetrahydrofuran should be substituted for a thymine base, because this is where the recombinase enzyme can bind and start the multiplication of the complementary sequence. In addition, care should be taken that the GC ratios (guanine-cytosine ratio) of the primers and the probe sequences are similar.

After DNA amplification using the nfo kit, simple evaluation is performed with the help of the MileniaHybriDetect (MileniaBiotec, Germany) strip. The qualitative result is obtained by dipping the test strip in a tube containing the amplified DNA of the test sample. If no band appears on the strip, amplification has been performed incorrectly, and if there is 1 band, the test sample does not contain gluten in a detectable amount. If two bands appear, the sample contains a detectable amount of gluten. Contrary to conventional PCR methods, this method uses not DNA polymerase, but recombinase enzyme for amplification, and two 10-20 bp primers are insufficient for the assay.

The use of the basic kit is similar to conventional PCR, but the reaction takes place faster. In this case, evaluation is carried out by gel electrophoresis. Similarly to real-time PCR methods, exo and exoRT tests allow for quantitative DNA and RNA determination. The TwistAmp® kit also comes with a portable thermostat that facilitates on-site work and ensures the temperature required for the reaction [72], [73].

#### 7.2.2. Other novel and innovative gluten detection possibilities

Developments in gluten detection still present a challenge, and novel and innovative methods continuously come to light, the goal of which is to detect the presence or absence of gluten faster and more accurately. These include aptamers, immunomagnetic beads (IMBs) covered with anti-gliadin polyclonal antibodies, the use of protein or peptide microarrays (multiplex lab-on-a-chip devices), multianalyte profiling (xMAP) with magnetic particles containing fluorescent dyes [62].

## 8. Conclusions and declaration

Various allergic or hypersensitivity-based metabolic disorders occur in the human population of our century at an alarming rate. To ensure safe daily living of the persons affected, it is absolutely necessary for food manufacturers and distributors, as well as service providers controlling the sector and authority bodies to possess analytical tools that enable them to check, with great certainty, the composition of foods that intended for people with allergies and intolerance.

Since hypersensitivity reactions (celiac disease, allergy) may occasionally be triggered by very small amounts of undesirable food ingredients, it is important to develop methods that are able to detect and quantify these substances quickly and with adequate accuracy.

With these thoughts in mind, in our review paper we have collected the knowledge which we consider important regarding the analysis of gluten proteins from available literature sources. Since the immunochemical characteristics of the analytical packages (kits) that serve as the test methods for gluten proteins vary considerably in the products developed by the different companies, the fancy names of the individual kits or, occasionally, the names of the companies producing the kits could not be omitted from our manuscript. We hereby declare that, in our work, we have not been in a business relationship with any of the companies involved in the analytics of gluten proteins that would serve the economic interest of said company other than publishing scientific results. By communicating the data summarized in Table 1, we intend to assist everyone during the preparation of test plans in the selection of the measurement principle and measurement method most suitable for the actual test purpose.

## 9. Acknowledgement

The authors would like to thank the project titled "Gluten-free egg replacement additives providing texture identical to that and plant-based products intended to use them" with registration no. TÉT\_15\_IL-1-2016-0019, realized through a Hungarian-Israeli scientific and technological cooperation supported by the NKFI Office.

## 10. References

- [1] Codex Standard 118-1979 Codex Alimentarius International Food Standards. Standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten. Adopted in 1979. Amendment: 1983 and 2015. Revision: 2008.
- [2] Rosell, C. M., Barro, F., Sousa, C., Mena M. C. (2014): Cereals for developing gluten-free products and analytical tools for gluten detection. *Journal of Cereal Science*, 59. pp. 354-364.
- [3] Sharma, G. M., Rallabhandi, P., Williams, K. M., Pahlavan, A. (2016): Characterization of antibodies for grain-specific gluten detection. *Journal of Food Science*, 81. 3. pp. 810-816.
- [4] Janatuinen, E. K., Kemppainen, T. A., Julkunen, R. J. K., Kosma, V. M., Mäki, M., Heikkinen, M., Uusitupa, M. I. J. M. (2002): No harm from five year ingestion of oats in coeliac disease, *Gut*, 50. 3. pp. 332-335.
- [5] Storsrud S., Olsson M., Arvidsson Lenner R., Nilsson L. A., Nilsson O., Kilander A. (2003): Adult celiac patients do tolerate large amounts of oats. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57. 1. pp. 163-169.
- [6] Högberg L, Laurin P., Falth-Magnusson K., Grant C., Grodzinsky E., Jansson G., Ascher H., Browaldh L, Hammersjö J. A., Lindberg E., Myrdal U., Stenhammar L. (2004): Oats to children with newly diagnosed coeliac disease: a randomised double blind study. *Gut*, 53. 5. pp. 649-654.
- [7] Bajor, J. (2014): Újdonságok a coeliaki diagnosztikájában és terápiájában. *Belgyógyászati Kötelező Szinttartó Tanfolyam*. 2014. 03.28. <http://docplayer.hu/732206-Coeliakia-bajor-judit-belgyogyaszati-kotelezo-szinttartato-tanfolyam-2014-marcius-28.html>
- [8] Catassi, C. (2015): The clinical picture of NCGS is variable and usually includes IBS-like gastrointestinal symptoms, such as foggy mind and headache. *Ann Nutr Metab* 67. 2. pp.16-26.
- [9] Biesiekierski, J. R., Iven, J. (2015): Non-coeliac gluten sensitivity: piecing the puzzle together. *United European Gastroenterology Journal* 3. 2. pp. 160-165.
- [10] Qiao, S.-W., Bergseng, E., Moberg, Ø., Xia, J., Fleckenstein, B., Khosla, C., Sollid, L. M. (2004): Antigen presentation to celiac lesion-derived T cells of a 33-mer gliadin peptide naturally formed by gastrointestinal digestion. *The Journal of Immunology*, 173. pp. 1757-1762.

- [11] Dørum, S., Steinsbø, Ø., Bergsgeng, E., Arntzen, M. Ø., de Souza, G. A., Sollid, L. M. (2016): Gluten-specific antibodies of celiac disease gut plasma cells recognize long proteolytic fragments that typically harbor T-cell epitopes. *Nature/Scientific report* 6., Article number: 25565
- [12] Ciccocioppo, R., Di Sabatino, A., Corazza, G. R. (2005): The immune recognition of gluten in coeliac disease. *Clinical and Experimental Immunology*, 140., pp. 408-416.
- [13] Kanerva, P. (2011): Immunochemical analysis of prolamins in gluten-free foods. *Academic dissertation (Helsinki)*, pp.1-94.
- [14] Allergen Online adatbázis (<http://www.allergenonline.org/ceciacbrowse.shtml>) CELIAC Database version 2: Peptides 1013: 18 January, 2018
- [15] Röckendorf, N., Meckelein, B., Scherf, K. A., Schalk, K., Koehler, P., Frey, A. (2017): Identification of novel antibody-reactive detection sites for comprehensive gluten monitoring. *PLOS ONE* 12. 7.:e0181566 pp.1-17.
- [16] Haraszi, R., Chassaigne, H., Maquet, A., Ulberth, F. (2016): Analytical methods for detection of gluten in food—method developments in support of food labeling legislation. *Journal of AOA C International*, 94. 4. pp.1006-1025.
- [17] Wiser, H. (2007): Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24. pp.115-119.
- [18] Moreno, M. del L., Comino, I., Sousa, C. (2014): Alternative grains as potential raw material for gluten-free food development in the diet of celiac and gluten-sensitive patients. *Austin J Nutri Food Sci.*, 2. 3. id.1016. pp.1-9.
- [19] Takács, K., Szamos, J., Janáky, T., Polgár M., Gelencsér É. (2010): Immune-analytical detection of the cross-reactive major cereal allergens. *Food and Agricultural Immunology*, 21. 4. pp. 317-334.
- [20] Cabrera-Chávez, F., Iametti, S., Miriani, M., de la Barca, A. M., Mamone, G., Bonomi, F. (2012): Maize prolamins resistant to peptic-tryptic digestion maintain immune-recognition by IgA from some celiac disease patients. *Plan Foods Hum Nutr.*, 67. 1. pp. 24-30.
- [21] Ortiz-Sánchez, J., Cabrera-Chávez, F., Calderón de la Barca, A. (2013): Maize prolamins could induce a gluten-like cellular immune response in some celiac disease patients. *Nutrients*, 5. pp. 4174-4183.
- [22] 2000/13/EK: Az Európai Parlament és a Tanács 2000/13/EK irányelve (2000. március 20.) az élelmiszerek címkézésére, kizserelésére és reklámozására vonatkozó tagállami jogszabályok közelítéséről.
- [23] 2003/89/EK: Az Európai Parlament és a Tanács 2003/89/EK irányelve (2003. november 10.) a 2000/13/EK irányelv élelmiszerösszetevők feltüntetése tekintetében történő módosításáról. EGT vonatkozású szöveg. Ebben: Annex IIIa-jelöléskötelezett allergének listája.
- [24] 2006/142/EK: A Bizottság határozata (2006. február 17.) egyes, biológiai kockázatokkal foglalkozó közösségi állat-egészségügyi referencialaboratóriumok 2006. évi közösségi pénzügyi támogatásáról. Ebben: Annex IIIa-jelöléskötelezett allergének listája.
- [25] 19/2004 (II. 26.) FVM-ESzCsM-GKM együttes rendelet az élelmiszerek jelöléséről
- [26] 167/2004 (XI. 29.), 167/2004. (XI. 29.) FVM-EüM-GKM együttes rendelet az élelmiszerek jelöléséről szóló 19/2004. (II. 26.) FVM-ESzCsM-GKM együttes rendelet módosításáról.
- [27] 38/2005. (IV. 27.) FVM-EüM-GKM együttes rendelet az élelmiszerek jelöléséről szóló 19/2004. (II. 26.) FVM-ESzCsM-GKM együttes rendelet módosításáról.
- [28] 86/2007. (VIII. 17.) FVM-EüM-SZMM együttes rendelet az élelmiszerek jelöléséről szóló 19/2004. (II. 26.) FVM-ESzCsM-GKM együttes rendelet módosításáról.
- [29] 1169/2011/EU rendelet (X.25.), 2. számú melléklet (2014. dec. 13-tól kötelező) a fogyasztók élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatásáról, az 1924/2006/EK és az 1925/2006/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet módosításáról és a 87/250/EGK bizottsági irányelv, a 90/496/EGK tanácsi irányelv, az 1999/10/EK bizottsági irányelv, a 2000/13/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv, a 2002/67/EK és a 2008/5/EK bizottsági irányelv és a 608/2004/EK bizottsági rendelet hatályon kívül helyezéséről.
- [30] 62/2011 (VI. 30.) VM rendelet: a vendéglátóipari termékek előállításának és forgalomba hozatalának élelmiszerbiztonsági feltételeiről.
- [31] 36/2014 (XII.17.) FM rendelet (2015. július 1-től kötelező) az élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatásról.
- [32] 828/2014/EU Végrehajtási rendelete (2014. július 30.) a fogyasztóknak az élelmiszerek gluténmentessége vagy csökkentett gluténtartalma tekintetében nyújtott tájékoztatásra vonatkozó követelményekről.
- [33] 609/2013/EU rendelet (2013. június 12.) a csecsemők és kisgyermek számára készült, a speciális gyógyászati célra szánt, valamint a testtömeg-szabályozás céljára szolgáló, teljes napi étrendet helyettesítő élelmiszerekről, továbbá a 92/52/EGK tanácsi irányelv, a 96/8/EK, az 1999/21/EK, a 2006/125/EK és a 2006/141/EK bizottsági irányelv, a 2009/39/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv és a 41/2009/EK és a 953/2009/EK bizottsági rendelet hatályon kívül helyezéséről (hatályos: 2016. július 20.).
- [34] 41/2009/EK (2009. január 20.) rendelet a gluténérzékenyeknek szánt élelmiszerekről, címkézéséről
- [35] Denery-Papini, S., Nicolas, Y., Popineau, Y. (1999): Efficiency and limitations of immunochemical assays for the testing of gluten-free foods. *Journal of Cereal Science*, 30. 2. pp. 121-131.
- [36] Panda, R., Boyer, M., Garber, E. A. E. (2017): A multiplex competitive ELISA for the detection and characterization of gluten in fermented-hydrolyzed foods. *Anal Bioanal Chem*, 409. pp. 6959-6973.
- [37] Skerritt, J. H., Hill, A. S. (1990): Monoclonal antibody sandwich enzyme immunoassays for determination of gluten in foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38. 8. pp. 1771-1778.
- [38] Méndez, E., Vela, C., Immer, U., Janssen, F. W. (2005): Report of a collaborative trial to investigate the performance of the R5 enzyme linked immunoassay to determine gliadin in gluten-free food. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 17. 10. pp. 1053-1063.
- [39] Gessendorfer, B., Koehler, P., Wieser, H. (2009): Preparation and characterization of enzymatically hydrolyzed prolamins from wheat, rye, and barley as references for the immunochemical quantitation of partially hydrolyzed gluten. *Anal Bioanal Chem*, 395. pp. 1721-1728.
- [40] Slot, I. D. B., Bremen, M. G. E. G., van der Fels-Klerx, I., Hamer, R. J. (2015): Evaluation the performance of Gluten ELISA Test Kits: The numbers do not tell the tale. *Cereal Chem.*, 92. 5. pp.513-521.
- [41] Némedi, E., Ujhelyi, G., Gelencsér, É. (2007): Detection of gluten contamination with PCR method. *Acta Alimentaria*, 36. 2. pp. 241-248.
- [42] Némedi, E. (2009): PhD dolgozat: Molekuláris biológiai módszerek fejlesztése gluténmentesség ellenőrzésére
- [43] Takács, K., Némedi, E., Gelencsér, É. (2005): Élelmiszerek prolaminnal kapcsolatos tapasztalatok. (Gluténmentes élelmiszerek fogyasztói megítélésének aktuális kérdései” c. tudományos szimpózium – Budapest, 2005. március 9.- előadásainak átdolgozott anyaga). *Élelmiszer-biztonsági Közlemények II.*, ISBN 963 7358 08 0 pp. 24-32.
- [44] Takács, K., Némedi, E., Márta, D., Gelencsér, É., Kovács, E.T. (2007): Use of the enzyme transglutaminase for developing glutenfree noodle products from pea flour. *Acta Alimentaria*, 36. 2. pp. 195-205.
- [45] Takács, K., Gelencsér, É., Kovács, E.T. (2008): Effect of transglutaminase on the quality of wheat based pasta products. *European Food Research and Technology*, 226. 3. pp. 603-611.
- [46] Takács, K. (2008): PhD dolgozat: Főbb gabona allergének immunanalitikai kimutatása
- [47] Takács, K., Gelencsér, É. (2012): Glutén kimutatása élelmiszerekből. *Élelmiszer Tudomány Technológia*, LXVI. 4. pp.10-15.
- [48] Hajas, L., Scherf, K. A., Bugyi, Zs., Török, K., Schall, E., Köhler, P., Tömösközi, S. (2017): ELISA response and gliadin composition of different wheat cultivars grown in multiple harvest years. *Acta Alimentaria: An International Journal of Food Science*, 46. 2. pp. 187-195.
- [49] Schall, E., Török, K., Hajas, L., Bugyi, Zs., Tömösközi, S. (2016): Búzafehérjék technológiai műveletek során bekövetkező változásai és ennek hatása a sikértartalom ELISA módszerekkel történő meghatározásának eredményeire. *Élelmiszer Tudomány Technológia*, 70. 1. pp. 9-15.
- [50] Török, K., Hajas, L., Horváth, V., Schall, E., Bugyi, Zs., Kemény, S., Tömösközi, S. (2015): Identification of the factors affecting the analytical results of food allergen ELISA methods. *European Food Research And Technology*, 241. 1. pp. 127-136.
- [51] Török, K., Horváth, V., Horváth, Á., Hajas, L., Bugyi, Zs., Tömösközi, S. (2014): Investigation of incurred single- and multi-component model food matrices for determination of food proteins triggering allergy and coeliac disease. *Eur Food Res Technol*, 239. pp. 923-932.
- [52] Bugyi, Zs., Török, K., Hajas, L., Adonyi, Zs., Popping, B., Tömösközi, S. (2013): Comparative study of commercially available gluten ELISA kits using an incurred reference material. *Quality Assurance and Safety of crops and foods*, 5. 1. pp.79-87.
- [53] Bugyi, Zs., Török, K., Hajas, L., Adonyi, Zs. (2012): Development of incurred reference material for improving conditions of gluten quantification. *Journal of AOA C International*, 95. 2. pp. 382-387.
- [54] Gell, Gy., Kovács, K., Molnár, I., Bugyi, Zs., Tömösközi, S., Juhász, A. (2015): Celiac disease specific prolaminnal kapcsolatos tájékoztatásra vonatkozó követelményekről.

- [55] Gell, Gy., Kovács, K., Veres, G., Korponay-Szabó, I. R., Juhász, A. (2017): Characterization of globulin storage proteins of a low prolamin cereal species in relation to celiac disease. *Scientific Report*, 7. Paper 39876. pp.10.
- [56] Koehler, P. (szerk.) (2016): Proceedings of the 29th Meeting Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity (PWG)
- [57] Immer, U, Vela, C, Méndez, E, Janssen, F (2003). PWG collaborative trial of gluten in gluten-free food through "Cocktail ELISA". In: Stern M (ed) Proceedings of the 17th Meeting Working Group Prolamin Analysis and Toxicity. October 3-6, 2002, London, UK, England. Verlag Wissenschaftliche Scripten, Zwickau, Germany, pp. 23-33.
- [58] Osman, A. A., Uhlig, H. H., Valdes, I., Amin, M., Mendez, E., Mothes, T. (2001): A monoclonal antibody that recognizes a potential coeliac-toxic repetitive pentapeptide epitope in gliadins. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 13. 10. pp. 1189-1193.
- [59] Kahlenberg, F., Méndez, E., Mothes, T. (2004): Epitope specificity of monoclonal antibody R5. In: Proceedings of the 18th Meeting of the Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity. Stern M. (Ed.). Verlag Wissenschaftliche Scripten, Zwickau, Germany. pp. 71-77.
- [60] Garcia, E., Llorente, M., Hernando, A., Kieffer, R., Wieser, H., Méndez, E. (2005): Development of a general procedure for complete extraction of gliadins for heat processed and unheated foods. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 17. 5. pp. 529-539.
- [61] Mena, M.C., Lombardia, M., Hernando, A., Mendez, E., Albar, J.P. (2012): Comprehensive analysis of gluten in processed foods using a new extraction method and a competitive ELISA based on the R5 antibody. *Talanta* 91. pp. 33-40.
- [62] Scherf, K. A., Poms, R. E. (2016): Recent developments in analytical methods for tracing gluten. *Journal of Cereal Science*, 67. pp. 112-122.
- [63] van Eckert, R., Berghofer, E., Ciclitira, P. J., Chirido, F., Denery-Papini, S., Ellis, H. J., Ferranti, P., Goodwin, P., Immer, U., Mamone, G., Méndez, E., Mothes T., Novalin, S., Osman, A., Rumbo, M., Stern, M., Thorell, L., Whim, A., Wieser, H. (2006): Towards a new gliadin reference material-isolation and characterisation. *Journal of Cereal Science*, 43. 3. pp. 331-341..
- [64] van den Broeck, H. C., America, A. H. P., Smulders, M. J. M., Bosch, D., Hamer R. J., Gilissen, L. J. W. J., van der Meer, I. M. (2009): A modified extraction protocol enables detection and quantification of celiac disease-related gluten proteins from wheat. *Journal of Chromatography B*, 877. 10. pp. 975-982.
- [65] Sturgess, R., Day, P., Ellis, H. J., Lundin, K. E. A., Gjertsen, H. A., Kontakou, M., Ciclitira, P. J. (1994): Wheat peptide challenge in coeliac disease. *Lancet*, 343. pp. 758-761.
- [66] Ellis, H. J., Rosen-Bronson, S., O'Reilly, N., Ciclitira, P. J. (1998): Measurement of gluten using a monoclonal antibody to a coeliac toxic peptide of A-gliadin. *Gut*, 43. pp. 190-195.
- [67] Bermundo Redondo, M. C., Griffin, P. B., Garzon Ransanz, M., Ellis, H. J., Ciclitira, P. J., O'Sullivan, C. K. (2005): Monoclonal antibody-based competitive assay for the sensitive detection of coeliac disease toxic prolamins. *Analytica Chimica Acta*, 551. pp. 105-114.
- [68] Morón, B., Cebolla, Á., Manyani, H., Álvarez-Maqueda, M., Megías, M., del Carmen Thomas, M., López, M., Sousa, C. (2008): Sensitive detection of cereal fractions that are toxic to celiac disease patients by using monoclonal antibodies to a main immunogenic wheat peptide. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87. pp. 405-414.
- [69] Real, A., Comino, I., Moreno, Mde L., López-Casado, M. Á., Lorite, P., Torres, M. I., Cebolla, Á., Sousa, C. (2014): Identification and in vitro reactivity of celiac immunoreactive peptides in an apparent gluten-free beer. *PLoS One*, 9. 6. e100917.
- [70] Mitea, C., Havenaar, R., Drijfhout, J. W., Edens, L., Dekking, L., Koning, F. (2008): Efficient degradation of gluten by a prolyl endoprotease in a gastrointestinal model: implications for coeliac disease. *Gut*, 57. pp. 25-32.
- [71] Commercial gluten test kit methods (2009) <https://www.slideshare.net/NuchiaFoods/gluten-test-kit-methods-usda> Hozzáférés/ Acquired: 25/05/2009
- [72] NIMA (2017) <https://nimasensor.com/gluten>
- [73] Allred, L., Ritter, B. (2016): Recognition of Gliadin and Glutenin Fractions in Four Commercial Gluten Assays. *Journal of AOAC International*, 93. 1. pp.190-196.
- [74] Boross, L., Sajgó, M. (2003): A biokémia alapjai. *Budapest: Mezőgazda Kiadó*
- [75] Ko, H. L., Henry, R. J., Graham, G. C., Fox, G. P., Chadbone, D. A., Haak, I. C. (1994): Identification of cereals using the polymerase chain reaction, *Journal of Cereal Science*, 19. 2. pp. 101-106.
- [76] Allmann, M., Candrian, U., Höfelein, C., Lüthy, J. (1993): Polymerase chain reaction (PCR): a possible alternative to immunochemical methods assuring safety and quality of food. *Lebensmittel Untersuchung und -Forschung*, 196. pp. 248-251.
- [77] Meyer, R., Candrian, U. (1996): PCR-based DNA analysis for the identification and characterization of food components. *Lebensm. -Wiss. u. -Technol.*, 29. pp. 1-9.
- [78] Köppel, E., Stadler, M., Lüthy, J., Hübner, P. (1998): Detection of wheat contamination in oats by polymerase chain reaction (PCR) and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Zeitung für Lebensm. Unters. Forsch.*, 206. pp. 399-403.
- [79] Dahinden, I., Von Büren, M., Lüthy, J. (2001): A quantitative competitive PCR system to detect contamination of wheat, barley or rye in gluten-free food for coeliac patients. *European Food Research and Technology*, 212. pp. 228-233.
- [80] Kuchta, T. (2004): DNA extraction and PCR method for the detection of gluten-containing cereals (wheat or barley or rye) in instant infant powder. MolSpec-ID Collaborative Study.
- [81] Olexová, L., Dovicovicová, L., Svec, M., Siekel, P., Kuchta, T. (2006): Detection of gluten-containing cereals in flours and "gluten-free" bakery products by polymerase chain reaction. *Food Control*, 17. pp. 234-237.
- [82] Mujico, J. R., Méndez, E. (2005): Simultaneous detection/quantification of wheat, barley and rye DNA by a new quantitative real-time PCR system, In: Stern, M. (ed.): Proceedings of the 20th Meeting of Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity, 16-18. September, Maikammer, Germany, pp. 39-45.
- [83] Delano, J., Schmidt, A. (2004): Use of an intron region of a chloroplast tRNA gene (trnL) as a target for PCR identification of specific food crops including sources of potential allergens. *Food Research International*, 37. pp. 395-402.
- [84] Terzi, V., Infascelli, F., Tudisco, R., Russo, G., Stanca, A. M., Faccioli, P. (2004): Quantitative detection of *Secale cereale* by real-time PCR amplification. *Lebensm. -Wiss. u. -Technol.*, 37. pp. 239-246.
- [85] Hernández, M., Esteve, T., Pla, M. (2005): Real-time polymerase chain reaction based assays for quantitative detection of barley, rice, sunflower and wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53. 18. pp.7003-7009.
- [86] Terzi, V., Morcia, C., Gorrini, A., Stanca, M., Shewry, P. R., Faccioli, P. (2005): DNA-based methods for identification and quantification of small grain cereal mixtures and fingerprinting of varieties. *Journal of Cereal Science*, 41. pp. 213-220.
- [87] Qi, Y., Yin, Q., Shao, Y., Li, S., Chen, H., Shen, W., Rao, J., Li, J., Li, X., Sun, Y., Li, Y., Deng, Y., Zeng, W., Zheng, S., Liu, S., Li, Y. (2018): Rapid and visual detection of *Coxiella burnetii* using recombinase polymerase amplification combined with lateral flow strips, *BioMed Research International*, Volume 2018, Article ID?6417354, pp. 1-10
- [88] Zhu, P., Gao, W., Huang, H., Jiang, J., Chen, X., Fan, J., Yan, X. (2018): Rapid detection of *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish by real-time recombinase polymerase amplification. *Food Analytical Methods*, 11. 8. pp.2076-2084.



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

Szeitzné Szabó Mária\*

Érkezett: 2018. április – Elfogadva: 2018. június

## Foszfátok<sup>1</sup> élelmiszereinkben: előnyök és kockázatok

**Kulcsszavak:** foszfor, foszfátok, adalékanyag, kockázatbecslés, EFSA

### 1. Összefoglalás

A foszfortartalmú élelmiszer-adalékanyagok az élelmiszeriparban széles körben elterjedt, engedélyezett anyagok, amelyek használata számos technológiai előnnyel jár. E vegyületeket sokáig gyakorlatilag ártalmatlannak tekintették, azonban az utóbbi időben egyre több kutatási eredmény figyelmeztet arra, hogy kiterjedt alkalmazásuk és egyre növekvő mennyiségben történő fogyasztásuk a népesség szintjén növeli egyes civilizációs ártalmak, például a szív- és érrendszeri betegségek, valamint a csontritkulás kockázatát. A közlemény megvilágítja ezen adalékanyagok engedélyezési folyamatát, a foszfátok szerepét, a kapcsolódó kutatások néhány eredményét, és javaslatokat fogalmaz meg a lehetséges kockázatok megelőzésére.

### 2. Bevezetés

A média ingerküszöbét 2017 év vége felé törte át egy szakmai háttérű hír a foszfátok bizonyos élelmiszerekben történő felhasználásának feltételezett tilalmáról. Az újsághírek szalagcímei szokás szerint túlzóak, szenzációhajhászok, félreértelmezhetők voltak (pl.: „Kinyírná az EP a döner kebabot”; „Betiltják a kebabot az Európai Unióban”, „Döner diszkriminalizáció zajlik”). A hiteles szakmai háttér feltárásához azonban kevés újságíró vette a fáradságot. A jogi vita épphogy nem a foszfátok kebabban történő használatának megtiltásáról, hanem annak lehetséges engedélyezéséről folyt. Ezt a kérdést ugyanis a vonatkozó uniós rendelet megalkotásánál kihagyták, ezért a foszfátok használata ebben a termékben nem volt jogszzerű. A szakmai vita pedig azért alakult ki, mert egyre több tudományos eredmény mutat arra, hogy a foszfortartalmú adalékanyagok növekvő mennyiségben történő használata globális szinten kedvezőtlen lehet az egészségre, így a termékkör további bővítése nem kívánatos.

### 3. A foszfor előfordulása, jelentősége

A foszfor különböző vegyületei formájában Földünkön az egyik legnagyobb mennyiségben kitermelt és felhasznált elem. A foszfor gyakorlatilag minden élőlény szervezetében megtalálható, változó mennyiségben, szerves vegyületek formájában.

Az intenzív foszforkitermelés veszélyeire, a foszforforrások kimerülésére már többen felhívták a figyelmet. Sokcélú ipari felhasználása (pl. mosóporgyártás, gyufagyártás) mellett számottevő mennyiségben alkalmazzák a mezőgazdaságban műtrágyaként, valamint adalékanyagként az élelmiszeriparban. A felhasznált foszfor természetes vizeinkbe visszajutva előnytelen környezeti hatást fejt ki azzal, hogy hozzájárul azok eutrofizálásához.

#### 3.1. A foszfor szerepe az élő szervezetekben

A foszfor szervezetünk életműködéséhez nélkülözhetetlen ásványi anyag, elsősorban a csontok és a fogak szerkezetének kialakításában játszik szerepet. Emellett azonban számtalan élettani folyamat zavartalan működéséhez járul hozzá megfelelő mennyiségben történő jelenléte, így a fehérje-, szénhidrát- és zsírsavanyagcserében, az energiatárolásban és jelátvitelben is fontos szerepet tölt be [1].

Az örökítő anyag (DNS, RNS) szerkezetében, a sejttel felépítésében, a sejtek energia-körforgásában, szabályozásban és a sav-bázis egyensúly biztosításában is nélkülözhetetlen. A szervezet foszfor-tartalmának 85%-a a csontokban és a fogakban található, 14%-a a lágyrészekben (izom, máj, szív, vese), és csupán 1%-a kering az extracelluláris folyadékban.

<sup>1</sup> Foszfátok alatt e közleményben az engedélyezett foszfortartalmú adalékanyagok (foszforsav és bizonyos mono-, di-, tri- és polifoszfátok: E-338-E341; 343; 450-452) összességét értjük.

\* Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (nyugdíjas)

A kevés számú, rendelkezésre álló humán vizsgálati eredmény szerint a szervezetbe kerülő foszfor 55-80%-a szívódik fel a belekből, aktív és passzív diffúzióval. A felszívódás mértéke függ a táplálékban levő foszfor mennyiségétől, kémiai szerkezetétől (szerves vagy szervetlen), eredetétől (állati vagy növényi), valamint a táplálékban levő egyéb komponensektől. A kiürülés elsősorban vizelettel és széklettel történik [2].

### 3.2. Alacsony és magas foszforbevitel hatása a szervezetre

Élelmiszereink elegendő foszfort tartalmaznak ahhoz, hogy normál táplálkozás esetén fedezzék a szervezet foszfátszükségletét. Kórosan alacsony vérfoszforszint (0,8 mmol/l alatt) alacsony étrendi foszforbevitel következményeként gyakorlatilag nem fordul elő, csak súlyos metabolikus zavar esetén észlelhető. Az alacsony foszforszint (hypophosphataemia) tünetei többek között az izomgyengeség, csontszövetvesztés, növekedési visszamaradás, a fogak hiányos fejlődése, angolkór, valamint csontlágylás. Magas vérfoszforszint egészséges szervezetben még jelentős étrendi foszforbevitel mellett is csak elvétve fordul elő, erre elsősorban károsodott vesefunkciójú betegeknél kell számítani. A tartósan magas foszforszint (hyperphosphataemia) állatkísérletekben a mellékpajzsmirigy másodlagos túlműködéséhez (secondary hyperparathyroidism) vezetett, és csontváz-deformitásokkal, valamint a lágy szövetekben kalciumfoszfát-meszesedés megjelenésével járt. Emberben ilyen tüneteket csak végstádiumú vesebetegeken észleltek.

A legújabb kutatások szerint azonban a magas foszforbevitel akkor is negatívan hat a szervezetre, ha egyidejűleg nem mutatható ki a vér foszforszintjének jelentős emelkedése [3]. A szervi károsodásokért ugyanis elsősorban a magas foszforbevitel által a homeosztázis visszaállítása érdekében kiváltott hormonális reakciók felelősek.

### 3.3. A foszfor-anyagcsere hormonális szabályozása

A foszfor homeosztázisa szorosan kötődik a kalciuméhoz, és bonyolult hormonális szabályozás alatt áll. Elsősorban a parathormon (parathyroid hormon, PTH), a D-vitamin/hormon (1,25(OH)<sub>2</sub>D), valamint a nem túl régóta ismert Fibroblast Growth Factor 23 (FGF 23) irányítja a csontokban, a bélben és a vesében történő körforgását, a felszívódást, beépülést illetve kiürülést. A kalcium és a foszfor aránya az egész szervezetet tekintve 1,4-1,9 között kell, hogy legyen [10], és a belső szabályozás ezen egyensúly állandóságát minden áron biztosítani igyekszik, még ha ehhez a csontokból kalciumot kell is mozgósítani. Így a hatások értékelésénél a foszforbevitel mellett a kalciumbevitelt is tekintetbe kell venni.

A magas foszforbevitel beindítja a felesleges foszfor kiürítését, a vér-foszforszint helyreállítását célzó hormonális reakciókat – elsősorban az FGF 23 fokozott termelődését – ami a tartósan magas, rendszeres foszfát-túlfogyasztás esetén az érfalak keményedéséhez, érlemezésedéshez, a bal szív kamra hipertrofiájához vezet, elősegítve a szív-érrendszeri megbetegedéseket, növelve a halálozás kockázatát [4]. Az FGF 23-nak szerepe van továbbá az un. Klotho<sup>2</sup> gén gátlásában is, mely a korai öregedéssel függ össze. A folyamat a D-vitamin és a parathormon-termelést is kedvezőtlenül befolyásolja. A vér foszforszint emelkedése a gyors kiürülés, valamint a foszfor diurnális ritmusa miatt (a legalacsonyabb foszforszint a kora reggeli órákra esik) nem minden esetben mutatható ki.

### 3.4. A foszforbevitel forrásai

Az elfogyasztott élelmiszerek foszfortartalma azok eredeti, természetes foszfortartalmából, valamint az élelmiszerekhez adott foszfortartalmú adalékanyagokból tevődik össze. Egyes gyógyszereknek is jelentős lehet a foszfortartalma, melyek egyéni szinten, a terápiától függően növelhetik a foszforbevitelt. A természetes eredetű foszfor és a mesterséges adalékanyagok felszívódása között azonban jelentős a különbség.

#### 3.4.1. Az élelmiszerek természetes foszfortartalma

A magas foszfortartalmú élelmiszerek elsősorban állati eredetűek. A bevitelhez legnagyobb mértékben a tej és tejtermékek, a húsok, a halak járulnak hozzá, ezt követik a gabonafélék és a hüvelyesek, majd a zöldségek, gyümölcsök. Az élelmiszerek foszfortartalma nem állandó, azt több tényező is befolyásolhatja. A természetben előforduló szerves foszforvegyületeket a szervezet nem tudja teljes mértékben hasznosítani, vizsgálatok szerint azok 40-60 %-a felszívódás nélkül kiürül a széklettel. A felszívódás lassú, elhúzódó, mivel a folyamat enzimes lebontás függvénye, amelynek során a foszfor felszabadul a szénkötésből. Az állati eredetű foszfor nagyobb arányban, a növényi eredetű kisebb mértékben hasznosul. A növényekben található foszfor ugyanis fitátok formájában fordul elő, amelyekből fitáz enzim hiányában nem tud felszívódni [6].

#### 3.4.2. Foszfortartalmú adalékanyagok

Az élelmiszerek természetes foszfortartalma mellett a bevitelt megnövelik a feldolgozott élelmiszerekhez használt foszfortartalmú adalékanyagok. Az élelmiszer-adalékokból származó foszfor könnyen és jól - gyakorlatilag 100%-ban - felszívódik, mivel az már szervetlen, ionizált formában van jelen, szemben az élelmiszerekben található, szerves kötésben lévő foszforvegyületekkel [7].

A foszfortartalmú adalékanyagok felhasználása az élelmiszeriparban előnyös technológiai tulajdonsá-

gaik miatt rendkívül elterjedt. Az élelmiszerek széles körében használják, nagy, és egyre növekvő mennyiségben. Alkalmazásukat szinte valamennyi élelmiszer-kategóriában, sokféle termékben engedélyezik.

### 4. Élelmiszerekkel történő foszforbevitel becslése

Az élelmiszerekkel történő foszforbevitel becslésére – pontosabb mérési eredmények hiányában – az élelmiszerfogyasztási felmérésekből származó adatok használhatók. Ezen felmérések során a lakosság statisztikailag reprezentatív hányadánál kikérdezik és feljegyzik a módszernek megfelelő számú napokon a teljes élelmiszerfogyasztási adatokat, majd ennek alapján, különböző szoftverek segítségével kiszámítják az étrend összetételét, makro- és mikrotápanyag-tartalmát.

#### 4.1. A foszfor bevitelbecslés bizonytalansága

Az élelmiszer-fogyasztási felmérések többirányú bizonytalansággal terheltek [8]. Pontatlanságok adódhatnak a megkérdezettek visszaemlékezéseiből, s ebből következően az elfogyasztott élelmiszerek mennyiségének, típusának és összetételének utólagos megállapításából. A becsléshez különböző forrásokból származó élelmiszer-összetételei adatbázisokat használnak, amelyek többnyire nem naprakész információkon alapulnak, és nagy valószínűséggel nem, vagy nem minden esetben számolnak az adalékanyagokból és az étrend-kiegészítőkből származó mikrotápanyagokkal.

A foszfortartalmú adalékanyagok használata évről-évre növekszik. A változásokat felmérésekhez használt szoftverekkel csak késésekkel tudják követni. Így az

élelmiszerfogyasztási felmérésekből származó foszforbeviteli adatokat csak tájékoztató jellegűnek tekinthetjük [9]. Valószínű, hogy ezek az adatok alábecsült foszforbevitelt jeleznek, mivel többségükben az élelmiszerek természetes számított foszfortartalmán alapulnak, nem pedig olyan tényleges méréseken, amelyek az adalékanyagokkal a szervezetbe kerülő foszfortartalmat is figyelembe vették [10]. Becslések szerint az élelmiszer-adalékanyagok miatt a bevitel jelentősen nő, amely extra bevitt már közel húsz éve is 300-1000 mg/nap közöttire (átlag 500 mg/nap) becsültek az USA-ban [11]. A lakosság táplálkozása az utóbbi évtizedekben hazánkban is jelentősen változott [12], amelyet a táplálkozási felméréseken alapuló kockázatbecsléseknél figyelembe kell venni.

### 4.2. Optimális és tényleges foszforbevitel

A megfelelő foszforbevitel (AI, Adequate Intake) az EFSA (European Food Safety Authority) szerint csecsemőknél 160 mg/nap, gyermekeknél 250 és 640 mg/nap közötti érték. Az AI-érték felnőttekre 550 mg/nap, amely a várandós és szoptató nőkre is alkalmazható [10].

Az Európai Unió 13 országából származó élelmiszer-fogyasztási adatok elemzése szerint az átlagos foszforbevitel életkoruktól függően 600-1600 mg/nap, felnőtteknél 1000-1800 mg/nap [10], szemben a megfelelőnek tartott 550 mg/nap értékkel.

A MÉBIH (Magyar Élelmiszerbiztonsági Hivatal, a NÉBIH jogelődje volt) által 2009-ben végzett élelmiszerfogyasztási vizsgálat adatai szerint a hazai felnőtt



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: TOLOKÁN Adrienn

<sup>2</sup> Klotho a mitológiai párkák egyike, akik fonják, kimérik, majd elvágják az emberi lét fonalát

férfi lakosság átlagos foszforbevitel 1300 mg/nap, míg nőknél ez az érték 1000 mg/nap. A reprezentatív felmérés adataiból jól látható, hogy a foszforbevitel a lakosság átlagában is jelentősen meghaladja a szükségletet. Emellett a lakosság kalciumbevitel is alacsonyabb a szükségesnél, ami tovább erősíti a magas foszforbevitel kedvezőtlen hatásait [13].

## 5. Foszfortartalmú élelmiszer-adalékanyagok

Az élelmiszeripar a fogyasztásra kész, illetve előkészített élelmiszerek széles körében alkalmaz foszfortartalmú adalékanyagokat, mégpedig meglehetősen nagy gyakorisággal és mennyiségben. A foszfátok széleskörű felhasználásának oka azok élelmiszer-technológiai hasznossága és sokirányú alkalmazhatósága. A foszfortartalmú adalékanyag szerepe lehet többek között: emulgeáló só, emulgeáló szer, kelátképző anyag, lisztkezelő szer, nedvesítő szer, savanyúságot szabályozó anyag, stabilizátor, sűrítőanyag, szilárdító anyag, térfogatnövelő szer. Az élelmiszerekben mutatott előnyös tulajdonságaira az **1. táblázat** mutat be példákat.

1. táblázat. Példák foszfortartalmú adalékanyagok szerepére élelmiszerekben  
Table 1 Examples of phosphorus-containing additives in foods

Tej-, hal- és hústermékek <i>Dairy, fish and meat products</i>	Stabilizátorként segítik a vízmegkötést <i>Help the binding of water as stabilizers</i>
Hal és tenger gyümölcsei termékek <i>Fish and seafood products</i>	Csökkentik a tárolás során a csepegési veszteséget, segítenek megtartani a termék „szaftosságát” <i>Reduce drip loss during storage, help maintain product „juiciness”</i>
Tejporok előállítása <i>Milk powder production</i>	Megakadályozzák a fehérje koagulálást <i>Prevent protein coagulation</i>
Ömlesztett sajtok <i>Processed cheese</i>	Emulgeálószer <i>Emulsifiers</i>
Lisztek <i>Flours</i>	Lisztjavító, térfogatnövelő, csomósodás gátló hatás <i>Flour improvers, raising agents, anti-caking agents</i>
Üdítő italok, dzsemek, sajtok, sörök <i>Soft drinks, jams, cheese, beer</i>	Savanyúságot szabályozó hatás <i>Acidity regulators</i>
Előkészített húskok, pácolt húskok <i>Prepared meat, marinated meat</i>	Tömegnövelő, vízmegkötést segítő hatás <i>Weight increasing, water binding effect</i>

2. táblázat. Az Európai Unióban engedélyezett foszfortartalmú élelmiszer-adalékanyagok  
Table 2 Phosphorus-containing food additives authorized in the European Union

Adalékanyag E-száma <i>E number of additive</i>	Megnevezése <i>Name</i>
E 338	Foszforsav / <i>Phosphoric acid</i>
E 339	Nátrium-foszfátok / <i>Sodium phosphates</i>
E 340	Kálium-foszfátok / <i>Potassium phosphates</i>
E 341	Kalcium-foszfátok / <i>Calcium phosphates</i>
E-343	Magnézium-foszfátok / <i>Magnesium phosphates</i>
E 450	Difoszfátok / <i>Diphosphates</i>
E 451	Trifoszfátok / <i>Triphosphates</i>
E 452	Polifoszfátok / <i>Polyphosphates</i>

## 5.1. Az adalékanyagok engedélyezése

Az adalékanyagok használatát engedélyhez kötik. Az engedélyezés során meghatározzák, milyen termékekben, és milyen mennyiségben használhatják az adott adalékanyagot. Abban az esetben, ha a vizsgált anyag valamennyi elfogyasztott termékéből származó összbevitel nem haladja meg a megengedhető napi beviteli értéket (beleértve a természetes forrásból származó és a szándékosan hozzáadott anyagokat is), az egészséget nem veszélyezteti.

### 5.1.1. Adalékanyagok megengedhető napi beviteli értékének megállapítása

Ahhoz, hogy egyes termékekre megállapíthassák az alkalmazható adalékanyag határértékét, elsősorban arra van szükség, hogy ismerjük a szóban forgó anyag megengedhető napi bevitelét (ADI, Acceptable Daily Intake), illetve a kockázatosabbnak tűnő, vagy kevésbé vizsgált anyag esetében elviselhető napi beviteli értékét (TDI, Tolerable Daily Intake). Az ADI/TDI érték azt jelenti, hogy ezt a mennyiséget

naponta, valamennyi tekintetbe vehető forrásból, a teljes élethossz során elfogyaszthatjuk anélkül, hogy egészségi ártalmat okozna. Az ADI/TDI érték megállapítása a kockázatbecslési módszerekkel történik.

Különösen nagy felelősség az adalékanyagok kockázatbecslése során, hogy ezeket a vegyi anyagokat szándékosan adjuk hozzá az élelmiszerekhez, és így bizonyos, hogy rendszeresen szervezetünkbe kerülnek. Az ADI/TDI érték megállapításához az illetékes kockázatbecslő intézmények (pl. JECFA<sup>3</sup>, EFSA) áttanulmányozzák a rendelkezésükre álló tudományos kísérleti eredményeket. Az eljárás lényege az, hogy a legérzékenyebb melegvérű állatfajra kifejtett legcsekélyebb ártalmas („adverz”) hatást okozó mennyiséget veszik alapul, és egy biztonsági faktortal elosztva, a hatást kiváltó mennyiség töredékét (többnyire század részét) tekintik emberre vonatkozóan ADI, illetve TDI értéknek.

<sup>3</sup> **JECFA** (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) a Mezőgazdasági és Élelmiszerügyi Világszervezet (FAO; Food and Agricultural Organization) és az Egészségügyi Világszervezet (WHO; World Health Organization) által közösen fenntartott és működtetett, adalékanyagokkal és kémiai élelmiszerbiztonsági kérdésekkel foglalkozó tudományos szakértői testület.

