

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

LXVI. ÉVFOLYAM 3. SZÁM
VOL. 66, 2020 NO. 3

SCIENCE – LIFE – QUALITY – SAFETY

2020. SZEPTEMBER 30.
30 SEPTEMBER 2020

Poláros célkomponensek meghatározása HILIC-MS technikával

Determination of polar target components
using HILIC-MS methods

**Élelmiszerek kettős minősége – fogyasztói
megítélés**

**Növényi adalékanyagok hatása a liszt sütési
tulajdonságaira**

Alternatív fehérjeforrások sütőipari felhasználása

A hazai élelmiszer-ellátó rendszer kihívásai, 2. rész

**Esszenciális aminosavak fotometriás meghatá-
rozása, 1. rész**

*Dual food quality – Consumer perception • Effect of
plant additives on baking properties of flour • Alterna-
tive protein sources in the bakery industry • Challeng-
es of domestic food supply system, Part 2. • Photometric
investigation of essential amino acids, Part 1.*



www.eviko.hu

TARTALOM – CONTENTS

Poláros célkomponensek meghatározása: HILIC-MS módszerek az élelmiszeranalitikában (Tölgyesi Ádám) <i>Determination of polar target components: HILIC-MS methods in food analysis (Ádám Tölgyesi)</i>	3020
Az élelmiszerek kettős minőségének fogyasztói megítélése kérdőíves felmérés alapján (Bognár Lajos, Dorkó Annamária, László Veronika, Fekete László, Szakos Dávid, Kasza Gyula) <i>Consumer perception of dual food quality based on a questionnaire survey (Lajos Bognár, Annamária Dorkó, Veronika László, László Fekete, Dávid Szakos, Gyula Kasza)</i>	3040
Növényi adalékanyagok hatásának tanulmányozása liszt sütési tulajdonságaira és pékáruk minőségi mutatóira (Guzel Alkhamova, Aleksandr Lukin, Elena Akulova) <i>Study of Effect of Plant Additives on Baking Properties of Flour and Quality Indicators of Bakery Products (Guzel Alkhamova, Aleksandr Lukin, Elena Akulova)</i>	3052
Alternatív fehérjeforrások sütőipari felhasználása (Jakab Ivett, Kóczán-Manninger Katalin, Mednyánszky Zsuzsanna) <i>Use of alternative protein sources in the bakery industry (Ivett Jakab, Katalin Kóczán-Manninger, Zsuzsanna Mednyánszky)</i>	3066
Az élelmiszer-ellátó rendszer, 2. rész – hazai kihívások, megoldási javaslatok (Szűcs Viktória, Dudás Gyula) <i>The food supply system, Part 2 – domestic challenges, possible solutions (Viktória Szűcs, Gyula Dudás)</i>	3084
Élelmiszerek aminosav összetételének meghatározása fotometriás módszerekkel, 1. rész A tirozin, a triptofán és a fenilalanin meghatározása (Kiss Dóra, Juhászné Tóth Réka, Zurbó Zsófia, Csapó János) <i>Determination of amino acid composition of foods by photometric methods, Part 1 (Dóra Kiss, Réka Juhászné Tóth, Zsófia Zurbó, János Csapó)</i>	3104
Nemzeti szabványosítási hírek (Szalay Anna) <i>Review of national standardization (Anna Szalay)</i>	3118
Hazai körkép (Szunyogh Gábor) <i>Domestic panorama (Gábor Szunyogh)</i>	3122
Kitekintő (Szunyogh Gábor) <i>Outlook (Gábor Szunyogh)</i>	3128

HU ISSN 2676-8704



Kedves Olvasóink!

Lapzárta van, s a ragyogó arany színű indián nyárban az ÉVIK 66. évfolyama őszi számának utolsó simításai idején pihenés közben Keats őszi versére bukkantam: „Halk párak s édes ízek évszaka / Jössz s hű híved, a sárga nap örül / És összefogtok s dús fűrtök soka / Csügg a szőlőn a nádtetők körül, / Vén alma-ágot áldott súly töret / S zamat tölt minden őszi magvakat...”¹. Nehéz elhinni, hogy e csodás őszben a vírus ma is közöttünk van.

Folyóiratunk Fókuszban c. rovatában **Tölgyesi Ádám** analitikai dolgozatát közöljük. A szerző kéziratában a hidrofíli kölcsönhatásokon (HILIC) alapuló elválasztástechnika élelmiszer- és takarmány-analitikai alkalmazásairól készített összefoglalót. A HILIC-LC/MS technikával számos olyan vegyület kényelmes meghatározására nyílik lehetőség, amelyeknek vizsgálata a „hagyományos” HPLC elválasztási módszerekkel bonyolult volt, vagy egyáltalán nem volt lehetséges, pl. akrilamid, laktóz, B-vitaminok, karbamid.

Bognár Lajos és szerzőtársai az EU tagországi körében felbukkant élelmiszerminőségi, élelmiszerpolitikai vita, a médiában gyakran hangoztatott „az élelmiszerek kettős minősége” témájából állították össze dolgozatukat. Az élelmiszerek fogyasztóinak körében végzett kérdőíves interjúknak statisztikai feldolgozása révén kimutatták, hogy az emberek nagyobb része elfogadhatatlannak tartja a kezdetben tagadott, később bizonyítottá váló gyakorlatot, miszerint az EU egyes tagállamaiban bizonyos élelmiszertermékeket gyengébb minőségben hozzanak forgalomba, mint más tagállamokban. Eredményeik segítségét nyújthatnak e tarthatatlan helyzet felszámolásához.

Guzel Alkhamova és munkatársai búzaliszthez kevert görög szénamag- és feketeköménymag-keverékek sütőipari tulajdonságaira gyakorolt hatását vizsgálták. Kísérleteik során sikerült olyan keverékarányokat összeállítani, amelyek kiváló sütőipari értékkel és érzékszervi jellemzőkkel rendelkeztek, összetételükben pedig a hagyományos termékekhez képest a fogyasztó egészségére nézve értékesebb, közel funkcionális tulajdonságokat nyertek.

Jakab Ivett és kutatócsoportja szintén a sütőipar területéhez tartozó kísérletekről számol be. Munkájuk során lisztérzékeny egyének által is fogyasztható, teljeskiőrlésű lisztből készült ostyákat állítottak elő a búzaliszt mellőzésével. Köles, csillagfűrt, lucernamag és kendermag felhasználásával olyan sütőkeverékeket állítottak össze, amelyek gluténmentességükön túlmenően kedvező aminosav-garnitúrával és érzékszervi jellemzőkkel is rendelkeztek. Kísérleteiket reológiai vizsgálatokkal is kiegészítették.

Szűcs Viktória és Dudás Gyula az ÉVIK márciusi számában közzétett gondolataikat folytatják. Kéziratuk második részében az élelmiszer-ellátó rendszerrel szemben támasztott követelmények megoldására tesznek javaslatot, amelyben a hazai élelmiszer-ellátó rendszer összefüggéseit tartalmazó, saját szerkesztésű, informatív gondolattérképet is közzé tettek. Dolgozatuk harmadik, befejező részét az ÉVIK 67. évfolyama 1. számában fogjuk közölni.

Kiss Dóra és szerzőtársai cikkének első részében három esszenciális aminosav egyszerű, spektrofotometrián alapuló műszeres analitikai eljárásairól olvashatunk. Az általuk áttekintett módszerek között van olyan, amellyel a technikai berendezésekkel kevésbé felszerelt laboratóriumokban is kielégítő pontossággal lehet a három aromás esszenciális aminosavat meghatározni. A második részt decemberi számunkban közöljük.

Kedves Olvasóinknak tisztelettel ajánlom, hogy a szeptemberi számunkban közzé tesszük az ÉVIK 66. évfolyamának harmadik részét.

Dr. Szigeti Tamás János
főszerkesztő

¹ John Keats: Az őszhöz (Fordította: Tóth Árpád)

Dear Readers,

Now is deadline in the brilliant golden coloured Indian summer, during the final touches of the autumn number of the 66th year of JFI, while resting I found a Keats's poem about autumn: "Season of mists and mellow fruitfulness, / Close bosom-friend of the maturing sun; / Conspiring with him how to load and bless / With fruit the vines that round the thatch-eaves run...". It's not too easy to believe that in this wonderful fall, the virus is still among us today.

Our journal's focus columns is presented an analytical paper from **Ádám Tölgyesi**. The manuscript gives, a summary of food and feed analytical applications of separation technology based on hydrophilic interactions (HILIC). The HILIC-LC/MS technique allows the convenient identification number of compounds that were difficult or impossible using "conventional" HPLC separation methods, e.g. acrylamide, lactose, B vitamins, urea.

Lajos Bognár and his co-authors have made an article on the topic of food quality and food policy among the EU member states, and on the topic of "dual quality of food" often voiced in the media. Statistical analysis of their questionnaire interviews with food consumers has shown that the majority of the people was questioned find unacceptable the initially denied, later proven practice of marketing certain food products in lower quality in some EU Member States than in others. Their results may help to overcome this unsustainable situation.

Guzel Alkhamova et al studied the effect of fenugreek seeds and black cumin seeds mixed with wheat flour on the baking properties of the flour mixtures. In their experiments, they were able to compile blend ratios that had outstanding baking value and organoleptic characteristics, and in their composition they gained more valuable, nearly functional properties for the health of the consumer compared to traditional products.

Jakab Ivett and his research group also report on experiments in the field of baking technology. In the course of their work, wafers made from wholemeal flours, which can also be consumed by gluten-sensitive individuals, were produced without the omission of wheat flour. Using millet, lupine, alfalfa seeds and hemp seeds, baking mixes were formulated that, in addition to being gluten-free, also had a favorable amino acid content and organoleptic characteristics. Their experiments were completed by rheological studies.