3. táblázat. Élelmiszerek, melyekben foszfortartalmú adalékanyag felhasználása engedélyezett  
Table 3 Foods in which the use of phosphorus-containing additives is permitted

Élelmiszer* / <i>Food*</i>	Határérték mg/kg** / <i>Limit value mg/kg**</i>
Alkoholos (gyümölcsbor) és nem alkoholos italok (pl. cola) <i>Alcoholic (fruit wine) and non-alcoholic beverages (e.g., coke)</i>	500-20000
Sajtok / <i>Cheese</i>	2000-20000
Halak és tenger gyümölcsei termékek / <i>Fish and seafood products</i>	5000
Levesek, mártások / <i>Soups, sauces</i>	3000-5000
Tojáslé / <i>Liquid egg</i>	10000
Feldolgozott húskok, felvágottak / <i>Processed meat, cold cuts</i>	5000
Finompékárúk / <i>Fine bakery products</i>	20000
Kávéfehérítők / <i>Coffee whiteners</i>	30000
UHT és sterilizált tejtermékek / <i>UHT and sterilized dairy products</i>	1000
Lisztek / <i>Flours</i>	2500-20000
Desszertek / <i>Desserts</i>	3000-7000
Tejporok / <i>Milk powders</i>	2500
Burgonyatermékek, fagyasztott hasábburgonya <i>Potato products, frozen French fries</i>	5000
Gyorsfagyasztott halak / <i>Quick frozen fish</i>	5000
Só (csomósodásgátló) / <i>Salt (anti-caking agent)</i>	10000
Bébiételek, kisgyermekeknek szánt ételek <i>Baby foods, foods intended for infants</i>	1000
Diétás, testtömeg-csökkentő, gluténmentes élelmiszerek <i>Diet, weight-loss or gluten-free foods</i>	5000
Étrend-kiegészítők / <i>Dietary supplements</i>	„quantum satis”
Reggeli gabonapelyhek / <i>Breakfast cereals</i>	5000
Snack-ek / <i>Snacks</i>	5000

\*Az élelmiszertípusok pontos megnevezése, a hozzájuk tartozó mennyiséggel a hivatkozott rendeletben található.

\*\*P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ben számítva.

\*The exact description of the food types and the corresponding amounts are contained in the referenced decree.

\*\*Calculated in P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

A foszfor esetében a legmagasabb elviselhető napi foszfor mennyiségét (MTDI, Maximum Tolerable Daily Intake) az EFSA elődjeként emlegetett SCF (Scientific Committee of Food) ; még 1990-ben 70 mg/testtömegkg-ban állapította meg. A becsléshez a JECFA által 1982-ben elvégzett kockázatbecslését vették alapul [14].

Az aggályos vegyületekre vonatkozó biztonsági értékelést időről időre meg kell ismételni az új tudományos eredmények tükrében. Az EFSA jelenleg is végzi a foszfátok újraértékelését. E felülvizsgálattal kapcsolatban 2017 júniusában nyilvános felhívást tett közzé, amelyben az érintett felektől (pl. kormányzatok, érintett szervezetek, egyetemek, kutatóintézetek, élelmiszeriparok) bekérte az aktuális toxikológiai, vizsgálati eredményeket és technológiai adatokat [15].

### 5.1.2. Az egyes élelmiszercsoportokra vonatkozó jogszabályi határértékek megállapítása

Mivel az ADI/TDI érték a szóban forgó anyagnak valamennyi forrásból szervezetünkbe bejutó összességére vonatkozik, fel kell mérni, hogy a lakosság milyen mennyiségben fogyaszt olyan élelmiszereket, amelyekben várhatóan alkalmazzák a vizsgált adalékanyagot, figyelembe véve az élelmiszerek természetes foszfortartalmát, és a technológiailag indokolt foszfátok koncentrációját is. Ezt követően tesznek javaslatot az egyes élelmiszercsoportokra vonatkozó határértékekre, amelyeknek véglegesítése már az ún. kockázatkezelők (döntéshozók, jogszabályalkotók) feladata, mivel itt többféle (ipari, kereskedelmi) érdeket is figyelembe kell/lehet venni. A szabályozást időről időre felül kell vizsgálni, mivel megnövekedhet az érintett élelmiszerek fogyasztása, vagy az élelmiszerek előállítói új élelmiszercsoportokban is szeretnék alkalmazni az adott adalékanyagot [16]. Ez történik napjainkban a foszfátok tekintetében is: egyrészt jelentősen megnőtt a fogyasztás, másrészt további élelmiszerekre (jelen esetben kebabra, hivatalos definícióval: „független nyárson süntendő fagyasztott húskokban történő felhasználásra”) is szeretnék engedélyeztetni a foszfátok alkalmazását.

### 5.1.3. Jelenlegi határértékek az Európai Unióban

A vonatkozó uniós élelmiszerszabályozás [17] szerint foszfortartalmú adalékanyagok gyakorlatilag valamennyi élelmiszerkategóriában, ezeken belül sokféle termékben, viszonylag nagy mennyiségekben engedélyezettek. Az élelmiszerekben használatra engedélyezett foszfortartalmú adalékanyagok nevét és E-számát a **2. táblázat** tartalmazza.

A foszfátok élelmiszeripari adalékként történő felhasználására a **3. táblázatban** található néhány példa, a teljesség igénye nélkül. Ebből is érzékelhető, hogy sokféle termékben, és jelentős mennyiségben

számíthatunk ezen adalékanyagok jelenlétére. Természetesen az, hogy a használat engedélyezett, nem jelenti azt, hogy ténylegesen fel is használják az adott termékben. Erről az élelmiszerek jelölése ad tájékoztatást.

## 6. Jelölés, ellenőrzés

Az Európai Unióban, így hazánkban is szigorú szabályozás alá esnek az élelmiszerek mind jelölés, mind ellenőrzés tekintetében. A rendelkezésre álló ellenőrzési kapacitásokat ideális esetben a kockázatosság figyelembe vételével hasznosítják.

### 6.1. Jelölési szabályok

Az európai uniós szabályozás megköveteli, hogy az élelmiszer-adalékanyagokat a termékek csomagolásán jelölni kell, vagy E-számukkal, vagy szövegszerű megfogalmazással (funkciójuk és kémiai nevük megadásával). Csomagolatlan élelmiszerek esetén azonban ez az információ nem áll rendelkezésre; így nem tudatosulhat, hogy pl. a finompékárúk, kenyerek, vagy a csemegepultból csomagolatlan formában vásárolt felvágottak, sajtok milyen adalékanyagokat tartalmaznak.

Az alkalmazott adalékanyagok mennyiségét illetően pedig a fogyasztók számára nincs lehetőség információ szerzésére, csak az élelmiszer-vállalkozó/importőr iránti bizalom marad, és az a hit, hogy az szabályok betartását a hatóságok ellenőrzik.

### 6.2. Élelmiszer-adalékanyagok hatósági ellenőrzése

A foszfortartalmú adalékanyagok előírás szerinti adagolásának hatósági ellenőrzése laboratóriumi vizsgálattal, valamint hazai gyártó esetében a gyártástechnológia és a gyártmánylap egybevetésével lehetséges. A laboratóriumi vizsgálat eredményének

értelmezését többek közt az is nehezíti, hogy el kell dönteni, a mért foszformennyiség milyen mértékben származik a hozzáadott adalékanyagból, illetve az adott élelmiszer-nyersanyag eredeti természetes foszfortartalmából. A foszfortartalmú adalékanyagok hatósági ellenőrzése és laboratóriumi vizsgálata – a foszfor jelenleg vélelmezett relatív ártalmatlanságát is figyelembe véve – mindezekig valószínűleg nem tartozott az élelmiszerellenőrzés prioritásai közé.

## 7. Fokozott foszforbevitel lehetséges kockázatai

Ahogy minden szervezetbe kerülő anyagnál, így a foszfornál is igaz, hogy ha a bevitel meghalad egy bizonyos értéket, kedvezőtlen hatások jelentkezhetnek. Ezeket az egészséges szervezet egy ideig kompenzálni tudja, a sérült funkciójú szervek azonban kevésbé tudják kivédeni az ártalmakat.

### 7.1. Foszforbevitel egészségkockázata vesebetegeknél

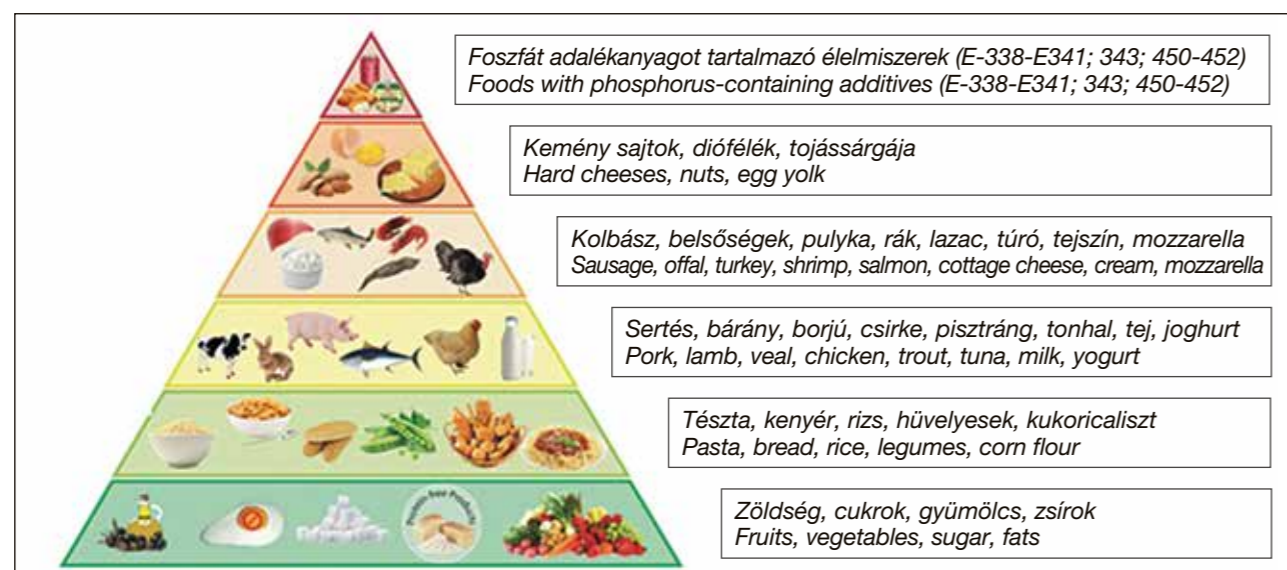
Egészséges személyben a felesleges foszfor a vesén keresztül kiürül. Csökkent veseműködés esetében azonban ez a funkció sérül, ezért a vesebetegek esetében fokozott figyelmet kell szentelni a magas foszfortartalom elkerülésére, megelőzésére, kivédésére.

Régóta ismert, hogy a tartósan magas szérumszintű foszfor a mellékpajzsmirigy túlműködéséhez, csontvázdeformitásokhoz, légyszöveti meszesedéshez, szív- és érrendszeri problémákhoz, érlemezéshez vezethet, és jelentősen növeli a halálozási kockázatot. Ezért a vesebetegeknek adott diétás tanácsadók nagy hangsúlyt helyeznek az étrendi foszforbevitel lehető legalacsonyabban tartására, ezen belül is a foszfortartalmú adalékanyagokat tartalmazó élelmiszerek kerülésére. Súlyos vesebetegeknél foszforlekedő hatású gyógyszerekkel is igyekeznek a káros hatásokat csökkenteni. A vesebetegeknek adott étrendi tanácsokat piramis formában is megjelölték [18], amelyből látható, hogy a leginkább kerülendő élelmiszerek azok, amelyek foszfortartalmú adalékanyagokat tartalmaznak (**1. ábra**). Az ilyen élelmiszerek fogyasztásának elkerülése azonban jelenleg nem könnyű feladat, mivel a kereskedelmi forgalomba kerülő feldolgozott élelmiszerek jelentős része tartalmaz foszfátokat.

Azt gondolnánk, és az a gyakorlat is, hogy az élelmiszer-szabályozásnak és az élelmiszer-előállításnak – a kötelező jelölési előírások betartásától eltekintve – nem kell figyelemmel lennie az egyes speciális egészségi problémával küzdők igényeire. A vesebetegek száma azonban világszerte jelentős,



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: TOLOKÁN Adrienn



1. ábra. Élelmiszer-piramis vesebetegeknek  
Figure 1 Food pyramid for kidney disease



és sajnos az sem eléggé ismert tény, hogy a vesebetegség hazánkban is népbetegségnek tekinthető. A Nemzeti Veseprogram adatai szerint ma hazánkban közel egymillió a krónikus vesebetegek száma, és körülbelül tizenötezren vannak azok, akiket dialízissel tartanak életben, vagy már átültetett vesével élnek. A vesepótló kezelésben (művese) részesülők száma évente 6 %-kal növekszik [19]. Ez az arány a lakosság olyan nagy arányát jelenti, amelyre már figyelemmel kell(ene) lennie az élelmiszerszabályozásban érdekelt szervezeteknek és az élelmiszeriparnak is, különös tekintettel a még nem diagnosztizált, és a túlzott foszforbevitel hátrányait nem ismerő potenciális betegekre, valamint arra, hogy a feldolgozott élelmiszerek között elvétve lehet hozzáadott foszfátmentes változatot találni.

## 7.2. Túlzott foszforbevitel hatása az átlag lakosságra

Az már régóta köztudott, hogy a vesebetegek halálozása és a foszfátszint emelkedése között összefüggés van, ám csak az elmúlt néhány évben kapott nagyobb nyilvánosságot az, hogy a túlzott foszfátbevitel az egészséges szervezetben is növeli a szív- és érrendszeri betegségek kockázatát [20].

Az FDA kutatócsoportja 2013-ban Mona S. Calvo vezetésével átfogó közleményben összegezte az élelmiszerek emelkedett foszfortartalmának egészségi kihatásait [21]. Ebben kiemelik, hogy az emelkedett foszforbevitel egészséges személyekben is megbontja a foszfor és kalcium szabályozását szolgáló hormonális homeosztázist, károsítja a szöveteket,

hozzájárul a szív- és érrendszeri megbetegedések kialakulásához, az érlemezésedéshez, ér-belhártyasérülésekhez, vesekárosodáshoz, a csontállomány vesztéséhez, csontritkuláshoz, és az öregedési folyamat felgyorsulásához.

A fokozott foszforbevitel a csontok egészséges állapotára is kockázatot jelenthet [22]. Egy serdülők között végzett vizsgálat szerint például a csonttörések gyakorisága szignifikáns összefüggést mutatott a foszforsavtartalmú kólafélék fogyasztásával [23].

Vélelmezhető, hogy a foszfortartalmú adalékanyagok egyre jelentősebb térhódítása a feldolgozott élelmiszerekben népegészségügyi szinten, az össz-lakosság tekintetében is negatív hatású lehet. Mindez akkor is igaz, ha az emelkedett foszforbevitel a vese még ép kiválasztó funkciójának köszönhetően nem, vagy nem mindig jelenik meg a megemelkedett szérumszintben, mivel a károsodásokat maguk a foszforegyensúly megtartásának érdekében aktiválódó hormonhatású anyagok indítják be.

Német kutatók Ebenhard Ritz vezetésével a rendelkezésre álló kutatási eredmények és közlemények áttekintésével szintén arra a következtetésre jutottak, hogy az egyre jelentősebb mennyiségben szervezetbe jutó foszfortartalmú adalékanyagok populációs szinten is hozzájárulnak a szív- és érrendszeri halálozás növekedéséhez, és aggodalomra adnak okot [24]. Főleg azok tartoznak a magas kockázatú csoportokba, akik nagyobb mennyiségben fogyasztanak feldolgozott élelmiszereket, gyorsételeket.



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Pixabay

## 7.3. Szabályozási kezdeményezések az Unióban

Mindezen eredmények és közlemények hatására az Európai Bizottság (European Commission) azzal a kérelemmel fordult a független Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) felé, hogy végezzen tudományos elemzést annak megítélésére, van-e összefüggés a magas foszfát-adalékanyag fogyasztás, és az átlag lakosság emelkedett szív-érrendszeri kockázata között [25].

Az EFSA válaszában elismerte a tényeket, azonban kiemelte, egyelőre nem látja bizonyítottnak az ok-okozati összefüggést, valamint további vizsgálatokat tart szükségesnek annak megállapítására, hogy a kedvezőtlen hatás egyedül a foszfortartalmú adalékanyagoknak, vagy a nagyobb mennyiségben foszfortartalmú ételeket tartalmazó étrendnek köszönhető-e. Jelzi továbbá, hogy kiemelt feladatnak tekinti a foszfortartalmú adalékanyagok újraértékelését, amely 2018. december 31-ig történik meg [26].

A kutatások és szakmai viták még nem jutottak nyugvópontra, és folyamatosan jelennek meg újabb és újabb tanulmányok. 2017-ben az Institute of Food Technologists 116 oldalas átfogó értékelést tett közzé a témában megjelent 110 eredeti közleményből [27]. Ebben nem csak a módszereket és eredményeket tekinti át, hanem azokat a bizonytalansági tényezőket is, amelyek nehezítik az egzakt megítélést.

## 8. Következtetések

Az eddigi kutatásokból, közleményekből, tapasztalatokból levonható következtetések:

- A magas foszfátbevitel vesebetegekben károsítja a szívet, az érrendszert és a csontrendszert, valamint növeli a korai halálozás kockázatát. Hazánkban közel egymillió vesebeteg érintett.
- Egyre több kutató szerint a magas foszforbevitel kedvezőtlen hatásai az egészséges lakosságban is érvényesülnek, még akkor is, ha emelkedett szérumszint nem mutatható ki.
- A szervezet a foszfor- és a kalciumszint egyensúlyára törekszik. Az egészségkárosodás kockázata alacsony kalciumbevitel esetén fokozott. Hazánkban a lakosság a szükségesnél több foszfort és kevesebb kalciumot visz be a táplálékkal.
- A foszfortartalmú adalékanyagok használata és az ezekkel készült élelmiszerek fogyasztása jelentős, és emelkedő tendenciát mutat.
- A felhasznált adalékanyagokat az összetevők közt fel kell ugyan tüntetni, de csomagolatlan élelmiszerek esetében ez az információ nem áll rendelkezésre, valamint a mennyiség tekintetében a címke nem ad információt. Az élelmiszereken a foszfortartalom feltüntetése nem kötelező.
- A rendelkezésre álló élelmiszer-összetételi adatbázisok a foszfortartalom tekintetében általában

nem pontosak és nem naprakészek, különös tekintettel a foszfortartalmú adalékanyagokból származó terhelésre, így valószínűleg a jelenlegi foszforbeviteli adatokat alábecsülték.

- Az élelmiszerek foszfortartalma sem a lakossági felvilágosítás, sem az élelmiszeripari termékfejlesztés, sem a hatósági ellenőrzés szempontjából egyelőre még nem kiemelt jelentőségű.

## 9. Javaslatok

Ritz és munkatársai említett közleményükben [24] úgy ítélik meg, hogy indokolt lenne azonnal megtenni a kezdeti lépéseket a helyzet javítása érdekében. Véleményük szerint az orvosokat és a lakosságot tájékoztatni kell arról, hogy az élelmiszerekhez hozzáadott foszfátok károsak az egészségre. Ahogyan napjainkban a lakosság már jól ismeri a túlzott mennyiségű konyhasó fogyasztásának egészségkárosító hatását, ugyanúgy a foszfátartalom tekintetében is szükség lenne egy felvilágosító kampányra. Ezen felül szükség van az élelmiszerek jelölésén a hozzáadott foszfortartalom feltüntetésére, amelyet könnyen érthető jelölésekkel kiegészítve a fogyasztó számára jelezni lehetne, hogy a termék kevés, közepes, vagy nagy mennyiségű hozzáadott foszfátot tartalmaz. A kutatócsoport véleménye szerint az ismeretek terjesztéséhez igénybe kell venni a tömegtájékoztatási eszközöket is.

Ehhez a kormányzat, az élelmiszeripar, az egészségügyi, élelmiszerbiztonsági és fogyasztóvédelmi szervezetek együttműködése szükséges. Ha elindul a széleskörű tájékoztatás, a felvilágosítást oly módon kell megvalósítani, hogy az szakmailag hiteles és pontos legyen. Lényeges, hogy a felvilágosítás és tájékoztatás a laikusok számára is érthető legyen, ugyanakkor a fogyasztó gondolkodásában ne ébresszen szükségtelen ellenérzést vagy pánikreakciót általában az adalékanyagokkal és az iparilag feldolgozott élelmiszerekkel szemben.

Remélhetőleg a foszfortartalmú adalékanyagok EFSA által folyamatban levő újraértékelése választ ad a még tisztázatlan kérdésekre, és hiteles, tudományosan megalapozott javaslatokkal fogja segíteni a lakosság egészségi állapotának javítását célzó kezdeményezéseket, intézkedéseket.

# Phosphates<sup>1</sup> in our foods: benefits and risks

**Keywords:** phosphorus, additive, risk assessment, EFSA

## 1. Summary

Phosphorus-containing food additives are authorized substances widely used in the food industry, the use of which has many technological advantages. For a long time, these compounds had been regarded as practically harmless, however, recently more and more research results warn us that their extensive use and increasing consumption increases the risk of certain civilization hazards, such as cardiovascular diseases and osteoporosis at the population level. This publication clarifies the authorization process of these additives and the role of phosphates, presents some results of related research and formulates recommendations to prevent potential risks.

## 2. Introduction

Towards the end of 2017, the media threshold was reached by a news article of professional background about the possible ban on the use of phosphates in certain foods. As usual, news headlines were exaggerated, sensationalist and easy to misunderstand (e.g. „EP would kill doner kebab“; „Kebab is banned in the European Union“, „Doner discrimination taking place“). However, only a few journalists took the trouble to uncover the credible professional background. The legal dispute was not about prohibiting the use of phosphates in kebab, but about its possible authorization. The reason for this was that the issue had been omitted when drafting the relevant EU regulation, therefore, the use of phosphates in this product was not lawful. A professional debate emerged, because more and more scientific evidence suggests that the increasing use of phosphorus-containing additives may have a negative impact on health at the global level, and so further expansion of the product range is not desirable.

## 3. Occurrence and significance of phosphorus

In the form of its various compounds, phosphorus is one of the elements mined and used in the largest quantities on Earth. Phosphorus can be found in the body of practically all living organisms in varying amounts, in the form of organic compounds.

Attention has already been drawn by many people to the dangers of intensive phosphorus mining and to the exhaustion of phosphorus sources. In addition to its multi-purpose industrial use (e.g., detergent production, the manufacture of matches), it is also used in significant quantities in agriculture as a fertilizer, and as an additive in the food industry. By entering our natural waters, the phosphorus used has an unfavorable environmental impact by contributing to the eutrophication of water bodies.

### 3.1. The role of phosphorus in living organisms

Phosphorus is a mineral that is indispensable for the functioning of our bodies, playing a role mainly in the formation of bones and teeth. In addition, its presence in adequate amounts also contributes to the smooth operation of countless physiological processes, thus it plays an important role in protein, carbohydrate and fat metabolism, energy storage and signal transmission [1].

It is also indispensable in the structure of heritable material (DNA, RNA), in cell wall construction, in the energy cycle of cells, in regulation and in maintaining acid-base balance. 85% of the body's phosphorus content is found in the bones and teeth, 14% is found in the soft tissues (muscle, liver, kidney), and only 1% circulates in the extracellular fluid.

According to the few available human studies, 55 to 80% of the phosphorus in the body is absorbed from the intestines, through active or passive diffusion. The degree of absorption depends on the amount of phosphorus in the food, its chemical structure (organic or inorganic), its origin (animal or plant), and also on the other components in the diet. Excretion mainly happens with the urine and the faeces [2].

### 3.2. The effect of low and high phosphorus intake on the body

In the case of a normal diet, our foods contain enough phosphorus to cover the body's phosphate needs. Abnormally low blood phosphorus levels (below 0.8 mmol/l) practically cannot be observed as a result of low dietary phosphorus intake, only in the case of a severe metabolic disorder. Symptoms of low phosphorus levels (hypophosphataemia) include muscle weakness, bone loss, growth retardation, inadequate development of teeth, rickets and osteomalacia. High phosphorus levels in healthy organisms occur only rarely, even in the case of a significant dietary phosphorus intake, it can mainly be expected in patients with impaired renal function. Permanently high levels of phosphorus (hyperphosphataemia) have led to secondary hyperparathyroidism in animal studies, and was accompanied by skeletal deformities and calcium phosphate calcification in the soft tissues. Such symptoms in humans were only found in patients with end-stage renal disease.

However, recent research has shown that a high phosphorus intake will also have a negative effect on the body even when a significant increase in blood phosphorus levels cannot be detected at the same time [3]. The reason for this is that, for organ damage, mainly the hormonal reaction triggered by the high phosphorus intake to restore homeostasis are responsible.

### 3.3. Hormonal regulation of phosphorus metabolism

Phosphorus homeostasis is closely related to that of calcium and is under a complex hormonal regulation. Its cycle in the bones, intestines and kidneys, its absorption and excretion is controlled primarily by the parathyroid hormone (PTH), vitamin D/hormone (1,25(OH)<sub>2</sub>D), and the not long known Fibroblast Growth Factor 23 (FGF 23). For the entire body, the ration of calcium to phosphorus has to be between 1.4 and 1.9 [10], and the internal regulation seeks to achieve this balance at any cost, even if it is necessary to mobilize calcium from the bones. Thus, during the assessment of the effects, in addition to phosphorus intake, calcium intake has to be taken into consideration as well.

A high phosphorus intake triggers the elimination of excess phosphorus, hormonal reactions aimed at restoring blood phosphorus levels, primarily the increased production of FGF 23, which leads to the hardening of the wall of blood vessels, atherosclerosis and the hypertrophy of the left ventricle in the case of a prolonged, excessive consumption of phosphorus, contributing to cardiovascular disease and increasing the risk of death [4]. FGF 23 also has a role in the inhibition of the so-called Klotho<sup>2</sup> gene, which is related to premature aging. The process also has an adverse effect on the production of vitamin D and PTH. Increased blood phosphorus levels cannot always be detected because of rapid excretion and the diurnal rhythm of phosphorus (phosphorus levels are lowest in the early morning hours).

### 3.4. Sources of phosphorus intake

The phosphorus content of the foods consumed comes from their original, natural phosphorus content and from the phosphorus-containing additives added to foodstuffs. Some drugs may also have a significant phosphorus content, which can increase phosphorus levels on an individual level, depending on the therapy. There is, however, a significant difference between the absorption of phosphorus of natural origin and that of artificial additives.

#### 3.4.1. Natural phosphorus content of foods

Foods with a high phosphorus content are primarily of animal origin. Milk and dairy products, meats and fish contribute to the intake to the greatest extent, followed by cereals and legumes, then fruits and vegetables. The phosphorus content of foods is not constant, and may be influenced by several factors. Naturally occurring organic phosphorus compounds cannot be fully utilized by the body, according to studies, 40 to 60% of them are eliminated with the faeces without absorption. Absorption is a slow, prolonged process, because it is a function of an enzymatic degradation, during which phosphorus is released from the bond with carbon. Phosphorus of animal origin is utilized to a greater extent, while phosphorus of plant origin is utilized less efficiently. The reason for this is that the phosphorus found in plants is present in the form of phytates, from which it cannot be absorbed in the absence of phytase enzymes [6].

#### 3.4.2. Phosphorus-containing additives

In addition to the natural phosphorus content of foods, the intake is increased by the phosphorus-containing additives used in processed foods. Phosphorus from food additives is absorbed easily and well, virtually in 100%, because it is already present in an inorganic, ionized form, as opposed to the organic phosphorus compounds found in foods [7].

<sup>1</sup> By phosphates, in this publication, all of the authorized phosphorus-containing additives (phosphoric acid and certain mono-, di-, tri- and polyphosphates: E-338-E341; 343; 450-452) are meant.

\* National Food Chain Safety Office (retired)

<sup>2</sup> Clotho is one of the mythological Fates who spin, draw out and cut the thread of life

The use of phosphorus-containing additives is extremely widespread in the food industry because of their favorable technological properties. They are used in a wide variety of foods in large, and ever increasing quantities. Their use is authorized in a variety of products, in almost all food categories.

#### 4. Estimation of phosphorus intake with food

To estimate phosphorus intake with food, in the absence of more accurate measurement results, data from food consumption surveys can be used. During these surveys, a statistically representative fraction of the population is interviewed, total food consumption data for the number of days specified by the method are recorded, and based on this, using different software, the composition, as well as the macro- and micronutrient content of the diet is calculated.

##### 4.1. Uncertainty of phosphorus intake estimation

Food consumption surveys are burdened with a number of uncertainties [8]. Inaccuracies may arise from the recollections of the respondents and, consequently, from the subsequent determination of the quantity, type and composition of the food consumed. For the estimation, food composition databases from different sources are used, which are usually not based on up-to-date information and, with a high probability, they do not, or not in all cases, take micronutrients from additives and dietary supplements into account.

The use of phosphorus-containing additives increases year by year, however, changes can only be followed by the software used for the surveys with a certain delay. Thus, phosphorus intake data from food consumption surveys can only be considered as indicative [9]. It is likely that these data indicate an underestimated phosphorus intake, as most of them are based on the calculated natural phosphorus content of foods, rather than on actual measurements that take into account the phosphorus content entering the body with the additives [10]. It is estimated that food additives increase the intake significantly, and the extra intake in the USA was estimated to be between 300 and 1,000 mg/day (on average, 500 mg/day) already twenty years ago [11]. The diet of the population has changed significantly over the last decades in Hungary as well [12], which should be taken into account in risk assessments based on food consumption surveys.

##### 4.2. Optimal and actual phosphorus intake

According to the European Food Safety Authority (EFSA), the adequate intake (AI) of phosphorus is 160 mg/day for infants and 250 to 640 mg/day for children. The AI value for adults is 550 mg/day, which can be applied to pregnant and lactating women as well [10].

According to the analysis of food consumption data from 13 EU countries, the average phosphorus intake is 600-1,600 mg/day, depending on the age, 1,000-1,800 mg/day for adults [10], compared to the 550 mg/day value considered to be adequate.

According to the food consumption survey conducted by MÉBIH (the Hungarian Food Safety Office, the predecessor of NÉBIH) in 2009, the average phosphorus intake of the Hungarian population was 1,300 mg/day, while for women the value was 1,000 mg/day. Data of the representative survey clearly show that the average phosphorus intake exceeds the need significantly. In addition, the calcium intake of the population is lower than what is needed, which further enhances the adverse effects of the high phosphorus intake [13].

#### 5. Phosphorus-containing food additives

Phosphorus-containing additives are used by the food industry in a wide range of ready-to-eat or prepared foods, with a fairly high frequency and quantity. The reason for the widespread use of phosphates is their food technological usefulness and multipurpose applicability. The roles of phosphorus-containing additives may include, but not limited to: emulsifying salt, emulsifying agent, chelating agent, flour treatment agent, wetting agent, acidity regulator, stabilizer, thickener, hardening agent, raising agent. Examples of their beneficial properties in foods are shown in *Table 1*.

##### 5.1. Authorization of additives

The use of additives is subject to authorization. During the authorization process, it is determined in what kind of products and in what quantities the given additive can be used. In the case where the total intake of the given substance from all the products consumed does not exceed the acceptable daily intake (including natural and intentionally added substances), then it does not endanger health.

##### 5.1.1. Determination of the acceptable daily intake values of additives

In order to determine the applicable additive limit value for certain products, what is needed first and foremost is to know the acceptable daily intake (ADI) of the substance in question, or its tolerable daily intake (TDI) in case of a substance that seems to be more risky or is less investigated. ADI/TDI values mean that this amount can be consumed daily, from all sources to be considered, throughout our entire life, without it causing a health hazard. The ADI/TDI value is determined by risk assessment methods.

The fact that these chemical substances are added to foods deliberately and, therefore, it is certain that they will enter our bodies regularly means a particularly great responsibility during the risk

assessment of additives. To determine the ADI/TDI value, available scientific experimental results are reviewed by the relevant risk assessment institutions (e.g., JECFA<sup>3</sup>, EFSA). The essence of this process is that the least amount causing adverse effect on the most sensitive warm-blooded species is taken, it is divided by a safety factor, and this fraction (usually one hundredth) of the amount exerting an effect is considered to be the ADI or TDI for humans.

In the case of phosphorus, the maximum tolerable daily intake (MTDI) was determined in 1990 as 70 mg/kg body weight) by the predecessor of EFSA, the Scientific Committee of Food (SCF). This estimate was based on JECFA's risk assessment carried out in 1982 [14].

The safety assessment of compounds of concern has to be repeated from time to time in the light of new scientific findings. Phosphates are being reevaluated currently by EFSA. In connection with this reevaluation, a public call was announced in June 2017, requesting current toxicological and analytical results, as well as technological data from stakeholders (e.g., governments, relevant organizations, universities, research institutes, food enterprises) [15].

##### 5.1.2. Determination of the legal limit values for the individual food groups

Since the ADI/TDI value refers to the total intake of the substance in question from all sources, it is necessary to assess the extent to which the population consumes foods that are expected to use the additive in question, taking into account the natural phosphorus content of foods and the technologically justified phosphate concentration. Following this, limit values for the individual food groups are proposed, the finalization of which is the task of so-called risk managers (decision makers, lawmakers), as here several different interests (industrial, commercial) has to/may be taken into consideration. From time to time, the regulation has to be reviewed, because the consumption of the foodstuffs concerned may increase or food producers may want to apply the given additive in new food groups [16]. This is exactly what happens with phosphates today: on the one hand, consumption has increased considerably, and on the other hand, they want to have the use of phosphates authorized for other foodstuffs (in this case kebab, the official definition of which is „frozen vertical meat spits”).

##### 5.1.3. Current limit values in the European Union

According to the relevant EU food regulation [17], phosphorus-containing additives are authorized in practically all food categories, and within these in

many products, in relatively large quantities. The names and E numbers of phosphorus-containing additives authorized for use in foods are listed in *Table 2*.

A non-exhaustive list of examples for the use of phosphates as food industry additives is found in *Table 3*. This also indicates that the presence of these additives can be expected in many different products and in significant quantities. Of course, the fact that use is permitted does not mean that the additive is actually used in the given product. Information about this is found on the food label.

#### 6. Labeling, monitoring

Both in terms of labeling and monitoring, foodstuffs are strictly regulated in the European Union, including Hungary. Ideally, available monitoring capacities are utilized by taking into account the risks.

##### 6.1. Labeling regulations

European Union regulation requires that food additives are listed on the packaging of products, either by their E numbers or by textual phrasing (by specifying their function and chemical name). However, in the case of unpackaged foods, this information is not available, and so one cannot know what additives are contained in, for example, bakery products, breads, or cold cuts or cheese bought unpackaged from the deli counter.

As far as the amount of additives used is concerned, there is no way for consumers to obtain information, only the trust in the food entrepreneur/importer remains, and the belief that compliance with the rules is monitored by the authorities.

##### 6.2. Authority monitoring of food additives

Authority monitoring of the proper dosage of phosphorus-containing additives is possible through laboratory tests as well as, in the case of a domestic producer, by comparing the manufacturing technology and the product sheet. Among other things, interpretation of the laboratory test results is made difficult by the fact that it has to be decided to what extent that measured amount of phosphorus is derived from the additive and the natural phosphorus content of the food raw material in question. Previously, taking into account the presumed relative safety of phosphorus, authority monitoring and laboratory analysis of phosphorus-containing additives was unlikely to be among the priorities of food monitoring.

#### 7. Possible risks of increased phosphorus intake

<sup>3</sup> JECFA (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives), the scientific advisory board on food additives and chemical food safety, jointly maintained and operated by the UN Food and Agricultural Organization (FAO) and the World Health Organization (WHO)

As for any substance that enters the body, it is true for phosphorus as well that if the intake exceeds a certain value adverse effects may occur. These can be compensated by a healthy body for a while, however, organs with impaired function can protect themselves less against harm.

### 7.1. Health risk of phosphorus intake in kidney patients

In healthy people, excess phosphorus is excreted through the kidneys. However, in the case of a reduced renal function, this process is impaired, so patients with kidney disease need to pay close attention to avoiding and preventing high phosphorus levels.

It has long been known that persistently high serum phosphorus levels may lead to hyperparathyroidism, skeletal deformities, soft tissue calcification, cardiovascular problems or atherosclerosis, and significantly increase the risk of mortality. Therefore, dietary advisers to kidney patients place great emphasis on keeping dietary phosphorus intake as low as possible, and especially on avoiding foods that contain phosphorus-containing additives. In severe kidney patients, to reduce harmful effects, phosphorus-binding drugs are also used. Dietary advice given to kidney patients has also been presented in a pyramidal form [18], which shows that the foods to be avoided the most are the ones that contain phosphorus-containing additives (Figure 1). However, avoiding the consumption of such foods is not an easy task at present, because a significant portion of commercially available foodstuffs contains phosphates.

One would think, and this is backed by the practice, that food regulation and food production do not have to take into account the needs of people with specific health problems, other than adhering to mandatory labeling regulations. However, the number of kidney patients is significant worldwide and, unfortunately, it is not a well-known fact that kidney disease can be considered an endemic in Hungary as well. According to the data of the National Kidney Program, there are nearly one million chronic kidney patients in Hungary today, and there are roughly fifteen thousand people who are either kept alive by dialysis or are living with a transplanted kidney. The number of people receiving renal replacement therapy increases by 6% annually [19]. This ratio represents a large portion of the population to which food regulation organizations and the food industry should pay attention, especially to yet undiagnosed potential patients who are not aware of the disadvantages of excessive phosphorus intake, as well as to the fact that there are very few processed foods that exist in a version free of added phosphate.

### 7.2. Effect of excess phosphorus intake on the average population

It has long been known that there is a correlation between the mortality of renal patients and an increase in phosphate levels, but it only received greater publicity in recent years that excessive phosphate intake increases the risk of cardiovascular disease in healthy people as well [20].

In 2013, the research team of the FDA, under the leadership of Mona S. Calvo, summarized the health effects of the increased phosphorus content of foodstuffs in a comprehensive publication [21]. In it they highlight that an elevated phosphorus intake will disrupt the hormonal homeostasis responsible for the regulation of calcium and phosphorus in healthy people as well, it damages the tissues, contributes to the development of cardiovascular disease, atherosclerosis, vascular damage, kidney damage, bone loss, osteoporosis and the speeding up of the aging process.

Increased phosphorus intake may also pose a risk to the healthy state of the bones [22]. For example, in a study conducted among adolescents, there was a significant correlation between the frequency of bone fractures and the consumption of phosphoric acid containing soft drinks [23].

It can be assumed that the increasing spread of phosphorus-containing additives in processed foods could have a negative effect on public health on a general population level. This is true even if the elevated phosphorus intake does not, or not always manifest itself in elevated serum phosphorus levels, thanks to the still intact renal function, since damages are triggered by the substances having a hormonal effect which are activated in order to maintain phosphorus balance.

German researchers, under the leadership of Ebenhard Ritz, after reviewing available research results and publications, have also come to the conclusion that phosphorus-containing additives that enter our bodies in ever increasing amounts contribute at the population level to cardiovascular mortality and are a cause for concern [24]. Especially those belong to high risk groups who consume large amounts of processed foods and fast foods.

### 7.3. Regulatory initiatives in the European Union

In response to all these findings and publications, the European Commission has asked the independent European Food Safety Authority (EFSA) to conduct a scientific analysis to assess whether there is a correlation between high phosphate additive consumption and the elevated cardiovascular risk of the average population [25].

In its reply, EFSA acknowledged the facts, however, it pointed out that it does not yet see the cause and effect relationship as proven, and it considers further studies necessary to determine whether the adverse effect is due solely to phosphorus-containing additives or to a diet that contains larger amounts of phosphorus-containing foods. It also indicated that it considers a priority task the reevaluation of phosphorus-containing additives, which will take place before December 31, 2018 [26].

Research and professional debates have not yet come to a standstill, and new studies are emerging constantly. In 2017, a 116-page comprehensive review of the 110 original communications published on the topic was issued by the Institute of Food Technologists [27]. It not only reviews the methods and results, but also the uncertainty factors that make an exact judgment difficult.

### 8. Conclusions

Conclusions that can be drawn from previous research, publications and experiences:

- In renal patients, high phosphate intake damages the heart, the vascular system and the bones, and increases the risk of premature death. In Hungary, nearly one million kidney patients are affected.
- More and more researchers think that the adverse effects of high phosphorus intake occur in the healthy population as well, even if elevated serum phosphorus levels cannot be detected.
- The body strives to maintain balanced calcium and phosphorus levels. There is an increased risk of health damage in the case of low calcium intake. In Hungary, the dietary phosphorus intake of the population is higher than necessary, while the calcium intake is lower than necessary.
- The use of phosphorus-containing additives and the consumption of foodstuffs made using these is significant and shows an upward trend.
- Although the additives used have to be listed among the ingredients, but in the case of unpackaged foods this information is not available, and the label does not provide information on the quantity. Indicating the phosphorus content on foods is not mandatory.
- Available food composition databases are generally not accurate and not up to date with respect to phosphorus content, especially in terms of the intake coming from phosphorus-containing additives, and so current phosphorus intake data are likely to be underestimated.
- The phosphorus content of foodstuffs is not yet a top priority either from a public information, a food industry product development or an authority monitoring point of view.

### 9. Recommendations

Ritz et al. noted in their above-mentioned communication [24] that it would be justified to take the initial steps immediately to improve the situation. In their opinion, doctors and the public should be informed that the phosphates added to foodstuffs are harmful to health. As today the population is already aware of the health risk of excessive salt consumption, an awareness-raising campaign would be necessary in the case of phosphate content. In addition, there is a need to indicate the amount of added phosphorus content on food labels, which, when supplemented by easy to understand markings, would indicate to the consumer whether the product contains low, medium or high amounts of added phosphate. The research team believes that for the dissemination of the knowledge, mass media should be used as well.

This requires the cooperation of the government, the food industry and health, food safety and consumer protection organizations. When a wide-ranging information campaign is launched, dissemination should be carried out in such a way that it is professionally credible and accurate. It is important that the information is understandable by laypeople, but it should not generate unnecessary aversion in consumers' minds or a panic reaction in general towards additives and industrially processed foods.

Hopefully, the ongoing reevaluation of phosphorus-containing additives by EFSA will provide answers to unclear points and will help initiatives and measures aimed at improving public health with credible, scientifically sound recommendations.

### 10. References

- [1] Rodler, I. (szerk) (2005): Élelmzés-és táplálkozás-és egészség-tan. Medicina könyvkiadó Budapest. p. 98
- [2] Uribarri, J. (2007): Phosphorus homeostasis in normal health and in chronic kidney disease patients with special emphasis on dietary phosphorus intake. Seminars in dialysis. 20. p. 295-301.
- [3] Fourtanuras, C. (2011): Phosphorus metabolism in chronic kidney disease. Hippocrates. 15 (Suppl 1). p. 50-52
- [4] Bergwitz, C., Jüppner, H. (2010): Regulation of phosphate homeostasis by PTH, vitamin D, and FGF23. Annual Review of Medicine. 61. p. 91-104
- [5] Dërmaku-Sopjani, M., Kolgeci, S. Abazi, S., Sopjani, M. (2013): Significance of the anti-aging protein Klotho. Mol. Membr. Biol. 30(8) p. 369-385. doi: 10.3109/09687688.2013.837518.

- [6] Calvo, M.S., Moshfegh, A.J., Tucker, K.L. (2014): Assessing the Health Impact of Phosphorus in the Food Supply: Issues and Considerations. *American Society for Nutrition. Adv. Nutr.* 5. 104–113, doi:10.3945/an.113.004861
- [7] Kalantar-Zadeh, K., Gutekunst, L., Mehrotra, R., Kovesdy, C.P., Bross, R., Shinaberger, C.S., Kopple, J.D., (2010): Understanding sources of dietary phosphorus in the treatment of patients with chronic kidney disease. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology.* 5. p. 519-530.
- [8] Szenczi-Cseh, J., Bíró, L., Arató, Gy., Ambrus, Á. (2017): A növényvédőszermaradék expozícióbecsléséhez használt fogyasztási adatok bizonytalanságának néhány kritikus eleme. *Élelmiszervizsgálati Közlemények.* 63(4). 1725-1733.
- [9] Benini O., DAlessandro C., Gianfaldoni D., Cupisti A. (2011): Extra-phosphate load from food additives in commonly eaten foods: a real insidious danger from renal patients. *J Ren Nutr.* 21. p. 303.
- [10] EFSA (2015): Scientific Opinion on Dietary Reference Values for phosphorus. *EFSA Journal.* 13(7). p. 4185-4199. Internet: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2015.4185>
- [11] IOM (Institute of Medicine), (1997): Dietary Reference Intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. National Academy Press, Washington, DC, USA. p. 454
- [12] Szeitz-Szabó M., Bíró L., Bíró Gy. (2012): Nutritional and vital statistical features of the Hungarian population: a review about the past 25 years. *Acta Alimentaria, Vol. 41 (2),* p. 277–291. DOI: 10.1556/AAim.41.2012.2.15
- [13] Bíró L., Szeitz-Szabó M., Bíró Gy., Sali, J. (2011): Dietary survey in Hungary, 2009: vitamins, macro- and microelements, food supplements and food allergy. *Acta alimentaria,* 40 (2), pp. 301–312.
- [14] JECFA (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)(1982): WHO Food Additives series 17. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v17je22.htm> Hozzáférés/acquired 22.03.2018
- [15] EFSA: Call for technical and toxicological data on phosphates authorised as food additives in the EU. (2017). EFSA-Q-number: EFSA-Q-2017-00492 <https://www.efsa.europa.eu/en/data/call/170615> Hozzáférés/acquired 20.03.2018.
- [16] Regulation (EU) No 257/2010, setting up a programme for the re-evaluation of approved food additives in accordance with regulation (EC) No 1333/2008, OJ L80, 26.03.2010. <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R0257&from=EN> Hozzáférés/acquired 22.02.2018.
- [17] Regulation (EC) No 1333/2008 on food additives, OJ L 354, 31.12.2008
- [18] Alessandro, C. D., Giordina B Piccoli, G.B., Cupisti, A.: (2015): The “phosphorus pyramid”: a visual tool for dietary phosphate management in dialysis and CKD patients. *BMC Nephrology* 16. p.9. <http://www.biomedcentral.com/1471-2369/16/9> Hozzáférés/acquired 19.01.2018.
- [19] Nemzeti veseprogram [www.vesebetegseg.hu](http://www.vesebetegseg.hu) Hozzáférés/acquired 22.03.2018.
- [20] Dhingra, R., Sullivan, L.M., Fox C., Wang T.J., D’Agostino R.B., Gaziano M., Vasani R.S. (2007): Relations of Serum Phosphorus and Calcium Levels to the Incidence of Cardiovascular Disease in the Community. *Arch. Intern. Med.* 167(9). p. 879-885. doi:10.1001/archinte.167.9.879
- [21] Calvo M.S., Uribarri J., (2013). Public health impact of dietary phosphorus excess on bone and cardiovascular health in the general population. *American Journal of Clinical Nutrition.* 98. 6-15.
- [22] Calvo M.S., Tucker K.L. (2013): Is phosphorus intake that exceeds dietary requirements a risk factor in bone health? *Annals of the New York Academy of Sciences.* 1301. p. 29-35.
- [23] Wyshak, G. (2000): Teenaged Girls, Carbonated Beverage Consumption, and Bone Fractures: *Arch Pediatr Adolesc Med.* 154(6). p. 610-613. doi:10.1001/archpedi.154.6.610
- [24] Ritz, E., Hahn, K., Ketteler, M., Kuhlmann, M.K., Mann J (2012): Phosphate Additives in Food - a Health Risk. *Deutsches Arzteblatt International.* 109. p. 49- 55.
- [25] Request from the European Commission, Question No EFSA-Q-2013
- [26] EFSA (2013): Assessment of one published review on health risks associated with phosphate additives in food. *EFSA Journal* 11(11):p. 3444 doi:10.2903/j.efsa.2013.3444
- [27] Cooke A. (2017): Dietary Food Additive Phosphate and Human Outcomes. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 16, p. 906-1022 doi: 10.1111/1541-4337.12275

kromat



## Agilent Bond Elut: Accuracy Starts Here

Az elmúlt 30 év alatt a Bond Elut az egyik legmegbízhatóbb márkanévvé vált a szilárd fázisú extrakció termékeinek területén. Analitikai laborok évek óta használják Bond Elut termékeket a világ különböző országaiban. Számos publikáció alapját képezik azok a mérési eredmények, ahol a szilárd fázisú extrakció során Bond Elut patronokat használtak.

- **Minőség**

A Bond Elut gyártása során a legkorszerűbb automatizált technikát használják, ezzel biztosítva a magas minőséget és konzisztenciát. Optikai szkennerrel vizsgálják a patronokat több különböző ponton, így a gyártási folyamat teljes ideje alatt összesen 25 vizsgálatot végeznek el. Ennek köszönhető, hogy folyamatosan megbízható minőségű termékek kerülnek a felhasználókhoz.

- **Kínálat**

A Bond Elut patronok megtervezésekor fontos szempont volt, hogy egyaránt alkalmas legyen a kézi és az automatikus munkavégzésre. Jelenleg több, mint 40 különböző töltet érhető el. A legelterjedtebbek a specifikus módszerekhez ajánlott szilika alapú fázisok, illetve a gyors módszerekhez javasolt a polimer alapú fázisok. A patronok számos méretben és formában állnak rendelkezésre. A nyitott egyenes hengerektől kezdve, a nagy kapacitású (LCR) patronokon át, a kisméretű Bond Elut Junior-ig (Jr), valamint a széles körben kedvelt 96-well plate forma is elérhető. A Bond Elut patronok széles választékkal, innovatív megoldásokkal támogatják a felhasználók igényeit nap, mint nap.

További információért látogasson el a [www.agilent.com/chem/spevideo](http://www.agilent.com/chem/spevideo) oldalra.

 **Agilent Technologies**  
Authorized Distributor

Kromat Kft. | 1112 Budapest, Péterhegyi út 98. | Telefon: +361 248 2110 | Fax: +361 319 8547 | E-mail: [info@kromat.hu](mailto:info@kromat.hu)

[www.kromat.hu](http://www.kromat.hu)



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Pixabay

Dorkó Annamária<sup>1</sup>, Balogh-Berecz Ágnes<sup>2</sup>, Szabó-Bódi Barbara<sup>1</sup>, Kasza Gyula<sup>1</sup>

Érkezett: 2018. szeptember – Elfogadva: 2018. december

## Általános iskolás gyerekek élelmiszer-biztonsági tudásszintje és tudatossága

**Kulcsszavak:** élelmiszer-biztonság, élelmiszer-higiéniá, kockázatészlelés, szemléletformálás

### 1. Összefoglalás

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) azon fáradozik, hogy az elérhető legmagasabb szinten biztosítsa az élelmiszer-biztonságot a termőföldtől az asztalig. Ennek szerves részeként kiemelt figyelmet fordít arra, hogy a fogyasztók esetleges tudáshiányából, vagy tévhitéből adódó kockázatokat szemléletformálási programjai által minimálisra csökkentse, amire már az erre legfogékonyabb, kisgyermek korú csoportnál is hangsúlyt fektet. Cikkünkben e tevékenység megalapozására szolgáló, a gyerekek tudásszintjét, tudatosságát vizsgáló felmérésünk eredményeit mutatjuk be. Kutatásunk tapasztalatai alapján a gyerekek olykor hiányos élelmiszer-biztonsági ismeretei, ezen túlmenően az esetenként a valósnál alacsonyabb szintűnek értékelt kockázatokkal indokoltá teszik, hogy a pedagógusok és a hatósági szakemberek együttműködve, már az iskolában is átadják nekik a szükséges ismereteket.

### 2. Bevezetés

Kutatási eredmények igazolják, hogy egy átlagos fogyasztó sokkal kevésbé érzi felelősnek saját magát az általa elfogyasztott élelmiszerek biztonságosságáért, mint az élelmiszerlánc többi szereplőjét vagy az élelmiszerlánc-felügyeletét ellátó hatóságot [1], [2]. Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hivatal (EFSA) által 2016-ban kiadott, 27 EU tagország visszajelzéseire alapuló, élelmiszer eredetű megbetegedésekről szóló jelentése szerint a leggyakrabban regisztrált bakteriális kórokozó, a *Salmonella* okozta események közel 70%-a mégis a háztartásokra vezethető vissza, meghaladva például a vendéglátás területéről eredeztethető esetek számát [3].

Élelmiszeripari vállalkozások a technológiai újítások adaptálásán és a kockázatalapú minőségbiztosítási rendszerek működtetésén keresztül az elérhető legalacsonyabb szinten igyekeznek tartani az élelmiszerlánc-biztonsági kockázatokat, azonban az ettől elvárható mérséklődés nem jelentkezett az élelmiszereredetű megbetegedések számában [4]. Ennek oka a háztartásokban tapasztalható helytelen élelmiszer-higiéniái gyakorlatban rejlik [5], [6], [7]. Többek között az élelmiszerek tárolásával, elkészítésével,

valamint a maradékok kezelésével kapcsolatos helytelenül berögzült szokások, illetve esetenként a tényleges tudáshiány áll a háttérben [8], [9], [10].

Ahogy hétköznapi tevékenységeink rutinja, úgy az ételkészítéshez, étkezéshez köthető hibás magatartásminták is megszokássá alakulnak, amelyeket felnőtt korban csak jelentős erőfeszítések árán tudunk megváltoztatni [11]. Ezt felismerve többen vizsgálták, hogy melyik életszakasz a legalkalmasabb arra, hogy elsajátítsuk az otthoni élelmiszer-biztonsághoz kötődő ismereteket, és egybehangzóan az élet korai szakaszát, a kisgyermek- és serdülőkorot találták leghatékonyabbnak [12]. Számos külföldi tanulmány mérte föl az említett korosztályok élelmiszer-biztonsági ismereteit és ehhez köthető attitűdjét, amelyek alapján kiderült, hogy az élelmiszer-higiéniához és élelmiszer-kezeléshez kapcsolódó tudásuk alapvetően megfelelő, azonban vannak területek, ahol a hiányosságok pótlása szükséges [13], [14], [15]. Ovca és munkatársai 11-12 évesek körében (n=1272) végzett felmérésében az ismeretekre irányuló kérdések mellett azt is vizsgálták, hogy a gyerekek miként látják saját szerepüket az otthoni élelmiszerbiztonság fenntartása szempontjából. Az egyéni felelősség tekintetében érdekes összecsengést figyelhetünk meg

<sup>1</sup> Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal

<sup>2</sup> Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar

a kapott eredmények és a felnőtt korcsoport hozzáállásában. A gyerekek 74,3%-a úgy gondolja, hogy nagyobb a valószínűsége annak, hogy egy étteremben ételmérgezést szenved, mint otthon [15]. Saját felelősségük alulértékelése negatív irányban befolyásolja a fogyasztók kockázatészlelését, ami a tudáshiánnyal kombinálódva felnőtt korra jelentős kockázati tényezővé formálódhat.

Hazai viszonylatban kevés olyan adat áll rendelkezésünkre, amely a gyermekek, mint leendő vásárlók tudatosságáról, ételmiszer-biztonsági tudásszintjéről, illetve kockázatészleléséről adna átfogó képet [16]. Jelen kutatásunk célja az, hogy a jövőbeli szemléletformáló tevékenységet megalapozó információkat bővítsük. Cikkünk elsősorban a fogyasztói tudatosságra, kockázatészlelésre, valamint tudásszintre összpontosító kérdések eredményeit dolgozza fel.

### 3. Kutatási módszertan

A NÉBIH az Ételmiszerlánc-biztonsági Stratégiának megfelelően ismétlődő fogyasztói felmérésekre alapozva tervezi, majd valósítja meg a lakosságot célzó kommunikációs kampányokat, szemléletformáló programokat, amelyek alól nem jelent kivételt a kisgyermekes korosztály sem [16]. A NÉBIH 2014-ben 267 negyedik évfolyamos (10-11 éves) diák bevonásával készült felmérését követően [15], ezúttal kibővített létszámmal (n=662) és szélesebb korosztályt érintve (5-8. osztály, 10-14 éves életkor) folytatta az iskolás korosztály ételmiszerlánc-biztonsági kérdésekben való jártasságának feltérképezését a Szent István Egyetem Ételmiszer-tudományi Karának közreműködésével. Felmérésünk a gyerekek részvételét biztosító szülői hozzájárulások, valamint a pedagógusok közreműködése révén valósulhatott meg.

A minta nemek és évfolyamok szerinti összetételét az 1. táblázatban mutatjuk be. Kérdőívünkben szere-

peltek nyitott formájú kérdések, amelyekre szabadszavas választ adhattak a gyerekek, a zárt formátumú kérdések esetében pedig ötfokozatú Likert-skála segítségével, illetve feleletválasztós formában fejezheték ki véleményüket. Az adatok statisztikai elemzését IBM SPSS Statistics 22.0 szoftvercsomaggal végeztük.

## 4. Eredmények

### 4.1. Tudatosság vizsgálata

Annak érdekében, hogy felmérjük, a jövő fogyasztói mennyire tudatosak az ételmiszerek kiválasztása és fogyasztása során, megkérdeztük, szerintük melyek azok az információk, amelyeknek mindenképpen szerepelniük kell egy ételmiszer csomagolásán (2. táblázat). Spontán említés során legtöbben (489 gyermek) a lejárat dátumot emelték ki, ezt szorosan követte 477 említéssel az összetevők listája. Ezekon kívül 180 diák tartja kötelezőnek a származási hely feltüntetését, 131 a tápanyag összetételre és energiatartalomra vonatkozó jelöléseket, 128 a termék tömegére, térfogatára, valamint a csomagolásban található termék mennyiségére vonatkozó adatokat. Érdekes, hogy a fentieknél jelentősen kevesebben említettek olyan információkat – a termék nevét, a gyártót, a forgalmazót, az előállítás dátumát vagy a vonalkódot –, amelyek segítségével egy esetleges ételmiszer-biztonsági veszély észlelésekor pontosan azonosíthatók lennének a termékek. Elgondolkodtató, hogy a termékre vonatkozó tárolási és felhasználási javaslatok csomagoláson való feltüntetését csak 37 diák tartotta lényegesnek. Pedig ahhoz, hogy a gyártó által előállított, boltokban megvásárolt termék akkor is biztonságos legyen, amikor az asztalunkra kerül, figyelembe kell venni a csomagoláson feltüntetett tárolási és felhasználási javaslatokat, ezért egy tudatos fogyasztó igyekszik megismerni ezeket az adatokat.



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Pixabay

1. táblázat. A minta összetétele  
Table 1 Sample composition

Nemek / Gender			
Lány / Girl		Fiú / Boy	
49.77%		50.23%	
Évfolyam / Grade			
5. évfolyam / 5 <sup>th</sup> grade	6. évfolyam / 6 <sup>th</sup> grade	7. évfolyam / 7 <sup>th</sup> grade	8. évfolyam / 8 <sup>th</sup> grade
28.76%	23.59%	25.27%	22.37%

2. táblázat. Az ételmiszerek csomagolásán kötelezően feltüntetendő információk fontossága a gyerekek szerint  
Table 2 Importance of the information to be included on the packaging of foodstuffs according to children

Kérdés: Milyen információknak kell szerepelnie az ételmiszer csomagolásán? Question: What information should be included on the packaging of foodstuffs?		
	Említések száma (db) No. of mentions	Említési gyakoriság (%) Mentioning frequency (%)
Lejárat dátum / Expiration date	489	73.87
Összetevők / Ingredients	477	72.05
Származási hely / Place of origin	180	27.19
Tápanyag-összetételre és energiatartalomra vonatkozó jelölés Nutrition information and energy content	131	19.79
Termék tömegére, térfogatára, mennyiségére vonatkozó információ Information on product mass, volume or amount	128	19.34
Termék neve, leírása / Product name, description	63	9.52
Gyártó / Manufacturer	56	8.46
Allergén összetevők jelölése / Allergenic ingredients	54	8.16
Cukortartalom / Sugar content	44	6.65
Forgalmazó / Distributor	41	6.19
Előállítás dátuma / Production date	38	5.74
Tárolási és felhasználási utasítások / Storage and use instructions	37	5.59
Márka / Brand	19	2.87
Ár / Price	19	2.87
Zsír tartalom / Fat content	16	2.42
Tartósítószer-tartalom / Preservative content	14	2.11
Adalékanyag-tartalom / Additive content	13	1.96
Sótartalom / Salt content	11	1.66
Vonalkód / Bar code	4	0.60
Gyártó elérhetősége Manufacturer's contact information	3	0.45
Magyar termék / Hungarian product	2	0.30
Egyéb / Other	35	5.29

#### 4.2. Kockázatok észlelése

A fogyasztók kockázatokhoz kapcsolódó értékítélésének megismerése alapvető jelentőségű az oktatási elemek kialakításának tekintetében is. Kérdőívünkben választ kerestünk arra, hogy a gyerekek hogyan döntenek el egy ételmiszerről, hogy az még biztonságosan elfogyasztható vagy sem, miről lehet megismerni a romlott ételt? Nyitott formában feltett kérdésünkre 521 válaszadó említette a kellemetlen szagot a romlott étel ismertetőjeleként. 356 diák a penész megjelenése alapján ítéli meg az ételmszer fogyaszthatóságát. Jelentős számban (303) fordul elő, hogy csak az ételmszer kóstolása során tapasztalt kellemetlen ízűl következtetnek az ételmszer fogyasztásra való alkalmatlanságára. Többen említettek egyéb, szabad szemmel is észlelhető változásokat: színváltozás (245), megváltozott állag (197). A kitöltők egy jelentősebb hányada (103) a lejárat dátum után tekinti romlottnak az ételmszert (3. táblázat).

Egyes ételmszerekhez természetükből adódóan magasabb kockázati faktor társul, amelyre tekintettel kell lenni tárolásuk, elkészítésük és készétel formájában történő kezelésük során. Ezért a fogyasztóknak szükséges ismerniük, melyek azok az ételmszerek, amelyekre kiemelt figyelmet kell fordítaniuk a fenti szempontok szerint. A kérdőívben felsorolt ételmszereket a gyerekeknek ötfokozatú Likert-skálán 1-től 5-ig kellett pontozni aszerint, hogy mennyire tartják azokat kockázatosnak. Legmagasabb átlag pontszámot a kóla (3,55) és a chips (3,37) kapta, ezeknél kevésbé kockázatosnak gondolják a darált húst (3,08). A sorban a csokoládét (2,81) követő tojást (2,48) csak közepesen kockázatosnak értékelték. Alacsony kockázatú ételmszereknek számít szerintük a franciasaláta (2,03), a kenyér (1,99) és az alma (1,57) (1. ábra).

#### 4.3. Tudásszint

A hűtőszekrény optimális működési hőmérséklet tartományával kapcsolatos kérdésünkre a diákok 65,57%-a válaszolt helyesen, viszont 19,22%-uk szerint -4 °C és 0 °C fok közötti hőmérsékleten kell működtetni a hűtőt, 15,31%-uk szerint pedig az is megfelelő, ha a hűtőszekrény belső terének hőmérséklete nem nagyobb, mint 15 °C. (2. ábra).

Nemcsak az ételek elkészítésénél, hanem a készételből megmaradt fogások későbbi elfogyasztásánál is súlyponti kérdés, hogy az ételben esetlegesen jelen lévő kórokozókat, milyen módszerrel tudjuk hatáson kívül elpusztítani. Legeredményesebb módszerként – helyesen – a kitöltők 2/3-a (66,87%) a sütést jelölte meg, azonban a válaszadók fennmaradó, szintén jelentős hányada egyéb módszereket is alkalmasnak talál az ételek biztonságossá tételére a hőkezelésen kívül: mosás (22,92%), fagyasztás (7,91%), hűtés (2,30%) (3. ábra).

#### 5. Következtetések és javaslatok

Az eredmények kiértékelése során érdekességként tapasztaltuk, hogy a táplálkozástudomány és ételmszer-biztonság fogalmi közötti határvonalat a gyerekek nem érzékelik, amelyet jól tükröz az, hogy az általánosságban táplálkozási szempontból egészségtelennek vélt ételmszereket (kóla, chips, csokoládé) ételmszer-biztonsági szempontból kockázatosabbnak vélték a valódi ételmszer-biztonsági kockázattal bíró ételmszereknél (darált hús, tojás). A területek összeméréséből adódóan a húshoz és a tojához rendelhető kockázatok alulértékelődhetnek, holott az EFSA jelentése alapján az ételmszer eredetű megbetegedések forrása az események 44,8%-a

3. táblázat. A romlott étel azonosítása a gyerekek megítélése alapján  
Table 3 Identifying spoiled food based on the judgment of children

Kérdés: Miről lehet megismerni a romlott ételt? Question: How can you recognize spoiled food?		
	Említések száma (db) No. of mentions	Említési gyakoriság (%) Mentioning frequency (%)
Kellemetlen szag / Unpleasant smell	521	78.70
Penész, megváltozott kinézet Mold, changed appearance	356	53.78
Kellemetlen íz / Unpleasant taste	303	45.77
Színváltozás / Color change	245	37.01
Lejárat dátum / Expiration date	103	15.56
Rovarok / Insects	9	1.36
Megváltozott forma / Changed shape	8	1.21
Rossz közérzet, kellemetlen tünetek Discomfort, unpleasant symptoms	3	0.45



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Pixabay



húshoz és egyéb hústermékekhez, 9,0 %-a tojáshoz és egyéb tojástermékekhez köthetető [3].

A kutatásunk középpontjában álló 5-8. évfolyamos korosztály élelmiszer-biztonsági ismereteit felmérő kérdésekre adott válaszaik fényében nagy részük-nél tapasztalhatunk az élelmiszer tárolásával, kezelésével kapcsolatos hiányosságokat. Emellett szem előtt kell tartanunk, hogy a tudáshiány következtében fennálló kockázatot jelentős mértékben megnövelheti, hogy az ismeretek gyakorlatba történő átültetése nem minden esetben valósul meg [18].

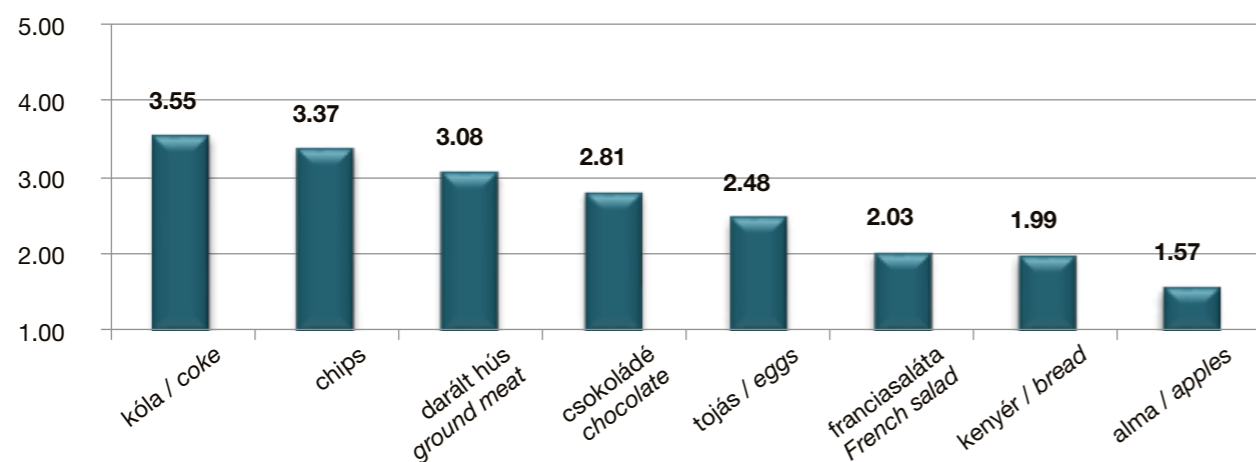
Ilyen eset lehet például, ha a fogyasztó ismeri az hűtőszekrény optimális hőmérsékleti tartományát,

de nem fektet hangsúlyt annak rendszeres ellenőrzésére. Éppen ezért törekednünk kell arra, hogy a körvonalazódott hiányosságokat kiküszöböljük, s a kutatásaink során felszínre került kritikus pontokra hangsúlyt fektetve az iskolai tantervbe illesztjük a terület elméleti és gyakorlati szinten elsajátítandó tudnivalóit. A tudásátadás sikerességének két nélkülözhetetlen elemeként emelhetjük ki az élelmiszer-biztonsági területen alapos ismeretekkel felvértezett pedagógusok bevonását [13], [19], illetve egy eredményesen alkalmazható oktatási eszköztár kifejlesztését [20], [21], amelynek az indulást követő hatáosságát további fogyasztói felmérések elvégzésével követhetjük nyomon.

**Kérdés: Mely élelmiszereket tartod élelmiszerbiztonsági szempontból kockázatosnak?**  
Pontozd 1-5-ig!

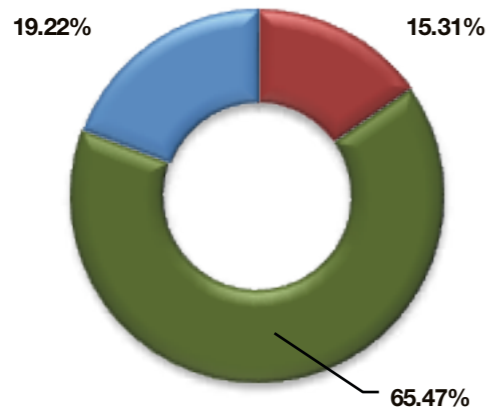
1: egyáltalán nem kockázatos, 5: nagyon kockázatos.  
Question: Which foods do you consider risky from a food safety point of view?  
Score from 1 to 5!

1: it isn't risky at all, 5: Very risky



1. ábra. Egyes élelmiszerekhez rendelhető kockázat megítélése  
Figure 1 Evaluation of the risk assigned to certain foods

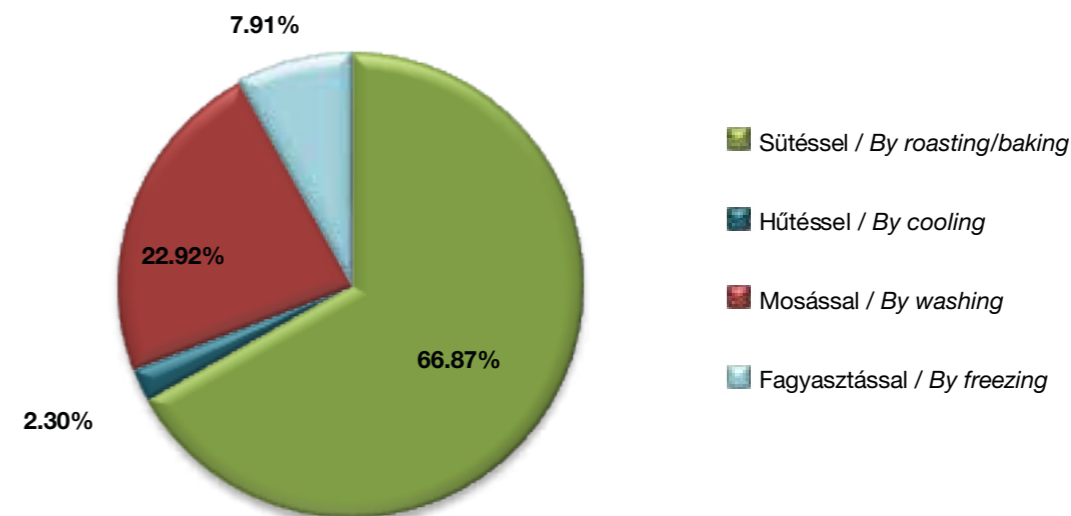
**Kérdés: Szerinted milyen hőmérsékleten működik a hűtőszekrény ideális esetben?**  
Question: What do you think the optimal operating temperature of a refrigerator is?



- A lényeg, hogy 15 °C alatt legyen  
The important thing is for it to be below 15 °C
- 0 °C és 5°C között  
Between 0 °C and 5°C
- 4 °C és 0 °C fok között  
Between -4 °C and 0 °C

2. ábra. A hűtőszekrény optimális működési hőmérséklettartománya a gyerekek szerint  
Figure 2 Optimum operating temperature range of refrigerators according to children

**Kérdés: Hogyan lehet elpusztítani az ételben lévő kórokozókat?**  
Question: How can you destroy the pathogens in food?



3. ábra. A kórokozók elpusztítására alkalmas módszerek megoszlása a diákok válasza alapján  
Figure 3 Distribution of methods suitable for the destruction of pathogens based on students' responses

## BAX® System Q7 PONTOS, ERŐTELJES MOLEKULÁRIS PATHOGÉN DETEKTÁLÁS

Szerte a világon élelmiszeripari cégek, szolgáltató laborok és hatósági laborok egyaránt bíznak a Hygiene BAX® rendszerben, amely a polimeráz láncreakció alkalmazásával képes a nemkívánatos baktériumok kimutatására alapanyagokból, késztermékekből és környezeti mintákból.

### EGYSZERŰ HASZNÁLAT



### Előnyök:

- Jelentős idő és munkaerő megtakarítás
- Kivételes érzékenység
- Megnövelt működési hatékonyság
- Nagyfokú specifikusság
- Könnyen értelmezhető eredmények
- Nagy kapacitás

**BENTLEY**  
MAGYARORSZÁG

www.bentleylabor.hu

Bentley Magyarország Kft.  
8000 Székesfehérvár, Kálmos utca 2.  
labor@bentleyinstruments.com  
Tel.: +36 22 414 100

**hygiene**

Annamária Dorkó<sup>1</sup>, Ágnes Balogh-Berecz<sup>2</sup>, Barbara Szabó-Bódi<sup>1</sup>, Gyula Kasza<sup>1</sup>

Received: September 2018 – Accepted: December 2018

## Food safety knowledge and awareness of primary school children

**Keywords:** food safety, food hygiene, risk perception, awareness raising, attitude

### 1. Summary

The National Food Chain Safety Office (NFCSO) is working to ensure the highest possible level of food safety from farm to table. As an integral part of this, particular attention is paid to minimizing risks that result from the potential lack of knowledge or from the misconceptions of consumers by its awareness raising programs, and emphasis is put on this even in the case of young children who are most receptive to these ideas. In our paper, the results of the survey intended to form the basis of this activity and investigating the knowledge level and awareness of the children are presented. Our research experience indicates that the sometimes incomplete food safety knowledge of children and, in addition, the fact that risks are perceived to be less than actual levels in certain cases justify the coordinated work of teachers and authority experts to instill the necessary knowledge in children already in primary schools.

### 1. Introduction

Research results demonstrate that the average consumer thinks that he or she is less responsible for the safety of the foods consumed by them than the other stakeholders of the food chain or the authority responsible for food chain supervision [1], [2]. According to the 2016 report of EFSA (the European Food Safety Authority) on food-borne diseases, based on feedback from 27 EU member states, nearly 70% of the cases caused by the most commonly registered bacterial pathogen, *Salmonella*, can be traced back to households. This frequency exceeds the number of cases originating from the catering industry [3].

Food industry enterprises seeking to maintain food chain safety risks at the lowest possible levels through adopting technological innovations and running risk-based quality assurance systems. However, the expected risk reduction did not manifest itself in the number of food-borne cases [4]. The reason for this lies in improper hygiene practices of households [5], [6], [7]. These include, among other things, incorrectly ingrained habits related to the storage and preparation of foods, as well as to the handling

of leftovers, and sometimes a real lack of knowledge [8], [9], [10].

Just as our routine everyday activities, incorrect food preparation and eating behavior patterns become habitual, and these can only be altered in adults with significant effort [11]. Recognizing this, the subject of several studies has been to determine which stage of life is best suited to acquire knowledge related to home food safety, and they unanimously found the early stages of life, early childhood and adolescence to be the most effective [12]. The food safety knowledge of the above-mentioned age groups and the related attitudes have been assessed by numerous international studies, which showed that their knowledge of food hygiene and food handling was fundamentally adequate, but there were areas where deficiencies needed to be addressed [13], [14], [15]. In a survey of 11-12 year old children (n=1,272) by Ovca et al., in addition to questions aimed at their knowledge, it was also examined how children see their role in maintaining home food safety. In terms of individual responsibility, there was an interesting consistency between the results obtained and the attitude of the adult age group. 74.3% of children think that food poisoning is more likely to occur at

a restaurant than at home [15]. Underestimating their own responsibility has a negative impact on consumers' perception of risk, which may develop into a significant risk factor by the time they reach adulthood when combined with a lack of knowledge.

Domestically, there is little information available that would provide a comprehensive picture of the awareness, food safety knowledge and risk perception of children as prospective buyers [16]. The objective of the present research is to expand the information that serves as the basis for future awareness raising activities. This article processes primarily the results of questions focusing on consumer awareness, risk perception and knowledge levels.

### 2. Research methodology

In accordance with the Food Chain Safety Strategy, NFCSO plans and implements communication campaigns and awareness raising programs aimed at the public on the basis of repeated consumer surveys, and the age group of young children is no exception to this [16]. Following the 2014 survey of NFCSO of 267 fourth grade (10-11 years old) students [15], this time the mapping of the expertise of schoolchildren in food safety issues was continued with more children (n=662) covering a wider age group (grades 5 to 8, 10-14 years of age), in collaboration with the Faculty of Food Science of Szent István University. Our survey was realized through parental consent ensuring the participation of the children and with the involvement of the teachers.

The composition of the sample according to gender and grade is shown in **Table 1**. Our questionnaire contained open-ended questions that could be answered by the children freely, while in the case of closed-ended questions, opinions could be expressed with the help of a five-point Likert scale or in a multiple choice format. Statistical analysis of the data was carried out with the IBM SPSS Statistics 22.0 software package.

### 3. Results

#### 4.1. Investigating awareness

In order to assess the awareness of future consumers during the selection and consumption of foodstuffs, they were asked what the information was, in their opinion, that should be absolutely included on the packaging of a food item (**Table 2**). In terms of spontaneous mentions, the expiration date was mentioned by most of them (489 children), closely followed by the list of ingredients (477 mentions). In addition, 180 students thought it mandatory to indicate the place of origin, 131 would require nutrition information and energy content on the label, and 128 would like to see information on product weight and volume and on the amount of product in the packaging. It is interesting to note that information

that would help us identify the products accurately in the case of a possible food safety hazard, such as the name of the product, the manufacturer, the distributor, the date of manufacture or the bar code, were mentioned significantly less frequently. It makes one think that only 37 students considered it important to indicate storage and use recommendations for the product on the packaging. This is surprising, because in order for the product manufactured by the producer and bought by us in the stores to be safe when it reaches our table, storage and use recommendations indicated on the packaging have to be taken into consideration, therefore, a conscious consumer strives to get to know this information.

#### 4.2. Risk perception

Understanding consumers' evaluation of the severity of risks is also essential for the development of educational elements. In our questionnaire, we tried to find the answer to the question of how children decide if a food can be consumed safely or not, how spoiled food can be recognized. As an answer to our open-ended question, unpleasant smell as a characteristic of spoiled food was mentioned by 521 respondents. The consumability of foods was evaluated on the basis of the appearance of mold by 356 students. A significant number of people (303) based their decision that a food was unfit for consumption on an unpleasant taste when trying the food. Other changes visible to the naked eye that were mentioned by several respondents included color change (245) and changed texture (197). A significant proportion of those filling out the questionnaire (103) considered foods to be spoiled after the expiration date (**Table 3**).

Certain foods, by their nature, are associated with a higher risk factor that must be taken into account during their storage, preparation and handling as a prepared food. Therefore, consumers need to know which foods they should pay particular attention to, regarding the above aspects. Foods listed in the questionnaire had to be graded by the children on a five-point Likert scale according to the risk attributed to them. The highest average scores were given to coke (3.55) and chips (3.37), while ground meat was thought to be less risky (3.08). Chocolate (2.81) was followed by eggs, which were judged to be moderately risky (2.48). French salad (2.03), bread (1.99) and apples (1.57) are believed to be low risk foods (**Figure 1**).

#### 4.3. Knowledge level

In our question about the optimal operating temperature range of a refrigerator, 65.57% of students responded correctly, but 19.22% of them thought that refrigerators should be operated at temperatures between -4 °C and 0 °C, while 15.31% thought is satisfactory if the inside temperature of the refrigerator does not exceed 15 °C (**Figure 2**).

<sup>1</sup> National Food Chain Safety Office

<sup>2</sup> Szent István University, Faculty of Food Science

It is a priority issue not only during the preparation of foods, but also during the consumption of leftovers of prepared foods to be aware of the methods suitable for the efficient destruction of pathogens that may be present in the food. Roasting/baking was chosen, correctly, as the most effective method by 2/3 (66.87%) of the respondents, however, the remaining, not insignificant part of respondents found other methods, in addition to heat treatment, suitable for making foods safe, such as washing (22.92%), freezing (7.91%) or cooling (2.30%) (**Figure 3**).

#### 4. Conclusions and recommendations

During the evaluation of the results, the interesting thing was found that the boundary separating the concepts of nutrition science and food safety had not been perceived by the children, which is clearly reflected by the fact that foods generally considered unhealthy from a nutrition point of view (coke, chips, chocolate) were believed to be more of a food safety risk than foods really posing a food safety risk (ground meat, eggs). Due to the blurring of the line that separates the fields, the risks assigned to meat and eggs may be underestimated, even though, according to the report of EFSA, the source of foodborne illnesses is linked to meat and other meat products in 44.8% and to eggs and other egg products in 9.0% of the cases [3].

In light of the responses to the questions assessing the food safety knowledge of the 5<sup>th</sup> to 8<sup>th</sup> grade age group, the focus of our research, many of them exhibited deficiencies in connection with the storage and handling of foods. In addition, it must be kept in mind that the existing risk which is due to a lack of knowledge can be significantly increased by the fact that the knowledge is not always put into practice [18].

For example, such a case may be if the consumer knows the optimal temperature range of the refrigerator, but attention is not paid to its regular checking. That is why we must strive to eliminate the identified deficiencies and, by placing emphasis on the critical points uncovered by our research, incorporate the theoretical and practical knowledge to be learned in the school curriculum. As the two essential elements of a successful knowledge transfer, the involvement of teachers highly qualified in the field of food safety [13], [19], and the development of an effective educational toolkit [20], [21] could be highlighted, the effectiveness of which can be monitored by further consumer surveys after its launch.

#### 6. References

- [1] Jevšnik, M., Hlebec, V., & Raspor, P. (2008). Consumers' awareness of food safety from shopping to eating. *Food Control*, 19(8), 737-745.
- [2] Griffith, C., & Redmond, E. (2001). Evaluating hygiene behaviour in the domestic setting and the impact of hygiene education. *Journal of Infection*. 43(1), 70-74.
- [3] EFSA (2017). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2016. *EFSA Journal*, 15(12).
- [4] World Health Organization. (2015). WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: 193 foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. ISBN: 978 92 4 156516 5
- [5] Azevedo, I., Albano, H., Silva, J., & Teixeira, P. (2014). Food safety in the domestic environment. *Food Control*, 37, 272-276.
- [6] Scott, E. (1996). Foodborne disease and other hygiene issues in the home. *Journal of Applied Bacteriology*, 80, 5-9.
- [7] Fischer, A. R., Frewer, L. J., & Nauta, M. J. (2006). Toward improving food safety in the domestic environment: a multi-item Rasch Scale for the measurement of the safety efficacy of domestic food-handling practices. *Risk Analysis*, 26, 1323-1338.
- [8] Patil, S. R., Cates, S., & Morales, R. 2005. Consumer food safety knowledge, practices, and demographic differences: findings from a meta-analysis. *Journal of Food Protection*. 68, 1884-1894.
- [9] Kennedy, J., Jackson, V., Blair, I. S., McDowell, D. A., Cowan, C., & Bolton, D. J. (2005). Food safety knowledge of consumers and the microbiological and temperature status of their refrigerators. *Journal of Food Protection*, 68(7), 1421-1430.
- [10] Wills, W. J., Meah, A., Dickinson, A. M., & Short, F. (2015). "I don't think I ever had food poisoning". A practice-based approach to understanding foodborne disease that originates in the home. *Appetite*, 85, 118-125.
- [11] McIntosh, W. A., Christensen, L. B., & Acuff, G. R. (1994). Perceptions of risks of eating undercooked meat and willingness to change cooking practices. *Appetite*, 22(1), 83-96.
- [12] Faccio, E., Costa, N., Losasso, C., Cappa, V., Mantovani, C., Cibir, V., Andrighetto, I., & Ricci, A. (2013). What programs work to promote health for children? Exploring beliefs on microorganisms and on food safety control behavior in primary schools. *Food Control*, 33(2), 320-329.

- [13] Eves, A., Bielby, G., Egan, B., Lumbers, M., Raats, M., & Adams, M. (2006). Food hygiene knowledge and self-reported behaviours of UK school children (4-14 years). *British Food Journal*, 108(9), 706-720.
- [14] Haapala, I., & Probart, C. (2004). Food safety knowledge, perceptions, and behaviors among middle school students. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 36(2), 71-76.
- [15] Ovca, A., Jevšnik, M., & Raspor, P. (2014). Food safety awareness, knowledge and practices among students in Slovenia. *Food Control*, 42, 144-151.
- [16] Balogh-Berecz, Á., Kasza, Gy., & Bódi, B. (2015). Általános iskolások ételbiztonsági kockázatészlelése (Food safety risk perception of elementary school students). *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 61(4), 872-880.
- [17] Kasza, Gy., Józwiak, Á., Bódi, B., Zsoldos, L., & Lakner, Z. (2013). Food-chain safety strategy: Challenges and expectations. Experiences of the background studies (Élelmiszerlánc-biztonsági Stratégia: kihívások és elvárások

- A stratégia megalapozását szolgáló felmérések legfontosabb tapasztalatai). *Magyar Állatorvosok Lapja*, 135(8), 481-493.
- [18] Raab, C. A., & Woodburn, M. J. (1997). Changing risk perceptions and food handling practices of Oregon household food preparers. *International Journal of Consumer Studies*, 21(2), 117-130.
  - [19] Voicua, C. D., Gorghiub, G., Anghelb, A., & Buruleanuc, L. (2015). Considerations Related to Specific Topics of Food Science in School Education. 6th World conference on Psychology Counseling and Guidance, 2015. május 14-16.
  - [20] Ovca, A., Jevšnik, M., Jereb, G., & Raspor, P. (2016). Effect of educational intervention on young people, targeting microbiological hazards in domestic kitchens. *Food Policy*, 61, 156-162.
  - [21] Young, V. L., Brown, C. L., Hayes, C., & McNulty, C. A. M. (2018). Review of risk communication and education strategies around food hygiene and safety for children and young people. *Trends in Food Science & Technology*. doi:10.1016/j.tifs.2018.06.017

nébih  
termőföldtől  
az asztalig

WESSLING  
Életünk minősége



## HUNGALIMENTARIA 2019

A NÉBIH és a WESSLING Hungary Kft.  
közös szervezésében 2019-ben ismét Hungalimentaria!

A konferencia mottója: „Ésszel a kosárba! – Mit mond erről a labor?”

**Időpont: 2019. április 24-25.**  
**Helyszín: Aquaworld Resort Budapest**

A részleteket és a jelentkezési lapot hamarosan megjelentetjük honlapunkon:  
[www.hungalimentaria.hu](http://www.hungalimentaria.hu)



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Shutterstock

Jevcsák Szintia<sup>1</sup>, Bíró Attila<sup>1</sup>, Remenyik Judit<sup>1</sup>, Lehoczki Gábor<sup>2</sup>,  
Murányi Eszter<sup>3</sup>, Jóvér János<sup>4</sup>, Diósi Gerda<sup>1</sup>, Sipos Péter<sup>5</sup>

Érkezett: 2017. augusztus – Elfogadva: 2018. július

## Műtrágyakezelés hatása a szemescirok lisztmintáinak zsírtartalmára és zsírsavösszetételére

**Kulcsszavak:** szemescirok, nitrogén dózis, gázkromatográfia, zsírtartalom, zsírsavösszetétel.

### 1. Összefoglalás

Kísérleteinkben különböző nitrogén-műtrágya-adagokkal kezelt termőterületeken termesztett szemescirok termésének lisztjében mérhető zsírtartalom és zsírsavösszetétel változását vizsgáltuk a zsírsavak metilésztereinek gázkromatográfiai analízisével. A zsírtartalom mennyisége enyhe emelkedést mutatott a növekvő műtrágyakezelés hatására, az egyes kezelések között szignifikáns eltérést figyeltünk meg. A zsírsavösszetétel a kezelések függvényében eltérő eredményeket mutatott. Megállapítottuk, hogy a kezelések pozitívan hatottak a minták zsírtartalmára, a növekvő nitrogéndózis azonban nem eredményezett kimagasló növekedést egyik zsírsav esetében sem. A zsírsavak egymáshoz viszonyított aránya nitrogén dózis függvényében számottevően nem változott. A telítetlen zsírsavak mennyisége átlagosan 83%, a telített zsírsavak mennyisége pedig 17% volt. A szemescirok zsírtartalma alacsonynak mondható (1,1-1,5%), ennek ellenére jó esszenciális zsírsav-forrásnak tekinthető. Az omega-3 és omega-6 esszenciális zsírsavak mennyisége átlagosan 50% volt az általunk vizsgált mintákban, mely érték szintén emeli a szemescirok táplálkozás-élettani hatását.

### 2. Bevezetés

A cirok szemtermésében található zsírok fontos szerepet töltenek be mind a tápanyagtartalom, mind pedig a belőle készült ételek ízének és eltarthatóságának, felhasználhatóságának tekintetében [1]. A cirokliszt zsírtartalma 3,17% [2], mely szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva 3,32%, ami többnyire telítetlen zsírsavakat foglal magába [3], [4]. A teljes szemre vonatkoztatott zsírtartalom 1-4 g/100 g [5],

míg nedvességtartalomra vonatkoztatott értékei a különböző szakirodalmak alapján a következők: 3,2 g/100 g [6], 3,8 g/100 g [7], 2,1 - 6,6 g/100 g [8], illetve 5,0% - 8,2% közötti értékek [9]. A cirokszem fő részeiben megtalálható zsírtartalom arányát az 1. táblázat foglalja össze.

A cirok maghéjában lévő lipidek többnyire viaszt tartalmaznak [11]. A viaszos rész főleg aldehideket (46%), zsíros alkoholokat (41%), zsírsavakat (7,5%),

1. táblázat. A cirokszem fő részeiben található zsírtartalom aránya, % [1], [10]  
Table 1 The proportion of fat content in the main parts of sorghum grain, % [1], [10]

	Teljes szem Whole grain	Endospermium Endosperm	Csíra Germ	Maghéj Seed husk
Pepó és mts. [10]	100	13	76	11
Wall és Blessin [1]	3.6	0.6	28.1	4.9

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Kémiai Intézet

<sup>3</sup> Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Karcagi Kutatóintézet

<sup>4</sup> Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz-, és Környezetgazdálkodási Intézet

<sup>5</sup> Agri-Corn Kft.

viaszt és szterol észtereket (1,4%), triacilglicerolokat (1%), illetve hidrokarbonátokat (0,7%) tartalmaz [12]. Az apoláris lipidek (trigliceridek) alkotják a legnagyobb mennyiséget. A cirokban poláris lipidek közül foszfolipidek, glikolipidek és el nem szappanosítható lipidek (fitoszterolok, karotenoidok, tokoferol) található [13], [7]. Szabad zsírsavak viszonylag csak kis mennyiségben vannak jelen [5]. A szemescirokban található zsírsavak közel 80%-a telítetlen zsírsav [14], a többszörösen telítetlen (PUFA – Poly Unsaturated Fatty Acid) zsírsavak mennyisége nagyobb, mint az egyszeresen telített (MUFA – Mono Unsaturated Fatty Acids) zsírsavaké [5], [9]. A 2. táblázat bemutatja a cirokban található zsírsavak mennyiségi tartományát.

Wall és Blessin [1] közlése szerint a cirokban legnagyobb mennyiségben linolsav (52%) található, majd azt követi az olajsav (32%), palmitinsav (10%), sztearinsav (4%) és linolénsav (1%). Egyes források

szerint a szemescirok linolsav tartalma 48,81%, olajsav tartalma 27,66% [15]. Adayeye és Ajewole [16] néhány nigériai gabona zsírsavösszetételét tanulmányozta, eszerint a cirok telítetlen zsírsavainak mennyisége nagyobb volt, mint a köles vagy a kukorica telítetlen zsírsavtartalma (3. táblázat).