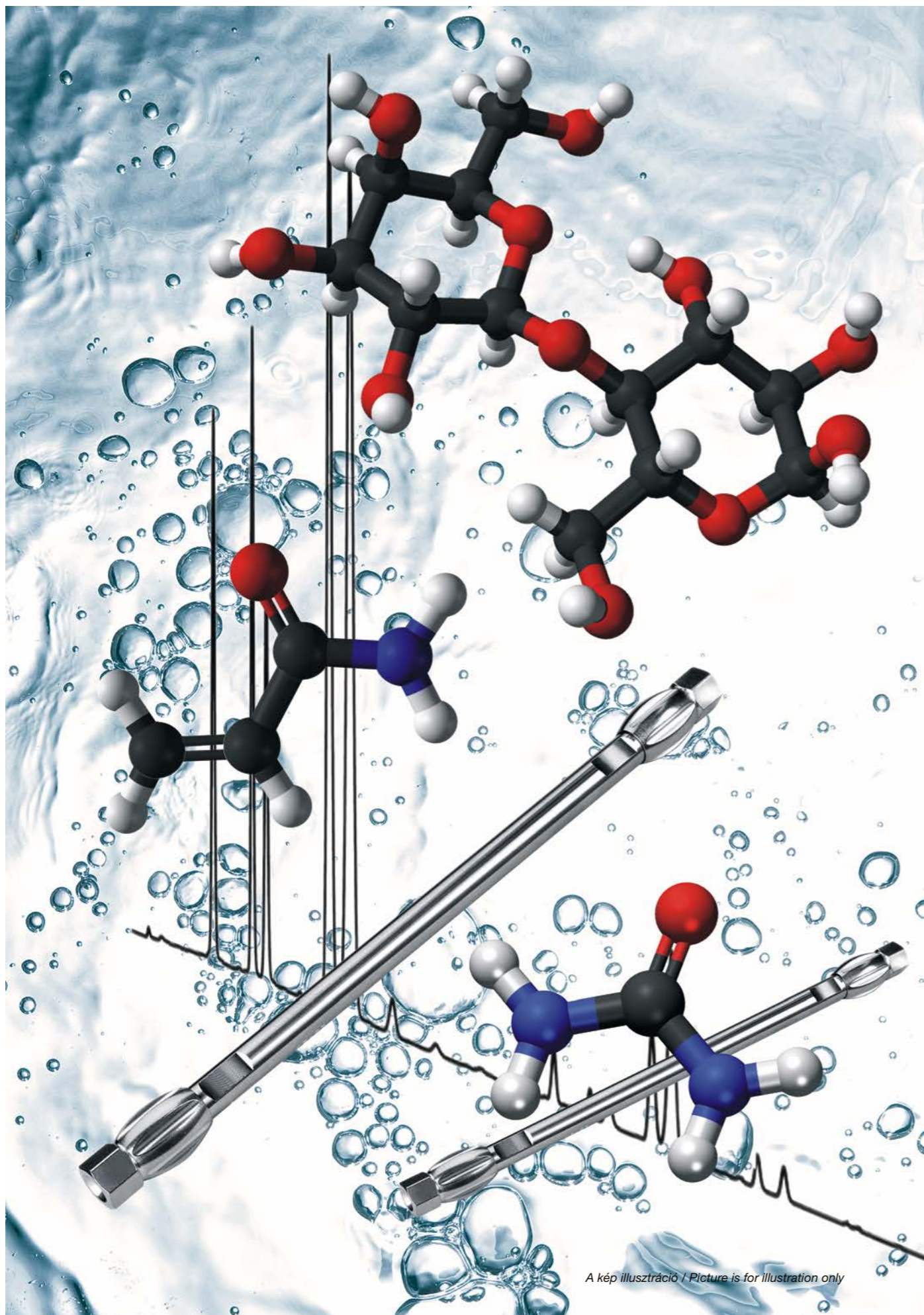
Victoria Szűcs and Gyula Dudás pursue their ideas published in the March issue of JFI (ÉVIK). In the second part of their manuscript, they propose a solution to the requirements of the food supply system, in which they also published an informative "mind map" of their own, containing the connections of the Hungarian food supply system. The third, concluding part of their manuscript will be published in the 1st issue of the 67th year of JFI (ÉVIK).

In the first part of the article by **Dóra Kiss et al.** we can read about simple instrumental analytical methods of three essential amino acids based on spectrophotometry. Among the methods they review is that which makes it possible to determine the three aromatic essential amino acids with sufficient accuracy, even in laboratories less equipped with technical equipment. The second part will be published in our December issue.

We wish for dear readers valuable reading, successful work and good health issuing the third part of the 66th year of JFI (ÉVIK).

Dr. Tamás János Szigeti
editor-in-chief

¹ John Keats: To Autumn



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

Tölgyesi Ádám¹

Érkezett: 2019. december – Elfogadva: 2020. március

Poláros célkomponensek meghatározása: HILIC-MS módszerek az élelmiszer-analitikában

KULCSSZAVAK: hidofil kölcsönhatási folyadékkromatográfia (HILIC), tömegspektrometria (MS), akrilamid, laktóz, laktózmentes termékek, B-vitaminok, karbamid

1. ÖSSZEFOGLALÁS

A hidofil kölcsönhatási folyadékkromatográfia (Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography, HILIC) az elmúlt években a folyadékkromatográfiai technika egyik legdinamikusabban fejlődő ága lett. Tömegspektrometriás elven működő detektorokkal összekapcsolva a HILIC-MS rendszerek lehetővé teszik a korábban a nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) nehezen vagy egyáltalán nem visszatartható és detektálható célkomponensek elválasztását olyan komplex mintákban, mint például a növényi vagy az állati eredetű élelmiszerek, takarmányok. Jelen dolgozat négy konkrét példán keresztül mutatja be a HILIC-MS alkalmazásának lehetőségét poláros vegyületek meghatározása esetében. A bemutatott vizsgálati eljárások között szerepel olyan élelmiszer-szennyező karcinogén anyag vizsgálata, mint például az akrilamid, amelynek bizonyos élelmiszercsoportokban történő meghatározását jogszabály írja elő. Ennek a dolgozatnak a célja továbbá az élelmiszerekhez adott vízoldható B-vitaminok kimutatására kidolgozott HILIC-MS módszer részletes áttekintése. A B-vitaminok vizsgálatára több nemzetközi szabvány is készült, amelyek az egyes B-vitamin-típusoknak megfelelően ajánlanak meghatározást. Ehhez képest HILIC-MS technikával a legtöbb B-vitamin együtt mérhető. Ez a vizsgálati lehetőség nagy előrelépést jelenthet a B-vitaminokat rendszeresen és nagy mintaszámmal vizsgáló laboratóriumok számára. Az ételintoleranciával élők számára fontos a tej alapú élelmiszerek laktóz tartalmának ismerete. A kis koncentrációban jelenlevő laktóz kimutatására szintén a HILIC-MS kapcsolt rendszer adhat gyors és pontos megoldást, amelynek bemutatása szintén dolgozatomban tárgyat képez. Végezetül a dolgozatban szerepel a karbamid (urea) takarmánymintákban történő meghatározása is. A jogszabály fotometriás mérést ír elő az ureára, ennek az eljárásnak a megbízhatósága kis koncentrációs szinteken azonban megkérdőjeleződött, ezért alternatív megoldásként előtérbe került a HILIC-MS módszer. Jelen vizsgálati módszerek alkalmazhatóságát igazolja a nemzetközi körvizsgálatokban való eredményes részvétel, a kontroll mintákban detektált kellően pontos koncentrációk, valamint a teljeskörűen validált módszerek tanúsítása a Nemzeti Akkreditáló Hatóság (NAH) által.

2. Bevezetés

A műszeres analitikai kémiai vizsgálatok nagyrészt elválasztástechnikai módszerek, amelyek közül ta-

lán a leggyakoribb a HPLC alkalmazása. A HPLC a folyadékfázisban teszi lehetővé a célkomponensek elválasztását a HPLC eluensében oldódó mintákban (például az élelmiszerekben) jelenlevő mátrixkom-

¹ ÉMI-TÜV SÜD Kft.

ponensektől. A HPLC alkalmazását ugyanakkor korlátozhatja a meghatározandó vegyületek polaritása; főképpen igaz ez nagy polaritású, hidrophil komponensek esetében [1]. Normál fázisú HPLC (NP-HPLC) elválasztásnál a HPLC kolonna állófázisa poláros karakterű, amely lehetőséget biztosít különböző kölcsönhatások kialakítására a töltet és a poláros célvegyületek között, ugyanakkor a mozgófázis (például alkán, halogénezett alkánszármazék, éter vagy acetát) apoláros jellege következtében a hidrophil komponensek nem oldódnak az eluensben (mozgófázisban), így nem vizsgálhatók NP-HPLC-vel. A fordított fázisú HPLC (RP-HPLC) elválasztásnál a polaritásvizonyok az álló- és a mozgófázis között megváltoznak, így a hidrophil célkomponensek jól oldódnak a poláros vizes eluensben, ugyanakkor visszatartásuk az alkil-módosított apoláros állófázison kicsi, vagy egyáltalán nincs retenciójuk. Emiatt a holtidőben eluálódnak. A HILIC jellegű elválasztásoknál nincs olyan éles polaritáskülönbség az álló- és a mozgófázis között, mint az NP-HPLC és az RP-HPLC esetén. A HILIC-et úgy jellemezhetjük, mint egy olyan HPLC rendszert, ahol az állófázis polárosabb, a mozgófázis pedig kevésbé az [1]. Ez lehetőséget biztosít egyrészt a célkomponensek oldódására az eluensben, valamint az állófázisban a visszatartásukhoz szükséges kölcsönhatások kialakítására is. A HILIC tehát nagy polaritású, ionos vegyületek HPLC-s elválasztására alkalmazható, apoláros vagy protonfunkcióval nem rendelkező vegyületekre azonban nem [2].