A cirok növekedését és fejlődését az agrotechnikai és az ökológiai tényezők nagymértékben befolyásolják. Izsáki és Németh [17], valamint Lásztity [18] kutatása alapján a cirok a nitrogén 45%-át veszi fel a virágzási időszak végéig. Hazai tartamkísérletek alapján meg tudhatjuk, mely az a tápanyag-ellátottsági szint, ami még a terméshozam növekedését és jobb minőségű termést eredményez, valamint azt, hogy mikortól számíthatunk a minőség romlásával [19]. Célunk a különböző nitrogénkezelések hatásának vizsgálata a szemes cirok zsírtartalmának mennyiségére és zsírsavösszetételének változására.

2. táblázat. A cirokszem zsírsavösszetétele, % [9]  
Table 2 Fatty acid content of sorghum grain, % [9]

	Linolsav <i>Linoleic acid</i>	Olajsav <i>Oleic acid</i>	Palmitinsav <i>Palmitic acid</i>	Linolénsav <i>Linolenic acid</i>	Sztearinsav <i>Stearic acid</i>	Palmitolajsav <i>Palmitoleic acid</i>
Zsírsav-összetétel [9] <i>Fatty acid composition [9]</i>	27.59-50.73	31.12-48.99	11.73-20.18	1.71-3.89	1.09-2.59	0.43-0.56

3. táblázat. Egyes gabonák zsírsavprofiljának összehasonlítása, % [16]  
Table 3 Comparison of fatty acid profiles of some cereals, % [16]

Növényfaj / <i>Plant species</i>	Zsírsavak jelölése / <i>Lipid number</i>								
	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0
Szemescirok / <i>Sorghum</i>	-	<0.1	10.9	-	2.7	28.4	50.9	7.11	-
Gyöngyköles / <i>Pearl millet</i>	0.3	0.4	21.0	-	1.6	23.9	48.7	3.2	0.9
Kukorica / <i>Maize</i>	-	-	18.3	-	1.7	33.7	46.3	-	-

4. táblázat. A vizsgált lisztminták átlag zsírtartalma, %  
Table 4 Fat content of analyzed flour samples on average, %

Műtrágyadózisok nitrogén kg/ha <i>Fertilizer doses nitrogen kg/ha</i>	Zsírtartalom <sup>a,b</sup> <i>Fat content</i>
N0	1.1 ± 0.04
N40	1.2 ± 0.02
N80	1.2 ± 0.01
N120	1.4 ± 0.01
N160	1.4 ± 0.01
N200	1.5 ± 0.01

<sup>a</sup>: négy ismétlés átlageredménye ± szórás/results are the mean ± standard deviation of four repetitions

<sup>b</sup>: SzD<sub>5%</sub> a kezelések között 0,02/ 0.02 the LSD<sub>5%</sub> between N levels

### 3. Anyag és módszer

#### 3.1. Anyag

A kutatás során a szemescirok (*Sorghum bicolor* L. Moench), Zádor hibridet vizsgáltuk. Ez a hibrid szemescirok 1998-ban kapott állami elismerést [20]. A kísérletben alkalmazott műtrágyadózisok az alábbiak voltak, 0, 40, 80, 120, 160 és 200 kg ha<sup>-1</sup>, a kijuttatott műtrágya Pétisó volt. A kísérlet négy ismétlésben állítottuk be a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Karcagi Kutatóintézetében 2016-ban. A kísérleti terület talaja sík és kiegyenlített. A talajgenetikai osztályozás szerint a réti csernozjom típusba tartozik. A termőréteg humusztartalma 0-25 cm rétegben 3,5%, amely jó humusztartalomnak felel meg. A talaj foszfor- és káliumellátottsága szintén jó. A beérkezett cirokmintákat Metefém FQC-109 laboratóriumi malom segítségével őröltük meg [21].

#### 3.2. Módszer

A minták zsírtartalmának meghatározását Soxhlet készülékben elvégzett, petroléteres kivonás alapján végeztük [22].

A minták zsírsavösszetételét a Debreceni Egyetem Élelmiszerteknológiai Intézet és Kémiai Intézet laboratóriumaiban határoztuk meg. A zsírsav-metilészterek relatív tömegszázalékának meghatározásához a lisztminták 3-3 gramjának n-hexános kioldását végeztük el. Az extrakciót követően a retentátumot és permeátumot szűrőpapír segítségével választottuk szét. A n-hexánt vákuumbepárló készülékkel (Heidolph R210/215) párologtattuk el. A visszamaradt apoláris frakciót kisebb térfogatú (1 ml) n-hexánban oldottuk. A zsírsavak metilészter képzéséhez bór-trifluoridos (BF<sub>3</sub>+CH<sub>3</sub>OH) átészterezést használtuk, a származékképző reagenst 3-szoros mennyiségben alkalmaztuk 20 percen át tartó 50 °C-os inkubáció mellett [23]. A származékképzést követően a mintát 5 percig 10 000 1/perc fordulatszámmal cent-

rifugáltuk. A további műszeres analitikai vizsgálatokig a felülúszót -20 °C-on tároltuk.

A minták zsírsavösszetételét gázkromatográfiás módszerrel (GC) határoztuk meg. A gázkromatográf típusa HP5890 Series II, az automata injektor Agilent 6890 volt. Az SP2330 kromatográfiás kapilláris oszlop hossza 30 m, belső átmérője 0,25 mm. A film vastagsága 0,2 µm. A vivőgáz nitrogén, az áramlási sebessége 1 ml/perc volt. Az alkalmazott hőfokprogram kezdeti hőmérséklete 75 °C 2 percig, a hőmérséklet emelése percenként 4 °C/perc értékkel 175 °C-ig, majd 2 °C/perc fűtési sebességgel 260 °C-ig történt. Az injektált térfogat 1 µl. A jelet lángionizációs detektor szolgáltatta (FID, 260 °C). Minden minta vizsgálatát három ismétlésben végeztük el [24], [25], [26]. A statisztikai analízist SPSS 13.0 for Windows segítségével végeztük, alapja az ANOVA volt, amelyre a Szignifikáns Differencia (SzD<sub>5%</sub>) épült [27], [28].

#### 4. Vizsgálati eredmények

##### 4.1. A vizsgált Zádor hibrid lisztminták zsírtartalma

Az általunk vizsgált Zádor hibrid szemescirok lisztmintáinak mért zsírtartalmát a termőhelyre kijuttatott nitrogén mennyiségének függvényében a 4. táblázatban foglaltuk össze.

Ayub és mts. [29] 0, 50, 100 és 150 kg ha<sup>-1</sup> nitrogén műtrágyadózissal kezelt szemescirok mintákat vizsgáltak meg, kutatásuk alapján a minták zsírtartalma a kijuttatott nitrogén mennyiségével együtt növekedést mutatott, rendre 1,59%, 1,77%, 1,82% és 1,95% volt. Saját kísérletünkben az alkalmazott műtrágyadózisok hatására a cirokból őrölt lisztminták zsírtartalma 1,1-1,5% között változott. A vizsgált minták értékei között szignifikáns eltérés volt megfigyelhető (SzD<sub>5%</sub>: 0,02). A kezelt minták zsírtartalma 1,1% volt, míg a kezelt minták zsírtartalma 1,2% és 1,5% között változott.



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Shutterstock

#### 4.2. A vizsgált lisztminták zsírsavösszetétele a zsírsav-metilésztetek relatív tömegszázalékában

A kísérleteinkben vizsgált Zádor hibrid szemescirok lisztmintáinak mért zsírsav-metilésztet tartalmát a termőhelyre kijuttatott nitrogén mennyiségének függvényében az **5. táblázat** tartalmazza.

Az általunk vizsgált minták esetében is a linolsav volt jelen a legnagyobb mennyiségben (48,04-48,73%), ahogy azt Wall és Blessin (52%) [1], valamint Mehmood és munkatársai (27,59%-50,73%) [9] is leírták. Mintáinkban a linolsav után legnagyobb mennyiségben olajsavat találtunk 31,59 – 32,50% közötti értékekkel. A palmitinsav mennyisége 14,40% és 14,61% közötti értéket mutatott, a sztearinsav 1,84% és 2,36%-ban, a linolénsav pedig 1,56-1,81%-ban volt jelen. A mintákban a behénsav és a lignocerinsav 1% alatti mennyiségben volt megtalálható (**5. táblázat, 1. ábra**). Nem volt szignifikáns eltérés a kezelések között a palmitinsav (SzD<sub>5%</sub>: 0,38), palmitolajsav (SzD<sub>5%</sub>: 0,34), sztearinsav (SzD<sub>5%</sub>: 0,43), linolsav (SzD<sub>5%</sub>: 0,66), linolénsav (SzD<sub>5%</sub>: 0,24), valamint lignocerinsav (SzD<sub>5%</sub>: 0,11) esetében. Azonban szignifikáns eltérést volt kimutatható a minták kezelése között az olajsav (SzD<sub>5%</sub>: 0,30) és behénsav (SzD<sub>5%</sub>: 0,06) mérési eredményei között. Csupán az olajsav esetében tapasztaltuk, hogy a kezelt minták olajsavtartalma nagyobb volt a kontroll mintákhoz képest. Két zsírsav – palmitolajsav és olajsav – esetében tapasztaltuk azt, hogy a legnagyobb dózissal kezelt minták (200 kg/ha N) értéke volt a legmagasabb. Néhány esetben (linolsav, behénsav) a kontroll minta értéke a legmagasabb, míg más esetben (lignocerinsav) a legnagyobb N dózissal kezelt minta értéke a legalacsonyabb volt. Továbbá azt is megfigyelhettük, hogy a műtrágyakezelés emelkedésével a behénsav tartalma csökkenő

tendenciát mutatott. Az esszenciális zsírsavak, mint a linolsav (omega-6) és linolénsav (omega-3), összesen 49,93% és 50,44% közötti értéket eredményezett a kezelések függvényében. Ebből az omega-6 zsírsav mennyisége 48,04-48,73%, míg az omega-3 zsírsav mennyisége 1,56-1,81% között alakult (**5. táblázat**).

A műtrágyával kezelt minták átlagos linolsavtartalma 48,28±0,19%, míg a linolénsav mennyisége 1,70±0,09% volt (**5. táblázat, 1. ábra**). A kezeletlen mintákban 48,73% linolsavat és 1,71% linolénsavat találtunk (**5. táblázat**).

A telítetlen zsírsavak mennyisége ezekben a mintákban 82,81% és 83,66% között volt, átlagosan 83%, míg a telített zsírsavak mennyisége 16,34% és 17,19% között alakult, melynek értéke átlagosan 17% volt (**5. táblázat, 2. ábra**). A kezeletlen mintákban a telítetlen zsírsavak mennyisége 82,8%, a telített zsírsavak mennyisége 17,2% volt (**5. táblázat**).

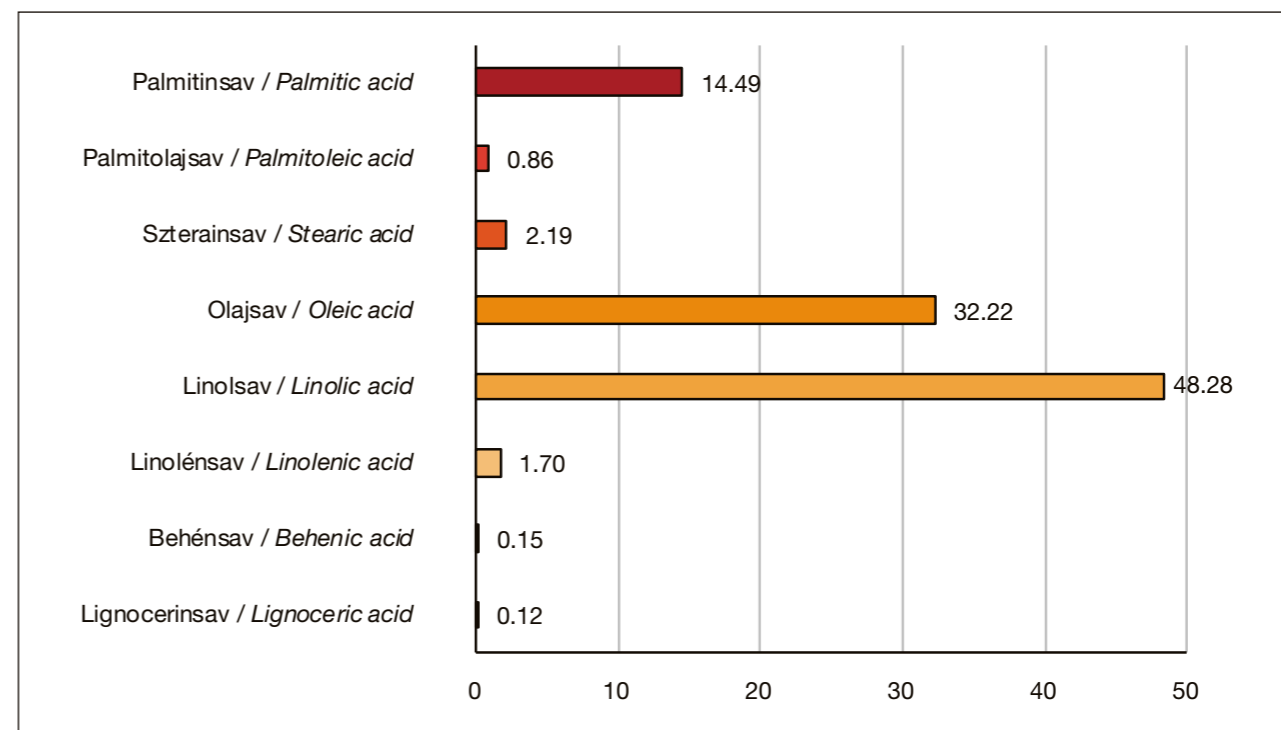
Egy nitrogén műtrágyával kezelt minta (160 kg/ha) kromatogramját a **3. ábrán** mutatjuk be.

#### 5. Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

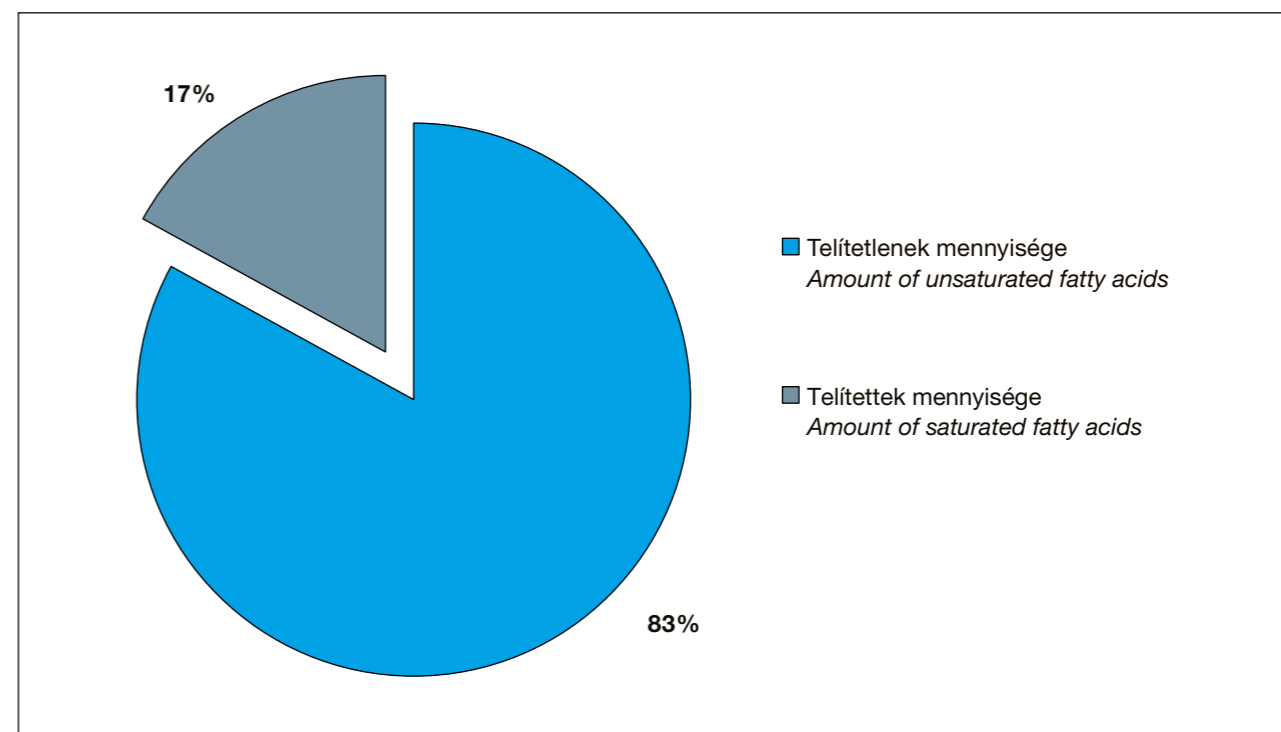
A vizsgálatok eredményei alapján elmondható, hogy a minták zsirtartalma a növekvő kezelések hatására növekvő tendenciát mutatott, 1,1 - 1,5%, szignifikáns eltérést figyelhettünk meg a kezelések között. Ayub és munkatársai [29] kísérletük alapján a nitrogén műtrágyadózisokkal (0; 50; 100; 150 kg ha<sup>-1</sup>) kezelt cirok minták zsirtartalma szintén növekvő értékeket ért el (1,59%-1,95%). A növekvő nitrogéndózis azonban nem eredményezett kimagasló növekedést egyik zsírsav esetében sem, a zsírsavak egymáshoz viszo-

5. táblázat. A Zádor cirokliszt zsírsavösszetétele a zsírsav-metilésztetek relatív tömegszázalékában, %  
Table 5 Fatty acid composition of Zádor sorghum flour in relative methyl ester percentage, %

	NØ	N40	N80	N120	N160	N200	Szignifikancia
Zsírsavak neve és rövidítése Fatty acid name and abbreviation	Zsírsavak mért mennyisége (m/m%) Fatty acid name and abbreviation						SzD <sub>5%</sub> /LSD <sub>5%</sub>
Palmitinsav / Palmitic acid C16:0	14.61	14.46	14.46	14.56	14.60	14.40	0.38
Palmitolajsav / Palmitoleic acid C16:1	0.79	0.71	0.80	0.87	0.82	1.12	0.34
Sztearinsav / Stearic acid C18:0	2.17	2.18	2.38	2.36	2.18	1.84	0.43
Olajsav / Oleic acid C18:1	31.59	32.16	32.08	32.23	32.12	32.50	0.30
Linolsav / Linoleic acid C18:2	48.73	48.46	48.23	48.04	48.20	48.48	0.66
Linolénsav / Linolenic acid C18:3	1.71	1.74	1.70	1.71	1.81	1.56	0.24
Behénsav / Behenic acid C22:0	0.23	0.16	0.18	0.15	0.15	0.10	0.06
Lignocerinsav / Lignoceric acid C24:0	0.17	0.13	0.17	0.09	0.12	-	0.11
Telítetlen zsírsavak / Unsaturated fatty acids	82.82	83.08	82.81	82.84	82.95	83.66	-
Telített zsírsavak / Saturated fatty acids	17.18	16.92	17.19	17.16	17.05	16.34	-
Esszenciális zsírsavak / Essential fatty acids (C18:2, C18:3)	50.44	50.20	49.93	49.75	50.01	50.04	-



1. ábra. A kezelt minták átlagos zsírsavösszetétele, %  
Figure 1 Average fatty acid composition of treated samples, %



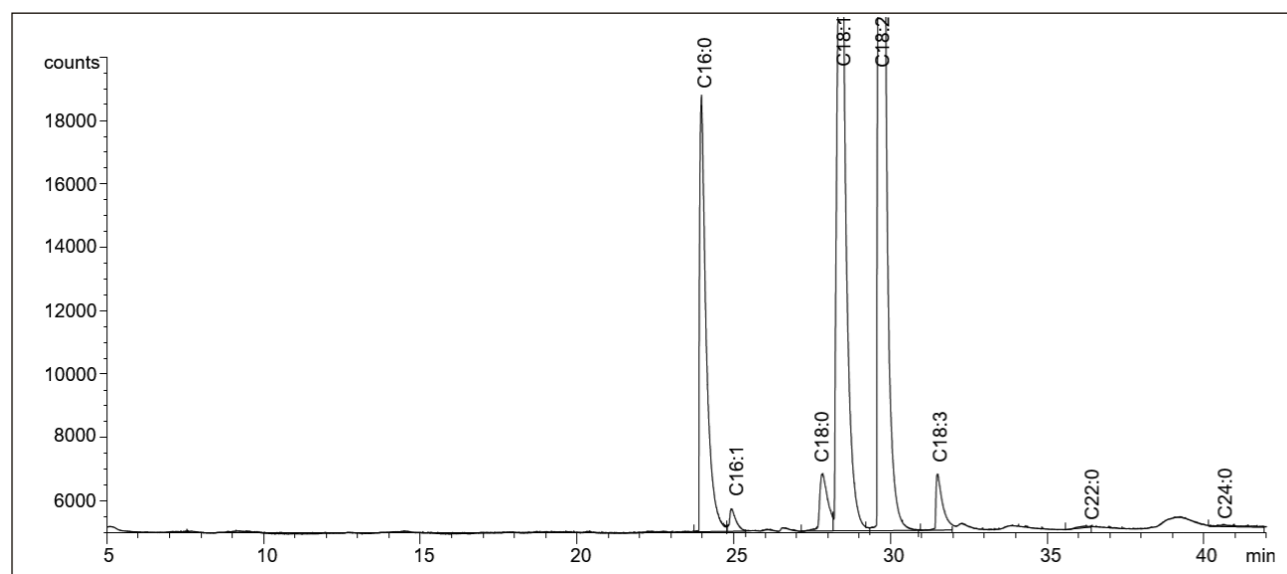
2. ábra. A telített és a telítetlen zsírsavak aránya a Zádor cirok lisztminták esetében  
Figure 2 Saturated and unsaturated fatty acids in Zádor sorghum flour samples



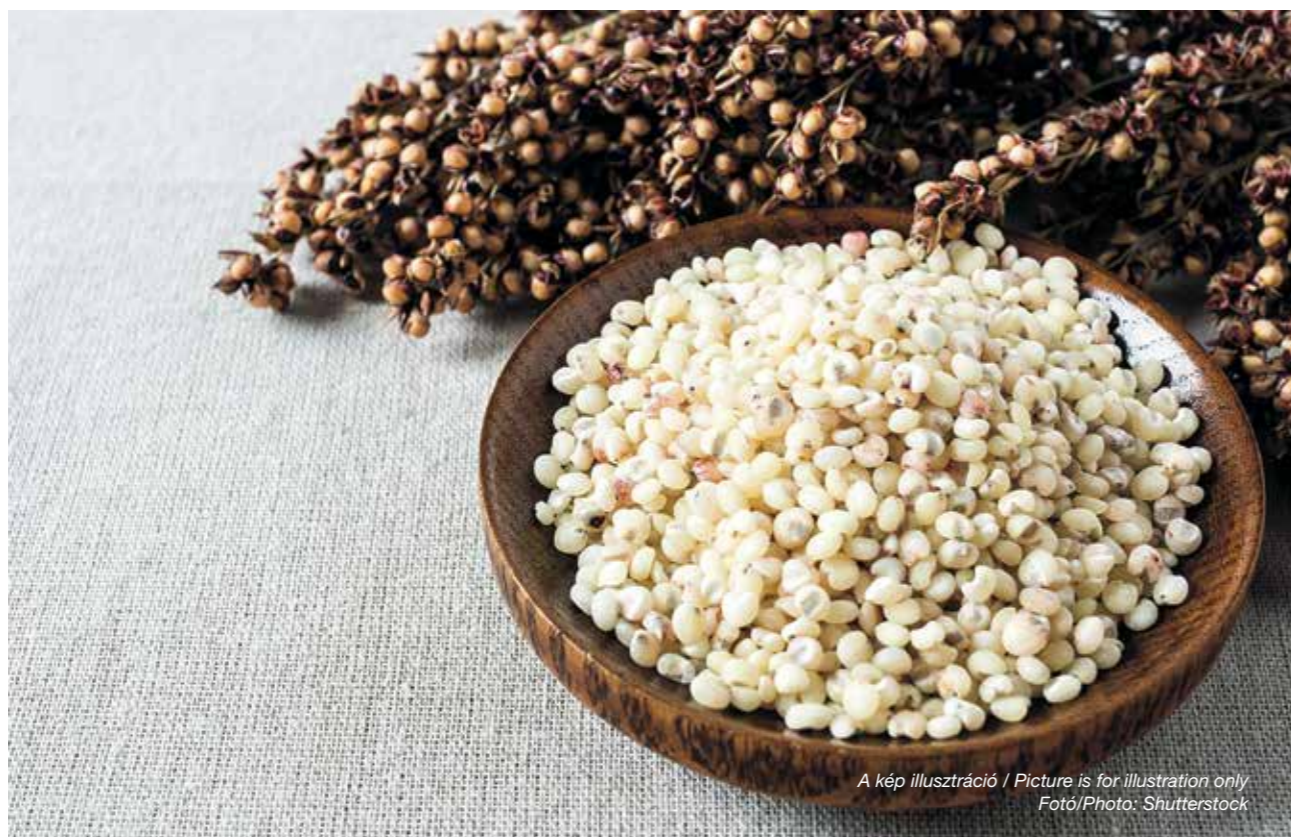
A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Shutterstock

nyitott aránya nitrogén dózis függvényében számottevően nem változott. Az olajsav esetében figyelhetjük meg azt, hogy a kezelt minták a kontrollhoz képest magasabb értéket vettek fel. Két zsírsav – palmitolajsav és olajsav – esetében tapasztaltuk azt, hogy a legmagasabb dózissal kezelt minták (200 kg/ha N) vették fel a legnagyobb értéket. A telítetlen zsírsavak mennyisége átlagosan 83% volt, míg a telített zsírsavak mennyisége 17%. Hulse és munkatársai [13] szintén leírják, hogy a telítetlen zsírsavak mennyisége 80% a cirok mintákban. A mi mintáinkban szintén a linolsav, olajsav volt jelen a legnagyobb mennyiség-

ben, majd azt követte a palmitinsav, szearinsav, linolénsav, palmitolajsav, behénsav, valamint a lignocerin-sav, ahogy azt Wall és Blessin is leírja [1]. Az esszenciális zsírsavak, mint a linolsav (omega-6) és linolénsav (omega-3), összesen 49,93% és 50,44% közötti értéket vett fel a kezelések függvényében. Ebből az omega-6 zsírsav mennyisége 48,04 - 48,73%, míg az omega-3 zsírsav mennyisége 1,56 - 1,81% között alakult. A szemescirok zsírtartalma alacsonynak mondható, azonban nagyon jó forrása az esszenciális zsírsavaknak, így ez a tulajdonsága növeli táplálkozás-élettani hatását.



3. ábra. A Zádor cirok N160 minta kromatogramja  
Figure 3 Chromatogram of N160 Zador sorghum sample



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Shutterstock

**ÚJ**  
**BC TEMPO BC**  
Bacillus cereus csoport  
megszámlálására 22 órán belül  
**AOAC és ISO 16140**  
validált

**tempo**  
THE 1st AUTOMATED QUALITY INDICATOR SOLUTION

Minden körülmények között megbízható minőségellenőrzésre van szüksége?

## TEMPO® biztosítja

- a személyzet irányításának optimalizálását
- a munkaterhelés változékonyságának kezelését
- a pontos és időszerű eredményt
- |||| a nyomon követhetőséget



**TEMPO** az innovatív megoldás minőségi mutatók meghatározására élelmiszerekben és környezeti mintákban

bioMérieux Hungaria Kft.  
1138 Budapest, Váci út 175.

Tel.: (36) 1 231-3050  
Fax.: (36) 1 231-3059  
email: [info.hu@biomerieux.com](mailto:info.hu@biomerieux.com)  
[www.biomerieux.com](http://www.biomerieux.com)

**BIOMÉRIEUX**  
INDUSTRY  
PIONEERING DIAGNOSTICS

Szintia Jevcsák<sup>1</sup>, Attila Bíró<sup>1</sup>, Judit Remenyik<sup>1</sup>, Gábor Lehoczki<sup>2</sup>, Eszter Murányi<sup>3</sup>, János Jóvér<sup>4</sup>, Gerda Diósi<sup>1</sup>, Péter Sipos<sup>5</sup>

Received: August 2017 – Accepted: July 2018

## Effect of fertilization on the fat content and fatty acid profile of sorghum flour samples

**Keywords:** sorghum, nitrogen level, gas chromatography, fat content, fatty acid composition

### 1. Summary

In our experiments, changes in the fat content and fatty acid composition in the flour of sorghum cultivated in growing areas treated with different nitrogen fertilizer doses were studied by the gas chromatographic analysis of the fatty acid methyl esters. The fat content exhibited a slight increase as a result of increasing fertilizer treatment, there were significant differences between the individual treatments. The fatty acid composition showed different results, depending on the treatments. We found that treatments had a positive effect on the fat content of the samples, however, increasing nitrogen dosages did not result in an outstanding increase in the case of any of the fatty acids. The ratio of fatty acids to each other did not change significantly as a function of the nitrogen dose. The average amount of unsaturated fatty acids was 83%, and the amount of saturated fatty acids was 17%. The fat content of sorghum is low (1.1-1.5%), but it can still be considered to be a good source of essential fatty acids. The average amount of omega-3 and omega-6 essential fatty acids in the samples analyzed by us was 50%, which also increases the nutrition physiology effect of sorghum.

### 2. Introduction

The fats found in sorghum play an important role both in terms of the nutrient content and the flavor, shelf life and usability of the foods made from it [1]. The fat content of sorghum flour is 3.17% [2], which is 3.32% on a dry matter basis, containing mostly unsaturated fatty acids [3], [4]. The fat content for the whole grain is 1-4 g/100 g [5], while its values on a dry matter basis, according to different literature sources are 3.2 g/100 g [6], 3.8 g/100 g [7], 2.1 – 6.6 g/100 g [8] and 5.0% - 8.2% [9]. Fat contents of the main parts of the sorghum grain are summarized in **Table 1**.

Lipids in the seed husk of sorghum mainly contain wax [11]. The waxy part contains chiefly aldehydes (46%), fatty alcohols (41%), fatty acids (7.5%), wax and sterol esters (1.4%), triacylglycerolols (1%) and hydrocarbonates (0.7%) [12]. Apolar lipids (triglycerides) make up the largest amount. Of the polar lipids, phospholipids, glycolipids and unsaponifiable lipids (phytosterols, carotenoids, tocopherol) are found in sorghum [13], [7]. Free fatty acids are present in relatively small quantities [5]. Nearly 80% of the fatty acids found in sorghum are unsaturated fatty acids [14], with the amount of polyunsaturated fatty acids

(PUFA) being higher than that of monounsaturated fatty acids (MUFA) [5], [9]. **Table 2** shows the composition ranges of the fatty acids found in sorghum.

According to the publication of Wall and Blessin [1], sorghum contains mostly linoleic acid (52%), followed by oleic acid (32%), palmitic acid (10%), stearic acid (4%) and linolenic acid (1%). Some sources say that the linoleic acid content of sorghum is 48.81%, its oleic acid content is 27.66% [15]. The fatty acid composition of some Nigerian cereals was studied by Adayeye and Ajewole [16], and they found that the unsaturated fatty acid content of sorghum was higher than that of millet or maize (**Table 3**).

The growth and development of sorghum are influenced to a large extent by agrotechnical and ecological factors. Based on the research of Izsáki and Németh [17], as well as Lásztity [18], sorghum takes up 45% of the nitrogen before the end of the flowering period. Based on domestic long-term experiments it can be ascertained what the level of nutrient supply is which results in yield growth and higher produce quality, as well as when a deterioration of quality can be expected [19]. Our objective was to investigate the effect of various nitrogen treatments on the fat content of sorghum and on changes in its fatty acid composition.

### 3. Materials and methods

#### 3.1. Materials

In the course of our research, the sorghum hybrid Zádor (*Sorghum bicolor* L. Moench) was examined. This sorghum hybrid received state recognition in 1998 [20]. The fertilizer used in the experiment was CAN (Pétisó) in doses of 0, 40, 80, 120, 160 and 200 kg ha<sup>-1</sup>. The experiment was set up in four repetitions at the Karcag research Institute of the University of Debrecen, Institutes for Agricultural Research and Educational Farm in 2016. The soil of the experimental area was flat, balanced, and belonged to the meadow chernozem type in terms of its soil genetic classification. The humus content of the topsoil was 3.5% in the 0 to 25 cm layer, corresponding to a good humus content. The phosphorus and potassium content of the soil was also good. The sorghum samples obtained were ground using a Metefém FQC-109 laboratory mill [21].

#### 3.2. Method

Fat content determination of the samples was carried out on the basis of a petroleum ether extraction performed in a Soxhlet apparatus [22].

The fatty acid compositions of the samples were determined in the laboratories of the Institute of Food Technology and Institute of Chemistry of the University of Debrecen. To determine the relative percentages by weight of fatty acid methyl esters, 3 gram portions

of the flour samples were extracted with n-hexane. Following extraction, the retentate and the permeate were separated using filter paper. n-Hexane was removed by a rotary evaporator (Heidolph R210/215). The residual apolar fraction was dissolved in a small volume (1 ml) of n-hexane. For the preparation of fatty acid methyl esters, boron trifluoride (BF<sub>3</sub>+CH<sub>3</sub>OH) transesterification was used, the derivatizing reagent was applied in a three-fold excess for 20 minutes at 50 °C [23]. After derivatization, the sample was centrifuged for 5 minutes at 10,000 rpm. Until further instrumental analyses, the supernatant was stored at -20 °C.

The fatty acid composition of the samples was determined by a gas chromatographic (GC) method. The type of the gas chromatograph was HP5890 Series II, the autosampler was an Agilent 6890. The length of the SP2330 chromatographic column was 30 m, its internal diameter was 0.25 mm. Film thickness was 0.2 µm. The carrier gas was nitrogen, the flow rate was 1 ml/min. The initial temperature of the temperature program used was 75 °C for 2 minutes, the temperature gradient was 4 °C/min to 175 °C, and then 2 °C/min to 260 °C. Sample injection volume was 1 µl. The signal was obtained by a flame ionization detector (FID, 260 °C). All samples were analyzed in triplicate [24], [25], [26]. Statistical analysis was carried out by the SPSS 13.0 for Windows software, based on ANOVA, upon which Significant Difference (SzD<sub>5%</sub>) was built [27], [28].

### 4. Analytical results

#### 4.1. Fat content of the Zádor hybrid flour samples

The measured fat contents of the flour samples of the sorghum hybrid Zádor analyzed by us as a function of the amount of nitrogen applied to the growing area are summarized in **Table 4**.

Sorghum samples treated with nitrogen fertilizer doses of 0, 50, 100 and 150 kg ha<sup>-1</sup> were analyzed by Ayub et al. [29], and their research showed that the fat content of the samples increased with the nitrogen amounts applied, the values being 1.59%, 1.77%, 1.82% and 1.95%, respectively. In our own experiment, the fat content of the ground sorghum flour samples varied between 1.1 and 1.5% as a function of the fertilizer doses applied. A significant difference could be observed between the values of the samples examined (SzD<sub>5%</sub>: 0.02). The fat content of untreated samples was 1.1%, while the fat content of the treated samples ranged between 1.2% and 1.5%.

#### 4.2. Fatty acid composition of the flour samples analyzed in relative percentages by weight of the fatty acid methyl esters

The measured fatty acid methyl ester contents of the flour samples of the sorghum hybrid Zádor examined

<sup>1</sup> University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Technology

<sup>2</sup> University of Debrecen, Faculty of Science and Technology, Institute of Chemistry

<sup>3</sup> University of Debrecen, Institutes for Agricultural Research and Educational Farm, Research Institute of Karcag

<sup>4</sup> University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Water and Environmental Management

<sup>5</sup> Agri-Corn Kft.



in our experiments as a function of the amount of nitrogen applied to the growing area are shown in **Table 5**.

In the case of the samples examined by us, linoleic acid was present in the highest amount (48.04-48.73%), as was previously described by Wall and Blessin (52%) [1], as well as Mehmood et al. (27.59%-50.73%) [9]. In our samples, the highest amounts after linoleic acid were found for oleic acid, with values between 31.59% and 32.50%. The amount of palmitic acid was between 14.40% and 14.61%, stearic acid was present in amounts between 1.84% and 2.36%, while linolenic acid between 1.56% and 1.81%. Behenic acid and lignoceric acid could be found in the samples in amounts below 1% (**Table 5, Figure 1**). There was no significant difference between the treatments in the case of palmitic acid (SzD<sub>5%</sub>: 0.38), palmitoleic acid (SzD<sub>5%</sub>: 0.34), stearic acid (SzD<sub>5%</sub>: 0.43), linoleic acid (SzD<sub>5%</sub>: 0.66), linolenic acid (SzD<sub>5%</sub>: 0.24) and lignoceric acid (SzD<sub>5%</sub>: 0.11). However, significant differences could be demonstrated between the sample treatments in the case of the measurement results of oleic acid (SzD<sub>5%</sub>: 0.30) and behenic acid (SzD<sub>5%</sub>: 0.06). Only in the case of oleic acid was it found that the oleic acid content of the treated samples were higher than that of the control samples. In the case of two fatty acids, palmitoleic acid and oleic acid, as it was found that the values of the samples treated with the highest doses (200 kg/ha N) were the highest. In some cases (linoleic acid, behenic acid), the value of the control sample was the highest, while in another case (lignoceric acid), the value of the sample treated with the highest N dose was the lowest. Furthermore, it was observed that with increasing fertilizer treatment, the behenic acid content showed a decreasing tendency. The total values for essential fatty acids, such as linoleic acid (omega-6) and linolenic acid (omega-3), were between 49.93% and 50.44%, as a function of the treatments. Of this, the amount of omega-6 fatty acids was between 48.04% and 48.73%, while the amount of omega-3 fatty acids was 1.56% to 1.81% (**Table 5**).

The average linoleic acid content of fertilizer-treated samples was 48.28±0.19%, while the amount of linolenic acid was 1.70±0.09% (**Table 5, Figure 1**). In the untreated samples, 48.73% linoleic acid and 1.71% linolenic acid was found (**Table 5**).

The amount of unsaturated fatty acids in these samples ranged from 82.81% to 83.66%, with an average of 83%, while the amount of saturated fatty acids ranged from 16.34% to 17.19%, with an average of 17% (**Table 5, Figure 2**). In the untreated samples, the amount of unsaturated fatty acids was 82.8%, the amount of saturated fatty acids was 17.2% (**Table 5**).

The chromatogram of a sample treated with nitrogen fertilizer (160 kg/ha) is shown in **Figure 3**.

## 5. Evaluation and discussion of the test results, conclusions

Based on the test results it can be stated that the fat content of the samples showed an increasing tendency as a result of treatments with increasing amounts, a significant, 1.1% to 1.5% difference could be observed between the treatments. According to the experiments of Ayub et al. [29], the fat content of sorghum samples treated with nitrogen fertilizer doses (0; 50; 100; 150 kg ha<sup>-1</sup>) also increased (1.59%-1.95%). However, increasing nitrogen doses did not result in a remarkable increase in the case of any of the fatty acids, and the ratio of fatty acids to each other did not change significantly as a function of the nitrogen dose. It was observed in the case of oleic acid that treated samples exhibited higher values than the control samples. For two fatty acids, palmitoleic acid and oleic acid, it was found that samples treated with the highest dose (200 kg/ha N) showed the highest values. The average amount of unsaturated fatty acids was 83%, while the amount of saturated fatty acids was 17%. Hulse et al. [13] also report that the amount of unsaturated fatty acids in sorghum samples is 80%. In our samples, also linoleic acid and oleic acid were present in the highest amounts, followed by palmitic acid, stearic acid, linolenic acid, palmitoleic acid, behenic acid and lignoceric acid, as was also described by Wall and Blessin [1]. Total values for essential fatty acids, such as linoleic acid (omega-6) and linolenic acid (omega-3) were between 49.93% and 50.44%, depending on the treatments. Of this, the amount of omega-6 fatty acids was 48.04 – 48.73%, while the amount of omega-3 fatty acids was 1.56 – 1.81%. The fat content of sorghum is low, but it is a very good source of essential fatty acids, and this property increases its nutrition physiological effect.

## 6. References

- [1] Wall, J.S., Blessin, C.W. (1969): Composition & Structure of Sorghum Grains. *Cereal Science Today*. 14. p. 264-271
- [2] Angioloni, A., Collar, C. (2012): Effects of pressure treatment of hydrated oat, finger millet and sorghum flours on the quality and nutritional properties of composite wheat breads. *Journal of Cereal Science* 56. p. 713-719
- [3] Bagdi, A. (2008): Hántolt és hántolatlan köles táplálkozási jellemzése és köles hozzáadásával készült tészta funkcionális tulajdonságainak vizsgálata. *Szakdolgozat. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem*, Budapest. p. 1-78
- [4] Pontieri, P., Giudice L. D. (2016): Sorghum: A Novel and Healthy Food. *Encyclopedia of Food and Health*. p. 33-42

- [5] Dicko, M.H., Gruppen, H., Traoré, A.S., Voragen, A.G.J., Berkel, W.J.H. (2006): Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. *African Journal of Biotechnology*, 5. p. 384-395
- [6] Léder, I. (2004): SORGHUM AND MILLETS, in *Cultivated Plants, Primarily as Food Sources*, [Ed. Füleky Gy.], in *Encyclopedia of Life Support Systems*.
- [7] Taylor, J.R.N., Duodu K.G. (2017): Sorghum and Millets: Grain-Quality Characteristics and Management of Quality Requirements. In: *Cereal grains. Assessing and Managing Quality*. Wrigley, C. W., Batey, I., Miskelly, D. [szerk.]. *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. p. 317-351.
- [8] Arendt, E.K., Zannini, E. (2013): *Cereal Grains for the Food and Beverage Industries*. Woodhead Publishing Limited. p. 283-350
- [9] Mehmood, S., Orhan, I., Ahsan, Z., Aslan, S., Gulfranz, M. (2008): Fatty acid composition of seed oil of different Sorghum bicolor varieties. *Food Chemistry*. 109. p. 855-859
- [10] Wall, J.S., Blessin, C.W. (1970): Composition of Sorghum Plant and Grain. *Sorghum production and utilization*. p. 118-166
- [11] Pepó, P., Tóth, Sz., Bódi, Z., Kovácsné Oskolás, H., Kovács, A., Erdei, É., Szabó, E. (2013): *Növényi agrogenetika, nemesítés és biotechnológia*. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. p. 78-83
- [12] Kiss R.E. (2011). A cirok felhasználás értékelése, az élelmiszeripar szempontjából. *Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet*. Debrecen.
- [13] Taylor, J.R.N., Duodu, K.G. (2010): Sorghum and millets: characteristics and quality requirements. In: *Cereal grains. Assessing and managing quality*. Wrigley, C. W., Batey, I.L. [szerk.]. *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. 90. p. 237-263
- [14] Hulse, J.H., Laing, E.M., Pearson, O.E. (1980): *Sorghum and the Millets: their Composition and Nutritive Value*. Academic Press. p. 1-997
- [15] Stemler, A.B.L., Collins, F.I., Dewet, J.M., Harlan, J.R. (1976): Variation in Levels of Lipid Components and Protein in Ecogeographic Races of Sorghum bicolor. *Biochemical Systematics and Ecology*. 4. p. 43-45
- [16] Adeyeye, A., Ajewole, K. (1992): Chemical composition and fatty acid profiles of cereals in Nigeria. *Food Chemistry*, Volume 44. p. 41-44
- [17] Izsáki, Z., Németh, T. (2016): A silócirok (*Sorghum bicolor* L. Moench) szárazanyag-felhalmozása és tápelem-felvétele. *Agrokémia és Talajtan*. 65 (1). p. 47-62
- [18] Lásztity, B. (1995): A szemes cirok fejlődése és a makro elemtartalmak változása a tenyészidő folyamán N, P, K kísérletben. *Növénytermelés*. 44. p. 293-298
- [19] Izsák, Z. (2016): A szarvasi műtrágyázási tartamkísérletek eredményei I. (1990-2010) Kukorica, cukorrépa, zab, olajlen és silócirok tápanyagellátása. *Agrokémia és Talajtan*. 65-p. 171-172
- [20] Ábrahám, É.B. (2010): CIROK (*SORGHUM SPP.*), in *Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban*, [Ed. Gondola I.], Nyíregyháza. p. 263-275
- [21] Devisetti, R., Yadahally, S. N., Bhattacharya, S. (2014): Nutrients and antinutrients in foxtail and proso millet milled fractions: Evaluation of their flour functionality. *LWT – Food Science and Technology*. 59. p. 889-895
- [22] MSZ 6369-15:1982 *Nyerszsír és avasság meghatározása*.
- [23] Morrison, W.R., Smith, L.M. (1964): Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride – methanol. *Journal of Lipid Research*. 5. p. 600-608
- [24] MSZ 19928:1986 *Zsírsvetüléshatározók előállítása gázkromatográfiás vizsgálatok céljára*.
- [25] MSZ EN ISO 661:2006 *Állati és növényi zsírok és olajok. A vizsgálati minták előkészítése (ISO 661:2003)*.
- [26] MSZ ISO 5508:1992 *A zsírsvösszetétel meghatározása gázkromatográfiás módszerrel*.
- [27] Berzsenyi, Z. (2015): *Növénytermesztési kísérletek tervezése és értékelése*. *Agroinform*. Budapest. p. 587
- [28] Sváb, J. (1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest.
- [29] Ayub, M., Nadeem, M.A., Tanveer, A., Husnain A. (2002): Effect of Different Levels of Nitrogen and Harvesting Times on the Growth, Yield and Quality of Sorghum Fodder. *Asian Journal of Plant Sciences* 1. (4). p. 304-307



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

Molnár Judit<sup>1</sup>, Vasas Dávid<sup>2</sup>, Ásványi Balázs<sup>1</sup>

Érkezett: 2018. április – Elfogadva: 2018. augusztus

## Egysejtfehérjék beépítése gyulladásos bélbetegek diétájába

**Kulcsszavak:** egysejtfehérje; fermentáció; gyulladásos bélbetegség; tápanyag utánpótlás

### 1. Összefoglalás

Világviszonylatban – így Magyarországon is – évről évre egyre több beteg esetében diagnosztizálnak gyulladásos bélbetegséget. Az IBD (Inflammatory Bowel Disease) betegségben szenvedők esetében a normál étrend kiegészítéseként olyan alternatív megoldásokra van szükség, mint amilyen például az általunk is vizsgálni kívánt egysejtfehérje étrendi alkalmazása. A humán szervezet megfelelő tápanyag- és folyadék-utánpótlásának biztosítása a modern élelmiszer-tudomány egyik kiemelkedő feladata. A korszerű tudományos ismeretek és diagnosztikai módszerek alkalmazásával meghatározható a fokozott energia- és fehérjeigényű személyek energiaszükséglete a testtömeg függvényében, és ennek ismeretében kell megtervezni az élelmiszerek gyártási folyamatait.

Kutatásaink során nagy cukortartalmú táptalajon szaporított élesztőgomba-kultúrából származó egysejtfehérje előállításával, illetve annak beltartalmi értékelésével foglalkoztunk. Vizsgáltuk továbbá az SCP (Single Cell Protein) beépíthetőségét a gyulladásos bélbetegek diétájába. Kutatási eredményeinkkel segítséget kívánunk nyújtani főként az élelmiszertudományi, továbbá az élelmiszergyártásban közreműködő táplálkozástudományi területen tevékenykedő szakembereknek.

### 2. Bevezetés és célkitűzés

A gyulladásos bélbetegségek esetszáma világszerte folyamatosan nő [12]. A gyomor-béltraktus krónikus gyulladásos betegsége a Crohn-betegséget (CD) és fekélyes vastagbélgyulladást (UC) foglalja magába. Ezek a betegségek mára jelentős egészségügyi problémává váltak. Kezelésük rendkívüli módon előrehaladt a célzott biológiai terápiák bevezetésével és optimalizálásával, illetve speciális gyógyszerek (5 ASA készítmények) alkalmazásával [15], [16]. A betegség kórokat a tudomány jelenleg még nem ismeri, kizárólag remisszió állapota érhető el [9]. A gasztroenterológiai célzott kezelés és pszichiátriai támogatás mellett táplálkozástudományi segítségnyújtás, diéta alkalmazása is ajánlott. A betegségekben szenvedő egyének anyagcseréjében a fokozott energia és fehérjevesztés jellemző, aminek következtében energia- és fehérje-gazdag étrend javasolt. Az erre vonatkozó étrendi javaslatok már ismertek, és a javasolt táplálkozási rend hatásait már vizsgálták [10]. Az étrend kiegészítésére szolgáló egysejtfehérje alkalmazhatóságára azonban még nem állnak

rendelkezésre irodalmi források. Korábbi kutatásaink során vizsgáltuk az egysejt-fehérje előállítási lehetőségeit és az elérhető végtermék kihozatalát. [14], [13]. Kutató munkánkat folytatva, meghatároztuk alkalmazhatóságát egy fehérjegazdag étrend kiegészítésére a gyulladásos bélbetegek esetében, segítséget nyújtva az élelmiszertudomány, orvostudomány és táplálkozástudomány szakemberei számára.

### 3. Szakirodalmi áttekintés

#### 3.1. Egysejtfehérjék előállítása

A hagyományos biotechnológia térhódításával nem csak az alkohol fermentálása [6], hanem vele egyidejűleg az egysejtfehérje (SCP) előállítási technológiája is fejlődött [7]. A fermentációval előállított sejttömeg leggyakrabban élesztőgombák hasznosításával, sokszor élelmiszeripari melléktermékek újrahasznosításával képzett biomassza. A takarmányok adalékanyagként történő hasznosításon túl a növekvő élelmiszer- és fehérjeszükséglet kielégítésére az SCP-t sok esetben megfelelő feltárást követően a humán táplálkozásba

<sup>1</sup> Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszer-tudományi Tanszék

<sup>2</sup> Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Víz- és Környezettudományi tanszék

is beépítették [1]. E termékeknek hasznos, fiziológiai aktív hatóanyag-tartalma mellett mikrotápanyagokkal és vitaminokkal való kiegészítési lehetőségei is kiemelkedőek, amelyet számos kutatás során vizsgáltak [3], [8], [17]. A dúsítási folyamat technológiai megoldásain kívül az ilyen élelmiszerek emészthetőségét is biztosítani kell. A monogasztrikusok számára az emészthetőség a gyártási folyamatban az egysejtfehérjét alkotó sejtek falának bontásával, mechanikus feltárással érhető el [1]. Az SCP-előállítás során gyakran olyan élelmiszeripari melléktermékeket használnak fel, amelyek újrahasonosítása környezetvédelmi szempontból is előnyös, ugyanakkor hasznosanyag-tartalmuk az élesztőgombák szaporodását is elősegíti.

### 3.2. Az egysejtfehérjék beltartalmi értékei

A hasznosítási célból feltárt SCP leginkább fehérjetartalma miatt jelentős. Aminosav-tartalma közül kiemelkedő a cisztein és metionin. Vitamintartalmában a legjelentősebb mennyiségben a B vitaminok szerepelnek. A különböző termékek vitamintartalmát előregyártott premixekkel dúsítani lehet [18]. A B vitaminok közül a B<sub>12</sub> vitamin pótlásának van nagy jelentősége a gyulladással járó bélbetegség előfordulása során kialakuló vérszegénység kezelésében [2]. Az SCP alapú készítményekkel a kelált B<sub>12</sub> vitamin nagyobb dózisu alkalmazására is lehetőség van. Az előállítás során az élesztőben hasznos mikrotápanyagok is feldúsulnak, amelyek a készítmények telítetlen zsírsavtartalmával együtt szintén elősegíthetik a betegek állapotának javulását [11].

### 3.3. Gyulladásos bélbetegek diétája

A gyulladásos bélbetegségek tüneti kezelése sokrétű, a gyógyszeres kezelésen túl a normál testtömeg fenntartásán át a mikro- és makrotápanyagok pótlásáig terjed [21]. Az IBD a panaszok között gyakran jelentkezik fogyás, amely a testtömeg csökkenése mellett a szervezet hasznos tápanyagainak

vesztését eredményezi. A kezelés során a víz- és sóháztartás rendezését követően a legfontosabb cél a diéta alkalmazása a bélsatorna gyulladással járó folyamatainak enyhítése céljából, valamint a normál testtömeg visszaállítása, illetőleg annak fenntartása [19]. Ennek érdekében speciális diéta tartása szükséges [5]. A diéta kiegészítésére számos esetben alkalmaznak olyan kiegészítő megoldásokat, mint például tápszerek adagolása. Emellett a kutatási témáink alapjául szolgáló egysejtfehérje készítmények diétába illesztése, azok beltartalmi értékeinek következtében hasznos lehet [12]. Hasznosulása és gyakorlati bevezetése a diétába kiváló kutatási témaként szolgálhat, ami segítséget nyújt a szakembereknek mind a gyártási, mind pedig a terápiás folyamatok során.

### 4. Anyag és módszer

Az SCP előállítással végzett fermentációs kísérleteinket a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Élelmiszertudományi Tanszékén, Biostat A plus típusú fermentorban szakaszos fermentációt alkalmazva végeztük. A fermentációk során vett minták fehérjetartalmának meghatározásához a Széchenyi István Egyetem Víz- és Környezettudományi Tanszéke nyújtott segítséget. A szakirodalmi elemzést és gazdasági kalkulációkat is figyelembe véve választottuk ki a *Saccharomyces cerevisiae* NCAIM Y.00200 élesztő törzset, melyet a Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteményéből (Budapest) szereztünk be vákuumzáras, dupla ampullás, fagyasztva szárított formában. A tiszta tenyészetek elkészítését követően azok morfológiai vizsgálatát is elvégeztük. A fermentációk során felhasznált inokulum koncentrációját úgy állítottuk be, hogy 50 cm<sup>3</sup> (6,5 g/l NaCl) sóoldatba 10<sup>6</sup> sejt/cm<sup>3</sup> élesztő legyen. Mivel az általunk elemzett szakirodalmak közül a melaszt alkalmazzák tápláljaként a legtöbb esetben fermentációs folyamatok során, kísérleteinkben szintén melaszt használtunk, aminek beszerzési forrása a Győri Szeszgyár és Finomító Zrt. volt. A tápoldaton – annak nagy cukortartal-

ma miatt - háromszoros hígítást végeztünk, amelyből 2 dm<sup>3</sup>-t használtunk fel. A laboratóriumi körülmények között végzett kísérletben az optimalizálási folyamat céljából kiválasztott paraméterek a 200-300-400 fordulatszám (revolutions per minute /rpm/); 25-30 °C hőmérséklet; 1-1,5-2 levegőztetés (volume per volume per minute /vvm/); pH 4,5-5-5,5 érték voltak. Az oldott oxigén szintjét minden esetben mértük. A beállított értéket és az élesztő szaporodásának ellenőrzését a fermentorhoz tartozó saját szoftverben értékeltük. Kísérleteink során a 0.; 24.; 48.; 72. órában vettünk mintát a fehérje meghatározás céljából, amit 105 °C-on végzett szárítást követően Kjeldahl-féle nitrogén meghatározás módszerével mutattunk ki. A méréseket háromszor ismételtük Csapó és Csapó-né Kiss (2003) Élelmiszertudomány-könyvben leírt metódika alapján [4].

### 5. Eredmények és értékelésük

#### 5.1. A fermentáció kísérleti beállításának optimalizálása és az élesztőfehérje-tartalom meghatározása

Az anyag és módszer részben feltüntetett, laboratóriumi körülmények között végzett mérési folyamatot követően kiválasztottuk a végleges fermentációs paramétereket. Ezeket a mérési folyamatokat jelen publikáció során nem kívánjuk részletezni, eredményeinkben kizárólag a fehérjetartalom mérésekre térünk ki. A kiválasztott végleges értékek a háromszoros hígítás, 30 °C hőmérséklet, 5,5 pH érték, 200 rpm fordulatszám illetve 1,5 vvm levegőztetés voltak, az oldott oxigén szintjét pedig minden esetben monitoroztuk. Ezen értékek kiválasztása során szakirodalmi elemzést is végeztünk. Traviña-muñoz et al. (2013) publikációjukban 0,5-1-1,5 vvm levegőztetés mellett 200-300-400 rpm fordulatszámot és 30 °C hőmérséklet alkalmaztak [20]. A legmagasabb hozam értéket 200 rpm és 1 vvm mellett érték el. Az általunk vizsgált fermentációs értékek közel megegyeztek az általunk alkalmazottakkal, ami segítségünkre volt az optimalizálási folyamat során.

Az optimalizálási folyamatot követően a 0.; 24.; 48. és a 72. órában 3 párhuzamos fehérje meghatározást végeztünk, amelynek mérési eredményeit az 1. táblázatban foglaltunk össze.

Eredményeink ismeretében elmondhatjuk, hogy a laboratóriumi körülmények között 72. órában a vett mintákból a gyulladással járó bélbetegségben szenvedő, fehérje bő diétát igénylő személyek számára előállított, 31,2±0,3 g/100 g élesztőfehérjében potenciális lehetőséget látunk a jövőre nézve. Ennek komolyabb vizsgálatához, a laboratóriumi kísérletek mellett nagyüzemi előállítást javasolunk. Ezen kívül fontosnak tartjuk az organoleptikai vizsgálatok elvégzését, amelyekkel akár az internetes fórumokon, vagy beteglátkozókon fellelhető csoportok és magánszemélyek számára is elfogadhatóvá tehető ez az alternatív fehérjeforrás, akár ízesített formában is.

### 6. Következtetések

A rendelkezésünkre álló szakirodalmi források elemzése során megállapítottuk, hogy az élesztők diétába történő beillesztése aktuális táplálkozástudományi feladat, és hatékonyan alkalmazható gyulladással járó bélbetegeknek. A számukra előállított SCP-t tartalmazó speciális készítmények kedvező étrendi hatást válthatnak ki az IBD betegségekben szenvedő egyének kezelése során. Ugyanakkor megállapítottuk azt is, hogy a szakirodalomban nem szerepelnek egybehangzóan az SCP jellemzői a gyulladással járó bélbetegségekben szenvedők alternatív táplálási lehetőségeivel, illetve ezekre vonatkozó kutatási eredményekkel együtt. A további kutatások támogatása érdekében publikációnkban ezeket igyekeztük felvázolni. A szakirodalmi források tanulmányozása és saját kísérletek elvégzése során arra a következtetésre jutottunk, hogy kutatásunkat az előállított és megfelelően beillesztéssel célszerű folytatnunk, a magyarországi igények és gazdasági lehetőségek figyelembevételével.

1. táblázat: Gyulladásos diéta kiegészítésére szolgáló élesztő-fehérje értékek (g/100 g)  
Table 1 Protein values of yeasts intended for the supplementation of the diet of IBD patients (g/100 g)

Fermentációs idő (óra) Fermentation time (h)	Élesztő-fehérje értékek (g/100 g)* Yeast protein values (g/100 g)*
0	3.9±0.9
24	8.2±0.8
48	16.3±0.8
72	31.2±0.3

\*Az adatok három mérés átlag ± szórás értékét jelölik

\*Data represent the average ± standard deviation of three measurements



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

# Incorporating single cell proteins in the diet of IBD patients

**Keywords:** single cell protein; fermentation; inflammatory bowel disease; nutrient supply

## 1. Summary

Worldwide, and also in Hungary, more and more patients are diagnosed with inflammatory bowel disease (IBD) each year. In the case of IBD patients, to supplement a normal diet, alternative solutions, such as, for example, the dietary use of single cell proteins intended to be examined by us are required. Ensuring the proper nutrition and liquid supply of the human body is one of the major tasks of modern food science. By using state-of-the-art scientific knowledge and diagnostic methods, the energy requirement of people with increased energy and protein needs can be determined as a function of their body weight, and the production processes of foods should be realized with this information in mind.

In our research, single cell proteins (SCP) have been produced in a yeast culture grown on high sugar content culture media, including their nutritional evaluation. Possibilities for incorporating SCP in the diet of IBD patients have also been investigated. With our research results, we would like to provide assistance to specialists in food science and those in nutrition science contributing to food production.

## 2. Introduction and objectives

The number of inflammatory bowel disease cases is constantly increasing worldwide [12]. The chronic inflammatory disease of the gastrointestinal tract includes Crohn's disease (CD) and ulcerative colitis (UC). These diseases have now become a major health problem. Their treatment has advanced significantly with the introduction and optimization of targeted biological therapies and the application of special drugs (5-ASA products) [15], [16]. The cause of the disease is not yet known by science, only remission can be achieved [9]. In addition to targeted gastroenterological treatment and psychiatric support, dietary nutrition assistance and the application of a diet are recommended. The metabolism of individuals suffering from the diseases is characterized by an increased loss of energy and proteins, as a result of which an energy and protein-rich diet is recommended. Dietary suggestions for this are already known, and the effects of the proposed diet have already been studied [10]. However, there are still no available literature sources on the applicability of single cell proteins to supplement the diet. In the course of our previous research, the production possibilities and the yield of the end product were

investigated [14], [13]. Continuing our research work, the applicability of SCPs to supplement a protein-rich diet in the case of IBD patients was determined, providing assistance to professionals in the fields of food science, medicine and nutrition science.

## 3. Literature review

### 3.1. Production of single cell proteins

The rise of conventional biotechnology led to the development of not only alcohol production [6], but also of the production technology of single cell proteins (SCP) [7]. The cell mass produced by fermentation is biomass produced most commonly by the utilization of yeast, often by recycling food industry by-products. In addition to using them as feed additives, SCPs have also been often incorporated in the human diet in order to meet increasing food and protein needs [1]. In addition to the useful, physiologically active ingredients of these products, possibilities of supplementing them with micro nutrients and vitamins are also outstanding, and have been studied in several research projects [3], [8], [17]. In addition to the technological solutions of the enrichment process, the digestibility of such foods have to be

ensured as well. Digestability can be improved in the manufacturing process by the mechanical disruption of the wall of the cells containing the single cell proteins [1]. SCP production often uses food industry by-products whose recycling is also beneficial from an environmental protection point of view, but at the same time, their useful substance content promotes the development of yeast.

### 3.2. Nutritional values of single cell proteins

SCPs to be utilized are mainly significant because of their protein content. Of their amino acid content, cysteine and methionine are outstanding. B vitamins make up most of their vitamin content. The vitamin content of the different products can be enriched with premixes [18]. Among B vitamins, vitamin B<sub>12</sub> supplementation is of great importance in the treatment of anemia caused by the occurrence of inflammatory bowel disease [2]. With SCP-based products, higher doses of vitamin B<sub>12</sub> can be applied. During production, beneficial micronutrients are also enriched in yeast, which together with the unsaturated fatty acid content of the products can also help improve the condition of the patients [11].

### 3.3. Diet of IBD patients

The symptomatic treatment of inflammatory bowel diseases if multifold, it ranges from medication, through maintaining normal body weight to the supplementation of micro- and macronutrients [21]. IBD symptoms often include weight loss, resulting not only in a decreased body weight, but also in a loss of useful nutrients. During treatment, following the sorting out of the water and salt balance, the most important goal is to use the diet to relieve the inflammatory processes of the intestinal tract and to restore and maintain normal body weight [19]. In order to do so, adherence to a special diet is required [5]. To supplement the diet, complementary solutions, such as the addition of formulas are often used. Additionally, the incorporation in the diet of single cell protein products, the subject of this research can also be useful because of their nutritional values [12]. Their usefulness and practical incorporation in the diet can serve as an excellent research topic that will help professionals in both manufacturing and therapeutic processes.

## 4. Materials and methods

SCP production fermentation experiments to supplement the diet of IBD patients were carried out at the Department of Food Science of the Faculty of Agricultural and Food Science of Széchenyi István University, using a Biostat A plus fermentor with batch fermentation. Assistance in the protein content determination of the samples taken during the fermentations was provided by the Department of Water and Environmental Sciences of Széchenyi István University. Taking into account the literature

analysis and economic calculations, yeast strain *Saccharomyces cerevisiae* NCAIM Y.00200 was selected, which was obtained from the National Collection of Agricultural and Industrial Microorganisms (Budapest) in a vacuum-sealed, double ampoule, freeze-dried form. Following the preparation of pure cultures, their morphological analysis was also carried out. The inoculum used during the fermentations was prepared by introducing 10<sup>6</sup> cells/cm<sup>3</sup> yeast into 50 cm<sup>3</sup> of a 6.5 g/l NaCl saline solution. Since molasses are used as a culture media during the fermentation process in most of the literature sources analyzed by us, molasses were also used in our experiments, the source of which was Gyor Distillery Co. Ltd. Due to its high sugar content, the culture media was diluted threefold, of which 2 dm<sup>3</sup> was used. The parameters selected for the optimization process of the laboratory experiment were as follows: 200, 300 and 400 revolutions per minute (rpm); 25 and 30 °C temperature; 1, 1.5 and 2 volume per volume per minute (vvm) aeration; 4.5, 5 and 5.5 pH values. Dissolved oxygen levels were measured in each case. Value settings and yeast growth were evaluated by the proprietary software of the fermentor. In our experiments, samples for protein determination were taken at 0, 24, 48 and 72 hours, the samples were dried at 105 °C in a drying oven, and protein determination was carried out on 1 g of dried sample using the Kjeldahl nitrogen determination method. Measurements were repeated three times according to the methodology described by Csapó and Csapóné Kiss (2003) in their Food chemistry book [4].

## 5. Results and evaluation

### 5.1. Optimization of the experimental setup of the fermentation and the determination of yeast protein content

Final fermentation parameters were selected from the fermentation parameters listed in the Materials and methods section under laboratory conditions using several measurement methods. We are not going to go into the details of these measurement processes in the course of the present publication, we will only focus on the protein content determinations. The final values selected were threefold dilution, a temperature of 30 °C, a pH value of 5.5, a speed of 200 rpm and 1.5 vvm aeration, and dissolved oxygen levels were monitored in each case. During the selection of these values, a literature analysis was also conducted. In their publication, Traviña-Muñoz et al. (2013) used speeds of 200-300-400 rpm, with a temperature of 30 °C and 0.5-1-1.5 vvm aeration [20]. The highest yield was obtained with the values 200 rpm and 1 vvm. The fermentation values examined by them were nearly identical to the ones used by us, which was a great help during the optimization process.

Following the optimization process, 3 parallel protein determinations were carried out at hours 0, 24, 48 and 72, the results of which are summarized in Table 1.

<sup>1</sup> Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Science, Department of Food Science

<sup>2</sup> Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Science, Department of Water and Environmental Sciences

Based on our results it can be stated that we see a potential for the future in the 31.2±0.3 g/100 g yeast protein produced under laboratory conditions over 72 hours for IBD patients requiring a protein rich diet. For a more thorough investigation, in addition to laboratory experiments, large scale production is recommended. Additionally, we believe that it is important to carry out organoleptic tests, to make this alternative protein source, possibly in a flavored form, acceptable to groups or individuals in online forums or patient meetings.

## 6. Conclusions

During the analysis of the available literature sources, it was found that the incorporation of yeasts in the diet is a current nutritional science task as it can be used effectively in the case of IBD patients. The special products manufactured for them, containing SCPs, may have a beneficial dietary effect during the treatment of individuals suffering from IBD diseases. At the same time, it has also been determined that the characteristics of SCPs do not appear in the literature together with the alternative dietary possibilities of IBD patients or the research results regarding this topic. In order to promote further research, we have tried to outline these in our publication. During the study of literature sources and the carrying out our own experiments, we came to the conclusion that our research should be continued with the practical incorporation of the single cell proteins produced, taking into account Hungarian needs and economic possibilities.

## 7. References

- [1] Anupama, Ravindra, P. (2000): Value-added food: Single cell protein. *Biotechnology Advances* 18 459-479.
- [2] Boda, M., Ilyés, M., Várkonyi, Á. (1983): B12-vitamin malabszorpció okozta megaloblasztos anémia. *Gyermekgyógyászat: gyermek- és ifjúság-egészségügyi szaklap* 34 227-230.
- [3] Champagne, C. P., Tompkins, T. A., Buckley, N. D., Green-Johnson J. M. (2010): Effect of fermentation by pure and mixed cultures of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus helveticus* on isoflavone and B-vitamin content of a fermented soy beverage. *Food Microbiology* 27 968-972.
- [4] Csapó, J., Csapóné, Kiss, Zs. (2003): Élelmiszer-kémia. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 125-134.
- [5] Dudits, D., Heszky, L. (2014): Növényi biotechnológia és géntechnológia. Agroiinform kiadó. Budapest. 1-347.
- [6] Fekete, K., Szigeti, N., Lelovics, Zs., Tátrai, L., Figler, M. (2008): Crohn-betegek táplálkozási szokásai. Új diéta 3-4 4-7.
- [7] Fésüs, L., Heszky, L., Hornok, L. (2005): Mezőgazdasági biotechnológia. Agroiinform kiadó és nyomda Kft. Budapest. 1-366.

- [8] Furutani, Y., Betz, F. R., Hedrick, R. L. (1953): Vitamin requirements of *Hansenula* yeasts in relation to their phylogeny. *Journal of Bacteriology* 65 276-280.
- [9] Gajendran, M., Loganathan, P., Catinella, A. P., Hashash, J. G. (2018): A comprehensive review and update on Crohn's disease. *Disease-a-Month* 64 20-57.
- [10] Hartmann, G., Lada, Sz. (2013): Egységes diétás rendszer 2. rész Energia- és fehérjebő érend. *Élelmezés* 4 36-37.
- [11] Kutasi J. (2007): Fermentációs biotechnológia. Glia Kft.
- [12] Lakatos, L. (2003): Epidemiológiai és genetikai megfigyelések gyulladásos bélbetegségben. Doktori értekezés. Budapest.
- [13] Molnár, J., Ásványi, B., Varga, L. (2017): Vitaminadagolás hatása élesztőgombák szaporodási kinetikájára (Effect of vitamin supplementation on growth kinetics of yeasts). *Acta Agronomica Óváriensis* 58 60-72.
- [14] Molnár, J., Molnár, R., Kóródi, Gy. (2016): Analysis of Resupply of Energy for Workforce Accomplishing Long Term Damage Cleanup Duties. *Academic And Applied Research In Military And Public Management Science* 15 223-229.
- [15] Moran C. J. (2017) Very early onset inflammatory bowel disease. *Seminars in Pediatric Surgery* 26 356-359.
- [16] Pithadia, A. B., Jain S. (2011): Treatment of inflammatory bowel disease (IBD). *Pharmacological Reports* 63 629-642.
- [17] Simon, L., Szilágyi, M. (2003): Mikroelemek a táplálékláncban. Bessenyei György Könyvkiadó. Nyíregyháza. 58-66.
- [18] Stromájer-Rácz, T. (2013): A *Schizosaccharomyces pombe* hasadó élesztő sejtjeiben lejátszódó oxidatív stressz folyamatok vizsgálata. Doktori értekezés. Pécs.
- [19] Szabó, I. (1997): Nutritív terápia Crohn-betegségben. *Gyermekgyógyászat: gyermek- és ifjúság-egészségügyi szaklap* 48 307-311.
- [20] Traviña-Muñoz, D., Páez-Lerma, J., Rutiaga-Quiñones, O., Gschaedler-Mathis, A., Soto Cruz, N. (2013): Production of biomass of *Saccharomyces cerevisiae* and *Torulaspora delbrueckii* changing aeration and agitation condition in batch reactor. 17th National Congress of Biotechnology and Bioengineering. June 23-28. 2013. Cancún. Mexico.
- [21] Vida, R. Gy., Lukács, D., Végh, A., Fittler, A. (2015): A gyulladásos bélbetegségekről: I. rész - A Crohn-betegség és a colitis ulcerosa jellemzői, epidemiológiája, etiopatogenezise és kezelése. *Gyógyszerészet* 40 647-654.

Megjelent a Kromatográfus novemberi száma!  
Kérje saját példányát az info@gen-lab.hu címen

# KROMATOGRÁFUS

kromatográfiai folyóirat

pH-kontroll  
a folyadékromatográfiában  
II. – ammónium-acetát

Mennyire biztonságos vizet injektálni  
egy GC "készülékbe"?

Az SPE módszerfejlesztés  
alapjai

A mintatartó hatása fehérjék  
kromatográfiai méréseinek  
ismételhetőségére

Kurucz Csilla<sup>1</sup>

## Nemzeti szabványosítási hírek

A következő felsorolásban szereplő szabványok megvásárolhatók vagy megrendelhetők az MSZT Szabványboltban (1082 Budapest VIII., Horváth Mihály tér 1., telefon: 456-6893, telefax: 456-6841, e-mail: kiado@mszt.hu; levélcím: Budapest 9., Pf. 24, 1450), illetve elektronikus formában beszerezhetők a [www.mszt.hu/webaruhaz](http://www.mszt.hu/webaruhaz) címen.

A nemzetközi/európai szabványokat bevezetjük magyar nyelven, valamint magyar nyelvű címdallal és angol nyelvű tartalommal. A magyar nyelven bevezetett nemzetközi/európai szabványok esetén külön feltüntetjük a magyar nyelvű hozzáférést.

### 2018. év szeptember-november hónapban bevezetett szabványok:

ICS 07.100.30 Élelmiszer-mikrobiológia

MSZ EN ISO 18593:2018 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszerek a felületi mintavételre (ISO 18593:2018), amely visszavonta az MSZ ISO 18593:2008-at

13.060.45 Víz vizsgálata általában

MSZ EN ISO 5667-3:2018 Vízminőség. Mintavétel. 3. rész: A vízminőség tartósítása és kezelése (ISO 5667-3:2018), amely visszavonta az MSZ EN ISO 5667-3:2013-at

### ICS 67 Élelmiszeripar

67.050 Élelmiszertermékek vizsgálatának és elemzésének általános módszerei

MSZ EN 15662:2018 Növényi eredetű élelmiszerek. Pesticid szermaradékok meghatározásának multimódszere acetonnitriles extrakciót/szétválasztást és diszperziós SPE-tisztítást követő GC- és LC-alapú vizsgálattal. Moduláris QuEChERS-módszer, amely visszavonta az MSZ EN 15662:2009-et

MSZ ISO 18787:2018 Élelmiszerek. A vízakaktivitás meghatározása (magyar nyelven megjelent)

67.100.10 Tej és feldolgozott tejtermékek

MSZ ISO 16958:2018 Tej, tejtermékek, csecsemőtápszerek és felnőtt-tápszerek. A zsírsavösszetétel meghatározása. Kapilláris gázkromatográfiai módszer (magyar nyelven megjelent)

67.100.30 Sajt

MSZ EN ISO 9233-1:2018 Sajt, sajtkeg és ömlesztett sajt. A natamicintartalom meghatározása. 1. rész:

Molekuláris abszorpciós spektrometriás módszer sajtkeghez (ISO 9233-1:2018), amely visszavonta az MSZ EN ISO 9233-1:2013-at

MSZ EN ISO 9233-2:2018 Sajt, sajtkeg és ömlesztett sajt. A natamicintartalom meghatározása. 2. rész: Nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiai módszer sajtkeghez, sajtkeghez és ömlesztett sajtkeghez (ISO 9233-2:2018), amely visszavonta az MSZ EN ISO 9233-2:2013-at

67.120.10 Hús és hústermékek

MSZ ISO 2917:2018 Hús és húskészítmények. pH-mérés. Referencia-módszer (magyar nyelven megjelent)

67.200.10 Állati és növényi zsírok és olajok

MSZT/MS 12228-1:2018 Értelmezési segédlet az MSZ EN ISO 12228-1:2014 szabvány szerinti módszerhez

67.200.20 Olajmagvak

MSZ 6380:2018 Szójabab élelmiszeripari célra, amely visszavonta az MSZ 6380:1982-öt

67.220.10 Fűszerek és ízesítők

MSZ ISO 1108:2018 Fűszerek és ízesítők. A nem illékony éteres extraktum meghatározása (magyar nyelven megjelent)

67.240 Érzékszervi vizsgálat

MSZ EN ISO 13299:2016 Érzékszervi vizsgálat. Módszer. Általános útmutató az érzékszervi profil kialakításához (ISO 13299:2016) (magyar nyelven megjelent)

MSZ ISO 6658:2018 Érzékszervi vizsgálat. Módszer. Általános útmutató (magyar nyelven megjelent), amely visszavonta az MSZ ISO 6658:2007-et

MSZ ISO 13302:2018 Érzékszervi vizsgálat. Módszerek az élelmiszerek csomagolóanyaga által okozott zamatmódosulásának értékelésére (magyar nyelven megjelent)

### 2018. év szeptember-november hónapban visszavont szabvány:

MSZ ISO 5506:1993 Szójababtermékek. Az ureázaktivitás meghatározása

### Review of national standardization

The following Hungarian standards are commercially available at MSZT (Hungarian Standards Institution, H-1082 Budapest, Horváth Mihály tér 1., phone: +36 1 456 6893, fax: +36 1 456 6841, e-mail: [kiado@mszt.hu](mailto:kiado@mszt.hu), postal address: H-1450 Budapest 9., Pf. 24) or via website: [www.mszt.hu/webaruhaz](http://www.mszt.hu/webaruhaz).

### Published national standards from September to November, 2018

ICS 07.100.30 Food microbiology

MSZ EN ISO 18593:2018 Microbiology of the food chain. Horizontal methods for surface sampling (ISO 18593:2018) which has withdrawn the MSZ ISO 18593:2008

13.060.45 Examination of water in general

MSZ EN ISO 5667-3:2018 Water quality. Sampling. Part 3: Preservation and handling of water samples (ISO 5667-3:2018) which has withdrawn the MSZ EN ISO 5667-3:2013

### ICS 67 Food technology

67.050 General methods of tests and analysis for food products

MSZ EN 15662:2018 Foods of plant origin. Multimethod for the determination of pesticide residues using GC- and LC-based analysis following acetonitrile extraction/partitioning and clean-up by dispersive SPE. Modular QuEChERS-method which has withdrawn the MSZ EN 15662:2009

MSZ ISO 18787:2018 Foodstuffs. Determination of water activity (published in Hungarian)

67.100.10 Milk and processed milk products

MSZ ISO 16958:2018 Milk, milk products, infant formula and adult nutritionals. Determination of fatty acids composition. Capillary gas chromatographic method (published in Hungarian)

67.100.30 Cheese

MSZ EN ISO 9233-1:2018 Cheese, cheese rind and processed cheese. Determination of natamycin content. Part 1: Molecular absorption spectrometric method for cheese rind (ISO 9233-1:2018) which has withdrawn the MSZ EN ISO 9233-1:2013

MSZ EN ISO 9233-2:2018 Cheese, cheese rind and processed cheese. Determination of natamycin content. Part 2: High-performance liquid chromatographic method for cheese, cheese rind and processed cheese (ISO 9233-2:2018) which has withdrawn the MSZ EN ISO 9233-2:2013

67.120.10 Meat and meat products

MSZ ISO 2917:2018 Meat and meat products. Measurement of pH. Reference method (published in Hungarian)

67.200.10 Animal and vegetable fats and oils

MSZT/MS 12228-1:2018 Instructions for interpretations related to the method of the MSZ EN ISO 12228-1:2014

67.200.20 Oilseeds

MSZ 6380:2018 Soybean for food industrial processing which has withdrawn the MSZ 6380:1982

67.220.10 Spices and condiments

MSZ ISO 1108:2018 Spices and condiments. Determination of non-volatile ether extract (published in Hungarian)

67.240 Sensory analysis

MSZ EN ISO 13299:2016 Sensory analysis. Methodology. General guidance for establishing a sensory profile (ISO 13299:2016) (published in Hungarian)

MSZ ISO 6658:2018 Sensory analysis. Methodology. General guidance (published in Hungarian) which has withdrawn the MSZ ISO 6658:2007

MSZ ISO 13302:2018 Sensory analysis. Methods for assessing modifications to the flavour of foodstuffs due to packaging (published in Hungarian)

### Withdrawn national standard from September to November, 2018

MSZ ISO 5506:1993 Soya bean products. Determination of urease activity

For further information please contact Ms Csilla Kurucz, sector manager on food and agriculture, e-mail: [cs.kurucz@mszt.hu](mailto:cs.kurucz@mszt.hu)



<sup>1</sup> Magyar Szabványügyi Testület (MSZT)

<sup>1</sup> Hungarian Standards Institution

## Dunai mérések: 50 mikroműanyag-részecske köbméterenként



A Dunában találták a legtöbb mikroműanyagot az eddig vizsgált hazai folyók közül: köbméterenként 50 részecskét. A Parányi Plasztiktalány projekt során a WESSLING Hungary Kft. és partnerei a Tisza után a Duna és mellékfolyóinak mikroműanyag-szennyezését is vizsgálták. A kutatók, a környezetvédelem gyakorlatában, és a laboratóriumi vizsgálatokban jártas szakemberek a WESSLING Tudásközpontban 2018. október 10-én rendezett projektzáró konferencián kinyilvánított véleménye szerint a vizsgálatok eredménye nyugtalanító. Az eddig elvégzett mérések csak az első lépések voltak: globális kihívással állunk szemben, összehangolt intézkedésekre van szükség a környezetünkbe kerülő műanyagok által okozott szennyeződési folyamat visszafordítása érdekében.

A korábbi mintavételek és laboratóriumi vizsgálatok eredményei már felhívták a figyelmet arra, hogy az európai helyzethez hasonlóan Magyarországon is bizonyítható a mikroműanyagok jelenléte felszíni vizeinkben. A WESSLING mérései alapján a Tiszán Dombrádnál egy köbméter vízben a 300 µm-nél nagyobb műanyag részecskék száma 4,9 db volt, a Tisza-tóból származó mintában pedig 23,1 db részecskét találtak. A kimutatott műanyagok jellemzően a széles körben felhasznált polietilénből, polipropilénből és polisztirolból származtak.

A Parányi Plasztiktalány projekt során először az Ipolyban vettek mintát: egy köbméter vízben 1,7 db részecskét találtak. A viszonylag alacsony mikroműanyag-szint vélhetően annak köszönhető, hogy a folyó többnyire nemzeti parki területeken, ipari és kommunális behatásoktól viszonylag elzártan kanyarog. Az Ipoly vízében az elterjedtebb (pl. polipropilén), illetve kisebb mennyiségben gyártott anyag típusok (például játékokhoz, műszerfalakhoz alkalmazott akrilnitril-butadién-sztirol, ABS) is előfordultak.

A Rábában már jóval több, köbméterenként 12,1 db mikroműanyag-részecskét mutatott ki a WESSLING Hungary Kft. Ez az eredmény naponta akár 20,7 db millió részecskét is jelenthet. Érdekes, hogy ezek a részecskék nem a Tisza vízgyűjtőjén is detektált, szé-

les körben felhasznált műanyag típusokból, hanem precíziós alkatrészekhez, elektronikai termékekhez használt anyagokból származnak (pl. polyoximetilénből).

50 db részecske 1 m<sup>3</sup> vízben! – így összegezhető a két dunai mérési sorozat eredménye, ami azért is aggasztó, mert az eddigi magyarországi vizsgálati eredmények közül kiemelkedően ez a legnagyobb érték. A szakemberek a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság segítségével a Megyeri hídtól északra 1 m<sup>3</sup> vízben átlagosan 45, míg a déli mintavételi ponton, a Csepeli Szabadkikötőnél 55 db részecskét detektáltak. Ez azt jelenti, hogy a Budapest alatti folyószakaszon a mikroműanyag-szennyezettség nagyobb, mint amilyen a város feletti szakaszon észlelhető. Mindez a városokra jellemző nagy népsűrűséggel lehet kapcsolatban: akár a csapadékkal bemosott szennyezés, akár a szennyvíztisztító-telepek is a mikroműanyagok jelentős forrásai lehetnek.

Ami a Dunán azonosított parányi plasztikok anyagfajtaírt: a korábbi hazai mérésekhez hasonlóan a legnagyobb mennyiségben a fogyasztási cikkekhez, csomagolóanyagokhoz felhasznált polietilénből, polipropilénből és polisztirolból származó, vízben sodródó műanyag-töredékeket mutattak ki.

A PPT projekt legfontosabb eredménye, az, hogy rámutatott arra, hogy felszíni vizeinkben a mikroműanyagok egyértelműen megtalálhatók. Erről a hazai sajtó is beszámolt.

További részletek: <https://mikromuanyag.hu/>

## Elhagyják a műanyag edényeket



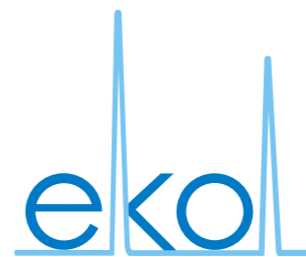
A WESSLING Hungary Kft. társadalmi felelősségvállalásának újabb fontos állomásához érkezett: élelmiszer-vizsgálati szakértői csoportja mostantól nem használ több műanyag edényt az élelmiszerekkel kapcsolatos érzékszervi vizsgálatokhoz, tekintélyes mennyiségű plasztikterheléstől mentesítve a környezetünket.

Az élelmiszerek érzékszervi vizsgálatokor ugyanis eddig különböző műanyag eszközöket alkalmaztak.

Vadasi Tamás a szakértői csoport vezetője kollégáival együtt nemrég úgy döntött, hogy teljes mértékben elhagyják a műanyag eszközök használatát. Mindezzel hozzájárulnak a környezetszennyezés csökkentéséhez, hiszen éves szinten közel 10 ezer darab műanyag edényt (poharakat, tányérokat, evőeszközöket) használnak a munkájuk során.

Vadasi Tamás elmondta, hogy a megfelelően elmosott hagyományos (kerámia, fém, üveg) tálaló- és evőeszközöket folyamatosan lehet az érzékszervi vizsgálatokhoz használni. A vállalat történetében nem előzmény nélküliek az ehhez hasonló elhatározások. 2016-ban például Greenovációs Nagydíjat kapott az elektronikus jegyzőkönyvek bevezetéséért, aminek köszönhetően évente 4 foci pályányi A4-es papírlappal kevesebb fogy; ez egy kisebb ligetnyi erdő fájának (40 fa) életben maradását jelenti évente.

## Pro Ingenio Oklevél az EKOL vezetőjének



Az Elválasztástechnikai Kutató és Oktató Laboratórium (EKOL) újabb megtisztelő kitüntetésben részesült: a diákok tucatjait rangos tudományos fokozathoz hozzásegítő és az új, az élelmiszer-biztonságban és a környezetvédelemben is alkalmazható módszerek kifejlesztésében élenjáró laboratórium vezetője a tehetséggondozásért járó kitüntetést kapott.

2018 szeptember 7-én az Eötvös Lóránd Tudományegyetem (ELTE) évnívó ünnepségén Dr. Eke Zsuzsanna, az EKOL vezetője vehette át a Pro Ingenio Elismerő Oklevelet. A Pro Ingenio Nívó Díjat és a Pro Ingenio Elismerő Oklevelet a kiemelkedő tehetséggondozási tevékenység méltánylására hozták létre, és azoknak az ELTE-s oktatóknak, kutatóknak a megbecsülését szolgálja, akik a középiskolások és az egyetemi hallgatók tudományos tevékenységének elősegítéséért, kibontakoztatásáért és elismeréséért éveken át kiemelkedően eredményes, áldozatos munkát végeztek a tehetséggondozás bármely területén témavezetői, tutori, mentori vagy szervezői feladatok ellátásával.

Az Elválasztástechnikai Kutató és Oktató Laboratóriumot (EKOL) az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Kara és Kémiai Intézete, valamint a WESSLING Hungary Kft. hozta létre és tartja fenn, azért, hogy a gázkromatográfia (GC), a folyadékkromatográfia (HPLC) és egyéb kapcsolt

technikák alkalmazásával megvalósítható, új mérési módszereket fejlesszen ki, és hogy lehetőséget biztosítson a diákoknak a szakmai fejlődésre.

A peszticid-mérések, a szénhidrogének műszeres mérésének fejlesztése, a poliaromás szénhidrogének (PAH-ok) kimutatása vagy a csomagolóanyagok új vizsgálati módszereinek kidolgozása kapcsán egyértelművé vált, hogy az egyetem keretein belül lezajlott vagy éppen folyamatban lévő kutatások nem csupán elvont tudományos eredményeket hoztak, hanem olyan módszerek kifejlesztéséhez is hozzájárultak, amelyeket a független laboratóriumban már a gyakorlatban is alkalmaznak – legyen szó gyógyszer-, környezetanalitikáról vagy élelmiszer-vizsgálatokról.

## Elindult a Mikrokaland!

A Laborkaland, középiskolásoknak szánt online kémiaversenyének egyik középponti témája a mikroműanyagok környezeti előfordulása volt. A programban résztvevő diákok megtudhatják, hogyan jönnek létre a mikroműanyagok és milyen globális, környezet- és élelmiszerbiztonsági veszélyt jelentenek.

Az interaktív, élménypedagógiára épülő oktatási program azaz a Laborkaland keretein belül immár ötödik éve versenyezhetnek a diákok. A középiskolások választ kaphattak az olyan érdekes kérdésekre, hogy mi is történik a görögdinnyével, ha tengervízben hűtjük, miként válhatnak a konyhai zöldségek sav-bázis indikátorokká, hogyan főzzük a legjobb tésztát, miért lyukas a sajt, milyen módon tudunk fagylaltot készíteni mélyhűtő nélkül, hogyan hamisítják a tejfölt – vagy éppen hogy miben rejlik az aranycsinálás titka.

A foglalkozásokon felmerülő kérdéseket természetesen a kémiai ismeretek segítségével kell megválaszolniuk. A foglalkozásokat és a versenyt szervező független laboratórium, a WESSLING Hungary Kft. célja, hogy minél népszerűbbé tegye a kémiát a középiskolás diákok körében.



Az idei Laborkaland (azaz a Mikrokaland) középpontjában a mikroműanyagok állnak. A feladatokat havonta teszik közzé a [www.laborkaland.hu](http://www.laborkaland.hu) oldalon.

A témakörök a műanyagok teljes életciklusát felelelik az előállításától a lebomlásig, a műanyagtörténelem kezdeteitől napjainkig. Szó esik a szelektív gyűjtés hasznosságáról. A tanulók választ kapnak az újrahasznosítás kérdéseirekiderül, hogyan lesz „parányi plasztik” a műanyaganyagainkból, illetve hogy milyen élelmiszer-biztonsági és egészségügyi kockázata van annak, ha mikroműanyag kerül az élelmiszerláncba.

A kémiaaverseny fődjia egy látogatás egy igazi vizsgálólaboratóriumban a Laborkaland oktatási nap során, ahol a legmodernebb berendezéseket is ki lehet próbálni, majd a Csodák Palotájában érdekes kémiai kísérletek várják a nyerteseket.

A Laborkaland verseny eddigi legfontosabb eredménye, hogy bebizonyította: a kémia igenis lehet népszerű! A diákok az online versenyen kifejezetten jól teljesítettek. Az eddigi fordulók során több tízezer középiskolást sikerült elérni, több ezren versenyeztek, és több százan jutottak be a laboratóriumba, illetve a középiskola elvégzése után számos diák a Laborkalandnak köszönhetően választot olyan felsőoktatási intézményt, amelynek tanrendjében az elméleti és/vagy gyakorlati kémiai tudomány oktatása játsza a központi szerepet.