A HILIC kolonnák poláros állófázisok, amelyek lehetnek szilikagél alapúak, anion- vagy kationcserélő, kettős ionos állófázisok, illetve polárosan módosított fázisok. A szilikagél állófázis megegyezik a NP-HPLC-ben alkalmazott állófázissal, viszont a HILIC kolonnát nem apoláros szerves oldószerben tárolják, hanem víz-acetonitril elegyben, amely kis koncentrációban (5-10 mM) ammónium-acetátot is tartalmazhat. A HILIC elválasztás lényege, hogy a kolonnán áramló alacsony víztartalmú eluens hatására az állófázis felületén a fizikailag szorbeálódott vízből határfelületi réteg alakul ki [2]. Ebbe a rétegbe oldódnak bele a hidrophil célkomponensek, amelyek polaritásuktól függően vándorlásuk során hosszabb vagy rövidebb időt töltenek el az állófázison, és retenciós tulajdonságaik alapján lesznek megkülönböztethetők. A HILIC rendszerben a nagyobb polaritású vegyületeknek lesz hosszabb vándorlási idejük, ami azt jelenti, hogy minél nagyobb egy komponens vízdékonysága, annál több időt tölt a határfelületi rétegben (és ezáltal az állófázison), vagyis annál nagyobb lesz a retenciója. Ha az eluens nem tartalmaz vizet, akkor az állófázison a határfelületi réteg nem alakul ki, ezért 100% szerves oldószer nem használhatunk mozgófázisnak. A HILIC mozgófázisok víz és valamely vízzel elegyedő kisviszkozitású szerves oldószer elegyei. A HILIC jellegéből adódik, hogy a víz, mint eluens, a legelűzibb, mivel ez a legpolárosabb oldószer. Szerves eluens-modifikátorként leggyakrabban acetonitrilt alkalmaznak, mert ennek viszkozitása kicsi, ami keskeny kromatográfiás csúcsokat és

kisebb nyomásesést eredményez. Az eluens víztartalma 2-40 v/v% között változik. Minél alacsonyabb víztartalmú eluenssel tudunk elválasztást elérni, annál jobb a HILIC kolonna. Ugyanakkor az eluensnek feltétlenül legalább annyi vizet kell tartalmaznia, hogy a vizsgált vegyületek oldódjanak benne. Ez a feltétel gátat szab a víz térfogatrészének csökkentésének. Gradiens elúció esetén a mozgófázis víztartalmának növelésével tehetjük elűzibbá az eluenst. Protonfunkcióval rendelkező, ionos állapotba hozható bázikus komponensek, például aminok HILIC elválasztásánál fontos, hogy a mozgófázis kémhatása savas legyen, mert a célkomponensek így lesznek poláros (ionos) állapotban, amivel retenciójuk is növekszik.

A magas acetonitril tartalmú savas eluens kifejezetten előnyös tömegszelektív detektorok alkalmazása esetén, az elektroporlasztásos ionizáció (electrospray ionisation, ESI) hatékonyságát ugyanis nagyban növelhetjük, ha az eluens nagyobb részben szerves oldószerrel tartalmaz, mert ennek párolgása és beszárítása az ESI-ben gyorsabb, mint a magas víztartalmú eluenseké. Az alacsony pH tovább növeli a pozitív módú ionizációt és ezáltal több ion képződik, majd lép be az analízisrétegbe, ami növeli az érzékenységet. Tandem tömegspektrometriás (MS/MS) detektálást alkalmazva a jelentősen feljavított ionizációs hatásfokon túl az MS/MS készülék nagyfokú szelektivitását kihasználva olyan applikációs lehetőségek adódnak, amelyekre korábban nem volt példa. A HILIC-MS/MS kapcsolt technika nagy érzékenység mellett, alacsony koncentrációs szinten biztosítja hidrophil célkomponensek biológiai mátrixokból történő meghatározását. Példaként említhetők a poláros növényvédőszer maradványainak vizsgálata, a hidrophil mikotoxinok meghatározása, vagy akár a tenazonsav vagy a flavonoidok növényi extraktumokból történő elválasztása [3, 4, 5]. Jelen dolgozat három élelmiszervizsgálati és egy takarmányvizsgálati HILIC-MS/MS módszert mutat be:

1. Akrilamid meghatározása többfajta élelmiszerből;
2. Szilárd vagy folyékony élelmiszermintákhoz adott vízdoldható B-vitaminok meghatározása;
3. Laktózmentes termékek laktóztartalmának vizsgálata alacsony koncentrációs szinten;
4. Karbamid (urea) meghatározása takarmányokból.

3. Akrilamid meghatározása élelmiszerekből

Akrilamid az élelmiszerekben fehérjék és cukrok jelenlétében, 120 °C feletti hőkezelés közben keletkezik. Rákkeltő vegyület, amelynek élelmiszerekben előforduló maximális mennyiségét az EU 2017/2158 sz. rendelete szabályozza [6, 7]. Az akrilamidról részletes és átfogó hazai tanulmány jelent meg 2018-ban [7], a meghatározására kidolgozott szabványmódszert (EN 16618:2015) pedig élelmiszervizsgáló laboratóriumok világszerte széles körben alkalmazzák [8].

Az akrilamid ($\text{NH}_2\text{-C(=O)-CH=CH}_2$) egy kis molekulasúlyú, poláros vegyület (Mw: 71 g/mol; logP: -0.67), amely gázkromatográfiával és nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiás technikával egyaránt vizsgálható. A gázkromatográfiás elválasztáshoz az akrilamidot származékolni kell [9], de folyadékkromatográfiás mérés esetén ez nem szükséges. A szabvány az akrilamid meghatározására HPLC-MS/MS módszert ír elő [8]. A HPLC-s elválasztásnál viszont gondot okoz, hogy a hagyományos RP-HPLC-s oszlopoknak akrilamidra nincs visszatartásuk. A szabvány porózus grafitált szén alapú állófázist (PGC, Hypercarb™) javasol, amelynek visszatartása akrilamidra 100% vizes eluens (0,1%, v/v, ecetsav vízben) mellett megfelelő [8]. A retenciós tényező, $k' = 4$, 100% víztartalmú eluenssel mérve. Más RP-HPLC oszlopoknak gyakorlatilag elhanyagolható az akrilamidra történő visszatartása, ha azonban mégis lenne, az kizárólag 100% vizes eluens alkalmazása mellett fordulhatna elő. A magas víztartalmú eluens az ionizációt ESI ionizáció során nagyban csökkenti, az eluens párolgása és beszárítása az ionforrásban ugyanis annál kisebb hatékonyságú folyamat, minél több vizet tartalmaz a mozgófázis. Ezáltal az ionforrásban kevesebb ion keletkezik és így csökken a vegyületre elérhető alsó méréshatárt rontó érzékenység [10].

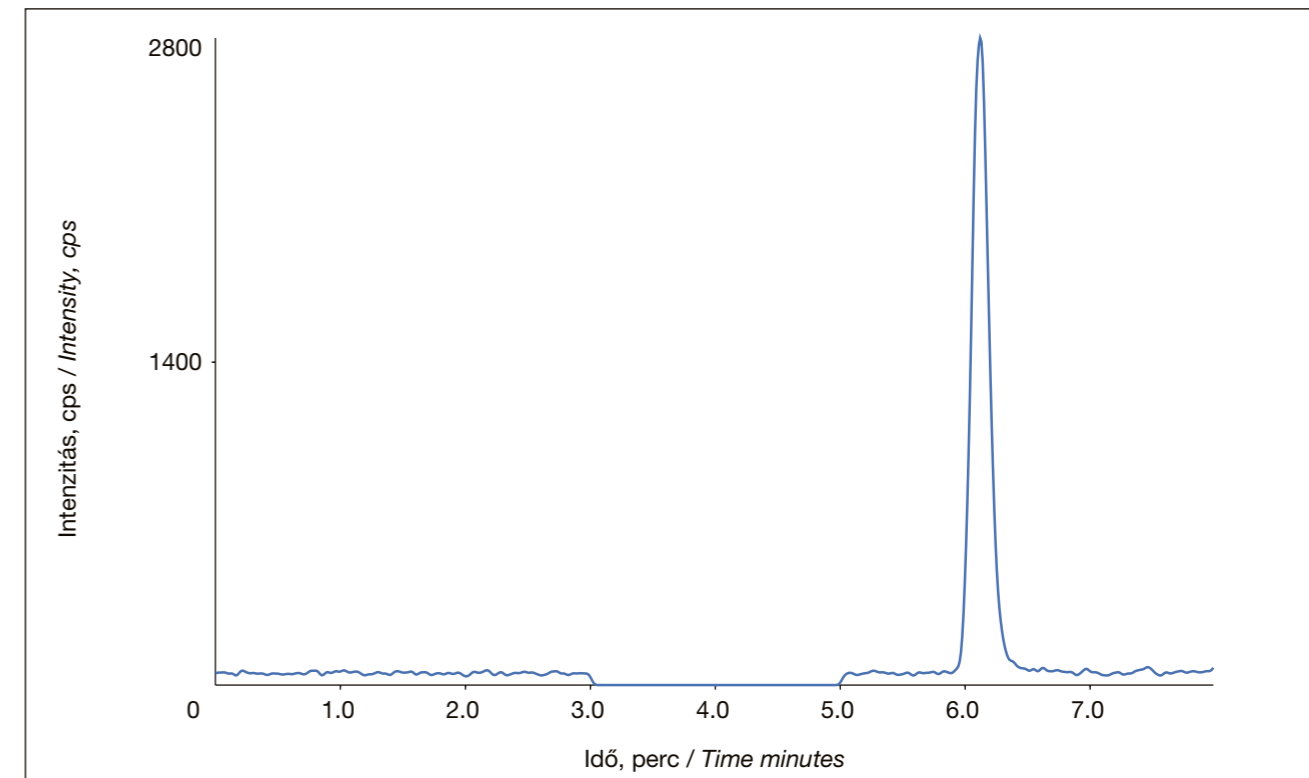
A szabvány szerinti minta-előkészítés során a mintákat vízzel extraháljuk és első körben multimód (anion- és kationcserélő egy töltetben) szilárd fázisú extrakcióval (SPE) tisztítjuk. Az SPE oszlopon átfolyt extraktumot ezután ENV+ SPE oszlopon tisztítjuk tovább, amelynek van visszatartása a metanol-víz eleggyel eluálható akrilamidra. Az SPE oszlopról tör-

tendő leoldás után bepárlás és visszaoldás következik. Ha figyelembe vesszük a két SPE lépést és a vizes metanol lassú párolgását, akkor levonhatjuk azt a következtetést, hogy ez egy költséges és időigényes előkészítés. A vizsgálati szabvány kávéminták esetében hexánal történő zsírtalanítást is előír [8].

3.1. Akrilamid meghatározása HILIC-MS/MS módszerrel

Az akrilamid poláros jellegéből adódik, hogy HILIC oszlopon is lehet visszatartása. Kisméretű molekula lévén azonban behatárolt a kölcsönhatása az állófázissal, így a megfelelő HILIC oszlop alapos kiválasztása ajánlott annak érdekében, hogy a $k' \geq 1$ minimális kromatográfiás feltétel – amit az EU 2002/657/EC rendelete is előír [11] – teljesüljön. Amennyiben megfelelő HILIC elválasztással sikerül ezt a feltételt teljesíteni, úgy az RP-HPLC-hez képest magas acetonitril tartalmú mozgófázissal az elválasztás végrehajtható. Ez a nagymennyiségű acetonitrilt tartalmazó vizes eluens magas ionizációs hatásfokot eredményez és hatékonyan növeli a módszer érzékenységét.

Kísérleteink során több HILIC oszlopot is kipróbáltunk annak érdekében, hogy elfogadható visszatartást érjünk el akrilamidra [12]. Megfelelő visszatartást azonban csak nagyon magas acetonitril tartalmú eluenssel sikerült elérni, ami azért nehezítette a módszerfejlesztést, mert ennek megfelelően a vizsgálandó minták oldószerének is magas szervesanyag-tartalmúnak kellett lennie. A végső választás a TSKgel Amide-80 típusú oszlopra esett [12]. A TSKgel Amide-80 állófázisa karbamoil csoportokat



1. ábra. 10 ng/ml-es akrilamid standard HILIC-ESI(+)-MS/MS kromatogramja ($72 > 55$ m/z).
Figure 1. Chromatogram of 10 ng/ml acrylamide standard HILIC-ESI (+) - MS / MS ($72 > 55$ m/z).

tartalmaz, amely egyedi visszatartást eredményez a teljesen porózus állófázis és a poláros célkomponensek között. A TSKgel-Amide-80 kolonnán 95% (v/v) acetonitril mellett lehetett $k' \geq 1$ -et elérni, míg a többi kolonna esetén 98% (v/v) acetonitrilre volt szükség az eluensben ennek eléréséhez. A TSKgel Amide-80 kolonnán 0,1% (v/v) hangyasav és 1 mM ammónium-formiát tartalmú víz-acetonitril mozgófázissal (5/95, v/v) az akarilamid retenció tényezője 1,14 lett (**1. ábra**).

A magasabb ammónium-formiát tartalmú eluens (>1 mM) csökkentette, a magasabb savtartalom (>0,1%, v/v) viszont nem növelte tovább az érzékenységet. A magas acetonitril tartalmú mozgófázis az ESI-MS/MS detektálás során 1 nagyságrenddel növelte a kimutatási határt a magas víztartalmú (95%, v/v) eluenshez képest. Ez lehetőséget nyújtott a minta-előkészítés során a minta hígítására és az SPE lépések elhagyására, ami az úgynevezett „dilute-and-shoot” eljárásához vezetett. A „dilute-and-shoot” módszerekben a minta extrakcióját követően izotópjelölt belső standarddal hígítjuk az extraktumot, majd az LC-MS/MS készülékbe injektáljuk azt [**10**].

A HILIC elválasztás esetén fontos, hogy az injektált minta oldószerének összetétele azonos legyen az eluens összetételével, annál ne legyen elúzió. Emiatt a szabványban szereplő nagy oldószer feleslegű vizes extrakció nem használható. A vizes extraktumot ugyanis tovább kellene hígítani acetonitrilrel az injektálás előtt, ez viszont emelné a mérés alsó határát (Limit of Quantification, LOQ) a minta további, legalább tízszeres hígulása miatt. Az akrilamidnak az acetone megfelelő oldószer, ezért gyakran alkalmaznak élelmiszerminták extrakciójára. Az acetonitriles extrakció külön előnye, hogy a HILIC rendszerrel kompatibilis oldószer; ebből adódóan az acetonitril alapú extrakció, valamint a szűrés után közvetlenül lehetne az extraktumot a HILIC-MS/MS rendszerbe injektálni. Az acetonitriles extrakció további előnye a 100% vizes extrakcióhoz képest, hogy a fehérjéket és a zsírokat az acetonitril kicsapja, a sókat nem oldja fel nagy koncentrációban, így a mintából ezen mátrixok eltávolítása a szilárd-folyadék extrakció során könnyedén megvalósítható. Kísérleti terv gyanánt vizsgálva a megfelelő extrakciós közeget azt találtuk, hogy természetesen szennyezett mézeskalácsból acetonitril-víz-hangyasav (69/30/1, v/v/v) eleggyel lehet a legmagasabb mennyiségű akrilamidot kivonni [**12**]. A mézeskalács ideális mintamátrix volt, mert az összetételéből (méz, cukor, fehérje, keményítő) következően feltételeztük, hogy magas lehet benne a hőkezelés hatására képződött akrilamid mennyisége. A mézeskalácsra vonatkozó határérték (800 µg/kg) ennek megfelelően szintén magas volt [**6**]. A HILIC elválasztás egyik jellemző területe a cukrok élelmiszerekből történő meghatározása [**1**], így HILIC-et alkalmazva a mintában maradt cukrok is elválaszthatók az akrilamidtól, ugyanis azok 95% (v/v) acetonitril mellett nem eluálódnak HILIC fázison.

A fent említett extrakciós eleggyel kivont minta extraktuma a centrifugálást és a fecskendőszűrést követően még nem injektálható, mert még mindig magas a víztartalma. Ezért az extraktumot injektálás előtt 1:1 (v/v) arányban acetonitrilrel kell hígítani. A „dilute-and-shoot” módszerek esetében a mátrixvegyületek nagy számban és magas koncentrációban holt időben eluálódnak, ezért a HPLC és az MS/MS készülék között lévő váltószelleppel célszerű a holt időben eluálódó komponenseket a hulladékoldószert befogadó tartályba irányítani. Ezzel a módszerrel ugyanis elkerüljük az ionforrás elszennyeződését. Az **1. ábra** azt mutatja, hogy 3 és 5 perc között a detektor alapvonala nullára zuhan, ugyanis nincs bemenő áram az MS/MS készülékbe. 2,0 g mintát 20 ml extrakciós közeggel extrahálva, majd a dekantált mintát acetonitrilrel 1:1 (v/v) arányban hígítva a minta teljes hígulása húszszoros. Az általunk használt LC-MS/MS készülék kimutatása 1 ng/ml akrilamidra; komponensvesztés nélkül az előkészítés során így ~20 µg/kg-os LOQ-t lehet elérni a mintákban, ami érzékenyebb MS/MS rendszerekkel még tovább csökkenthető. A módszer pontossága természetesen szennyezett minták (crispbread) esetén 101%, adalékolt mézeskalács mintánál (RSD < 7,2%) pedig 101-105% [**12**]. A módszer ellenőrzése végett megvizsgáltunk egy körvizsgálati kávémintát is. A kávéban 183 µg/kg akrilamidot detektáltunk. A körvizsgálati mintához deklarált érték 242 µg/kg volt akrilamidra. A számolt Z-érték így -1,2, ami megfelelő vizsgálatot jelent.

3.1.1. A HILIC módszer előnye

1. A mintatisztítás elhagyásával mindkét, a szabványban szereplő SPE lépés nélkülözhető. Ezzel az előkészítés leegyszerűsíthető, és így csak a szilárd-folyadék extrakciós lépésre, illetve a dekantált minta hígítására van szükség. A két SPE tisztítás kihagyása számottevően csökkenti az analitikai vizsgálat költségeit az SPE oszlopok és az oldószerek tekintetében egyaránt.
2. A szabvány szerint a második SPE lépés után a víz-metanol oldószerrel gyanús minta-elúátum oldószerrel el kell párologtatni. Az akrilamid tartalmú minta bepárlása azonban a célkomponens veszteségével jár [**9**]. Ez a koncentrációs lépés a HILIC módszer esetén elhagyható, mert az extraktumot csak hígítjuk, mintadúsítást tehát nem szükséges végeznünk.
3. Az acetonitril-víz-hangyasav extrakciós oldószerelegye a mintákban lévő fehérjéket és a zsírt kicsapja, így nincs szükség arra az SPE lépésre, amellyel a fehérjéket kellene elválasztani az akrilamidtól, sőt hexánnal történő zsírkivonás sem szükséges. Az acetonitril HILIC-kompatibilis oldószer, ezért alkalmazása optimális mind az extrakció, mind az azt követő HILIC-MS vizsgálat miatt.

4. ESI-MS/MS detektálás során a 95% (v/v) szerves oldószertartalmú mozgófázis nagyban növeli az ionizációs hatásfokot, így annak érzékenységét is. Ez teszi lehetővé a „dilute-and-shoot” eljárás alkalmazását. Izokratikus elúciót alkalmazva az analízisidő mindössze 8 perc [**12**]. A szabványban szereplő PGC kolonna egy speciális állófázis, alkalmazhatósága jóval korlátozottabb, mint egy HILIC oszlopé, amely széleskörben további applikációkban alkalmazható.
5. Amennyiben a célkomponens izotópjelzett belső standardja rendelkezésre áll és az LC-MS/MS készülék érzékenysége is lehetővé teszi a minta dúsításának elhagyását, akkor a „dilute-and-shoot” eljárás egyszerűen, gyorsan és költséghatékonyan garantálja a célkomponensek komplex mátrixokban történő vizsgálatát [**10**]. A „dilute-and-shoot” alapú HILIC-MS módszerek a műszeres analitikai kémia új trendjébe tartoznak, jelentőségük folyamatosan növekszik.

4. B-vitaminok meghatározása élelmiszerekből

A B-vitaminok vizsgálata előtt mindenképp fontos tisztázni, hogy az élelmiszerhez adott vitamin vizsgálá-

latáról van szó vagy a teljes – eredeti és hozzáadott – vitamintartalom meghatározására van szükség. A mintában ugyanis a természetben előforduló B-vitaminok kötött formában vannak jelen, amelyből hidrolízissel vagy enzimes előkészítéssel lehet őket felszabadítani. Jelen dolgozat a mintákhoz adott vitamin meghatározására ajánl módszert.