### Magyarország Cukormentes Tortája a „Három kívánság”



**A piskóta, meggyes töltelék, habos túrókrém mellett a laboratóriumi vizsgálatok szempontjából is lényeges jellemzője, hogy e cukrásztermék az alapanyagokból származó szénhidrátokon, fehérjéken, konyhasón kívül hozzáadott cukrot nem tartalmaz.**

Az Egy Csepp Figyelem Alapítvány és a Magyar Cukrász Iparosok Országos Ipartestülete immár hét éve hirdeti meg a „Magyarország Cukormentes Tortája” versenyt. A Magyar Dietetikusok Országos Szövetsége által ellenőrzött alapanyaglistából készült torta beltartalmi vizsgálatát ez alkalommal is a WESSLING Hungary Kft. független laboratóriuma végezte el. A vizsgálati eredmények bizonyítják, hogy fehér liszt és hozzáadott cukor nélkül is lehet kitűnő érzékszervi tulajdonságokkal rendelkező süteményt készíteni.

A Laboratorium.hu tudományos portál egyik cikkében Magyarország Tortájának vizsgálatáról ad rövid, összefoglaló áttekintést. Az analitikai vizsgálatok eredményeinek megbízhatósága számottevően függ a minta – esetünkben – a tortaszéletek előkészítésétől. A laboratóriumba érkező tortamintát egy megfelelő készülékben aprítják (ledarálják), összekeverik, egyneműsítik, így homogén mintát képeznek belőle. Ebből a homogén mintából végzik el a klasszikus és műszeres analitikai kémiai és mikrobiológiai vizsgálatokat. A laboratóriumi elemzések elsődlegesen a cukrásztermék tápanyag összetételének és energiatartalmának meghatározására vonatkoztak.

A diabéteszben – cukorbetegségben – szenvedő egyének számára számára kiemelten fontos a szénhidrát tartalom minőségi és mennyiségi adatainak ismerete. Ezért a cukorbetegség számára készített termékek esetében vizsgálják a monoszacharidok, diszacharidok és oligoszacharidok, a cukoralkoholok (xilit és eritrit) és a poliszacharidok (keményítő, liszt) mennyiségét. Szénhidrátokat – így cukrokat – a hozzávalók is tartalmaznak. A szakértői munka során a gyártási receptúra és a laboratóriumi vizsgálati eredmények ismeretében meg lehet állapítani, hogy a készítmény a gyümölcsökben, tejben és tejtermékekben lévő természetes glükóz, fruktóz, laktóz mennyiségén túl tartalmaz-e hozzáadott (többlet) cukrot, vagy sem.. A szénhidrátok mellett kontrollálni kell az élelmiszerek energia, só tartalmát, és ügyelni kell a kiegyensúlyozott fehérje és zsír bevitelre is. A fehérjetartalom meghatározása a fehérjék nitrogén tartalma alapján történik. A közismert Kjeldahl-módszer szerint a fehérjékben található nitrogént ammónia formájában felszabadítják és klasszikus analitikai módszerrel, titrálással állapítják meg a minta nitrogéntartalmának, illetőleg fehérjetartalmának mennyiségét. A készítmények zsírtartalmát infravörös (IR) spektroszkópián alapuló gyorsmódszerrel határozták meg. Egy IR spektrométer segítségével rögzítik a minta IR spektrumát, amelynek kiértékeléséből referencia anyagmintával való összehasonlítás révén számítják ki a minta zsírtartalmát. A só tartalom (NaCl) kiszámítása a nátrium mennyiségének meghatározásán alapul. A nátriumtartalmat ICP-OES (Inductive Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) készülékkel határozzák meg a mintában található nátriumatomok fénykibocsátása alapján. A tápértéket a minta elégetésével a keletkezett hőmennyiség alapján közvetlenül is lehet mérni, de az energiatartalom meghatározására lehetőség van az ismert tápanyag-összetevők által hordozott energiatartalom alapján végzett számítási módszerrel is. A laboratóriumok általában az utóbbi módszert alkalmazzák.

A laboratóriumi vizsgálatok az idej győztes torta esetén ismételtelen bebizonyították, hogy „egy csepp figyelemmel” lehetőség van a cukorbetegség diétájába illeszthető, kitűnő minőségű, édességek előállítására.

## NÉBIH-hírek



### Hűsítő jégkrémek tesztje

**Népszerű nyári csemegét, vaníliás, dobozos jégkrémeket ellenőrzött Szupermenta programjában a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH). Összesen 18 termék „került a kosárba”, amelyeknél a szakemberek glutén-, laktóz- és tejfehérje tartalmat is mértek. Élelmiszer-biztonsági szempontból nem akadt kifogásolható tétel, viszont jelölési hiányosságok miatt 4 esetben kellett az érintett vállalkozókat figyelmeztetni, míg egy terméknel élelmiszer-ellenőrzési bírságot is kiszabtak a szakemberek mesterséges édesítőszer jogszerűtlen használata miatt.**



A NÉBIH szakemberei összesen 18 vaníliás, dobozos jégkrém komplex ellenőrzését végezték el a Szupermenta program legújabb tesztjében. A mikrobiológiai vizsgálatok mellett a termékek zsír-, fehérje-, cukor-, szárazanyag-, valamint szacharóz- és mesterséges édesítőszer-tartalmát is vizsgálták.

A biztonsági paraméterek közül minden terméknel ellenőrizték a Salmonella, a Listeria monocytogenes és az Enterobacter fajok jelenlétét. E mikroorganizmusok közül egyik sem volt kimutatható. Szintén vizsgálták, hogy a „mentes”-ként jelölt jégkrémek megfelelnek-e a termékek címkéjén feltüntetett állításoknak. Az ellenőrzött glutén-, laktóz-, vagy tejfehérjementes jégkrémek esetében sem találtak v kifogásolható mintát.

A beltartalmi jellemzők közül kiemelhető a zsír-, a fehérje és a cukortartalom vizsgálata. A NÉBIH munkatársai ellenőrizték, hogy ezen az összegparaméterek mérhető mennyisége a megengedett tűréshatáron belül összhangban áll-e a tápértékjelölésen feltüntetett adatokkal. Az egyik jégkrémnél a gyártmánylapban feltüntetett minimum értékhez képest alacsonyabb zsírtartalmat mértek, ezért a vállalkozót kötelezték a hiba kijavítására.

Említésre méltó nem-megfelelőség egyetlen jégkrémmel adódott mesterséges édesítőszer jogszerűtlen használata miatt. Mesterséges édesítőszerrel ugyanis – a jelenleg érvényes előírások szerint – csak

akkor szabad felhasználni, ha a termék csökkentett energiatartalmú vagy nem tartalmaz hozzáadott cukrot. Az érintett készítmény cukrot tartalmazott, így a csökkentett energiatartalmú kitételnek (30%-kal alacsonyabb energiatartalom a hasonló termékekhez képest) kellett volna megfelelnie. Az előállító élelmiszer-minőségügyi bírságot róttak ki, emellett a hatóság kötelezte a hiba kijavítására.

A vaníliás, dobozos jégkrémek ellenőrzése során összesen 5 termékkel kapcsolatban indult hatósági eljárás. 4 jégkrémnél kisebb jelentőségű jelölési hibák miatt kellett figyelmeztetni a felelős vállalkozókat. Jelentősebb, mesterséges édesítőszer használatának hibája miatt körülbelül 300.000 Ft élelmiszer-ellenőrzési bírságot szabtak kis az érintett élelmiszer-előállító számára.

A Szupermenta terméktesztet hagyományainak megfelelően ezúttal is sor került a kedveltségi vizsgálatokra, ahol az érzékszervi bíráló csoportok tagjai „vak kóstolásos” módszerrel értékelték a jégkrémeket.. Végül a külső megjelenés, az állag, az illat és az íz pontozásával alakult ki a vaníliás dobozos jégkrémek Szupermenta rangsora. Első helyen a Tesco vaníliás jégkrém végzett. Második lett a Gelatelli Bourbon vaníliás jégkrém, míg a versenyt harmadikként a Tesco Value vaníliaízű jégkrém zárta.

További információk, érdekességek és a részletes vizsgálati eredmények elérhetők a NÉBIH Szupermenta termékteszt oldalán: <http://szupermenta.hu/vanilias-husitoket-teszteltunk/>

### A NÉBIH felfüggesztette a dietanolamint tartalmazó állatgyógyászati készítmények forgalmazását



**A fogyasztókra jelentett esetleges veszélye miatt határozatlan időre felfüggesztette a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) hét, dietanolamint tartalmazó állatgyógyászati készítmény forgalmazását. A korlátozás bevezetésére Magyarországon ez év májusában került sor, azóta az Európai Unió több tagállama követte a hazai példát. Az intézkedés kapcsán fontos tudni, hogy a megbetegedett állatok kezelése más, hasonló javallatú készítményekkel továbbra is megoldható.**

A fogyasztókra jelentett esetleges veszély miatt az uniós tagállamok közül elsőként Magyarországon felfüggesztette fel a hatóság a dietanolamint tartalmazó



állatgyógyászati készítmények forgalmazását. Ez azt jelenti, hogy a készítmények engedélyesei egyelőre nem hozhatnak forgalomba olyan állatgyógyászati terméket, amely dietanolamint tartalmaz, és élelmiszertermelő állatok gyógykezelésére szolgál. A tilalom feloldásáig már a kereskedelemben lévő készítményeket sem szabad értékesíteni.

A korlátozással érintett állatgyógyászati termékekben fellelhető dietanolamin nevű segédanyag veszélyességét korábban nem volt ismerték, ezért arra vonatkozóan az Európai Unióban nem írták elő a még engedhető legmagasabb maradékanyag-tartalomra vonatkozó határérték, az MRL-érték (Maximal Residue Level) megállapítását. A szakemberek a dietanolamin potenciálisan rákkeltő és mutagén tulajdonságaira nemrégiben figyeltek fel, ezért az azt tartalmazó készítményekre meghatározott élelmezés-egészségügyi várakozási időt is felül kell vizsgálni.

Az egészségügyi kockázatot felismerve – cikkünk írása idején (2018. október) – hazánkhoz hasonlóan Ausztria, Belgium, Egyesült Királyság, Észtország, Olaszország, Görögország, Hollandia, Németország, és Szlovénia már felfüggesztette a dietanolamint tartalmazó állatgyógyászati készítmények forgalmazását, az EU több tagállamának illetékes hatóságai pedig tervezték a korlátozó intézkedések bevezetését. A felfüggesztések visszavonására akkor kerülhet sor, ha a dietanolamin esetében megtörténik az MRL-érték megállapítása vagy az érintett készítményekben egyéb anyaggal helyettesítik azt.

A felfüggesztett, visszavont készítmények listája:

<p><b>Készítmény:</b> Norflunox 50 mg/ml oldatos injekció szarvasmarhák, sertések és lovak részére A.U.V.  <b>Törzskönyvi szám:</b> 3680/1/16 NÉBIH ÁTI (50ml)  <b>Azonosító:</b> 01883  <b>Forg. engedély:</b> 1999.06.17  <b>Engedélyes:</b> Norbrook Laboratories Ltd. (Armagh)</p>
<p><b>Készítmény:</b> Flunisolil MLS 50 mg/ml oldatos injekció szarvasmarhák, lovak és sertések részére A.U.V.  <b>Törzskönyvi szám:</b> 3313/1/13 NÉBIH ÁTI (50ml)  <b>Azonosító:</b> 03907  <b>Forg. engedély:</b> 2013.02.19  <b>Engedélyes:</b> MEDICUS PARTNER Gyógyszer-, Könyv- és Műszerkereskedelmi Kft.</p>
<p><b>Készítmény:</b> Finadyne oldatos injekció A.U.V.  <b>Törzskönyvi szám:</b> 3383/1/2013 NÉBIH ÁTI (50ml)  <b>Azonosító:</b> 01610  <b>Forg. engedély:</b> 1999.08.02  <b>Engedélyes:</b> INTERVET INTERNATIONAL B.V.</p>
<p><b>Készítmény:</b> Wellicox 50 mg/ml oldatos injekció szarvasmarhák, sertések és lovak részére A.U.V.  <b>Törzskönyvi szám:</b> 3354/1/13 NÉBIH ÁTI (50 ml-es üveg)  <b>Azonosító:</b> 03983  <b>Forg. engedély:</b> 2013.05.03  <b>Engedélyes:</b> Ceva-Phylaxia Oltóanyagtermelő Zrt.</p>

**Készítmény:** Vetaflumex 50 mg/ml oldatos injekció szarvasmarha, ló és sertés számára  
**Törzskönyvi szám:** 3601/1/14 NÉBIH ÁTI (50ml)  
**Azonosító:** 04411  
**Forg. engedély:** 2014.10.27  
**Engedélyes:** Multi-Trade Company Vet-Agro Sp.z.o.o.

**Készítmény:** NIGLUMINE 50 mg/ml oldatos injekció szarvasmarha, sertés és ló részére A.U.V.  
**Törzskönyvi szám:** 2436/1/08 MgSzH ÁTI (50ml)  
**Azonosító:** 02828  
**Forg. engedély:** 2008.08.18  
**Engedélyes:** Laboratorios Calier S.a.

**Készítmény:** Dofatrim injekció  
**Törzskönyvi szám:** 2383/1/08 MgSzH ÁTI (50ml)  
**Azonosító:** 02094  
**Forg. engedély:** 2001.11.26  
**Engedélyes:** Dopharma B.v.

Valamennyi hazai készítmény injekció, többségük szarvasmarhák, sertések és lovak gyulladáscsökkentő kezelésére javallott, egy pedig szarvasmarhák és sertések részére engedélyezett antibiotikum. Megnyugtató, hogy a megbetegedett állatok kezelése más, hasonló javallatú készítményekkel az átmeneti időszakban is megoldható.

*Az élelmezés-egészségügyi várakozási időről és az MRL-értékről:*

Az élelmiszer-termelő állatfajok kezelésére szolgáló állatgyógyászati készítmények forgalomba hozatala csak akkor engedélyezhető, ha az adott készítmény élelmezés-egészségügyi várakozási idejét vegyszerkísérleti úton előzetesen megállapították. Az élelmezés-egészségügyi várakozási idő az az időtartam, amelynek – a közegészségügy védelme érdekében – az állatgyógyászati készítmény utolsó alkalmazása és a kezelt állatból származó élelmiszer előállítás között el kell telnie. Ezen időszak elteltével az élelmiszerek biztonságosan fogyaszthatók, mivel már nem tartalmaznak gyógyszermaradékokat az engedélyezett határértéket meghaladó mennyiségben. Az élelmezés-egészségügyi várakozási idő hossza elsődlegesen az érintett készítmény hatóanyagának bomlásdinamikai jellemzőitől – felezési idejétől – függ. A hatóanyag bomlási jellemzőit laboratóriumi kísérletekkel állapítják meg.

Egy készítmény élelmezés-egészségügyi várakozási idejét abban az esetben lehetséges megállapítani, ha a készítményben lévő valamennyi hatóanyagra és segédanyagra tudományosan megállapították a viszonyítás alapját képező MRL-értéket, vagy az anyagok veszélytelensége miatt bizonyítottan nincs szükség ilyen határérték megállapítására.

## A NÉBIH több mint 5600 kereskedelmi egységet vizsgált



Zsigó Róbert élelmiszerlánc-felügyeletért felelős államtitkár által július 1. és augusztus 20. között elrendelt ellenőrzés során 5.659 létesítményt ellenőriztek és több mint 25 millió forint bírságot szabtak ki a szakemberek. A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) szakmai irányítása mellett, a NÉBIH és a megyei kormányhivatalok munkatársainak közreműködésével sikeresen lezajlott az élelmiszerlánc idei nyári szezonális ellenőrzése. Az ellenőrzések tapasztalatait a NÉBIH jelen számunk szerkesztése idején tette közzé.

A hagyományos élelmiszer-ellenőrzések fókuszában a szezonálisan üzemelő, illetve idegenforgalmi szempontból frekvenciát helyeken, strandokon működő kereskedelmi és vendéglátó létesítmények, a nagy tömegeket megmozgató rendezvényeken értékesített élelmiszerek, az ifjúsági és gyermek táborok étkeztetése, a fagyalt-előállítás és forgalmazás, valamint az utcai vendéglátás, büfékocsik és egyéb, nem helyhez kötött vendéglátók álltak. Különös szigorral ellenőrizték a fűszerezett, pácolt, előkészített húsokat, a grilltermékeket, a fagyaltokat, a szezonális zöldségeket és gyümölcsöket.

Az ellenőrök az akció során 5.659 létesítményt vettek vizsgálat alá. Ezen belül 2.695 vendéglátóhelyet, 633 élelmiszer-előállító és 2.331 élelmiszer-kereskedelmi egységet, 607 jelentős rendezvényre kitélepített vendéglátó egységet, továbbá a gyermektáborok el látása szempontjából 6 főző- és 3 tálalókonyhát vizsgáltak át. Került laboratóriumi vizsgálatnak 133 tételt vetettek alá a szakemberek.

Az élelmiszerágazat különböző létesítményeinek ellenőrzése során hiányosságok – az előfordulás gyakoriságának sorrendjében – a higiéniai feltételekkel, a forgalmazott termékek minőségével, a dolgozók egészségügyi alkalmasságával, illetve képzettségével, a nyomon követhetőséggel és a hűtési lánc fenntartásával kapcsolatban fordultak elő. Mindezek miatt 185 figyelmeztetésre, 29 esetben a tevékenység korlátozására került sor. A hatóság 303 esetben szabott ki bírságot, amelynek összege meghaladja a 25 millió forintot.

A szezonális akció az őstermelői tevékenységre is kiterjedt. 2018 nyarán a szakemberek 877 őstermelő ellenőrzése során 53 esetben tártak fel főként kisebb szabálytalanságokat. Eljárást 22 esetben indítottak, mert az őstermelő nem a saját gazdaságából származó terméket értékesített.

## Biztonságosak a diákcsemegék

A fiatalok és a felnőttek körében egyaránt népszerű diákcsemegék is sorra kerültek a NÉBIH Szupermenta programjában. A hivatal szakemberei 14 termék mikotoxin, penész és növényvédőszer-maradék vizsgálatát végezték el. A csemegék élelmiszerbiztonsági szempontból megfeleltek, de jelölési hiányosságok miatt 7 esetben figyelmeztetni kellett a vállalkozókat.

A NÉBIH szakemberei összesen 14 diákcsemegé át-fogó ellenőrzését végezték el a Szupermenta program legújabb terméktesztjében. A biztonsági paramétereken túl laboratóriumban vizsgálták az alkotórészek tömegarányát, az idegen szerves és szervetlen anyagok jelenlétét, a kén-dioxid-tartalmat továbbá a zsír-, transz-zsír-, egyes vitamin- és ásványi anyag-tartalmak mérésére is sor került.

A mikrobiológiai jellemzők közül minden terméknél ellenőrizték a Salmonella és Escherichia coli baktériumok, penészgombák jelenlétét. Az – olajos magvú összetevőket is tartalmazó – diákcsemegéket mikotoxinokra és növényvédőszer-maradékokra nézve is vizsgálták. A termékek az itt felsorolt élelmiszerbiztonsági paraméterek vizsgálati eredményei alapján megfelelőnek bizonyultak.

A hatóság a termékek jelölésével ezúttal is talált kifogásolható mintákat. A jelölési hibák abból adódtak, hogy több diákcsemegébe – a címként feltüntetett lista alapján – „változó arányban” kerültek az összetevők. A vonatkozó előírások szerint azonban az ilyen jelölési megfogalmazás csak akkor engedhető meg, ha az összetevők tömegarányai nem térnek el jelentősen egymástól. Ennek az előírásnak öt termék nem felelt meg. A hibákért felelős élelmiszeripari vállalkozásokat a NÉBIH figyelmeztetésben részesítette, és kötelezte a címkén „változó arányban” kifejezés törlésére.



A diákcsemegék ellenőrzése során végül összesen 7 terméknél indult hatósági eljárás különböző jelölési hiányosságok miatt. A NÉBIH minden esetben figyelmeztette a felelős vállalkozókat, és kötelezte őket a hibák javítására.

A Szupermenta terméktesztje során megszokott módon ezúttal is elvégezték a diákcsemegék kedveltségi vizsgálatát, ahol laikus és képzett szakértő kóstolók „vak-kóstolásos” érzékszervi módszerrel bírálták a termékek érzékszervi (külső megjelenés, állag, szín, illat, íz) és összetételei tulajdonságait.

A „hagyományos” diákcsemegék közül az első helyen a Seeberger Studentenfutter, a második helyen a Mogyi Csemege-mix végzett, míg a harmadik az Alesto Nuts&Raisin fantázianevű termék lett.

A „speciális” diákcsemegék kínálatából az első helyezést a Nobilis E-vita mix, a másodikat a Natur Food Prémium Diákcsemege, a harmadikat pedig az Alesto Nut&Fruit Mix kapta.

A Szupermenta termékteszttel kapcsolatos további tudnivalók, és a részletes vizsgálati eredmények a NÉBIH Szupermenta internetes oldalán érhetők el: <http://szupermenta.hu/diakcsemegeket-teszteltunk/>

### „Fekete élelmiszerek”: új élelmiszerbiztonsági kockázatot jelenthetnek



A NÉBIH új élelmiszerbiztonsági kockázati tényezőként azonosította az aktív szénrel színezett élelmiszerek csoportját, az úgynevezett fekete élelmiszereket. Ezek, a napjainkban divatos, trendet képviselő élelmiszerek az aktív szénnek, ritkább esetben más élelmiszer-színezékeknek köszönhetően nyelik el a különlegességnek számító, egyeseknél idegenkedést, másoknál fogyasztási kedvet kiváltó fekete színüket. Az aktív szén rendszeres fogyasztása az anyag erős adszorpciós tulajdonsága miatt egészséges egyéneknél hiányállapotok kialakulásához vezethet, a gyógyszert szedőknél pedig a gyógyszerek hatóanyagának megkötése miatt elmaradhat a kezelés gyógyító hatása, amely esetenként súlyos egészségkárosodást okozhat.

Az utóbbi időszak egyik divatos élelmiszerpiaci trendje az ún. fekete élelmiszerek (pl. fekete fagylalt, fekete pizza) megjelenése. Színük többnyire aktív szén vagy ritkábban más élelmiszer-színezékek hozzáadásával érhető el. Aktív széntartalmuk miatt az ilyen élelmiszereknek méregtelenítő hatást is tulajdonítanak (pl. fekete smoothie-k). A szokatlan szín felkelti a fogyasztók érdeklődését: egyeseknél idegenkedést, másoknál fogyasztási kedvet vált ki.

Tudnivaló azonban, hogy az elfogyasztott aktív szén az emésztőrendszerben nagy hatékonysággal köt meg különböző molekulákat, és számolni kell azzal, hogy nem csupán a mérgezőanyagokat adszorbeálja, hanem számos, a szervezet számára fontos vegyületet, így például vitaminokat és gyógyszer-molekulákat (pl. fogamzásgátlók, szívgyógyszerek hatóanyagai) is hozzáférhetetlenné tesz.

Az aktív szénrel tartalmazó élelmiszerek nagy mennyiségű fogyasztása a gyógyszerhatás csökkenése miatt káros lehet a gyógyszer-szedőkre, de hosszú távon akár az egészséges embereknél is hiányállapotok kialakulásához vezethet.

Az E 153 (növényi szén) egyes élelmiszereknél a kívánt hatás eléréséhez engedélyezett („quantum satis”) élelmiszer-adalékanyag. Ez azt jelenti, hogy csak feltétlenül szükséges mennyiségben szabad felhasználni. Vannak élelmiszerek, amelyekhez nem használható. Az élelmiszerek adalékaira vonatkozó egyik korlátozás az aktív szénre is érvényes: az élelmiszerekhez való hozzáadása nem fedheti el az élelmiszernek a fogyasztó számára kedvezőtlen érzékszervi tulajdonságait (pl. romlás).

A NÉBIH a fogyasztók egészségének védelme érdekében nem javasolja a fekete élelmiszerek túlzott mértékű fogyasztását.

### Danube analysis: 50 microplastic particles per cubic meter

Of the Hungarian rivers investigated so far, the most microplastics were found in the Danube: 50 particles per cubic meter. During the Tiny Plastic Puzzle project, following the investigation of the river Tisza, the microplastic contamination of the Danube and its tributaries has been measured by WESSLING Hungary Kft. and its partners. In the opinion of the researchers and expert proficient in the practice of environmental protection and laboratory analyses, presented at the project conclusion conference held at the WESSLING Knowledge Center on October 10, 2018, the results of the measurements are disturbing. The analyses performed so far were only the first steps: we are facing a global challenge, and so coordinated measures are needed to reverse the contamination process caused by microplastics that enter our environment.

The results of earlier samplings and laboratory analyses have already drawn attention to the fact that, similarly to the findings of European measurements, the presence of microplastics in Hungarian surface waters can also be proven. According to the measurements of WESSLING, the river Tisza contained 4.9 plastic particles larger than 300 µm per cubic meter at Dombrád, while 23.1 particles were found in the sample taken from Lake Tisza. The plastic particles detected were typically made of the widely used polyethylene, polypropylene and polystyrene.

In the course of the Tiny Plastic Puzzle project, samples were first taken from the Ipoly, where 1.7 particles per cubic meter were detected. The

relatively low level of microplastics is presumably due to the fact that the river mainly meanders through the area of a national park, far from industrial and urban influences. Both most common plastics (e.g., polypropylene) and those produced in smaller amounts (for example, acrylonitrile butadiene styrene, ABS, used for toys and dashboards) could be detected in the water of Ipoly.

The number of microplastic particles detected by WESSLING Hungary Kft. in the Rába was much higher (12.1 per cubic meter). This could mean up to 20.7 million particles per day. What is interesting is that these particles were not made of the widely used materials, also detected in the catchment area of the Tisza, but of materials used for precision components and electronics products (e.g., polyoxymethylene).

50 particles in 1 m<sup>3</sup> of water! – the results of the two series of measurements on the Danube can be summed up this way, which is shocking, because this is by far the highest value obtained in Hungarian measurements. With the help of the Central Danube Valley Water Directorate, on average, 45 particles were detected by the experts in 1 m<sup>3</sup> of water north of the Megyeri Bridge, and 55 particles at the southern sampling location, at the Csepel Freeport. This means that there was an increased microplastic contamination in the river section below Budapest, compared to the one above the city. This can be related to the high population density characteristic of large cities, since both contamination washed into the river with precipitation and sewage treatment plants can be major sources of microplastics.

As for the material types of the microplastic particles identified in the Danube, similarly to previous measurements in Hungary, plastic fragments made of polyethylene, polypropylene and polystyrene, used for consumer goods and packaging materials, could be detected in the largest amounts.

**The most important result of the TPP project is that it drew attention to the fact that microplastics are clearly present in our surface waters. This was also reported in the Hungarian press.**

Further details: <https://mikromuanyag.hu/>

### Abandoning plasticware

**The corporate social responsibility of WESSLING Hungary Kft. has reached another important milestone: from now on, our food testing expert group will not use plastic kitchenware for organoleptic food testing, saving our environment from a considerable amount of plastic load.**

Previously, for the organoleptic examination of foodstuffs, various plastic utensils had been used. Tamás Vadasi, head of the expert group, together with his colleagues recently decided to abandon the use of plastic utensils completely. With this, they contribute significantly to the reduction of environmental pollution, since they had been using nearly 10 thousand pieces of plasticware (cups, plates, tableware) in their work every year.

Tamás Vadasi said that properly washed traditional (ceramic, metal, glass) serving tools and utensils are also perfectly suitable for the tests. Decisions like this are not unprecedented in the history of our company. For example, in 2016, we received a Greenovation Grand Prize for the introduction of the electronic investigation reports, thanks to which we consume fewer A4 size sheets, equivalent to 4 soccer fields, saving a small grove (40 trees) each year.

### Pro Ingenio Diploma for the head of EKOL

**The Joint Research and Training Laboratory on Separation Techniques (EKOL) was given another illustrious award: the head of the laboratory that has helped dozens of students to obtain prestigious scientific degrees and has been at the forefront of developing new methods that can be used both in food safety and environmental protection received a medal for fostering talent.**

On September 7, at the opening of the academic year of Eötvös Loránd University (ELTE), Dr. Zsuzsanna Eke, head of EKOL received the Pro Ingenio Diploma. The Pro Ingenio Award and Pro Ingenio Diploma were established for the appreciation of outstanding talent fostering activities and their goal is to honor those educators and researchers of ELTE who, for years, have performed extremely successful and dedicated work in order to promote, develop and acknowledge the scientific activity of high school and college students in any of the fields of talent-fostering by performing advisor's, tutor's, mentor's or organizer's tasks.

The Joint Research and Training Laboratory on Separation Techniques (EKOL) was established and is operated by the Faculty of Science and the Institute of Chemistry of Eötvös Loránd University and WESSLING Hungary Kft. in order to develop new measurement methods using gas chromatography (GC), liquid chromatography (HPLC) and other, coupled techniques, and to provide an opportunity for the professional development of students.

The development of pesticide measurements and the instrumental analysis of hydrocarbons, the detection of polyaromatic hydrocarbons (PAHs) or the development of new analytical methods for the investigation of packaging materials made it clear that research projects that have taken place or are currently underway at the university produce not only abstract scientific results, but contributed to the development of methods that are already used in an independent laboratory, whether it is pharmaceutical or environmental analysis or food testing.

### ***Microadventure is under way!***

**The focus of Lab Adventure, the online chemistry competition intended for high school students was placed on tiny plastics by an independent laboratory: students participating in the program will learn how microplastics come into existence and what global environmental and food safety hazards they present.**

Students have now been able to compete in Lab Adventure, an experiential educational program based on interactive learning for five years. High school students could obtain answers to interesting questions, such as what happens to watermelons if they are cooled in seawater, how kitchen vegetables can be turned into acid-base indicators, how to cook the best pasta, why cheese has holes in it, how to make ice cream without a freezer, how sour cream is counterfeited, or what the secret of making gold is.

Naturally, questions that come up in the sessions have to be answered with the help of their knowledge of chemistry. The goal of WESSLING Hungary Kft., the independent laboratory organizing the sessions and the competition is to make chemistry as popular as possible among high school students.

This year's Lab Adventure (i.e., Microadventure) focuses on microplastics. The problems are published monthly on the [www.laborkaland.hu](http://www.laborkaland.hu) website. Topics cover the entire life cycle of plastics from production to decomposition, from the beginning of the history of plastics to the present. The usefulness of selective collection is also discussed. Students will receive answers to the questions of recycling, they find out how our plastic objects become „tiny plastics”, and what food safety and health risks microplastics have in the food chain.

The grand prize of the chemistry competition is a visit to a real testing laboratory during the Lab Adventure training day, with a chance to try state-of-the-art instruments, and then the Center

of Scientific Wonders awaits the winners with interesting chemistry experiments.

The most important result of the Lab Adventure competition so far has been that it proved that chemistry indeed can be popular! Students did pretty well in the online competition. In the previous rounds, tens of thousands of high school students had been reached, several thousands of them participated in the competition, hundreds of them visited the laboratory, and thanks to Lab Adventure, after completing their high school studies, many students chose universities where the education of theoretical and/or practical chemistry plays a central role.

### ***“Three wishes” is the sugar-free cake of Hungary***

**In addition to sponge cake, sour cherry filling and whipped cottage cheese cream another characteristic of the cake, important from a laboratory analysis point of view, is that this confectionery product does not contain any added sugar, only the carbohydrates and proteins present in the raw materials and salt.**

The Sugar-Free Cake of Hungary competition has now been announced for seven years by the One Drop of Attention Foundation and the Hungarian Confectioner Industry Board. The nutrition analysis of the cake made from a list of ingredients approved by the Hungarian Dietetic Association was again carried out by the independent laboratory of WESSLING Hungary Kft. Test results demonstrate that cakes with excellent organoleptic properties can be produced without white flour and added sugar.

One of the articles of the [Laboratorium.hu](http://Laboratorium.hu) scientific portal, a brief summary of the analysis of the Cake of Hungary is given. The reliability of the results of the analytical tests depends to a great extent on the preparation of the sample, in our case, the cake slices. The cake sample received by the laboratory is chopped (ground) in a suitable apparatus, it is mixed and a homogeneous sample is thus obtained. Classical and instrumental analytical tests, both chemical and microbiological, are carried out on this homogeneous sample. Laboratory tests primarily focus on the determination of the nutrient composition and the energy content of the confectionery product.

For people suffering from diabetes, it is of paramount importance to know the qualitative and quantitative data of the carbohydrate content. For this reason, in the case of products intended for diabetics, the amount of monosaccharides,

disaccharides and oligosaccharides, as well as that of sugar alcohols (xylitol and erythritol) and polysaccharides (starch, flour) is investigated. Carbohydrates, such as sugars, are also contained by the ingredients. During the expert work, knowing the production recipe and the results of the laboratory analyses, it can be determined whether the product contains added (extra) sugar, in addition to the amount of glucose, fructose and lactose naturally present in fruits, milk and dairy products. In addition to carbohydrate, the energy and salt contents of foodstuffs also need to be controlled, and a balanced protein and fat intake also has to be ensured. The protein content is determined on the basis of the nitrogen content of the proteins. According to the well-known Kjeldahl method, the nitrogen contained in the proteins is liberated in the form of ammonia, and the nitrogen or protein content of the sample is determined using a classical analytical method, titration. The fat content of the products was determined using a rapid method based on infrared (IR) spectroscopy. An IR spectrometer is used to record the IR spectrum of the sample, and the fat content of the sample is calculated by comparing it to the spectrum of a reference sample. The calculation of the salt content (NaCl) is based on the quantitative determination of sodium. Sodium content is determined using an ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) instrument, based on the light emission of the sodium atoms in the sample. The nutritional value can be measured directly by the combustion of the sample on the basis of the amount of heat generated, but the energy content can also be calculated from the energy contents of the known nutrient components. Laboratories usually use the latter method.

In the case of this year's winning cake, laboratory tests again proved that with „one drop of attention” it is possible to produce quality confectionery products that can be included in the diet of diabetic patients.

## **NFCSO news**

### ***Test of refreshing ice creams***

**Popular summer delicacies, vanilla-flavored boxed ice creams were checked in the Supermint program of the National Food Chain Safety Office (NFCSO). A total of 18 products were placed in the “shopping cart”, and their gluten, lactose and milk protein contents were measured by the experts. There were no objectionable items from a food safety point of view, but the affected companies had to be issued warnings for labeling deficiencies in 4 cases, while in the case**

**of one product a food control fine was imposed by the experts because of the unauthorized use of an artificial.**

In the latest test of the Supermint program, the complex analysis of a total of 18 vanilla-flavored boxed ice creams was carried out by the experts of NFCSO. In addition to microbiological tests, the fat, protein, sugar, dry matter, as well as sucrose and artificial sweetener contents of the products were investigated.

Of the safety parameters, the presence of Salmonella, Listeria monocytogenes and Enterobacter species was checked in each product. None of these microorganisms could be detected. It was also examined whether the ice creams claimed to be “free” conform to the statements on the product labels. No objectionable sample was found in the case of the gluten, lactose or milk protein free ice creams checked.

Of the nutritional parameters, the analysis of the fat, protein and sugar contents could be highlighted. NFCSO's staff checked whether the measurable amounts of these sum parameters were in line with the data indicated on the nutrition label within the permissible tolerance. In the case of one of the ice creams, a fat content lower than the minimum value indicated on the product sheet was measured, therefore, the entrepreneur was ordered to correct the mistake.

Noteworthy non-compliance was found in the case of one ice cream because of the unauthorized use of an artificial sweetener. Artificial sweeteners can only be used, according to current regulations, if the product is energy-reduced or does not contain added sugar. The product in question contained sugar, so it should have met the requirement for energy-reduced products (30% lower energy content than similar products). A food quality fine was imposed on the manufacturer, and it was ordered by the authority to correct the mistake.

During the test of vanilla-flavored boxed ice creams, authority proceedings were initiated in connection with a total of 5 products. In the case of 4 ice creams, the responsible entrepreneurs had to be issued warnings because of minor labeling errors. For a more substantial error, the use of an artificial sweetener, a food supervision fee of roughly 300,000 HUF was imposed on the food producer in question.

According to the tradition of the Supermint product tests, popularity tests were again carried out as well, during which the ice creams were evaluated by the members of the sensory judging panels using the „blind tasting” method. The final Supermint ranking of vanilla-flavored boxed ice creams was

obtained on the basis of the external appearance, texture, smell and taste scores. The vanilla-flavored ice cream of Tesco finished first. Second was the Gelatelli Bourbon vanilla-flavored ice cream, while the Tesco Value vanilla-flavored ice cream finished third.

For more information, interesting tidbits and detailed test results please visit NFCSO's Supermint product test site at <http://szupermenta.hu/vanilias-husitoket-teszteltunk/>

### **Marketing of veterinary medicinal products containing diethanolamine suspended by NFCSO**

**Due to their potential hazard to consumers, the marketing of seven veterinary medicinal products containing diethanolamine was suspended indefinitely by the National Food Chain Safety Office (NFCSO). The restriction was introduced in Hungary this May, and since then several European Union member states have followed Hungary's example. With regard to the measure, it is important to know that diseased animals can still be treated using other products with similar indication.**

Hungary was the first EU member state where the marketing of veterinary medicinal products containing diethanolamine was suspended by the authority, because of their potential hazard to consumers. This means that, for the time being, licensees of the products cannot market veterinary medicinal products that contain diethanolamine and are used to treat food-producing animals. Until the suspension is lifted, products already available commercially cannot be sold either.

The hazardousness of the excipient diethanolamine, found in the veterinary medicinal products affected by the restriction, was not previously known, and so no determination of an MRL (Maximal Residue Level) value was prescribed for it in the European Union. The potentially carcinogenic and mutagenic properties of diethanolamine have been discovered by the experts recently, therefore, the withdrawal period for the products containing it has to be reviewed as well.

At the time of writing of this article (October 2018), recognizing the health risk, the marketing of veterinary medicinal products containing diethanolamine has been suspended, in addition to Hungary, by Austria, Belgium, the United Kingdom, Estonia, Italy, Greece, the Netherlands, Germany and Slovenia, and the competent authorities of several EU member states were planning to introduce

restrictive measures. Suspensions may be lifted if an MRL value is established for diethanolamine or if it is replaced by another substance in the products in question.

The list of suspended or withdrawn products:

**Product:** Norflunix 50 mg/ml solution for injection for cattle, pigs and horses A.U.V.  
**Registration no.:** 3680/1/16 NFCSO ÁTI (50 ml)  
**ID no.:** 01883  
**Issued date:** June 17, 1999  
**Licensee:** Norbrook Laboratories Ltd. (Armagh)

**Product:** FlunidoI MLS 50 mg/ml solution for injection for cattle, horses and pigs A.U.V.  
**Registration no.:** 3313/1/13 NFCSO ÁTI (50 ml)  
**ID no.:** 03907  
**Issued date:** February 19, 2013  
**Licensee:** MEDICUS PARTNER Gyógyszer-, Könyv- és Műszerkereskedelmi Kft.

**Product:** Finadyne solution for injection A.U.V.  
**Registration no.:** 3383/1/2013 NFCSO ÁTI (50 ml)  
**ID no.:** 01610  
**Issued date:** August 02, 1999  
**Licensee:** INTERVET INTERNATIONAL B.V.

**Product:** Wellicox 50 mg/ml solution for injection for cattle, pigs and horses A.U.V.  
**Registration no.:** 3354/1/13 NFCSO ÁTI (50 ml-es üveg)  
**ID no.:** 03983  
**Issued date:** May 03, 2013  
**Licensee:** Ceva-Phylaxia Oltóanyagtermelő Zrt.

**Product:** Vetaflumex 50 mg/ml solution for injection for cattle, horses and pigs  
**Registration no.:** 3601/1/14 NFCSO ÁTI (50 ml)  
**ID no.:** 04411  
**Issued date:** October 27, 2014  
**Licensee:** Multi-Trade Company Vet-Agro Sp.z.o.o.

**Product:** NIGLUMINE 50 mg/ml solution for injection for cattle, pigs and horses A.U.V.  
**Registration no.:** 2436/1/08 MgSzH ÁTI (50 ml)  
**ID no.:** 02828  
**Issued date:** August 18, 2008  
**Licensee:** Laboratorios Calier S.a.

**Product:** Dofatrim injection  
**Registration no.:** 2383/1/08 MgSzH ÁTI (50 ml)  
**ID no.:** 02094  
**Issued date:** November 26, 2001  
**Licensee:** Dopharma B.v.

All domestic products are injections, most of them indicated for the treatment of inflammatory processes in cattle, pigs and horses, while one of them is an antibiotic authorized for cattle and pigs. It is reassuring that the treatment of diseased animals during the transition period can be accomplished using other product with similar indication.

*About the withdrawal period and the MRL value:*

The marketing of veterinary medicinal products for the treatment of food-producing animals may only be authorized if the withdrawal period of the given product has been determined in advance using chemical experiments. The withdrawal period is the length of time that must elapse between the last application of the veterinary medicinal product and the preparation of food from the treated animal in order to protect public health. After the completion of this period, foodstuffs can be safely consumed because they no longer contain pharmaceutical residues in amounts exceeding the permitted limit value. The length of the withdrawal period depends primarily on the degradation dynamics (half-life) of the active ingredient of the product in question. The degradation characteristics of the active ingredient are determined by laboratory experiments.

The withdrawal period of a product may be established if the MRL values that serve as a basis have been scientifically determined for all active substances and excipients in the product, or it has been proven that no such limit value is required because of the harmlessness of the substances.

### **More than 5,600 commercial units investigated by NFCSO**

**During the inspection ordered by Róbert Zsigó, state secretary for food chain supervision, 5,659 facilities were inspected between July 1 and August 20, and a total fine of more than 25 million HUF was imposed by the experts. This year's summer seasonal inspection of the food chain was successfully carried out under the professional guidance of the National Food Chain Safety Office (NFCSO), with the cooperation of the staff of NFCSO and the county government offices. The experiences of the inspections are published by NFCSO at the time of editing of our current issue.**

Traditional food inspections focused on seasonal commercial and catering establishments, or those situated at locations frequented by a large number of tourists, such as beaches, on foods sold at mass events, on the catering of youth and children's camps, on ice cream production and distribution, as well as on street catering, food trucks and other

transportable catering units. The inspection of seasoned, marinated or prepared meats, barbecue products, ice creams and seasonal fruits and vegetables was especially strict.

During the campaign, 5,659 establishments were examined by the inspectors. These included 2,695 catering establishments, 633 food producers and 2,331 food trade businesses, 607 catering facilities at major events, as well as 6 cooking and 3 serving kitchens that served children's camps. 133 items were subjected to laboratory analyses by the experts.

The deficiencies found during the inspection of the various establishments of the food sector were related to, in the order of their frequencies, hygiene conditions, the quality of the products marketed, the health and training of the workers, traceability and the maintenance of the cooling chain. As a result, 185 warnings were issued and activities were restricted in 29 cases. Fines were imposed by the authority in 303 cases for a total amount of more than 25 million HUF.

The campaign also extended to the inspection of the activities of primary producers. In the summer of 2018, during the inspection of 877 primary producers, mainly minor irregularities were found by the experts in 53 cases. Proceedings were started in 22 cases, because the primary producer sold products not coming from his or her own farm.

### **Trail mixes are safe**

**The turn of trail mixes, popular among both young people and adults, came in the Supermint program of NFCSO. 14 products were tested by the experts of the office for mycotoxins, molds and pesticide residues. The mixes were adequate in terms of food safety, but warnings were issued to 7 entrepreneurs because of labeling deficiencies.**

Complex analysis of a total of 14 trail mixes was carried out by the experts of NFCSO in the latest product test of the Supermint program. In addition to the safety parameters, the weight ratio of the components, the presence of foreign organic and inorganic substances, the sulfur dioxide content, as well as the fat, trans fatty acid, certain vitamin and mineral contents were measured in the laboratory.

Of the microbiological characteristics, the presence of Salmonella and Escherichia coli bacteria and molds was checked for each product. The trail mixes containing oilseeds were also analyzed for mycotoxins and pesticide residues. Based on the

test results of the food safety parameters listed here, the products were found to be adequate.

Once again, objectionable samples were found by the authority with regard to labeling. The labeling mistakes were due to the fact that, according to the list on the label, several trail mixes contained the ingredients in „various amounts”. However, according to the relevant regulations, the wording of the labels this way is only allowed if the weight ratios of the ingredients do not differ significantly. This requirement was not met by five products. The food businesses responsible for the mistakes were issued warning by NFCSO, and they were ordered to remove the expression “in various amounts” from the label.

In the end, authority proceedings because of different labeling deficiencies were started in the case of 7 products during the inspection of trail mixes. Each of the responsible entrepreneurs were warned by NFCSO, and they were ordered to correct the mistakes.

As customary in the Supermint product tests, the popularity testing of the trail mixes was also carried out, during which the organoleptic (external appearance, texture, color, smell, taste) and compositional properties of the products were evaluated by lay and expert judges using a „blind tasting” sensory method.

Among „traditional” trail mixes, Seeberger Studentenfutter finished first, the Mogyi Csemege-mix came in second, while third place was awarded to the product with the fancy name Alesto Nuts&Raisin.

Among „special” trail mixes, first place was awarded to Nobilis E-vita mix, Natur Food Prémium Diákcsemege came in second and Alesto Nut&Fruit Mix finished third.

For more information on the Supermint product test and detailed test results please visit NFCSO's Supermint website at <http://szupermenta.hu/diakcsemegeket-teszteltunk/>

### **„Black foods” may pose a new food safety risk**

**The group of foods colored with activated charcoal, the so-called black foods have been identified by NFCSO as a new food safety risk factor. These foods, which seem to be trendy and fashionable these days, obtain their special, black color, causing aversion in some people and an appetite for consumption in others, due to activated charcoal or, more rarely, some other**

**food dyes. Regular consumption of activated charcoal can lead to deficiencies in healthy individuals because of the strong adsorption properties of the substance, and in those taking medicines, due to the adsorption of the active ingredient of the drugs, the healing effect of the treatment may fail to take place, which may cause serious health damages in certain cases.**

One of the fashionable trends of the recent period has been the appearance of the so-called black foods (e.g., black ice cream, black pizza). Their color is usually achieved by the addition of activated charcoal or, more rarely, some other food dye. Due to their activated charcoal content, a detoxification effect is attributed to such foods (e.g., black smoothies). The unusual color arouses the interest of consumers, inducing aversion in some and an appetite for consumption in others.