A B-vitaminok meghatározására készült szabványok komponensenként, tehát külön B1-re, B2-re, B6-ra stb. készültek [**13, 14, 15**]. Ennek oka, hogy egy adott vitamin (például a B1) teljes – a mintában jelenlévő és a hozzáadott forma – meghatározására egyéni extrakciós előkészítés szükséges. Ezen felül sajátos HPLC elválasztásra és detektálásra, az UV detektáláshoz pedig származékképzésre is szükség lehet. Amennyiben csak a mintához adott vitaminokat vizsgáljuk, úgy többkomponenses szimultán meghatározásuk RP-HPLC-vel és optikai detektorral nem kivitelezhető. A B-vitaminok poláros jellegükből adódóan azonban jól mérhető HILIC módszerrel. A koelúciós zavarás miatt, illetve a B1 vitamin meghatározása érdekében MS vagy MS/MS detektálásra van szükség, ami a HILIC-MS/MS kapcsolt technika alkalmazásához vezet (**1. táblázat**). Ezzel az analitikai megoldással a vitaminok egymás mellett mérhetőek, és a nagy érzékenység következtében a minta-előkészítés ismét csak egy szilárd-folyadék

1. táblázat. B-vitaminok retenciósi idejük és MS/MS ionátmenetei ESI pozitív ionizációs módban.
Table 1. Retention time and MS/MS ion transitions of B vitamins in ESI positive ionization mode.

Vitamin	Retenciósi idő (perc) Retention time (minute)	Prekurzor ion (m/z) Precursor ion (m/z)	Leány ion (m/z) Daughter ion (m/z)	Gyűjtési idő (ms) Dwell time (ms)	Klaszter-bontó feszültség (V) Declustering potential (V)	Belépési feszültség (V) Entrance potential (V)	Kilépési feszültség (V) Cell exit potential (V)	Ütközési energia (V) Collision energy (V)	Kilép. fesz. az ütközési cellából (V) Collision cell exit potential (V)
B1	9.1	265	81	75	41	5	18	41	4
			122	75				19	4
B2	4.0	377	172	75	106	12	20	49	4
			243	75				29	4
B3 amid B3 amide	4.3	123	78	75	71	4	10	29	4
			80	75				25	4
B3 sav B3 acid	3.5	124	78	75	66	3	10	29	4
			80	75				27	4
B5	3.2	220	72	75	51	5	15	27	4
			90	75				17	4
B6	9.3	170	134	75	51	3	12	27	4
			152	75				17	4
B7	3.8	245	97	75	61	5	16	39	4
			227	75				19	4
B9	3.9	442	176	75	81	6	22	51	4
			295	75				23	4
B12	9.3	678	147	75	111	9	26	53	4
			359	75				31	6

extrakcióra és további acetonitril hígításra korlátozódik. A B-vitaminok hidrophil tulajdonságából adódik, hogy az élelmiszerekhez adott vitaminokat vízzel egyszerűen extrahálhatjuk. A magas koncentráció (>0,06 mg/100 g) miatt nagy feleslegű oldószerezrel (20 ml víz/1 g minta) a B-vitaminok a szilárd mintákból kivonhatók, ami a hozzáadott vitaminok teljes extrakcióját eredményezi. Folyadékminták esetén vízzel, majd a mintaelőkészítés végén acetonitrillel lehet a mintákat tovább hígítani.

Izotópjelzett belső standard hiányában a „dilute-and-shoot” eljárás nem alkalmazható, mert a háttér még százszoros minta hígulás esetén sem kompenzálható. A mátrix nélküli oldószerez kalibráció tehát nem alkalmazható mennyiségi értékelésre. A módszer így mátrixhoz illesztett kalibrációt igényel. Ez azt jelenti, hogy a célkomponenseket kimutatási határ alatt tartalmazó vakminták extraktumait adalékoljuk vitaminokkal meghatározott koncentrációs szintre, majd ezeket használjuk kalibrációs pontokként [10]. Ezáltal a minta és a kalibrációs oldatok háttére közel azonos, a mennyiségi értékelést pedig a háttér számottevően nem befolyásolja. Fontos megjegyezni, hogy a mátrixhoz illesztett kalibráció csak annyira pontos, amennyire a kalibrációhoz használt vakminta és a tesztminta mátrixa egyezik. Tehát ezzel a kalibrációval nem tudjuk 100%-osan kompenzálni a háttér, csak megközelítjük azt. Alternatív megoldásként alkalmazhatjuk a standard addíciót, amikor is a tesztmintát adalékoljuk a vitaminokkal, és az adalékoltságotól a mintákban mért jelintenzitásokról, illetve a jelnövekedésből következtetünk a nem adalékoltságotól a koncentrációjára.

Szilika HILIC állófázison 0,1% (v/v) hangyasavas víz-acetonitril eluenssel jól mérhető a B-vitaminok (2. ábra), amelyeket körvizsgálati pezsgőtabletta és dzsúsz mintákban, valamint FAPAS reggelizőpehely kontrollmintában is HILIC-MS/MS módszerrel detektáltunk. A pezsgőtablettát vízben való feloldást (4 g minta/200 ml) követően vízzel 1:9 (v/v) arányban, majd tovább acetonitrillel hasonlóan 1:9 (v/v) arányban hígítottunk. A dzsúsz a pezsgőtablettához hasonlóan először vízzel, majd acetonitrillel hígítottuk. A körvizsgálat során B1, B2, B3, B5, B6 és B9 vitaminok voltak kimutathatók a mintákban 0,058 mg/100 g és 5,44 mg/100 g között (2. táblázat). A mért értékekre kiszámolt valamennyi Z-érték -2 és +2 közötti tartományban volt, amely elfogadható. A FAPAS kontroll mintában detektált B-vitaminok koncentrációi is az e fogadhatósági tartományon belül voltak (2. táblázat).

5. Laktóz meghatározása élelmiszerekből

A tejben található tejcukor, a laktóz diszaharid típusú vegyület. Hidrophil tulajdonsága miatt jól vizsgálható HILIC elválasztással. Nem rendelkezik protonfunkcióval, így az eluensben a pH beállítása nem szükséges. A laktóz ammónium-acetátot (10 mM) tartalmazó acetonitril-víz (75/25, v/v) elegyű mozgófázis segítségével izokratikusan vizsgálható szilikagél alapú HILIC oszlopon. Törésmutató index (Refractive Index, RI) detektorral a tejben százalékos (~4,5%) mennyiségben előforduló laktózt könnyű kimutatni, a „laktózmentes” jelzésű termékekre Magyarországon mégis 0,1%-os határérték (MSZ 1382/1-87) vonatkozik, míg Németországban mindössze 0,01% a

megengedett laktóztartalom [16]. A mintában a 0,1% 1000 µg/ml vagy 1000 µg/g laktóz koncentrációnak felel meg. Ha az előkészítés során figyelembe vesszük a minta hígulását, akkor a 0,01%-0,1%-os laktóztartalom refraktívindex (RI) detektorral már nem kimutatható. Ekkor kerülhet előtérbe az MS vagy MS/MS alapú detektálás.

MS/MS detektálás esetén a laktóz [M + CH₃COO]⁻ negatív ionizáció mellett acetát adduktaként (401 m/z) mérhető (3. ábra). Az eluensben formiát sőt használva formiát addukt [M + HCOO]⁻ anyaiion keletkezik. A HILIC-MS/MS készülék LOQ értéke standard szinten általában 0,1 µg/ml, tehát négy nagyságrenddel kisebb, mint a magyarországi határérték. Ez lehetőséget biztosít a minta nagyfokú hígítására, amely a mennyiségi meghatározást javítja abban a tekintetben, hogy a laktózzal együtt eluálódó háttérvegyüle-

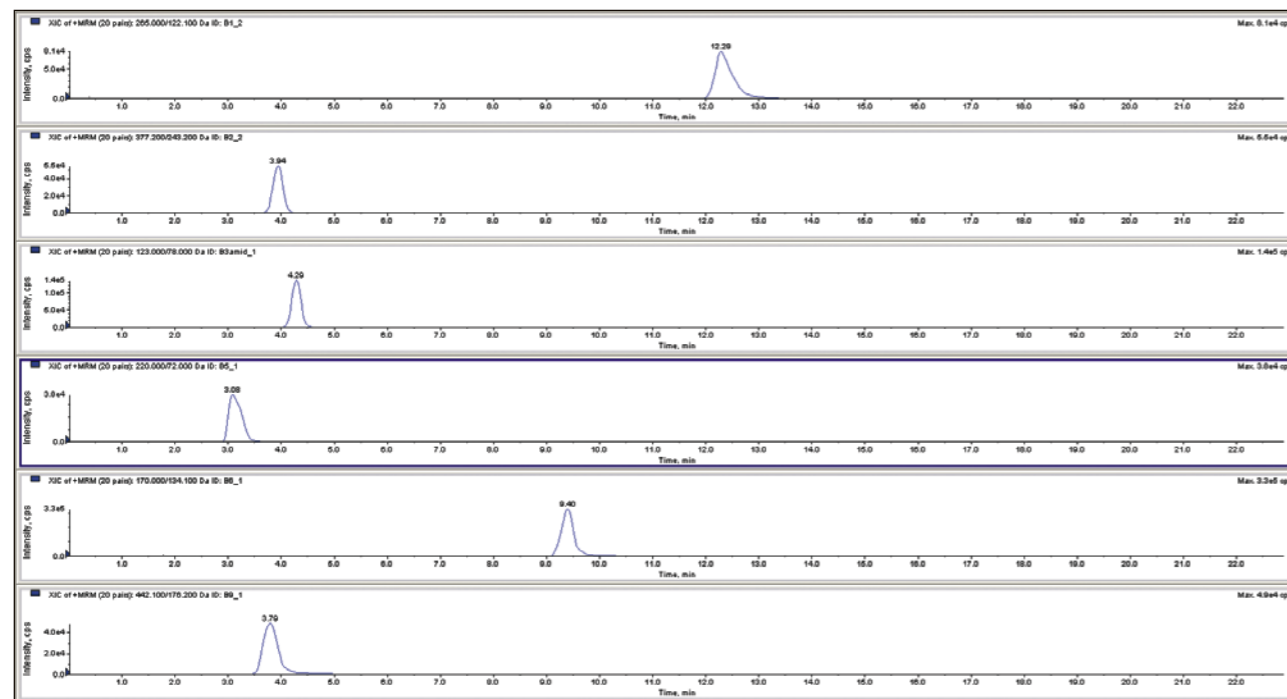
tek nem zavarják nagy mértékben a laktóz ionizációját a mintamátrixban (mátrixhatás). Ezzel a módszerrel a laktózmentesség egyszerűen ellenőrizhető, hiszen a mintát elegendő vízzel extrahálni vagy hígítani, a dekantált mintát acetonitrillel tovább hígítani, majd injektálás előtt fecskendőszűrővel kiszűrni. Tej vizsgálata esetén elegendő csupán acetonitrillel hígítani a mintát, ami egyben a fehérjéket és a zsírokat is le választja onnan. Ezt követő centrifugálás és szűrés után a minta közvetlenül injektálható a HILIC-MS/MS rendszerbe.

Egy másik diszaharid, a maltóz azonos monoizotópos tömeggel és szerkezettel rendelkezik, mint a laktóz (4. ábra), és mivel ionátmeneteik megegyeznek, ezért az MS detektor nem tudja külön tömegcsatornán detektálni őket. A két cukor egymás mellett, HILIC oszlopon történő mérése viszont nem okoz

2. táblázat. Körvizsgálati eredmények B-vitaminokra pezsgőtabletta és juice mintákban. FAPAS reggeliző pehely kontroll mintában (QC) detektált B-vitamin értékek.

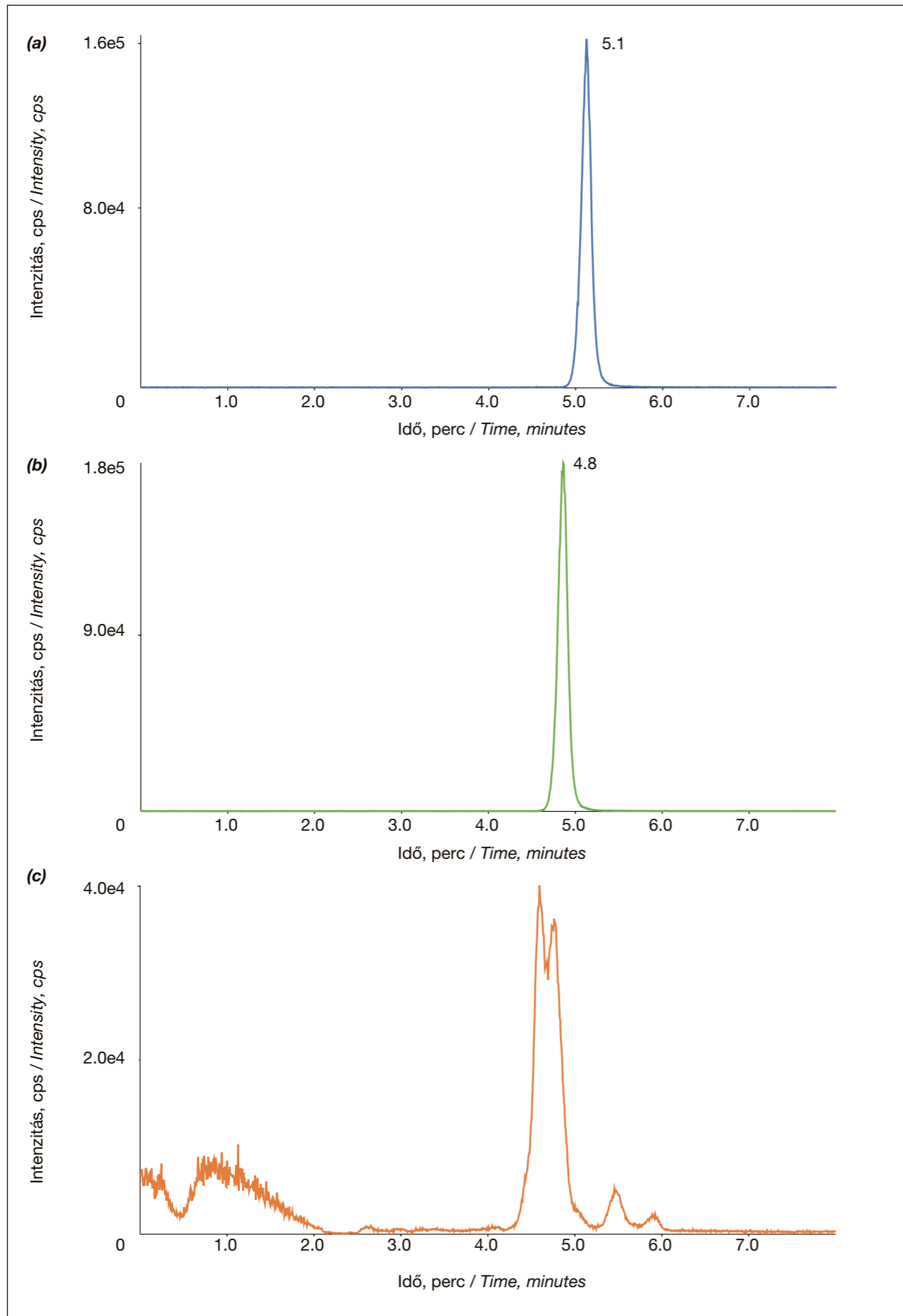
Table 2. Professional test results for B vitamins in effervescent tablet and juice samples. Vitamin B values detected in FAPAS breakfast flake control sample (QC).

Minta Sample	Vitamin	Mért érték (mg/100 g) Measured value mg/kg	Hozzárendelt érték vagy elfogadhatósági tartomány (mg/100 g) Assigned value or acceptance range mg/100g	Z-érték Z-score	Értékelés Evaluation
Pezsgőtabletta Effervescent tablets	B1	0.39	0.40	-0.18	Jól megfelelt Well done
Dzsúsz / Juice		0.31	0.36	-0.71	Jól megfelelt Well done
FAPAS QC		0.85	0.53 – 0.86	-	Elfogadható Acceptable
Pezsgőtabletta Effervescent tablets	B2	0.52	0.50	0.17	Jól megfelelt Well done
Dzsúsz / Juice		< 0.05	-	-	Jól megfelelt Well done
FAPAS QC		1.63	1.33 – 2.04	-	Elfogadható Acceptable
Pezsgőtabletta Effervescent tablets	B3 amid	5.44	5.61	-0.65	Jól megfelelt Well done
Dzsúsz / Juice		3.91	4.58	-1.05	Megfelelt Pass
FAPAS QC		17.8	15.7 – 21.1	-	Elfogadható Acceptable
Pezsgőtabletta Effervescent tablets	B5	1.95	2.35	-0.78	Jól megfelelt Well done
Dzsúsz / Juice		2.00	2.66	-0.96	Jól megfelelt Well done
FAPAS QC		-	-	-	-
Pezsgőtabletta Effervescent tablets	B6	0.45	0.51	-0.80	Jól megfelelt Well done
Dzsúsz / Juice		0.38	0.50	-0.67	Jól megfelelt Well done
FAPAS QC		1.15	1.02 – 1.59	-	Elfogadható Acceptable
Pezsgőtabletta Effervescent tablets	B9	0.058	0.057	0.07	Jól megfelelt Well done
Dzsúsz / Juice		0.059	-	-	Értékelés nem érkezett No evaluation recieved
FAPAS QC		0.154	0.104 – 0.194	-	Elfogadható Acceptable



2. ábra. B-vitaminok HILIC-ESI(+)-MS/MS kromatogramjai juice mintában: B1 (0,31 mg/100 g), B2 (< 0,05 mg/100 g), B3 (3,91 mg/100 g), B5 (2,0 mg/100 g), B6 (0,38 mg/100 g), B9 (0,059 mg/100 g).

Figure 2. Chromatograms of B vitamins HILIC-ESI (+) - MS/MS in juice sample: B1 (0.31 mg/100 g), B2 (<0.05 mg/100 g), B3 (3.91 mg/100 g), B5 (2.0 mg/100 g), B6 (0.38 mg/100 g), B9 (0.059 mg/100 g).



3. ábra. 10 µg/ml laktóz (a), maltóz (b) és egy laktóz mentes tej (c) HILIC-ESI(-)-MS/MS kromatogramjai (401 > 341 m/z).
 Figure 3. Chromatograms of 10 µg/ml lactose (a), 10 µg/ml maltose (b) and one lactose-free milk (c) HILIC-ESI (-) - MS / MS (401> 341 m/z).