However, it is important to note that different molecules are highly efficiently bound in the digestive system by the activated charcoal consumed, and it must be borne in mind that it not only adsorbs toxins, but also renders several compounds important for the body, such as vitamins and drug molecules (e.g. active ingredients of contraceptives or heart medications) inaccessible.

Consumption of large amounts of foods containing activated charcoal may be harmful to people taking medications due to a reduction in the drug effect, but in the long run it can also lead to the development of deficiencies in healthy people.

E153 (carbon black) is a food additive authorized in certain foods to achieve the desired effect („quantum satis”). This means that only the quantities absolutely necessary can be used. There are foods for which it cannot be used. One of the restrictions for food additives is also applicable to activated carbon: its addition to foods cannot hide those organoleptic properties of the food which are unfavorable to the consumer (e.g., spoilage).

To protect the health of consumers, NFCSO does not recommend excessive consumption of black foods.



## **MEGVÁLTOZTATJA A JÁTÉKTERET AZ ÚJ, MÉRTÉKADÓ MŰSZER A ROTÁCIÓS VISZKOZITÁS MÉRÉSBEN – ViscoQC™ 100**

- Automatikus mérőtest felismerés a nyomkövethető eredményekért.
- A szintezés beállításának digitális ellenőrzése garantálja a reprodukálható eredményeket.
- Mágneses mérőtest csatlakozás a sérülések kisebb kockázatáért.
- A kicsomagolást követően azonnal használható: összeszerelve szállítjuk.

## Foodsafetynews.com:

### A FAO elősegíti a halbiztonságot Ukrajnában



**Az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) egy 2016-os értékelés eredményei és az élelmiszerbiztonsági hatóságokkal folytatott megbeszélések alapján megállapította, hogy speciális protokollokra van szükség a halgazdálkodás és az élelmiszer-biztonság területén.**

A projekt az ukrán Élelmiszerbiztonsági és Fogyasztóvédelmi Állami Szolgálattal, az Állami Halászati Hivatallal, az ukrán hal- és halászati termék importőrök szövetségével és az Ukrán Akvakultúra Társaság Szövetségével 2017 júliusában kezdődött.

A projekt következetes halbiztonsági szabályozást fog kidolgozni, ellenőrzési és halbiztonsági laborvizsgáló kapacitást fog kiépíteni, és vállalkozókat fog képezni. A munkálatok jövő év áprilisáig folytatódnak, és azokat Norvégia finanszírozza.

A múlt hónapban az ukrán Egészségügyi Minisztérium az idei nyolcadik halálesetet regisztrálta botulizmus miatt, mely házilag elkészített halakhoz kapcsolódott. Az év eleje óta 80 esetet jelentettek. A projekt részeként a FAO két képzést tartott ukrán halászati ellenőröknek. Esther Garrido Gamarro, a projekt egyik vezető műszaki tisztviselője szerint a képzések eddig sikeresnek bizonyultak.

“Az osztálytermi képzést a halpiacokon végzett látogatásokkal kombináltuk, ahol az ellenőrök gyakorlati képzésben részesültek a jövőben elvégzendő ellenőrzéstípusokat tekintve. Ez magában foglalta a halpiac létesítményeinek ellenőrzését, a jelenlegi gyakorlatokat és az érzékszervi értékelést. Ez a gyakorlati képzés a csoport számára ideális módja volt annak, hogy az ellenőrök valós környezetben teszteljék képzsüket” - mondta.

A halászat és az akvakultúra jelentős szerepet játszik az ukrán gazdaságban. A FAO szerint 2015-ben

Ukrajna 8.600 tonna halat, rákfélét, halterméket és egyéb vízi gerincteleneket exportált 17.7 millió dollár értékben. Ukrajna főleg friss, hűtött és konzerv halat exportál a szomszédos országokba, és csak 98 tonna fagyasztott halat exportál Európába. Mivel az Európai Unió és Ukrajna halbiztonsági és ellenőrzési szabványait nem harmonizálták, az ukrán halexportőröknek csak az EU követelményeit teljesítő kis százaléka exportálhat e piacra.

### Afrika: a szennyvíz betegségeket terjeszthet

**Kutatók szerint zöldségeket termeszto afrikai városi gazdák akaratlanul elősegíthetik betegségek terjedését azzal, hogy a terményeket szennyvízzel öntözik.**

Az Environmental Research című folyóiratban közzétett beszámoló szerint a tudósok bizonyítékokat találtak olyan virulens kórokozók jelenlétére Burkina Fasó-i csatornavíz mintákban, melyek gyakran felelősek olyan vízi eredetű betegségekért, melyek a közvetlenül vagy közvetve kitett emberekben akut hasmenést, krónikus gyomorhurutot vagy gasztróenteritist okozhatnak.

Amennyiben a vizet ételkészítéshez használják, különösen zöldségek mosásához, melyeket nyersen fognak megenni, az továbbadhatja a kórokozókat és élelmiszer-eredetű betegségeket okozhat. Bizonyos kórokozók még akkor is fertőzőképesek maradhatnak, ha az ételt alaposan megfőzik. A szennyezett víz az eszközöket is átszennyezheti, így adva át a kórokozókat az élelmiszereknek.

Egy sor antibiotikum-rezisztens gén azonosítása után a vízben a kutatócsoport arra a következtetésre jutott, hogy a szennyvíz városi mezőgazdaságban történő felhasználása magas kockázatot hordoz a baktériumok és az antimikrobiális rezisztencia terjedése szempontjából mind az emberek, mind az állatok között.

A mikrobiális populáció, az antibiotikum-rezisztens gének és az orvosi szempontból érdekes plazmidok vizsgálatára a szennyvízben metagenomikát alkalmaztak.

A szennyvízvizsgálathoz a Burkina Fasó-i University of Ouaga, a kameruni University of Yaounde és a német University of Trier csapatát a University of Birmingham kutatói vezették az Egyesült Királyságban.

A Burkina Fasó-i főváros, Ouagadougou három negyedében található mezőgazdasági területek közelében lévő három szabadtéri csatornából származó szennyvízmintákat vizsgáltak. A mintákat 2015 októberében, az esős évszak végén vették.

Laura Piddock, a University of Birmingham Mikrobiológia és Fertőzések Intézetének professzora szerint a szennyvíz az antibiotikum-rezisztens baktériumok gócpontjának tűnik Burkina Fasóban.

“A szennyvíz felhasználása mezőgazdasági öntözés céljából nagyon súlyos egészségügyi kockázatot jelent, nem utolsósorban azért, mert növeli a fekáli kórokozók valódi kitettséget. Sürgősen további vizsgálatokra van szükség annak meghatározásához, hogy a kitett populációt milyen mértékben érinti ez az egészségügyi probléma,” mondta Piddock.

Dr. Blaise Bounon a University of Yaounde-ról elmondta, hogy a városi mezőgazdaság öntözés céljából a szennyvízre támaszkodik annak alacsony költsége, hozzáférhetősége és úgynevezett tápanyagtartalma miatt.

“A jelentések szerint világszerte mintegy 200 millió városi lakó foglalkozik városi mezőgazdasággal, és egyes esetekben a városok romló zöldségek iránti keresletének akár 90 százalékát ők termelik meg,” állítja az ENSZ kutatás. “Az alacsony és közepes jövedelmű országokban keletkező kommunális és ipari szennyvíz több mint 80 százalékát kezelés nélkül juttatják a környezetbe.”

A szennyvízmintákban tizenegy patogén-specifikus és 56 virulencia faktor gént találtak. Ezek a virulencia faktorok általában olyan emberi kórokozókban fordulnak elő, amelyek gasztróenteritist és/vagy hasmenést okoznak.

Az azonosított virulencia faktor géneket gyakran hordozza az E. coli, a Shigella spp, a Clostridium perfringens és a Mycobacterium tuberculosis. A patogén-specifikus virulencia faktorok a Streptococcus agalactiae, C. perfringens, M. tuberculosis, Legionella pneumophila, Shigella spp, S. flexneri, Yersinia enterocolitica és Bartonella henselae baktériumokhoz tartoztak.

Az alacsony és közepese jövedelmű országokban az Egészségügyi Világszervezet 2017-es jelentése szerint évente 842.000 ember hal meg hasmenés következtében, melynek oka a nem megfelelő víz, fertőtlenítés vagy higiénia.

### Megduplázott eseményszám július és szeptember között

**Az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) és az Egészségügyi Világszervezet (WHO) által irányított Nemzetközi Élelmiszerbiztonsági Hatósági Hálózat (INFOSAN) 32 élelmiszerbiztonsági eseményben vett részt, szemben az április és június közötti 16-tal. Ezek az események 141 WHO tagállamot érintettek, szemben az előző negyedéves 32-vel.**

Peter K. Ben Embarek, az INFOSAN menedzsmentjének és a WHO élelmiszer-biztonság és zoonózis osztályának tagja elmondta az Élelmiszerbiztonsági Híreknek, hogy a növekedés oka leginkább egy incidensre vezethető vissza.

“Az érintett országok számának növekedése nagyrészt a később 120+ országban forgalmazott magyarországi fagyasztott zöldségekhez kapcsolódó listeriózis járványnak tulajdonítható, ami egy olyan esemény volt, amelyben az INFOSAN nagy szerepet játszott az exportáló és fogadó országok közötti információcsere elősegítésében,” mondta.



“Az INFOSAN által kezelt események száma nem követ jellegzetes mintákat. 2018 első felében valóban a szokásosnál nagyobb számú eseménnyel találkoztunk, de a konkrét okokat még nem azonosítottuk.”

Az INFOSAN titkársága együttműködött az EU élelmiszer- és takarmánybiztonsági riasztási rendszerével (RASFF) és a saját tagjaival az exportáló országokban a részletek azonosítása és a fogadó országokkal történő megosztása érdekében.

Az INFOSAN szerint a járvány emlékeztetőként szolgált a fogyasztóknak, hogy a fagyasztott nyers zöldségeket fogyasztás előtt megfelelően kell megfőzni vagy hőkezeltetni. A hat országban 54 embert érintő és 10 halálos áldozatot követelő Listeria járványhoz köthető fagyasztottzöldség-gyárat a Greenyard működtette. A termelés azóta újraindult.

Júliusban az INFOSAN titkársága részt vett Rómában a Codex Alimentarius Bizottság 41. gyűlésén, ahol egy mellékesemény házigazdája volt. Itt megvitatották a hálózat szerepét a fogyasztásra kész húshoz kapcsolódó Listeria járványban Dél-Afrikában és a Franciaországban készült Lactalis csecsemőtápszerre visszavezethető Salmonella járványban.

Ugyanebben a hónapban Tuniszbán, Tunéziában egy vitamühelyt tartottak az Arab Élelmiszerbiztonsági Kezdeményezés a Kereskedelem Elősegítésére (SAFE) keretében kifejlesztett arab élelmiszer- és ta-

kormánybiztonsági riasztási rendszer (ARASFF) létrehozásáról. 13 kelet-mediterrán és észak-afrikai országból huszonöt résztvevő vitatta meg az ARASFF jövőjét, és az INFOSAN-nal való jövőbeli kapcsolatát.

### Új-Zéland az élelmiszer-visszahívó rendszer átszervezését tervezi

Az új-zélandi élelmiszerbiztonsági szervezet visszajelzést szeretne kapni az országban az élelmiszer-visszahívások megerősítésére és a kockázatalapú tervek és programok tökéletesítésére irányuló javaslatokkal kapcsolatban.

Az Elsődleges Iparágak Minisztériuma (MPI) szerint a cél az élelmiszer-biztonság szabályozási rendszerének javítása, és Új-Zéland hírnevének védelme a biztonságos élelmiszerek szállítójaként. A javaslatokkal kapcsolatos konzultáció végső határideje 2018. december 7.

Az új-zélandi élelmiszerbiztonsági szervezet vezetője, Bryan Wilson elmondta, hogy a konzultáció arról szól, hogy világos elvárásokat határozzon meg a vállalkozások számára a visszahívásra való felkészülés és maga a visszahívás során, valamint hogy egyértelműbbé és minden érdekelt számára hozzáférhetőbbé tegye az élelmiszerbiztonsági követelményeket.

“Élelmiszerbiztonsági rendszerünk nagyon fontos az új-zélandiak számára, és kiváló hírneve van. Úgy működik, hogy megvédje a fogyasztókat az élelmiszer-eredetű betegségek ellen, és hogy biztosítsa, hogy az élelmiszer biztonságos és megfelelő. Ennek a hírnevnek az egyik legfontosabb eleme az, hogy folyamatosan dolgozunk annak javítása érdekében” - mondta.

A tervek kiterjesztenék a visszahívási eljárásokra vonatkozó követelményeket az összes élelmiszer-exportőrre, tisztáznák, hogy az eljárásoknak milyen nyomon követéssel kell bírniuk, megkövetelnék, hogy évente próbavisszahívásokat végezzenek, kiigazítsák, mennyi ideig kell a nyomon követési nyilvántartásokat megőrizni, és egy esemény során milyen gyorsan kell az információt megosztani.

Wilson azt mondta, meg akarják találni a leghatékonyabb módot a visszahívások és a kockázatalapú tervek és programok javítására a WPC (tejsavófehérje koncentrátum) eseményből levont tanulságok alapján.

“E követelmények elfogadása csökkenteni fogja a nem biztonságos élelmiszerek fogyasztókra gyakorolt hatását, és ugyancsak csökkenteni fogja a költségeket az élelmiszerbiztonsági események során. Azt is el akarjuk kerülni, hogy a vállalatokra szükségtelen megfelelési terheket rakjunk, és megbeszéléseket

folytatunk velük, hogy megértsük, milyen hatással lennének ezek a javaslatok a vállalkozásokra.”

### EFSA hírek:

**Több országra kiterjedő Listeria monocytogenes járvány lazactermékek fogyasztásához köthető**



**Fogyasztásra kész lazactermékek, mint például hidegen füstölt és pácolt lazac a valószínűsíthető forrásai a 2015 óta Dániát, Németországot és Franciaországot érintő Listeria monocytogenes járványnak. Az EFSA és az Európai Betegségmegelőzési és Járványvédelmi Központ (ECDC) teljes genom szekvenálást alkalmaztak a több országra kiterjedő járvány azonosítására.**

2018. október 8-ig 12 esetet, köztük négy halálesetet jelentettek az érintett országokban.

2017 augusztusában Dánia jelentette a Lengyelországban előállított fogyasztásra kész füstölt lazactermékek fogyasztásához köthető esetek első csoportját. Korlátozó intézkedéseket vezettek be, és tájékoztatták az EU többi tagállamát és az illetékes hatóságokat.

2017 októberében Franciaország bejelentette, hogy kimutatták ugyanazt a Listeria törzset, amelyet a dániai járvány vizsgálata során azonosítottak, ugyanaból a lengyel feldolgozó üzemből származó marinált lazacban.

A járványhoz kapcsolódó legutóbbi esetet Németországban jelentették 2018 májusában.

A lengyel feldolgozó üzemben vett környezeti és élelmiszerminták teljes genom szekvenálási adatainak hiányában jelenleg nem lehet megerősíteni, hogy a szennyeződés a gyanús üzemben történt. Ezenkívül, amíg a szennyezett tételekben használt lazac elsődleges norvég termelőitől származó információt nem

jelentették és nem értékelték ki, a lehetőséget nem lehet kizárni, hogy a szennyezés az elsődleges előállítási szinten történt.

Ugyanazon Listeria törzs azonosítása egy lazactermékben Franciaországban és egy újabb emberi megbetegedés Németországban arra utal, hogy a szennyezés forrása továbbra is aktív lehet, és a szennyezett termékeket Dánián kívül más EU országokban is forgalmazhatták. Terhes nők, idősek és immunhiányos betegek esetében nagyobb a kockázata a liszteriózis megbetegedésnek.

### EFSA konferencia zárása: ‘Együttműködés, együttműködés, együttműködés’

“Számomra a fő üzenet ez volt: ‘egyettműködés, együttműködés, együttműködés’, mert a jó tudomány önmagában nem elég” - mondta Bernhard Url, az EFSA ügyvezető igazgatója az ügynökség Tudomány, élelmiszer, társadalom konferenciája után.

Hozzátette, hogy a konferencia felülmúlta a várakozásait, és “még mindig le volt nyugdözve a hallott nézetek szélességétől és sokféleségétől”.

Dr. Url a négynapos, Parmában, Olaszországban tartott esemény végén beszélt, melyen 1.100 delegált vett részt a világ minden tájáról, és további 800-an követtek élő videó kapcsolaton keresztül.

A megbeszélések számos kérdésre kiterjedtek, a kockázatértékelési tudomány új távlataitól a társadalommal való kapcsolatfelvételig és kommunikációig, valamint a jövő szakértelmének kifejlesztéséig.

Korábban elmondta a közönségnek: “Folytatnunk kell tudományunk minőségének és értékének védelmét és tökéletesítését a zavaró események és instabilitás ellenére.”

A konferenciát egy négynapos tudományos körutazáshoz hasonlította, amely egy sor lenyűgöző új szigetet látogatott meg. Időbe telik, hogy befogadjuk az út során elsajátított összes tanulságot, de ez egy élenkítő, ösztönző élmény volt.

Dr. Url hozzátette, hogy a konferencia számos olyan elképzelést és betekintést eredményezett, melyek segíteni fogják az EFSÁ-t az előttünk álló kihívások és bizonytalanságok kezelésében.

“Rengeteg szétaprózott ismeret van körülöttünk” - mondta a küldötteknek. “De az elmúlt négy nap jó példája volt a közös teremtésnek; sok elképzelést és kollaboratív gondolkodást hoztunk létre.”

A konferencia eredményeiről szóló teljes jelentést a kellő időben közzéteszik. A különböző ülések videó-

felvételei elérhetőek lesznek az EFSA honlapján az elkövetkező hetekben.

### Bőrctomósodáskór szarvasmarhákban: az elszigeteléstől a felszámolásig

Most, hogy a délkelet-európai járványokat elszigetelték, az EFSA kiértékelte a leghatékonyabb stratégiákat a bőrcsomósodáskór (LSD) felszámolására.



A ma közzétett jelentés tanácsot ad a betegség felszámolását célzó oltási programok ideális hosszára nézve, megvizsgálja annak valószínűségét, hogy a betegség újra megjelenik és a lehetséges monitoring módszereket.

A balkáni régióban az LSD járványok száma drámai, 95 százalékos csökkenést mutatott a 2016-os 7.483-ról 385-re 2017-ben. 2018-ban Délkelet-Európában egyetlen járványt sem jelentettek, bár Törökország európai részén beszámoltak egy járványról.

A jelentés szerint minél hatékonyabb az oltás az állatok betegség elleni védelmében, és minél több állatot beoltanak, annál rövidebb lehet az oltási program. Például, ha az oltás a beoltott állatok 80%-ánál hatékony, elégséges egy kétéves program, amely az állatok 90%-ára terjed ki.

Annak a valószínűsége, hogy az LSD ismét megjelenik egy oltási program után főként annak a valószínűségéhez köthető, hogy fertőzött állatok kerülnek be a környező érintett területekről. A jelentésben vizsgált egyéb tényezők közé tartozik a vírus lehetséges túlélése vírushordozókban (mint a kullancsok és rovarok) vagy a környezetben.

A jelentés áttekintést ad a monitoring módszerekről is. Ezek közé tartoznak az új esetek korai felismerésére irányuló intézkedések, valamint a betegség hiányának bizonyítása.

## Xylella: gazdanövény adatbázis frissítése

**Az EFSA elkészült két olyan munkával, melyek jelentősen kiterjesztik a Xylella fastidiosa növényi kórokozóra vonatkozó tudásunkat és megértésünket, amely Európa egyes részein gyümölcsfákat és más növényeket támad meg.**

Az ügynökség kiadta a legújabb frissítését annak az adatbázisnak, amely azokat a növényeket tartalmazza, melyek a X. fastidiosa gazdaszervezeteként szolgálnak. A frissített lista 563 növényfajt tartalmaz, melyeket egy új szakirodalmi keresésen keresztül és az EU növény-egészségügyi hálózatának, a EUROPHYT-nek az értesítéseiből azonosítottak. 312 faj esetében a fertőzést legalább két kimutatási módszerrel azonosították.

A mostani lista a kórokozó mindkét fajtát – X. fastidiosa és X. taiwanensis – tartalmazza, és információval szolgál azokról a növényfajtákról, amelyek a Xylella-val szemben ellenállóak vagy toleránsak.

Az adatbázis lényeges bizonyítékot szolgáltat a tudósoknak és kockázatértékelőknek, és támogatást nyújt a kockázatkezelőknek a monitoringban és más növény-egészségügyi intézkedésekben, mint például az ültetésre szánt növények vizsgálata.

Az EFSA Növényegészségügyi Testülete szintén frissítette a X. fastidiosa kártevő besorolását, amely része volt 2015-ben publikált kockázatértékelésének.

A frissítés tartalmazza a legfrissebb információkat a X. fastidiosa biológiájáról és terjedéséről az EU-n belül és kívül, valamint a bacillusgazda rovarok jelenlétéről és elterjedéséről Európában. Ezenkívül részletes információkat tartalmaz az európai járványokról és az érintett növényfajokról.

A X. fastidiosa új teljes kockázatértékelése befejezésének tervezett időpontja 2019 eleje.

### **Foodsafetynews.com:**

#### **FAO helps to improve fish safety in Ukraine**

**The Food and Agriculture Organization of the UN said based on findings of an assessment in 2016 and conversations with food safety authorities it identified a need for specific protocols in fisheries and food safety.**

A project began in July 2017 with the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection, the State Agency of Fisheries, the Association of Ukrainian importers of fish and seafood and the Association of Ukrainian Aquaculture Society.

It will devise consistent fish safety regulations, build capacity for inspections and for labs analyzing fish safety and train business operators. Work continues until April next year and is funded by Norway.

Last month, the Ukrainian Ministry of Health recorded the eighth death this year due to botulism which was linked to homemade fish. Since the beginning of the year, 80 cases have been reported. As part of the project, FAO has held two workshops to train Ukrainian fish inspectors. Esther Garrido Gamarro, a lead technical officer for the project, said training has been successful so far.

“We combined classroom training with field visits to fish markets where the inspectors could have hands-on training on the types of inspections they would carry out. This included an inspection of the fish market facilities, current practices, and organoleptic evaluation. This practical training with the group was an ideal way for the inspectors to test out their training in a real-life environment,” she said.

Fisheries and aquaculture play a significant role in Ukraine’s economy. In 2015, 8,600 tons of fish, crustaceans, fish products, and other aquatic invertebrates were exported from Ukraine with a value of \$17.7 million, according to the FAO. Ukraine mainly exports fresh, chilled and canned fish to neighboring countries and only exports 98 tons of frozen fish to Europe. As the European Union and Ukrainian standards for fish safety and inspections are not harmonized, only a small percentage of Ukrainian fish exporters meeting EU requirements can export into that market.

### **Africa: wastewater can spread disease**

**Urban farmers growing vegetables in Africa could accidentally be helping to spread disease by irrigating crops with wastewater, according to researchers.**

In a report published in the Environmental Research journal, the scientists found evidence in Burkina Faso canal water samples of virulent pathogens commonly responsible for waterborne diseases which could lead to people that are directly or indirectly exposed suffering from acute diarrhea, chronic gastritis and gastroenteritis.

If the water is used in food preparation, especially to wash vegetables that will be eaten raw, it can transfer pathogens and cause foodborne illnesses. Even if food is thoroughly cooked, some pathogens can remain infectious. Contaminated water can also cross contaminate utensils, thus transferring pathogens to food.

After identifying a range of antibiotic-resistant genes in the water, the research team concluded that using wastewater for urban agriculture in the city posed a high risk of spreading bacteria and antimicrobial resistance among humans and animals.

Metagenomics were used to investigate the microbial population, antibiotic-resistant genes and plasmids of medical interest in the wastewater.

For the wastewater study, University of Birmingham researchers in the United Kingdom led a team from the University Ouaga in Burkina Faso; University of Yaounde in Cameroon; and University of Trier in Germany.

They looked at wastewater samples from three open air canals near agricultural fields in three neighborhoods in the Burkina Faso capital of Ouagadougou. Samples were collected in October 2015 at the end of the rainy season.

Professor Laura Piddock, from the University of Birmingham’s Institute of Microbiology and Infection, said wastewater appears to be a “hot spot” for antibiotic resistant bacteria in Burkina Faso.

“Using wastewater for agricultural irrigation represents a very serious health risk, not least as it increases exposure to fecal pathogens. We urgently need further investigations to determine the extent that exposed populations are affected by this health issue,” Piddock said.

Dr. Blaise Bougnon, from the University of Yaounde, said urban agriculture relies on wastewater for irrigation because of its low cost, availability and so-called nutrient content.

“Some 200 million urban dwellers are reported to be engaged in urban agriculture worldwide and, in some cases, produce up to 90 percent of cities’ demand for perishable vegetables,” according to UN research. “Over 80 percent of domestic and industrial wastewater generated in low and middle-income countries is discharged untreated into the environment.”

Eleven pathogen-specific and 56 virulence factor genes were detected in wastewater samples. These virulence factors are usually found in human pathogens that cause gastroenteritis and/or diarrhea.

The identified virulence factor genes are commonly carried by E. coli, Shigella spp, Clostridium perfringens and Mycobacterium tuberculosis. The pathogen-specific virulence factors belonged to Streptococcus agalactiae, C. perfringens, M. tuberculosis, Legionella pneumophila, Shigella spp, S. flexneri, Yersinia enterocolitica, and Bartonella henselae.

In low and middle-income countries 842,000 people die annually from diarrhea, according to the World Health Organization in 2017, because of inadequate water, sanitation and hygiene.

### **Double number of incidents from July to September**

**The International Food Safety Authorities Network (INFOSAN), managed by the Food and Agriculture Organization (FAO) and World Health Organization (WHO), was part of 32 food safety events versus 16 from April to June. These events covered 141 WHO member states compared to 32 in the previous quarter.**

Peter K. Ben Embarek, INFOSAN management, department of food safety and zoonoses at WHO, told Food Safety News that the rise was mostly due to one incident.

“The increase of countries involved can largely be attributed to the outbreak of listeriosis linked to frozen vegetables from Hungary that were subsequently distributed to 120+ countries, an event in which INFOSAN played a large role in facilitating information exchange between exporting and recipient countries,” he said.

“The number of events INFOSAN manages does not follow specific patterns. We have indeed seen a larger than a usual number of events during the first half of 2018 but without any specific reason identified yet.”

The INFOSAN Secretariat worked with the European Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) and its own members in exporting countries to identify and share details with recipient countries.

INFOSAN said the outbreak served as a reminder to consumers that frozen raw vegetables should be cooked or heat-treated properly before consumption. Greenyard ran the frozen vegetable factory linked to the Listeria outbreak that affected 54 people in six countries, killing 10 of them. Production has since restarted.

In July, the INFOSAN Secretariat attended the 41st Codex Alimentarius Commission meeting in Rome to host a side event. The role of the network in the Listeria outbreak in South Africa linked to ready-to-eat meat and Salmonella outbreak traced to Lactalis infant formula made in France was discussed.

In the same month, a workshop about the creation of an Arab Rapid Alert System for Food and Feed (ARASFF), developed under the Arab Food Safety Initiative for Trade Facilitation (SAFE) was held in Tunis, Tunisia. Twenty-five participants from 13



countries in the Eastern Mediterranean and northern Africa attended to discuss the future of ARASFF and the interface it will have with INFOSAN.

### **New Zealand plans shake-up of food recall system**

**New Zealand Food Safety wants feedback on proposals to strengthen food recalls and improve risk-based plans and programs in the country.**

The Ministry for Primary Industries (MPI) said the objective is to make improvements to the food safety regulatory system and help protect New Zealand's reputation as a supplier of safe food. Consultation on the proposals is open until Dec. 7, 2018.

Head of New Zealand Food Safety, Bryan Wilson, said the consultation is about setting clear expectations for businesses in preparation for and during a recall, as well as making food safety requirements clearer and more accessible to all parties.

"Our food safety system is very important to all New Zealanders and has a strong reputation. It works to protect consumers from foodborne illnesses and to ensure food is safe and suitable. A key component of that reputation is that we are continually working to improve it," he said.

Plans would extend the requirement for recall procedures to include all exporters of food, clarify what traceability procedures should cover, require mock recalls to be held annually, adjust how long traceability records should be kept for and how quickly information must be shared during an incident.

Wilson said it wants to find the most effective way to improve recalls and risk-based plans and programs based on lessons learned from the WPC incident.

"Adopting these requirements will decrease the impact of any unsafe food on consumers and also reduce costs during a food safety incident. We also want to avoid placing unnecessary compliance burdens on businesses, and we are consulting to understand what the impacts of these proposals would be on businesses."

### **EFSA-news:**

#### **Multi-country outbreak of *Listeria monocytogenes* linked to consumption of salmon products**

**Ready-to-eat salmon products, such as cold-smoked and marinated salmon, are the likely**

**source of an outbreak of *Listeria monocytogenes* that has affected Denmark, Germany and France since 2015. EFSA and the European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) used whole genome sequencing to identify the multi-country outbreak.**

By 8 October 2018, 12 cases including four deaths had been reported in the affected countries.

In August 2017, Denmark reported the first cluster of cases linked to the consumption of ready-to-eat smoked salmon produced in Poland. Control measures were implemented and other EU Member States and competent authorities were informed.

In October 2017 France reported the detection of the same strain of *Listeria* in marinated salmon originating from the same Polish processing company as identified in the Danish outbreak investigation.

The most recent case linked to the outbreak was notified in Germany in May 2018.

Due to the lack of whole genome sequencing data from the environmental and food samples taken at the Polish processing plant, it is not possible at present to confirm whether the contamination occurred in the suspected plant. Moreover, until information on the Norwegian primary producers of the salmon used in the contaminated batches has been reported and assessed, the possibility of contamination at primary production level cannot be excluded.

The identification of the same *Listeria* strain in a salmon product in France and a new human case in Germany suggest that the source of contamination may still be active and that contaminated products have been distributed to other EU countries than Denmark. Pregnant women, the elderly and immunocompromised people are at higher risk of contracting listeriosis.

### **EFSA-conference closes: 'Collaborate, collaborate, collaborate'**

**"The main message for me was 'collaborate, collaborate, collaborate', because it is not enough to have good science," said Bernhard Url, EFSA's Executive Director, following the agency's conference, Science, Food, Society.**

He added that the conference had exceeded his expectations and he was "still overwhelmed by the breadth and diversity of the views" he had heard.

Dr Url was speaking at the end of the four-day event in Parma, Italy, which was attended by more than

1,100 delegates from around the world and followed by another 800 via live video link.

Discussions roamed across a range of issues, from new horizons in risk assessment science to engaging and communicating with society and developing expertise for the future.

Earlier, he had told the audience: "We must continue to defend and improve the quality and value of our science in the face of disruptive events and instability."

He compared the conference to a four-day scientific cruise that had called at a string of fascinating new islands. It would take time to absorb all the lessons learned on the journey but it had been an invigorating, stimulating experience.

Dr Url added that the conference had yielded plenty of ideas and insights that would help EFSA to address the challenges and uncertainties ahead.

"There is a lot of fragmented knowledge out there," he told delegates. "But the past four days have been a good example of co-creation; we generated lots of ideas and collaborative thinking."

A full report of the conference outcomes will be published in due course. Video recordings of the various sessions will be available to view on the EFSA website in the coming weeks.

### **Lumpy skin disease in cattle: from containment to elimination**

**EFSA has assessed the most effective strategies for eliminating lumpy skin disease (LSD) now that the outbreaks in south-eastern Europe have been contained.**

A report published today gives advice on the ideal duration of vaccination programmes to eliminate the disease, and looks at the probability that the disease will reappear and at possible surveillance methods.

Outbreaks of LSD in the Balkan region fell dramatically by 95 percent from 7,483 in 2016 to 385 in 2017. In 2018 no outbreaks were reported in south-eastern Europe, although one outbreak was reported in the European part of Turkey.

The report says that the more effective the vaccination is in protecting animals against the disease – and the more herds are vaccinated – the shorter the vaccination programme can be. For example, if the vaccination is effective for 80% of vaccinated animals, a two-year programme with coverage of 90% of herds is sufficient.

The probability that LSD will reappear after a vaccination programme is mainly linked to the likelihood of infected animals being introduced from neighbouring affected areas. Other factors examined in the report include the possible persistence of the virus in vectors (such as ticks and insects) or in the environment.

The report also gives an overview of surveillance methods. These include measures for early detection of new cases and how to demonstrate absence of disease.

### ***Xylella*: host plant database updated**

**EFSA has completed two pieces of work that substantially expand knowledge and understanding of *Xylella fastidiosa*, the plant pathogen that is attacking fruit trees and other plants in parts of Europe.**

The agency has published the latest update of its database of plants that act as hosts for *X. fastidiosa*. The updated list includes 563 plant species identified through a new literature search and from notifications to the EU's plant health interception service EUROPHYT. For 312 of the species, infection has been identified by at least two detection methods.

The list now covers both species of the pathogen – *X. fastidiosa* and *X. taiwanensis* – and includes information on plant varieties that are resistant to, or tolerant of, *Xylella*.

The database provides essential evidence to scientists and risk assessors and supports risk managers in carrying out surveillance and other phytosanitary measures, such as inspections of plants for planting.

EFSA's Panel on Plant Health has also updated its pest categorisation of *X. fastidiosa*, which was part of its risk assessment of the pathogen published in 2015.

The update includes the latest information on the biology and distribution of *X. fastidiosa* inside and outside the EU, as well on the presence and distribution of insect vectors in Europe. It also includes detailed information about the European outbreaks and the plant species affected.

A new full risk assessment of *X. fastidiosa* is scheduled for completion in early 2019.

**2014. LX. évf. I. szám / Vol. 60, 2014 No. 1**

A 60 éves Élelmiszervizsgálati Közlemények – az elmúlt 30 év tükrében (Molnár Pál) <i>60 years of the Journal of Food Investigations in the light of the last 30 years (Pál MOLNÁR)</i>	4
Csomagolóanyagok szerves migránsai és a kioldódott vegyületek vizsgálati lehetőségei (Szigeti Tamás János, Szekeres Zoltán, Kovács Ágnes) <i>Organic migrants of food contact materials and analytical possibilities of the compounds leached (Tamás János SZIGETI, Zoltán SZEKERES, Ágnes KOVÁCS)</i>	14
Baktériumok kommunikációja és annak élelmiszer-tudományi jelentősége (Farkas József, Mohácsiné Farkas Csilla) <i>Bacterial Communication and its Importance in Food Science (József FARKAS, Csilla MOHÁCSI-FARKAS)</i>	38
Hárszínjellemzőinek változása hőkezelés hatására, illetve a tárolás során (Csóka Mariann, Tolnay Pál, Szabó S. András) <i>Alteration in linden honey colour properties by storage and heat treatment (Mariann CSÓKA, Pál TOLNAY, András S. SZABÓ)</i>	44
A búzaliszt ásványianyag-tartalmának változása műtrágyázás hatására (Burján Zita Kata, András Dávid, Győri Zoltán) <i>Changes in mineral and protein content of wheat flour due to fertilizers (Zita Kata BURJÁN, Dávid ANDRÁSI, Zoltán ZOLTÁN)</i>	50
Tejtermékfejlesztés zsírsavösszetétel-módosítással (Kárnyáczki Zsuzsanna, Óré-Sütő Berta Vanda) <i>Dairy product development by the modification of fatty acid composition (Zsuzsanna KÁRNYÁCZKI, Berta Vanda ÓRÉ-SÜTŐ)</i>	58
Az aflatoxinszennyezettség csökkentésének lehetőségei az élelmiszerláncban (Frecksáné Csáki Katalin, Szeitzné Szabó Mária, Szerleticsné Túri Mária) <i>Possibilities for the decrease of aflatoxin contamination in food chain (Katalin FRECSKÁNÉ CSÁKI, Mária SZEITZNÉ SZABÓ, Mária SZERLETICSNÉ TÚRI)</i>	68
Az uborka ( <i>Cucumis sativus</i> ) érése során bekövetkező beltartalmi értékváltozások (Orbán Csaba, Csajbókné Cs. Éva, Dobronszki Andrea) <i>Changes in nutritional values during the ripening of cucumber (Cucumis sativus) (Csaba ORBÁN, Éva CSAJBÓK, Andrea DOBRONSZKI)</i>	80
Jogi kérdések (Martin Andrea) <i>Legal topics (Andrea MARTIN)</i>	86
Kitekintő - Outlook	92
Szabványosítás - Standardization	96

**2014. LX. évf. II. szám / Vol. 60, 2014 No. 2**

„Kitörünk a hatóság misztériumából!” - Interjú dr. Oravecz Mártonnal, a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal elnökével. (Szigeti Tamás János, Szunyogh Gábor) <i>„Breaking out of the mystery of authority” - Interview with dr. Márton Oravecz, president of the National Food Chain Safety Office (NÉBIH). (Tamás János SZIGETI, Gábor SZUNYOGH)</i>	104
Kutatás – fejlesztés – innováció: Stratégiai szemlélet és partnerség a kutatásban (Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal – NÉBiH) <i>Research – development – innovation: Strategic approach and partnership in research (National Food Chain Safety Office – NÉBiH)</i>	112
Az élelmiszerek növényvédőszer-maradék tartalma ellenőrzésének elvi alapjai és gyakorlati megvalósítása (Ambrus Árpád, Farkas Zsuzsa, Horváth Zsuzsanna, Kötelesné Suszter Gabriella) <i>Principles and practices of control of pesticide residues in food (Árpád AMBRUS, Zsuzsa FARKAS, Zsuzsanna HORVÁTH, Gabriella SUSZTER)</i>	114
Clostridium difficile: új élelmiszer-biztonsági veszély? (Farkas József és Mohácsiné Farkas Csilla) <i>Clostridium difficile: a new food safety hazard? (József FARKAS and Csilla MOHÁCSINÉ FARKAS)</i>	144
Telepszámok szerepe az ivóvízszolgáltatásban (Párkány-Simon Beatrix, Dr. Brumbauer Anikó)	154

<i>The role of colony count in water supply (Beatrix PÁRKÁNY-SIMON, Dr. Anikó BRUMBAUER)</i>	166
Arzénvizsgálatok ivóvízből és élelmiszerekből (Sugár Éva, Mihucz Viktor Gábor, Zaray Gyula) <i>Determination of arsenic in drinking water and several food items (Éva SUGÁR, Viktor Gábor MIHUCZ, Gyula ZÁRAY)</i>	180
Folyékony élelmiszerminták destruktív minta-előkészítést nem igénylő nyomelemtartalom-meghatározási lehetőségei induktív csatolású plazma tömegspektrométerrel (Soós Áron, András Dávid, Kovács Béla) <i>Possibilities of trace element content determination in liquid foods without destructive sample preparation using inductively coupled plasma mass spectrometry (Áron SOÓS, Dávid ANDRÁSI, Béla KOVÁCS)</i>	190
Taurintartalom meghatározása energitalokban és étrend-kiegészítőkből HPLC-MS/MS műszerkapcsolással (Szilvássy Blanka, Schreiberné Molnár Erzsébet, Iglóváriné Molnár Mária) <i>Determination of the taurine content of energy drinks and dietary supplements using HPLC-MS/MS (Blanka SZILVÁSSY, Erzsébet SCHREIBERNÉ MOLNÁR, Mária IGLÓVÁRINÉ MOLNÁR)</i>	198
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla, Csík Gabriella) <i>Review of national standardization (Csilla KURUCZ, Gabriella CSÍK)</i>	200
Kitekintő - Outlook	208

**2014. LX. évf. III. szám / Vol. 60, 2014 No. 3**

A búza „sütőipari minőség” fogalmának alakulása a kezdetektől napjainkig a gabonavegyész szemével (Békés Ferenc) <i>The evolution of the term “baking quality” of wheat from the beginning to present time through the eyes of a cereal chemist (Ferenc BÉKÉS)</i>	234
A glifozát maradványainak jelenléte környezetünkben és analitikai meghatározásának lehetőségei (Szigeti Tamás János, Suszter Gabriella, László József) <i>The presence of glyphosate residues in our environment and possibilities for their analytical determination (Tamás János SZIGETI, Gabriella SUSZTER, József LÁSZLÓ)</i>	256
Mikotoxinok álarcban – új takarmány- és élelmiszerbiztonsági kihívás? (Farkas József, Szeitzné Szabó Mária, Mohácsiné Farkas Csilla) <i>Mycotoxins in masks – a new food and feed safety challenge? (József FARKAS, Mária SZEITZNÉ SZABÓ, Csilla MOHÁCSINÉ FARKAS)</i>	260
A biológiai kontroll alkalmazási lehetőségei élelmiszer eredetű patogén baktériumok gátlására (Belák Ágnes) <i>Potential application areas of biological control for the inhibition of pathogenic bacteria of food origin (Ágnes BELÁK)</i>	270
Hárszín diastázaktivitásának változása hőkezelés hatására, illetve a tárolás során (Csóka Mariann, Tolnay Pál, Szabó S. András) <i>Changes in the diastase activity of linden honey due to heat treatment, and during storage (Mariann CSÓKA, Pál TOLNAY, András S. SZABÓ)</i>	278
Az élelmiszeriparban alkalmazott fertőtlenítőszer mikrobiológiai hatásvizsgálata (Németh Zsuzsanna, Holczhauzerné Faragó Judit, Gulyás Márta) <i>Testing of the microbiological efficiency of disinfectants used in the food industry (Zsuzsanna NÉMETH, Judit HOLCZHAUZERNÉ FARAGÓ, Márta GULYÁS)</i>	286
Fogyasztói kutatások az élelmiszerlánc-felügyelet szolgálatában (Barna Sarolta, Kasza Gyula, Bódi Barbara) <i>Consumer investigations in service of the food-chain control (Sarolta BARNA, Gyula KASZA, Barbara BÓDI)</i>	294
A borsmenta hatóanyagai mézben (Nagy Éva, Prokisch József, Daróczi Lajos, Harangi János) <i>The active ingredients of peppermint in honey (Éva NAGY, József PROKISCH, Lajos DARÓCZI, János HARANGI)</i>	302
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla - Csík Gabriella) <i>Review of national standardization (Csilla KURUCZ - Gabriella CSÍK)</i>	308
Kitekintő - Outlook	

Előrejelző mikrobiológiai modellezés, a kvantitatív mikrobiológiai kockázatbecslés eszköze (Farkas József, Mohácsiné Farkas Csilla) <i>Predictive microbiological modeling, a tool of quantitative microbiological risk assessment</i> (József FARKAS, Csilla MOHÁCSINÉ FARKAS)	316
A kémiai Nobel-díj és a Staphylococcus aureus. A modern tömegspektrometria szerepe a mikroorganizmusok azonosításában (Lovász Csaba) <i>The Nobel prize in Chemistry and Staphylococcus aureus. The role of modern mass spectrometry in the identification of microorganisms.</i> (Csaba LOVÁSZ)	326
Aszpartám édesítőszer élelmiszerekből származó bevitelének becslése és a kockázat értékelése (Frecskáné Csáki Katalin, Szerleticsné Túri Mária, Zentai Andrea, Mészáros László, Prisztóka Renáta, Sali Judit, Szeitzné Szabó Mária) <i>Estimation of the aspartame intake coming from foods and its risk assessment</i> (Katalin FRECSKÁNÉ CSÁKI, Mária SZERLETICSNÉ TÚRI, Andrea ZENTAI, László MÉSZÁROS, Renáta PRISZTÓKA, Judit SALI, Mária SZEITZNÉ SZABÓ)	344
Hármézminták mért fizikai és kémiai jellemzői közötti összefüggés (Csóka Mariann, Tolnay Pál, Szabó S. András) <i>Relationship of measured physical and chemical parameters of linden honey samples</i> (Mariann CSÓKA, Pál TOLNAY, András S. SZABÓ)	362
Búza szemkeménységének meghatározása magmérő eljárásokkal (Szabó P. Balázs, Véha Antal, Gyimes Ernő) <i>Determination of wheat grain hardness by different kernel measurement techniques</i> (Balázs, P. SZABÓ; Antal, VÉHA; Ernő, GYIMES)	372
Csak a legjobbak: hatósági termékteszt a Szupermenta blogon (NÉBIH) <i>Just the best: authority product tests on Supermenta blog</i> (NÉBIH)	384
A fűszerpaprika mikrobiológiai paramétereinek jogszabályvizsgálata, valamint szerbiai gyakorlati alkalmazása (Kovács Sárkány Hajnalka, Kovács Vilmos) <i>Legal analysis for the microbiological parameters of paprika, and their practical application in Serbia</i> (Hajnalka KOVÁCS SÁRKÁNY, Vilmos KOVÁCS)	390
Élelmiszerekkel rendeltetésszerűen érintkező anyagok gyártására vonatkozó egyes uniós követelmények (Martin Andrea) <i>Certain EU requirements regarding the manufacture of food contact materials</i> (Andrea MARTIN)	400
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla, Csík Gabriella) <i>Review of national standardization</i> (Csilla KURUCZ, Gabriella CSÍK)	406
Hazai körkép - Local panorama	408
Kitekintő - Outlook	414

## 2015. LXI. évf. I. szám / Vol. 61, 2015 No. 1

Különböző víz- és élelmiszerminták arzéntartalmának vizsgálati eredményei (Szigeti Tamás János) <i>Results of the arsenic content analysis of different water and food samples</i> (Tamás János SZIGETI)	424
Módszerfejlesztés antibiotikumok meghatározására tejmintákból on-line szilárd fázisú extrakciós UHPLC-MS/MS módszerrel (K mellár Béla, Susán Judit) <i>Method development for the determination of antibiotics in milk samples using an on-line solid phase extraction UHPLC-MS/MS</i> (Béla KMELLÁR, Judit SUSÁN)	444
Nemzetközi és hazai zöldség-gyümölcsfogyasztás, módszertani kérdések (Székely Géza, Losó Viktor, Tóth Arnold) <i>International and domestic fruit and vegetable consumption, methodological issues</i> (Géza SZÉKELY, Viktor LOSÓ, Arnold TÓTH)	456
A friss narancs tételek mindenben megfeleltek a minőségi előírásoknak (A NÉBIH hírei) <i>Fresh orange lots satisfied quality requirements in all aspects</i> (The news of NÉBIH)	484
Alakfelismerési kutatások néhány eredménye érzékszervi élelmiszer-minősítő módszerek továbbfejlesztéséhez sütőipari termékekre (Molnár Pál) <i>Some results of shape recognition research for the improvement of sensory food testing methods of bakery products</i> (Pál MOLNÁR)	492

Folyadékkromatográfiás hármas kvadrupol rendszerű tandem tömegspektrometriás (HPLC-MS/MS) módszerek az élelmiszer-vizsgálatokban: kihívások és előnyök. (Tölgyesi Ádám, Tölgyesi László, Békési Lászlóné, Virender K. Sharma, Fekete Jenő) <i>Challenges and advantages in food analysis based on high performance liquid chromatography triple quadrupole tandem mass spectrometry (HPLC-MS/MS)</i> (Ádám TÖLGYESI, László TÖLGYESI, Lászlóné BÉKÉSI, Sharma K. VIRENDER, Jenő FEKETE)	502
A megfelelés ellenőrzése élelmiszerekkel érintkező anyagoknál - ásványi olajok migrációja a csomagolóanyagból az élelmiszerbe (Christophe Goldbeck) <i>Assessment of conformity of food contact materials - Migration of mineral oil components to foodstuffs</i> (Christophe GOLDBECK)	518
Új élelmiszer-jelölési eljárások alkalmazásba vétele ütemének elemzése Magyarországon az élelmiszer-vállalkozások körében (Győrvári János, Szigeti Jenő, Varga László) <i>Practical application of new food labelling regulations by Hungarian food businesses</i> (János GYÖRVÁRI, Jenő SZIGETI, László VARGA)	528
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla, Csík Gabriella) <i>Review of national standardization</i> (Csilla KURUCZ, Gabriella CSÍK)	542
Hazai körkép (Szunyogh Gábor) <i>Local Panorama</i> (Gábor SZUNYOGH)	546

## 2015. LXI. évf. II. szám / Vol. 61, 2015 No. 2

Gyógynövény drogokból és teakeverékből készült tea flavonoid-tartalmának vizsgálata (Nádosi Márta, Lelik László, Bernáth Jenő, Bányai László) <i>Analysis of the flavonoid content of a tea made of herbal drugs and a tea blend</i> (Márta NÁDOSI, László LELIK, Jenő BERNÁTH, László BÁNYAI)	560
Tejszír hatása margarinkeverékek fizikai tulajdonságaira (Izsó Tekla, Somogyi László, Soós Anita, Zeke Ildikó) <i>Effect of milk fat on the physical properties of margarine mixtures</i> (Tekla IZSÓ, László SOMOGYI, Anita SOÓS, Ildikó ZEKE)	572
Ms Excel-alapú módszer célorientált mintavételi terv készítéséhez (Farkas Zsuzsa, Kerekes Kata, Szabó J. István J., Ambrus Árpád) <i>MS Excel-based method for the preparation of target-oriented sampling plans</i> (Zsuzsa FARKAS, Kata KEREKES, J. István J. SZABÓ, Árpád AMBRUS)	588
A bél-mikrobióta, a humán mikrokozmosz egészséget befolyásoló eleme - szakirodalmi áttekintés (Biró György) <i>Gut microbiota, an element of human microcosm affecting health - literature review</i> (György BIRÓ)	610
Az ismeret hatása az élelmiszeripari adalékanyagok fogyasztói elfogadottságára (Szűcs Viktória, Szabó Erzsébet, Bánáti Diána) <i>The effect of knowledge on the consumer acceptance of food additives</i> (Viktória SZŰCS, Erzsébet SZABÓ, Diána BÁNÁTI)	622
Hazai élelmiszerek részaránya a magyarországi kiskereskedelmi láncok választékában (Kasza Gyula, Bódi Barbara, Vajda Ágnes, Somogyi Adrienn) <i>Share of domestic foods in the product range of Hungarian retail chains</i> (Gyula KASZA, Barbara BÓDI, Ágnes VAJDA, Adrienn SOMOGYI)	636
Általános - és középiskolás diákok kémia- és fizikaoktatása élelmiszer-vizsgálati kísérletek segítségével (Szabó S. András, Izsák Margit, Bozi János) <i>Teaching of chemistry and physics in elementary and high schools with help of food science experiments</i> Experiments Of Food Investigations (András S. Szabó, Margit IZSÁK, János BOZI)	646
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla, Csík Gabriella) <i>Review of national standardization</i> (Csilla KURUCZ, Gabriella CSÍK)	658
Hazai körkép - Local panorama	662
Kitekintő - Outlook	670

## 2015. LXI. évf. III. szám / Vol. 61, 2015 No. 3

A fogyasztók növényvédőszer-maradékokból származó expozíciójának finomítása - 1. rész (Zentai Andrea, Kerekes Kata, Szabó István, Ambrus Árpád) <i>Refining customer exposure due to pesticide residues - Part 1.</i> (Andrea ZENTAI, Kata KEREKES, István SZABÓ, Árpád AMBRUS)	680
---	-----

A nikkel esszencialitásának vizsgálata (Szabó S. András) <i>Investigation of essentiality of nickel (András S. SZABÓ)</i>	720
Sous-vide húskokban előforduló humán patogén baktériumok hőrezisztenciájának vizsgálata (Vajda Katalin, Szigeti Jenő, Ásványi Balázs, Szűcs Petra) <i>Heat resistance examination of human pathogenic bacteria in sous-vide meat (András S. SZABÓ, Katalin VAJDA, Jenő SZIGETI, Balázs ÁSVÁNYI, Petra SZŰCS)</i>	728
Kávé vízdoldható összes polifenol-tartalmának és antioxidáns hatásának változása a pörkölési hőmérséklet függvényében (Imre Anita, Somogyi László, Soós Anita, Szántainé Kőhegyi Katalin) <i>Changes in the total water-soluble polyphenol content and antioxidant effect of coffee as a function of the roasting temperature (Anita IMRE, László SOMOGYI, Anita SOÓS, Katalin SZÁNTAINÉ KŐHEGYI)</i>	742
Demográfiai tényezők hatása a fogyasztói élelmiszer-pazarlásra (Bódi Barbara, Kasza Gyula) <i>Effect of demographic factors on consumer food waste (Barbara BÓDI, Gyula KASZA)</i>	756
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization (Csilla KURUCZ)</i>	766
Hazai körkép - Local panorama	770
Kitekintő - Outlook	774

## 2015. LXI. évf. IV. szám / Vol. 61, 2015 No. 4

A csomagolóanyagok és a csomagolás jelentősége az élelmiszerek mikrobiológiai minőségének megőrzésében (Tabajdiné dr. Pintér Veronika Hedvig) <i>The significance of packaging materials and packaging in preserving microbiological food quality (dr. Veronika Hedvig TABAJDI-PINTÉR)</i>	784
A fogyasztók növényvédőszer-maradékokból származó expozíciójának finomítása, 2. rész (Zentai Andrea, Kerekes Kata, Szabó István J., Ambrus Árpád) <i>Refining customer exposure due to pesticide residues – Part 2 (Andrea ZENTAI, Kata KEREKES, István J. SZABÓ, Árpád AMBRUS)</i>	800
A magyar fűszerpaprika érzékszervi egyedisége és jelentősége az imázsformálásban (Szabó Erzsébet, Szűcs Viktória) <i>The sensory uniqueness of Hungarian paprika and its significance in image-making (Erzsébet SZABÓ, Viktória SZŰCS)</i>	848
Általános iskolások élelmiszer-biztonsági kockázatészlelése (Balogh-Berecz Ágnes, Kasza Gyula, Bódi Barbara) <i>Food safety risk perception of elementary school students (Ágnes BALOGH-BERECZ, Gyula KASZA, Barbara BÓDI)</i>	872
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization (Csilla KURUCZ)</i>	882
Hazai körkép - Local panorama	884

## 2016. LXII. évf. I. szám / Vol. 62, 2016 No. 1

Szemelvények az élelmiszer-biztonság történelméből (Szeitzné Szabó Mária) <i>Excerpts from the history of food safety (Mária SZEITZNÉ SZABÓ)</i>	900
Növényvédőszer-maradék vizsgálata Magyarországon 1967 és 2015 között (Ambrus Árpád, Vásárhelyi Adrien) <i>Pesticide residue analysis in Hungary between 1967 and 2015 (Árpád AMBRUS, Adrien VÁSÁRHELYI)</i>	918
Ehető filmbevonatok baromfiipari vörösáru-termékek (virslis) csomagolására (Kurucz Anna, Gyimes Ernő) <i>Edible film coatings for the packaging of pre-cooked poultry meat products (frankfurters) (Anna KURUCZ, Ernő GYIMES)</i>	944
Omega-3 zsírsavforrásokkal kiegészített húskészítmények vizsgálata (Tanai Attila, Lelovics Zsuzsanna, Kovács Anett, Hingyi Hajnalka, Csavajda Éva, Kovács Péter, Kovács Nándor, Kanyóné Princes Gyöngyi, Grosz György, Tóth Tamás)	956

<i>Analysis of meat products supplemented with omega-3 fatty acid sources (Attila TANAI, Zsuzsanna LELOVICS, Anett KOVÁCS, Hajnalka HINGYI, Éva CSAVAJDA, Péter KOVÁCS, Nándor KOVÁCS, Gyöngyi KANYÓ PRINCES, György GROSZ, Tamás TÓTH)</i>	
Diákok kémia-, biológia- és fizikaoktatása élelmiszer-vizsgálati kísérletek segítségével (Bozi János, Szabó S. András, Izsák Margit, Tiszáné Kósa Eszter Imola, Szabó Gergely Levente) <i>Teaching chemistry, biology and physics with the help of food analytical experiments (János BOZI, András S. SZABÓ, Margit IZSÁK, Eszter Imola TISZA-KÓSA, Gergely Levente SZABÓ)</i>	980
Internetes élelmiszervásárlási szokások Magyarországon (Bódi Barbara, Bognár Lajos, Kasza Gyula, Szakos Dávid) <i>Online food shopping habits in Hungary (Barbara BÓDI, Lajos BOGNÁR, Gyula KASZA, Dávid SZAKOS)</i>	996
A WHO/FAO Codex Alimentarius Bizottságának élelmiszer-analitikai és mintavételi konferenciája Budapesten (Szunyogh Gábor) <i>Food analytical and sampling conference of Codex Alimentarius Committee of WHO/FAO in Budapest (Gábor SZUNYOGH)</i>	1004
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization (Csilla KURUCZ)</i>	1006
Hazai körkép - Local panorama	1008

## 2016. LXII. évf. II. szám / Vol. 62, 2016 No. 2

Mikroműanyagok a környezetben és a táplálékláncban (Bordós Gábor, Reiber, Jens) <i>Microplastics in the environment and the food chain (Gábor BORDÓS, Jens REIBER)</i>	1020
Szemkamerás vizsgálatok egy élelmiszer fogyasztói megítélésében (Kovács Eszter, Gere Attila, Székely Dóra, Kókai Zoltán, Sipos László) <i>Eye-tracking tests in consumer perception of food (Eszter KOVÁCS, Attila GERE, Dóra SZÉKELY, Zoltán KÓKAI, László SIPOS)</i>	1048
Pörkölés hatása növényolajok oxidációs stabilitására (Somogyi László, Soós Anita, Visy Orsolya, Volent Orsolya) <i>The effect of roasting on the oxidation stability of vegetable oils (László SOMOGYI, Anita SOÓS, Orsolya VISY, Orsolya VOLENT)</i>	1070
Kukoricahibridek genetikai-tisztaság vizsgálata MALDI-TOF tömegspektrometriás módszerrel (Simon Zsanett, Lovász Csaba) <i>Genetic purity testing of maize hybrids using a MALDI-TOF mass spectrometric method Modern "test of origin" of seeds (Zsanett SIMON, Csaba LOVÁSZ)</i>	1082
Rovarok mint „új” élelmiszerek (Kemenczei Ágnes, Izsák Margit, Bognár Lajos, Kasza Gyula) <i>Insects as "new" foods (Ágnes KEMENCZEI, Margit IZSÁK, Lajos BOGNÁR, Gyula KASZA)</i>	1106
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization (Csilla KURUCZ)</i>	1120
Hazai körkép - Local panorama	1124

## 2016. LXII. évf. III. szám / Vol. 62, 2016 No. 3

Kedveltségtesztek speciális elrendezései, kávéitalok fogyasztói preferenciái (Bálint Ildikó) <i>Special designs of popularity tests, consumer preferences of coffee beverages (Ildikó BÁLINT)</i>	1140
A túlérzékenységi reakciókat kiváltó fehérjék viselkedése élelmiszer-feldolgozási folyamatok során (Török Kitti, Schall Eszter, Hajas Livia, Bugyi Zsuzsanna, Tömösközi Sándor) <i>The behavior of hypersensitivity-causing proteins during food processing (Kitti TÖRÖK, Eszter SCHALL, Livia HAJAS, Zsuzsanna BUGYI, Sándor TÖMÖSKÖZI)</i>	1160
Iskolai természettudományos képzés élelmiszer-vizsgálati kísérletek segítségével (Izsák Margit, Bozi János, Tiszáné Kósa Eszter Imola, Szabó Gergely Levente, Szabó S. András)	1176

<i>Education of natural science in schools with help of experiments of food investigations</i> (Margit IZSÁK, János BOZI, Eszter Imola TISZA-KÓSA, Gergely Levente SZABÓ, András S. SZABÓ)	
Árusítási és árképzési gyakorlatok a termelői nyers tehéntej közvetlen értékesítésében (Jancsó András, Császár Gábor, Varga László)	1190
<i>Selling and pricing practices in the direct sales of producer's raw cow's milk</i> (András JANCÓSÓ, Gábor CSÁSZÁR, László VARGA)	
Stevia: az édesítőszeren túl (Kemenczei Ágnes, Izsó Tekla, Freckskáné Csáki Katalin, Maczó Anita, Bognár Lajos, Kasza Gyula)	1124
<i>Stevia: beyond the sweetener</i> (Ágnes KEMENCZEI, Tekla IZSÓ, Katalin FRECKSKÁNÉ CSÁKI, Anita MACZÓ, Lajos BOGNÁR, Gyula KASZA)	
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla)	1236
<i>Review of national standardization</i> (Csilla KURUCZ)	
Hazai körkép - Local panorama	1242
Kitekintő - Outlook	1250

## 2016. LXII. évf. IV. szám / Vol. 62, 2016 No. 4

A deflegmáció hatása a gyümölcs párlatok komponenseinek relatív illékonyosságára (Nagygyörgy László)	1260
<i>The effect of dephlegmation on the relative volatility of fruit spirit components</i> (László NAGYGYÖRGY)	
Növényvédő szerek mérése élelmiszerekből SFE-SFC-MS/MS-rendszerrel (Sigrid Baumgarten)	1276
<i>Analysis of pesticides in food products using SFE-SFC-MS/MS</i> (Sigrid BAUMGARTEN)	
A biofoszfát élelmiszerbiztonsági jelentősége a biztonságos élelmiszeripari növénytermesztésben (Edward Someus, Palotai Zoltán, Hantosi Zsolt, Bordós Gábor)	1296
<i>Food safety importance of biophosphate applications in safe food crop productions</i> (Edward SOMEUS, Zoltan PALOTAI, Zsolt HANTOSI, Gabor BORDOS)	
Fajtamézek botanikai eredetének vizsgálata (Czipa Nikolett, Novák Anna, Kovács Béla)	1316
<i>Analysis of the botanical origins of monofloral honey types</i> (Nikolett CZIPA, Anna NOVÁK, Béla KOVÁCS)	
Érzékszervi bírálók egyetértésének nyomon követése (Sipos L., Ladányi, M., Losó, V., Kókai, Z., Gere, A.)	1326
<i>Monitoring the agreement of sensory panelists</i> (L. SIPOS, M. LADÁNYI, V. LOSÓ, Z. KÓKAI, A. GERE)	
Minőségi magyar termékek nyomában – a Magyar Élelmiszerkönyv működése (Szegedyné Fricz Ágnes, Dömölki Marianna, Kuti Beatrix, Izsó Tekla, Szakos Dávid, Bognár Lajos, Kasza Gyula)	1338
<i>Searching for quality Hungarian products – the operation of the Hungarian Food Codex</i> (Ágnes SZEGEDYNÉ FRICZ, Marianna DÖMÖLKI, Beatrix KUTI, Tekla IZSÓ, Dávid SZAKOS, Lajos BOGNÁR, Gyula KASZA)	
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla)	1352
<i>Review of national standardization</i> (Csilla KURUCZ)	
Hazai körkép - Local panorama	1356
Kitekintő - Outlook	1366

## 2017. LXIII. évf. I. szám / Vol. 63, 2017 No. 1

Szteroidszármazékok LC-MS/MS módszerű analízise: szelektív minta-előkészítési eljárások kevert módú szilárd fázisú extrakció és pH-kontroll alkalmazásával (Tölgyesi Ádám, Virender K. Sharma)	1376
<i>Analysis of steroid derivatives by LC-MS/MS methods: selective sample preparation procedures by using mixed-mode solid phase extraction and pH control</i> (Ádám TÖLGYESI, Virender K. SHARMA)	
Az analitikai standard oldatok pontossága és a névleges koncentrációjuk bizonytalansága (Ambrus Árpád, Kamirán Áron Hamow, Kötelesné Suszter Gabriella, Németh Anikó, Solymosné Majzik Etelka)	1398

<i>Accuracy of analytical standard solutions and the uncertainty in their nominal concentrations</i> (Árpád Ambrus, Kamirán Áron Hamow, Gabriella Kötelesné Suszter, Anikó Németh, Etelka Solymosné Majzik)	
A chiamag, mint új élelmiszer (Kemenczei Ágnes, Maczó Anita, Kiss Anna)	1422
<i>Chia seeds as a new food</i> (Ágnes KEMENCZEI, Anita MACZÓ, Anna KISS)	
Leíró vizsgálatot végző érzékszervi bírálók teljesítményértékelési módszereinek felülvizsgálata (Sipos László, Ladányi Márta, Kókai Zoltán, Gere Attila)	1434
<i>Revision of the performance evaluation methods of sensory panelists performing descriptive analysis</i> (László SIPOS, Márta LADÁNYI, Zoltán KÓKAI, Attila GERE)	
Természettudományos oktatás az iskolában élelmiszer-vizsgálati kísérletek segítségével (Tiszáné Kósa Eszter Imola, Szabó S. András, Szabó Gergely Levente, Izsák Margit, Bozi János)	1452
<i>Teaching of natural sciences in schools with the help of food investigation experiments</i> (Eszter Imola TISZA-KOSA, Andras S. SZABO, Gergely Levente SZABO, Margit IZSAK, Janos BOZI)	
Könyvajánló 1466 <i>Book Review</i>	
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla)	1470
<i>Review of national standardization</i> (Csilla KURUCZ)	
Hazai körkép - Local panorama	1474
Kitekintő - Outlook	1482

## 2017. LXIII. évf. II. szám / Vol. 63, 2017 No. 2

Klórpropanolok és glicidol-észterek előfordulása élelmiszerekben – Irodalmi áttekintés (Bognár Erzsébet)	1490
<i>Occurrence of chloropropanols and glycidol esters in foods – A literature review</i> (Erzsébet BOGNÁR)	
Az őszi búza ásványianyag-tartalmának értékelése az új vizsgálatok tükrében/eredményeként (Győri Zoltán)	1518
<i>Evaluation of the mineral content of winter wheat in light of/as a result of the new studies</i> (Zoltán GYŐRI)	
A tej és a tejgazdálkodás történelmi szerepe az európai társadalmak formálásában (Varga László)	1536
<i>The historical role of milk and dairying in shaping European societies</i> (László VARGA)	
Takarmányozásra használt növényi alapanyagok DON, F-2, T-2 mikotoxin vizsgálata ELISA-módszerrel (Tima Helga, Kecskésné Nagy Eleonóra, Rácz Anita, Kiskó Gabriella, Mohácsiné Farkas Csilla)	1548
<i>DON, F-2 and T-2 mycotoxin assay of plant-based feedstock raw materials using the ELISA method</i> (Helga TIMA, Eleonóra KECSKÉSNÉ NAGY, Anita RÁ CZ, Gabriella KISKÓ, Csilla MOHÁCSINÉ FARKAS)	
Az Európai Unió élelmiszer- és takarmánybiztonsági riasztási rendszere (Dorogházi Enikő, Maczák Béla, Mészáros László)	1564
<i>The Rapid Alert System for Food and Feed of the European Union</i> (Enikő DOROGHÁZI, Béla MACZÁK, László MÉSZÁROS)	
Hungalimenteria 2017 konferencia és szakkiállítás (Szunyogh Gábor, Zanathy Réka, Hollinger Nikoletta, Szigeti Tamás János)	1578
<i>Hungalimenteria 2017 conference and professional exhibition</i> (Gábor SZUNYOGH, Réka ZANATHY, Nikoletta HOLLINGER, Tamás János SZIGETI)	
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla)	1596
<i>Review of national standardization</i> (Csilla KURUCZ)	
Hazai körkép - Local panorama	1600
Kitekintő - Outlook	1610

## 2017. LXIII. évf. III. szám / Vol. 63, 2017 No. 3

Szemkamerás módszerek alkalmazása az élelmiszerkutatóban (Gere Attila, Mahmoud Said Rashed, Kókai Zoltán, Sipos László)	1620
--	------

<i>Application of eye-tracking methodology in food researches</i> (Attila GERE, Mahmoud Said RASHED, Zoltán KÓKAI, László SIPOS)					
A fekete köménymag-olaj antimikrobás hatásának vizsgálata Staphylococcus aureus törzseken (Mikulka Petra, Iva Čanak, Jadranka Frece, Mohácsiné Farkas Csilla) <i>Investigation of the antimicrobial effect of black cumin seed oil using Staphylococcus aureus strains</i> (Petra MIKULKA, Iva ČANAK, Jadranka FRECE, Csilla Mohácsiné FARKAS)	1634				
Élelmiszer-vizsgálati kísérletek középiskolás diákok oktatásában (Szabó Gergely Levente, Szabó S. András, Izsák Margit, Bozi János, Tiszáné Kósa Eszter Imola) <i>Experiments of food investigations in the education of high school students</i> (Gergely Levente SZABO, Andras S. SZABO, Margit IZSAK, Janos BOZI, Eszter Imola TISZA-KOSA)	1646				
Arzénnal szennyezett talajon termesztett zöldborsó élelmiszer- és takarmánybiztonsági megítélése (Várallyay Szilvia, Balláné Kovács Andrea, Soós Áron, Kovács Béla) <i>Food and feed safety assessment of green peas grown in an arsenic-contaminated area</i> (Szilvia VÁRALLYAY, Andrea Balláné KOVÁCS, Áron SOÓS, Béla KOVÁCS)	1660				
A tej hőkezelésének élelmiszer-biztonsági és energetikai vizsgálata (Korzenszky Péter, Kovács Ágnes, Meixner Richárd, Pettkó Csaba) <i>Food safety and energetics analysis of the heat treatment of milk</i> (Péter Korzenszky, Ágnes Kovács, Richárd MEIXNER, Csaba PETTKÓ)	1680				
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization</i> (Csilla KURUCZ)	1698				
Hazai körkép - Local panorama	1702				
Kitekintő - Outlook	1712				
<b>2017. LXIII. évf. III. szám / Vol. 63, 2017 No. 4</b>					
A növényvédőszer-maradék expozícióbecsléséhez használt fogyasztási adatok bizonytalanságának néhány kritikus eleme (Szenczi-Cseh Júlia, Biró Lajos, Arató Györgyi, Ambrus Árpád) <i>Some crucial elements of the uncertainty of the consumption data used for the estimation of pesticide residue exposure</i> (Júlia SZENCZI-CSEH, Lajos BIRÓ, Györgyi ARATÓ, Árpád AMBRUS)	1724				
Érzékszervi kedveltség predikciója mesterséges neurális hálózatokkal, fagyasztott csemegekukorica-fajták példáján bemutatva (Sipos László, Losó Viktor, Nyitrai Ákos, Kókai Zoltán, Gere Attila) <i>Prediction of sensory preference by artificial neural networks, using sweet corn varieties as an example</i> (László SIPOS, Viktor LOSÓ, Ákos NYITRAI, Zoltán KÓKAI, Attila GERE)	1740				
Új élelmiszerek allergén kockázatai (Maczó Anita) <i>Allergen risks of novel foods</i> (Anita MACZÓ)	1758				
Élelmiszerek stronciumtartalmának és a stroncium biológiai szerepének vizsgálata (Szabó S. András) <i>Investigation of the strontium content of foods and the biological role of strontium</i> (András S. SZABÓ)	1774				
A narancsborok megítélése az új élelmiszer-fogyasztási trendek tükrében (Bene Zsuzsanna, Piskóti István) <i>Assessment of orange wines in the light of new food consumption trends</i> (Zsuzsanna BENE, István PISKÓTI)	1790				
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization</i> (Csilla KURUCZ)	1812				
Hazai körkép - Local panorama	1816				
Kitekintő - Outlook	1830				
<b>2018. LXIV. évf. I. szám / Vol. 64, 2018 No. 1</b>					
Élelmiszereink akrilamid-tartalma (Szigeti Tamás János) <i>The acrylamide content of our foods</i> (Tamás János SZIGETI)	1840				
A fipronilos tojásbotrány vásárlói magatartásra gyakorolt hatásának vizsgálata Magyarországon (Barna Sarolta, Mikulka Petra, Frum Zsuzsanna, Szakos Dávid, Bognár Lajos, Kasza Gyula) <i>Assessing the impact of the fipronil egg scandal on consumer behavior in Hungary</i> (Sarolta BARNA, Petra MIKULKA, Zsuzsanna FRUM, Dávid SZAKOS, Lajos BOGNÁR, Gyula KASZA)	1882				
A gyümölcs-cukor humánbiológiai jellemzői (Biró György) <i>Human biological characteristics of fructose</i> (György BIRÓ)	1894				
Pseudocereália alkalmazási lehetőségei a termékfejlesztésben (Szedljak Ildikó, Kujbus Vanda Réka) <i>Application possibilities of pseudocereals in product development</i> (Ildikó SZEDLJAK, Vanda Réka KUJBUS)	1918				
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization</i> (Csilla KURUCZ)	1936				
Hazai körkép - Domestic panorama	1940				
Kitekintő - Outlook	1948				
Lapszemle - Press review	1952				
<b>2018. LXIV. évf. II. szám / Vol. 64, 2018 No. 2</b>					
Nagyhatékonyságú szermaradék-vizsgálat: antibakteriális szerek meghatározása élelmiszerekből folyadékkromatográfiás szűrő és megerősítő módszerekkel (Tölgyesi Ádám, Pálffy Éva, Horváth Tímea, Lipcsei Viktória) <i>High performance residue analysis: determination of antibacterial agents in foods using liquid chromatography screening and confirmation methods</i> (Ádám TÖLGYESI, Éva PÁLFFY, Tímea HORVÁTH, Viktória LIPCSEI)	1964				
Sörök érzékszervi fejlesztési irányainak meghatározása a penalty analízis módszerével (Tompos Barbara) <i>Determination of the sensory development directions of beers using the method of penalty analysis</i> (Barbara TOMPOS)	1990				
Alapíz-felismerő képesség vizsgálata a Budapesti Gazdasági Egyetem vendéglátó és szálloda szakirányos hallgatóinak körében (Fekete-Frojimovics Zsófia, Lenkovics Beatrix, Magyarné Horváth Kinga, Jakuschné Kocsis Tímea, Lugasi Andrea) <i>Study of basic taste recognition among the tourism and catering management students of the Budapest Business School</i> (Zsófia Fekete-Frojimovics, Beatrix Lenkovics, Kinga Magyarné Horváth, Tímea JAKUSCHNÉ KOCSIS, Andrea LUGASI)	2014				
A háziméh és egyéb beporzó fajok védelmére irányuló intézkedések a növényvédelemben (Ripka Géza, Rónai Anna) <i>Measures for the protection of honey bees and other pollinating species in plant protection</i> (Géza RIPKA, Anna RÓNAI)	2036				
Különböző tulajdonságú mákőrlemények hatása a fehér csokoládé reológiai tulajdonságaira (Zay Katalin, Somogyi László, Soós Anita) <i>The effect of ground poppy seeds with different properties on the rheological properties of white chocolate</i> (Katalin ZAY, László SOMOGYI, Anita SOÓS)	2052				
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization</i> (Csilla KURUCZ)	2070				
Hazai körkép Domestic panorama	2074				
Kitekintő Outlook	2084				

Quadrupole Time-of-Flight  
Liquid Chromatograph Mass Spectrometer

**LCMS-9030**



## Erőfeszítés nélküli teljesítmény

Az LCMS-9030 Q-TOF tömegspektrométer a leggyorsabb és legérzékenyebb kvadrupól technológiát kombinálja a TOF architektúrával. Nagy érzékenységű és pontosságú mérést biztosít elképzelhetetlenül gyors adatgyűjtéssel a rutin felhasználók számára.

**Nagyobb pontosság és érzékenység**  
a szabadalmaztatott "Ultra-Fast" technológia segítségével

**Több komponens azonosítása nagyobb biztonsággal**  
az élelmiszerbiztonság, az igazságügyi orvostan, a kábítószer vizsgálat, a proteomika és a metabolomika területén

**Erőfeszítés nélküli teljesítmény**  
kevesebb recalibrálással és egyszerű ionforrások közötti váltással

**Kis méret**  
az egyszerű és kompakt földön álló kialakítással



[www.shimadzu.eu/effortless-performance](http://www.shimadzu.eu/effortless-performance)

2018. LXIV. évf. III. szám / Vol. 64, 2018 No. 3

Állatok élelmezési célú klónozásának megítélése Magyarországon (Bánáti Diána, Mészáros Zsuzsanna, Szabó Erzsébet) <i>Attitude toward the cloning of animals for food in Hungary</i> (Diána BÁNÁTI, Zsuzsanna MÉSZÁROS, Erzsébet SZABÓ)	2096
A termékvisszahívás fogyasztói megítélése az élelmiszer-ágazatban (Barna Sarolta, Bognár Lajos, Dorkó Annamária, Szakos Dávid, Kasza Gyula) <i>Consumer perception of product recall in the food sector</i> (Sarolta BARNÁ, Lajos BOGNÁR, Annamária DORKÓ, Gyula KASZA)	2130
Mesterséges neurális hálózatok élelmiszer-tudományi alkalmazásai és nemzetközi trendjei (Nyitrai Ákos, Gere Attila, Sipos László) <i>Food science applications and international trends of artificial neural networks</i> (Ákos NYITRAI, Attila GERE, László SIPOS)	2140
A kávézacc beltartalmi jellemzőinek vizsgálata klasszikus mérési, ICP-OES és FT-NIR technika alkalmazásával (Kárpáti Zsóka, Benes Eszter Luca, Fodor Marietta) <i>Nutritional analysis of coffee dregs for utilization purposes using classical, ICP-OES and FT-NIR techniques</i> (Zsóka KÁRPÁTI, Eszter Luca BENES, Marietta FODOR)	2164
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization</i> (Csilla KURUCZ)	2184
Hazai körkép - Domestic panorama	2188
Kitekintő - Outlook	2200

2018. LXIV. évf. IV. szám / Vol. 64, 2018 No. 4

Előrelépések a gluténkimutatási és mennyiségi meghatározási módszerek fejlesztésében (Takács Krisztina, Koppányné Szabó Erika, Jánosi Anna) <i>Advances in the development of gluten detection and quantitative determination methods</i> (Krisztina Takács, Erika Koppányné Szabó, Anna Jánosi)	2212
Foszfátok élelmiszereinkben: előnyök és kockázatok (Szeitzné Szabó Mária) <i>Phosphates1 in our foods: benefits and risks</i> (Mária Szeitzné Szabó)	2248
Általános iskolás gyerekek élelmiszer-biztonsági tudásszintje és tudatossága (Dorkó Annamária, Balogh-Berecz Ágnes, Szabó-Bódi Barbara, Kasza Gyula) <i>Food safety knowledge and awareness of primary school children</i> (Annamária Dorkó, Ágnes Balogh-Berecz, Barbara Szabó-Bódi, Gyula Kasza)	2266
Műtrágyakezelés hatása a szemescirok lisztmintáinak zsírtartalmára és zsírsavösszetételére (Jevcsák Szintia, Bíró Attila, Remenyik Judit, Lehoczki Gábor, Murányi Eszter, Jóvér János, Diósi Gerda, Sipos Péter PhD) <i>Effect of fertilization on the fat content and fatty acid profile of sorghum flour samples</i> (Szintia Jevcsák, Attila Bíró, Judit Remenyik, Gábor Lehoczki, Eszter Murányi, János Jóvér, Gerda Diósi, Péter Sipos)	2278
Egysejtfehérjék beépítése gyulladásoos bélbetegség diétájába (Molnár Judit, Vasas Dávid, Ásványi Balázs) <i>Incorporating single cell proteins in the diet of IBD patients</i> (Judit Molnár, Dávid Vasas, Balázs Ásványi)	2290
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization</i> (Csilla Kurucz)	2298
Hazai körkép - Domestic panorama	2300
Kitekintő - Outlook	2314
5 éves jubileum	2322

**Szerzőink / Authors**

(The affiliation of authors in English can be found on the bottom of first page of relevant articles)

**ÁSVÁNYI Balázs Dr.**

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszer-tudományi Tanszék  
Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Science, Department of Food Science

**BALOGH-BERECZ Ágnes Dr.**

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar / Szent István University, Faculty of Food Science

**BÍRÓ Attila**

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Technology

**DIÓSI Gerda**

Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Technology

**DORKÓ Annamária**

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Élelmiszerbiztonsági Kockázatértékelési Igazgatóság  
National Food Chain Safety Office, Directorate for Food Safety Risk Assessment

**FRUM Zsuzsanna**

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal / National Food Chain Safety Office

**JÁNOSI Anna Dr.**

Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, Biológia Osztály  
National Agricultural Research and Innovation Centre, Food Science Research Institute, Department of Biology

**JEVCSÁK Szintia**

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet  
University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Technology

**JÓVÉR János**

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz-, és Környezetgazdálkodási Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Water and Environmental Management

**KASZA Gyula Dr.**

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Élelmiszerbiztonsági Kockázatértékelési Igazgatóság  
National Food Chain Safety Office, Directorate for Food Safety Risk Assessment

**KOPPÁNYNÉ SZABÓ Erika Dr.**

Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, Biológia Osztály  
National Agricultural Research and Innovation Centre, Food Science Research Institute, Department of Biology

**KURUCZ Csilla**

Magyar Szabványügyi Testület / Hungarian Standards Institution

**LEHOCZKI Gábor**

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Kémiai Intézet / University of Debrecen, Faculty of Science and Technology, Institute of Chemistry

**MOLNÁR Judit**

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszer-tudományi Tanszék  
Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Science, Department of Food Science

**MURÁNYI Eszter**

Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Karcagi Kutatóintézet / University of Debrecen, Institutes for Agricultural Research and Educational Farm, Research Institute of Karcag

**REMEYIK Judit Dr.**

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet  
University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Technology

**SZEITZNÉ SZABÓ Mária Dr.**

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (nyugdíjas) / National Food Chain Safety Office (retired)

**TAKÁCS Krisztina Dr.**

Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, Biológia Osztály  
National Agricultural Research and Innovation Centre, Food Science Research Institute, Department of Biology

**SIPOS Péter Dr.**

Agri-Corn Kft. / Agri-Corn Ltd.

**SZABÓ-BÓDI Barbara**

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Élelmiszerbiztonsági Kockázatértékelési Igazgatóság  
National Food Chain Safety Office, Directorate for Food Safety Risk Assessment

**SZUNYOGH Gábor**

WESSLING Hungary Kft. / WESSLING Hungary Ltd.

**VASAS Dávid**

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Víz- és Környezettudományi tanszék  
Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Science, Department of Water and Environmental Sciences

**Kiadó / Publisher:** Wessling Nemzetközi Kutató és Oktató Központ Közhasznú Nonprofit Kft. / Wessling International Research and Educational Centre Nonprofit Beneficial Ltd. / **HU ISSN 0422-9576**

**Felelős kiadó / Director:** Dr. ZANATHY László ügyvezető igazgató / CEO

**Főszerkesztő / Editor in chief:** Dr. SZIGETI Tamás János

**Szerkesztő / Editor:** Dr. POPOVICS Anett, SZUNYOGH Gábor

**Angol fordítás / English translation:** Dr. HANTOSI Zsolt

**Fotó illusztrációk készítése / Art photo designer:** TOLOKÁN Adrienn

**Honlap adminisztrátor / web admin.:** JUHÁSZ Péter

**Szerkesztőbizottság / Editorial Board:** AMBRUS Árpád Dr. (ny. egy. tanár, NÉBIH főtanácsadó / ret. univ. prof., NFCSO chief advisor) • BÁNÁTI Diána Dr. (c. egy. tanár, SZIE; tud. igazgató, ILSI Brüsszel / hon. univ. prof., SZIU; sci. director, ILSI Bussels) • BARNA Sarolta Dr. (ig., NÉBIH KÉI / dir. NFCSO Directorate of Risk Assessment) • BÉKÉS Ferenc Dr. (az MTA külső tagja, igazgató, FBFD PTY LTD NSW Ausztrália / External Member of Hung. Acad. Sci., director of FBFD PTY LTD NSW Australia) • BIACS Péter Dr. (ny. egy. tanár, SZIE / ret. univ. prof. SZIU) • BIRÓ György Dr. (ny. egy. tanár, SOTE Egészségtudományi Kar / ret. univ. prof., SMU Faculty of Health Sci.) • BOROSS Ferenc Dr. (űv. elnök, EOQ MNB / executive chairman, EOQ HNC) • CSAPÓ János. Dr. (egy. tanár, Debreceni Egyetem, Sapientia Egyetem, Csíkszeredai Kar / univ. prof., Univ. Debrecen, Sapientia Univ., Miercurea Ciuc) • DANK Magdolna Dr. (egyetemi tanár Semmelweis Egyetem Onkológiai Intézet / uni. prof. Semmelweis University, Inst. of Oncology) • FARKAS József Dr. (ny. egy. tanár, akadémikus / ret. univ. prof., academician) • GYIMES Ernő Dr. (egy. docens, Szegedi Egyetem Mérnöki Kar / univ. docent, Univ. Szeged Faculty of Eng.) • GYŐRI Zoltán Dr. (ny. egy. tanár, Debreceni Egyetem / ret. univ. prof., Univ. Debrecen) • HANTOSI Zsolt Dr. (angol nyelvi lektor, WESSLING Hungary Kft. / english lector, WESSLING Hungary Kft.) • HUSZTI Zsolt Dr. (Váli MEGÉR-TÉSZ / Prod. and Market. Cooperatives Váli) • KASZA Gyula Dr. (elnöki tanácsadó / presidential advisor, NÉBIH) • KOVÁCS Béla Dr. (egy. tanár, Debreceni Egyetem / univ. prof., Univ. Debrecen) • KURUCZ Csilla (szabványosító menedzser, MSZT / standardization manager, HSI) • MARÁZ Anna Dr. (egy. tanár, SZIE / univ. prof., SZIU) • MOLNÁR Pál Dr. (egy. tanár, elnök, EOQ MNB / univ. prof., chairman, EOQ HNC) • NAGY Edit (főtitkár, MAVÍZ / secretary general, Hungarian Water Utility Association) • POPOVICS Anett Dr. (szerkesztő, Wessling Közhasznú Nonprofit Kft. / editor, Wessling Nonprofit Ltd.) • SALGÓ András Dr. (ny. egy. tanár, BME / ret. univ. prof. / BTU) • SÁRDI Éva Dr. (egyetemi tanár SZIE Genetika és Növénynevelés Tanszék / univ. prof. Dept. of Genetics and Plant Breeding) • SIPOS László Dr. (egy. docens, SZIE / univ. docent, SZIU) • SOHÁR Pálné Dr. (ny. főo. vez., NÉBIH / ret. head of dept., NFCSO) • SZABÓ S. András Dr. (tanár, Ward Mária Gimnázium / prof., Ward Mária High School) • SZEITZNÉ SZABÓ Mária Dr. (igh., NÉBIH KÉI / deputy director, NFCSO Directorate of Risk Assessment) • SZIGETI Tamás János Dr. (főszerkesztő, Wessling Közhasznú Nonprofit Kft. / editor in chief, Wessling Nonprofit Ltd.) • SZUNYOGH Gábor (szerkesztő, Wessling Közhasznú Nonprofit Kft. / editor, Wessling Nonprofit Ltd.) • TÖMÖSKÖZI Sándor Dr. (egy. docens, BME / univ. docent, BTU) • VARGA László Dr. (egy. tanár, Ny-Mo Egy. Élelmiszer-tud. Intézet / univ. prof., Univ. of West Hungary, Inst. for Food Sci.) • WESSLING, Diana (a családi vállalkozás képviselője, résztulajdonos / representative family business, share holder, WESSLING Holding GmbH & Co. KG, Altenberge, Germany) • ZANATHY László Dr. (felelős kiadó, ügyvezető ig., Wessling Közhasznú Nonprofit Kft. / CEO Wessling Nonprofit Ltd.)

**Nyomdai előkészítés / Layout dtp:** Adworks Kft., E-mail: info@adworks.hu

**Nyomda / Press office:** Készült a Possum Kft. gondozásában. (1093 Budapest, Lónyay utca 43.)

**Elérhetőségeink / Contact:** H-1045 Budapest, Anonymus utca 6., Telefon/Phone: +36 1 872-3600, +36 1 872 3621; Fax: +36 1 435 01 00, Mobil phone: +36 30 39 69 109, E-mail: eviko@wirec.eu; Web: www.eviko.hu

**Előfizetés, hirdetés / subscription, advertising:** Dr. Popovics Anett, Tel. +36 30 638 5584, E-mail: eviko@wirec.eu, Előfizetési díj egy évre/Subscription for one year: bruttó 4200 Ft. /15 €.

2015-től minden előfizetőnk gratísz lehetőséget kap a folyóirat digitális változatának letöltésére is. From 2015 the subscription includes both the printed and digital version (every subscriber will get the printed journal and additionally gratis a possibility to download the electronic version too).

A lap 1000 példányban jelenik meg, negyedévente. / This journal appears in 1,000 copies every quarter.

Minden jog fenntartva! / All right reserved!

A hivatkozással nem rendelkező képek illusztrációk. / The pictures without any references are illustrations.

A kiadó írásbeli hozzájárulása nélkül tilos a kiadvány bármilyen eljárással történő sokszorosítása, másolása, illetve az így előállított másolatok terjesztése. / Without the written permit of the publisher, duplication, copying or dissemination of this paper by any way is prohibited.

Az Élelmiszervizsgálati Közleményeket a Wessling Nemzetközi Kutató és Oktató Központ Közhasznú Nonprofit Kft. adja ki a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatallal (NÉBIH) együttműködve. / This Journal of Food Investigation is issued by the Wessling International Research and Educational Centre Beneficial Nonprofit Ltd. with cooperation the National Food Chain Safety Office (NÉBIH).

A szakfolyóiratot a következő figyelő szolgáltatások vették jegyzékbe és referálják / The Journal of Food Investigation is have been referred and listed by the next monitoring services: SCOPUS, SCIMAGO, MATARKA (Magyar folyóiratok tartalomjegyzéke/Hungarian Periodicals Table of Contents), Thomson Reuters, Elsevier's Abstracting and Indexing Database

 **WESSLING**

WESSLING Nemzetközi Kutató és Oktató  
Központ Közhasznú Nonprofit Kft. (WIREC)

 **nébih**  
termőföldtől  
az asztalig



# Egy drámaian más ICP-MS

A **Thermo Scientific iCAP RQ ICP-MS** analitikai teljesítményben és az egyszerű kezelhetőségben drámaian különbözik a korábbi készülékektől. Az új RQ Cell flatapol technológia a jelenleg elérhető legjobb kimutatási határokat biztosítja a teljes analízis idő akár 50%-os csökkenése mellett. A néhány kattintással elérhető automatizált beállítások segítségével gyorsan fejleszthet megbízható mérési módszereket, anélkül hogy az ICP-MS technika szakértője lenne. Az egyszerű karbantartás és a rendkívül kompakt méretek költséghatékony üzemeltetést biztosítanak.

## nyomelem analízisre

• [thermofisher.com/icaprq](http://thermofisher.com/icaprq)



**iCE 3000 AA család**  
Innovatív dizájn, automatikus váltás a láng és grafitkemence üzemmódok között



**iCAP 7000 Plus ICP-OES család**  
Az elérhető legnagyobb teljesítményű ICP-OES megbízható rutin multielemes analízisre



**iCAP RQ ICP-MS**  
Kiemelkedő teljesítményre, termelékenységre és egyszerű használatra tervezve



**iCAP TQ ICP-MS**  
Valódi hármas kvadrupol ICP-MS a nagy kihívást jelentő mintákra

Kizárólagos képviselő:

**UNICAM Magyarország Kft.**

1144 Budapest, Kőszeg utca 27.

Telefon: +36 1 221 5536 • Fax: +36 1 221 5543

E-mail: [unicam@unicam.hu](mailto:unicam@unicam.hu) • Web: [www.unicam.hu](http://www.unicam.hu)

# UNICAM