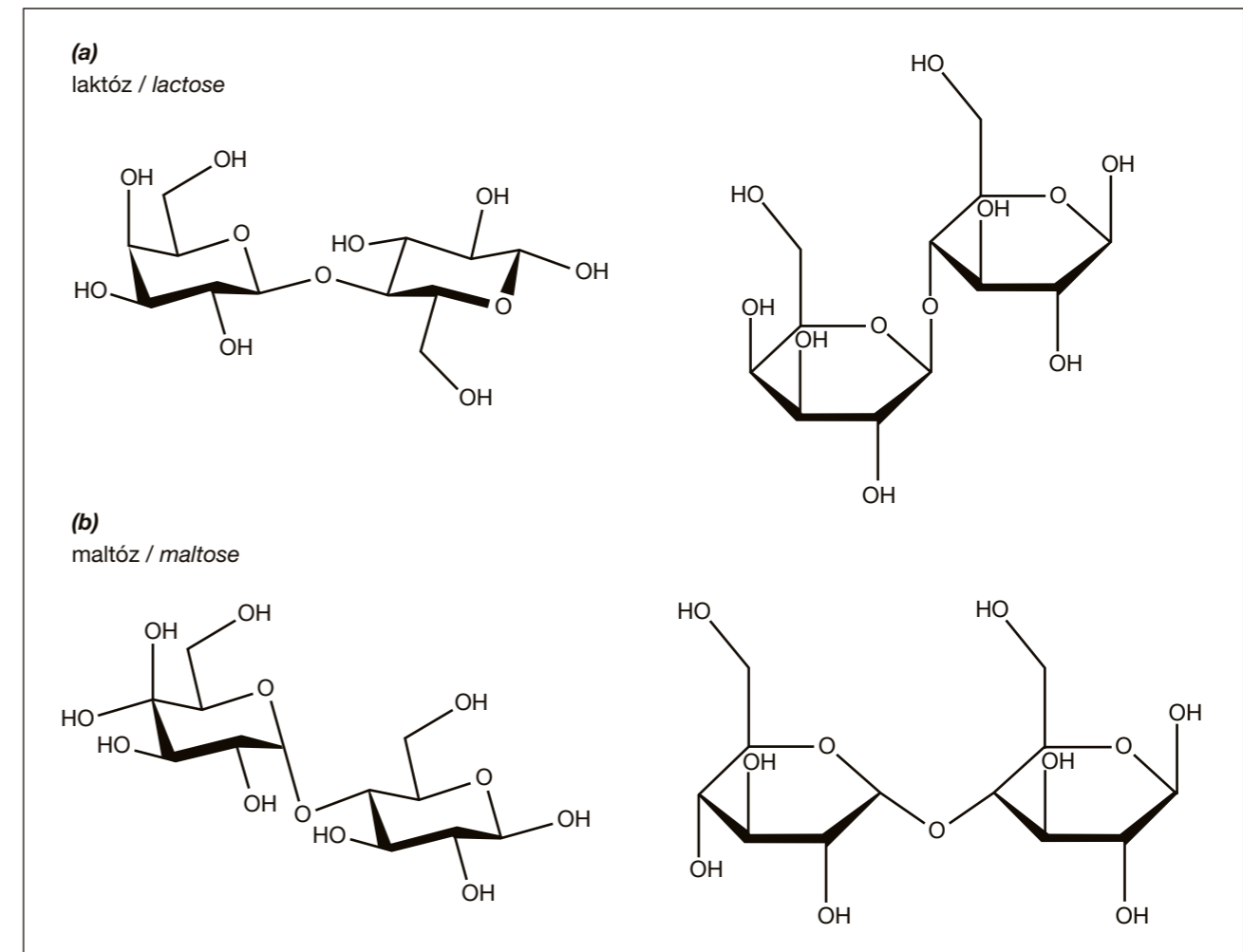
nehézséget, mivel az a cukrokat hasonló szerkezetük ellenére is elválasztja a folyadékfázisban a fent említett eluens segítségével (3. ábra).

6. Karbamid (urea) meghatározása takarmányból

Az urea a szénsav diamidja – (NH₂)₂CO –, a fehérje-anyagcsere végterméke. Molekulatömege 60 g/mol. Az ureát kérődzők számára készült takarmányok adalékaként is használják. Az engedélyezett maximális karbamidtartalom 8800 mg/kg [17]. Más állatok (nem kérődzők) takarmányozása során viszont tiltott, a takarmányok ugyanis ezekben az esetekben nem tartalmazhatnak kimutatható mennyiségű ureát [17]. A karbamid mennyiségi meghatározására használt hivatalos spektrofotometriás vizsgálat [18] pontossága csak a nagymennyiségben jelenlévő urea kimutatása során megfelelő, a kismennyiségű célkomponens vizsgálata során azonban a módszer alkalmassága már megkérdőjelezhető. Az EU Joint Research Centre (JRC, Geel, Belgium) kutatólaboratóriuma 2019-ben laboratóriumok közötti összemérést, körvizsgálatot (PT UREA-19/2) szervezett, amelynek fő célja az volt, hogy megállapítsák azt, hogy a rendelkezésre álló analitikai módszerek közül melyek a legmegfelelőbbek az urea meghatározására

a nem kérődző állatok számára készült összetett takarmányminták esetében (compound feed).

A körvizsgálatban résztvevő laboratóriumok bármely számukra rendelkezésre álló technikát alkalmazhatják. A JRC által javasolt módszer egy HILIC-MS/MS vizsgálat volt, mely a „dilute-and-shoot” eljárás, valamint az Institute of Food Safety, Animal Health and Environment Laboratórium (BIOR, Riga, Lettország) módszerén alapult. A minta-előkészítés során hangyasavas vízzel (1%, v/v) extrahálják a mintákat, majd a dekantált mintát acetonitrilrel és izotópjelölt belső standarddal (urea-¹³C¹⁵N₂) hígítják. HILIC szilicagél állófázison 0,1% (v/v) hangyasavas víz-acetonitril mozgófázissal az urea jól mérhetővé válik (5. ábra). A megvizsgált háromféle takarmánymintában detektált urea koncentrációk 260 mg/kg és 890 mg/kg között változtak (3. táblázat), az utolsó sarzsban lévő minták (J-sarzs) pedig nem tartalmaztak kimutatható mennyiségben ureát (< 50 mg/kg). A körvizsgálati jelentés alapján a J-sarzs 18,4 mg/kg ureát tartalmazott, ami az LOQ szintünk alatt volt. A C-sarzs és a G-sarzs esetén a mintákhoz rendelt értékek 249 mg/kg és 935 mg/kg voltak. A két utóbbi mintára számolt Z-értékünk -0,2 és 0,2, ami megfelelő értékeket jelent.



4. ábra. A laktóz (a) és a maltóz (b) szerkezeti képlete.
 Figure 4. Structural formula of lactose (a) and maltose (b).

7. Következtetések

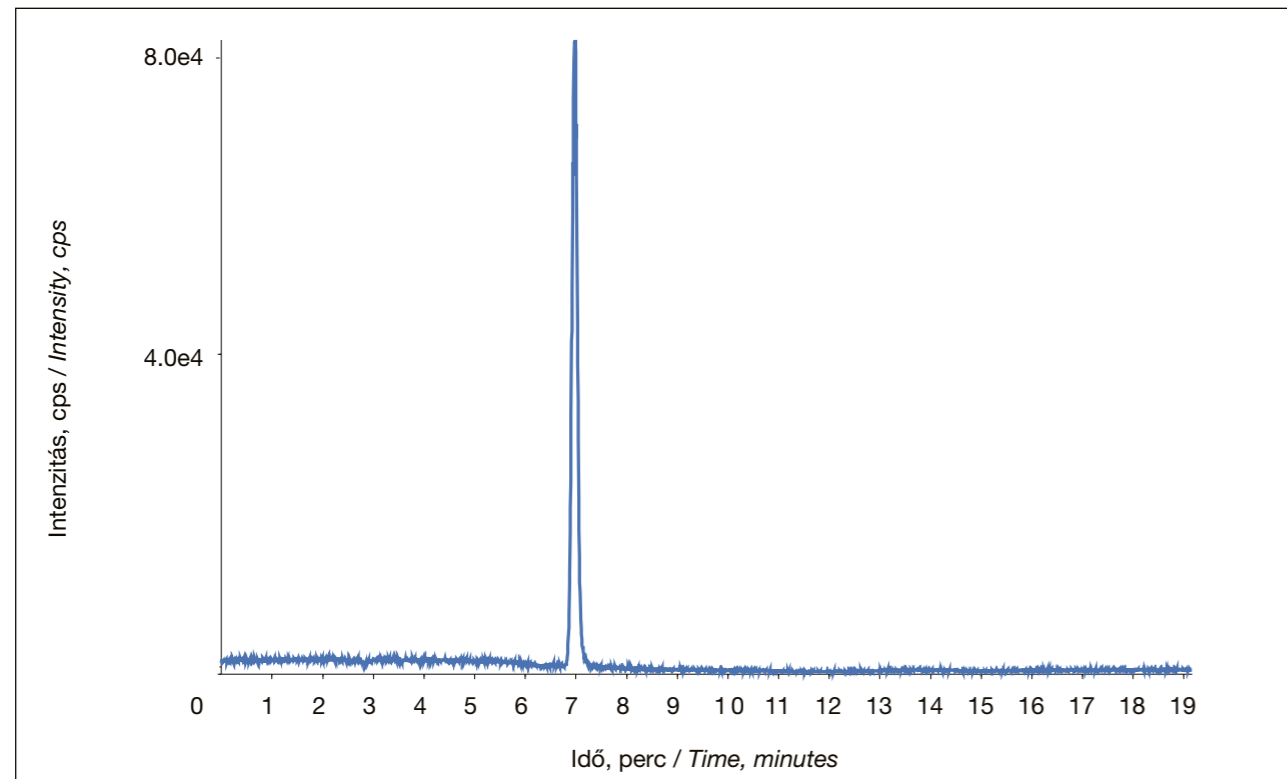
A HILIC technika alkalmazásának számos előnye van, amelyek közül ez a dolgozat csak néhányat említ. Az élelmiszeranalitikán túl a gyógyszer- és a környezetanalitikában is terjed a HILIC használata. A HILIC alkalmazásával például az ionpár-kromatográfia poláros, protonfunkciós vegyületek vizsgálatára váltható ki. A HILIC típusú elválasztások nem tartoznak a nagyfelbontású LC technikák közé, de a HILIC rendszert tömegszelektív detektálással összekapcsolva a komponensek jelei a detektorban elkülöníthetővé válnak, és a fent említett nagy érzékenység mellett a poláros célkomponensek megvizsgálhatók.

8. Köszönetnyilvánítás

A HILIC típusú elválasztásokkal Dr. Demovics Mihály javaslatára kezdem el foglalkozni. Szeretném megköszönni ötleteit és tanácsait.

3. táblázat. Körvizsgálati eredmények karbamidra takarmány mintákban.
Table 3. Circular test results for urea in feed samples.

Minta kódja Code of sample	Mért érték (mg/kg) Measured value mg/kg	Mért érték 12% nedvességre vonatkoztatva (mg/kg) Measured value based on 12% mois- ture content mg/kg	Hozzárendelt érték (mg/kg) Assigned value mg/kg	Z-érték Z-score	Értékelés Evaluation
C	269	260	249	0.2	Jól megfelelt Well done
G	920	890	935	-0.2	Jól megfelelt Well done
J	<50	<50	18,4	-	Elfogadható Acceptable



5. ábra. 0,5 µg/ml-es urea standard HILIC-ESI(+)-MS/MS kromatogramja (61 > 44 m/z).
Figure 5. Chromatogram of standard 0.5 µg/ml urea HILIC-ESI (+) - MS / MS (61 > 44 m/z).



A legjobb dolgok kis csomagban érkeznek

Az új HIC-ESP ionkromatográf ugyanúgy alacsony áthordással és kiváló injektálási pontossággal bír, mint a Shimadzu HPLC-k, ezért rendkívül megbízható eredményeket biztosít a kvantitatív ionanalízis során. Az új fejlesztésű, kis térfogatú anion szuppresszor egység használatával minimális a csúcscsúszés, ezért a lehető legjobb érzékenységgel bír, stabil működést biztosít hosszú távú használat során is. Emellett a készülék kis alapterülete a laboratóriumi felület hatékony kihasználását teszi lehetővé.

Nagy érzékenység, megbízhatóság és robusztusság
az új szabadalommal védett ICDS-40A anion szuppresszorral

Egyedülálló hatékonyság kompakt kialakításban
az optimalizált oldószerszállítással, alacsony áthordással és gyors injektálással

Vezérlése és a kiértékelés tökéletesen integrálódik a LabSolutions szoftver platformba
egyszerűsíti a mérési paraméterek beállítását, az adatkiértékelést/ adatellenőrzést és riportálást, miközben biztosítja az adatintegritást



Determination of polar target components: HILIC-MS methods in food analysis

KEYWORDS: hydrophilic interaction liquid chromatography (HILIC); mass spectrometry (MS); acrylamide; lactose; lactose-free products, B vitamins, urea

1. SUMMARY

Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography, abbreviated HILIC, has become one of the most dynamically developing branches of the liquid chromatography technique in recent years. Coupled with mass spectrometry detectors, HILIC-MS systems allow the separation of target components in complex samples, such as foodstuffs of plant or animal origin and feeds, that have been difficult or impossible to retain and detect using High Performance Liquid Chromatography (HPLC) earlier. This paper presents the possibility of using HILIC-MS to determine polar compounds through four specific examples. The test procedures presented include the analysis of a carcinogenic food contaminant, acrylamide, the determination of which in certain food groups is required by law. A further objective of this manuscript is to provide a detailed overview of the HILIC-MS method developed for the detection of water-soluble B vitamins added to foods. Several international standards have been developed for the analysis of B vitamins, which offer determinations for each vitamin B separately. In comparison, most B vitamins can be measured together using the HILIC-MS technique. This option could be a big step forward for laboratories that analyze B vitamins regularly in a large number of samples. For people living with food intolerance, it is important to know the lactose content of milk-based foods. The HILIC-MS coupled system can also provide a fast and accurate solution for the detection of lactose present in low concentrations, the presentation of which is also the subject of this dissertation. Finally, the paper includes the determination of urea in feed samples. The law prescribes a photometric measurement of urea, but the reliability of this procedure at low concentration levels has been questioned and thus the HILIC-MS method has become prominent as an alternative solution. The applicability of the present analytical methods has been confirmed by successful participation in international proficiency testing programs, sufficiently accurate concentrations detected in control samples, and the certification of fully validated methods by the National Accreditation Authority (NAH).

2. Introduction

Instrumental analytical chemistry is largely a collection of separation techniques, of which perhaps the most common is the use of HPLC. HPLC allows the separation, in the liquid phase, of target components from matrix components present in samples soluble in the HPLC eluent (e.g., foods). However, the use of HPLC may be limited by the polarity of the compounds

to be determined, and this is especially true for high polarity, hydrophilic components [1]. In normal phase HPLC separation (NP-HPLC), the stationary phase of the HPLC column is of polar character, which would allow for interactions between the sorbent and the polar target compounds, however, due to the apolar nature of the mobile phase (e.g., alkane, halogenated alkane derivative, ether or acetate), hydrophilic components do not dissolve in the eluent

(mobile phase) and therefore cannot be analyzed by NP-HPLC. In reverse phase HPLC separation (RP-HPLC), the polarity conditions between the stationary and mobile phase change, so the hydrophilic target components are well soluble in the polar aqueous eluent, however, their retention on the alkyl-modified apolar stationary phase is low or nonexistent, and so they elute in the dead time. In HILIC-type separations, the difference in polarity between the stationary and mobile phases is not as sharp as in the case of NP-HPLC or RP-HPLC. HILIC can be characterized as an HPLC system where the stationary phase is more polar and the mobile phase is less polar [1]. This allows for the dissolution of the target components in the eluent on the one hand, and for the formation of the interactions necessary for their retention on the stationary phase on the other hand. Thus, HILIC is used for the HPLC separation of high polarity, ionic compounds, but not for apolar compounds or those with no proton function [2].

HILIC columns are polar stationary phases, which can be based on silica gel, an anion or cation exchange, double ionic stationary phases, or polarly modified phases. The silica gel stationary phase is the same as the stationary phase used in NP-HPLC, however, the HILIC column is not stored in apolar organic solvent but in a mixture of water and acetonitrile which may contain small concentrations (5 – 10 mM) of ammonium acetate. The essence of HILIC separation is that an interface layer is formed on the surface of the stationary phase from the physically sorbed water, as a result of the low water content eluent flowing through the column [2]. Hydrophilic target components dissolve in this layer and, depending on their polarity, they spend more or less time there during their migration on the stationary phase. This way, they can be distinguished on the basis of their retention properties. In the HILIC system, compounds with a higher polarity will have a longer migration time, so the higher the water solubility of a component, the more time it spends in the interface layer and thus on the stationary phase, i.e., the higher its retention will be. If the eluent does not contain water, the interface layer on the stationary phase does not form, therefore 100% organic solvent cannot be used as the mobile phase. HILIC mobile phases are mixtures of water and a water-miscible, low viscosity organic solvent. Due to the nature of HILIC, water is the strongest eluent as it is the most polar solvent. Acetonitrile is most often used as an organic eluent modifier because of its low viscosity, which results in narrow chromatographic peaks and a smaller pressure drop. The water content of the eluent varies between 2 and 40 v/v%; the lower the water content of the eluent that allows separation, the better the HILIC column is. At the same time, the eluent must contain at least enough water to dissolve the compounds to be analyzed. This condition limits the reduction of the volume fraction of water. In the case of gradient elution, the eluent can be made

stronger by increasing the water content of the mobile phase. In the HILIC separation of basic components with a proton function that can be converted into an ionic state, such as amines, it is important that the pH of the mobile phase be acidic, because this way the target components will be in a polar (ionic) state and their retention will increase.

Acidic eluents with a high acetonitrile content are particularly advantageous when using mass-selective detectors, since the efficiency of electrospray ionization (ESI) can be greatly increased if the majority of the eluent is an organic solvent, which evaporates and dries in ESI faster than high water content eluates. A low pH further facilitates positive mode ionization and thus more ions are formed, which then enter the analyzer space, increasing sensitivity. Using tandem mass spectrometry (MS/MS) detection, in addition to the significantly improved ionization efficiency, utilizing the high degree of selectivity of the MS/MS instrument, previously unheard-of application possibilities can now be accessed. The HILIC-MS/MS coupled technique allows the determination of hydrophilic target components in biological matrices at low concentrations with high sensitivity. Examples include the analysis of polar pesticide residues, the determination of hydrophilic mycotoxins, or the separation of tenuazonic acid or flavonoids from plant extracts [3, 4, 5]. In this paper, three HILIC-MS/MS methods for food testing and one for feed testing are presented:

1. Determination of acrylamide in a variety of foods;
2. Determination of water-soluble B vitamins added to solid or liquid food samples;
3. Analysis of the lactose content of lactose-free products at low concentration levels;
4. Determination of urea in foodstuffs.

3. Determination of acrylamide in foodstuffs

Acrylamide is formed in foods during heat treatment above 120 °C in the presence of proteins and sugars; it is a carcinogen whose maximum level in foods is regulated by Commission Regulation (EU) 2017/2158 [6, 7]. A detailed and comprehensive domestic study on acrylamide was published in 2018 [7]. Acrylamide is widely analyzed, and the standard method developed for its determination (EN 16618:2015) is widely used by food testing laboratories worldwide [8].

Acrylamide ($\text{NH}_2\text{-C(=O)-CH=CH}_2$) is a low molecular weight, polar compound (Mw: 71 g/mol; logP: 0.67) that can be analyzed by either gas chromatography or high performance liquid chromatography. For gas chromatographic separation, acrylamide must be derivatized [9], but this is not necessary for the liquid chromatographic measurement.

¹ ÉMI-TÜV SÜD Kft.

An HPLC-MS/MS method is specified by the standard for the determination of acrylamide [8]. In the case of HPLC separation, however, it might present a problem that conventional RP-HPLC columns have essentially no retention for acrylamide. The standard recommends a porous graphitized carbon-based stationary phase (PGC, Hypercarb™), with adequate retention for acrylamide in 100% aqueous eluent (0.1%, v/v, acetic acid in water) [8]. The retention factor is $k'=4$, measured with a 100% aqueous eluent. The retention of other RP-HPLC columns for acrylamide is practically negligible, but even if it were higher, it would be only when using a 100% aqueous eluent. High water content eluents greatly reduce ionization during ESI ionization, as the more water there is in the mobile phase, the less efficient the evaporation and drying of the eluent in the ion source is. Thus, fewer ions are produced in the ion source, which reduces the sensitivity and deteriorates the limit of quantification that can be achieved for the compound [10].

During sample preparation according to the standard, samples are extracted with water and the extract is first purified by multimode (anion and cation exchange in the same cartridge) solid phase extraction (SPE). The extract passed through the SPE column is then further purified by an ENV+ SPE column, having a retention for acrylamide, which can be eluted by a methanol/water mixture. Elution from the SPE column is followed by evaporation and redissolution. Taking into consideration the two SPE steps and the slow evaporation of the aqueous methanol, the conclusion can be drawn that this is a costly and time consuming sample preparation. In the case of coffee samples, the test standard even requires fat removal using hexane [8].

3.1. Determination of acrylamide by a HILIC-MS/MS method

Due to the polar nature of acrylamide, it may have a retention on a HILIC column. However, being a small molecule, its interaction with the stationary phase is limited, so careful selection of the appropriate HILIC column is important in order to meet the minimum chromatographic condition of $k' \geq 1$, also prescribed by Commission Decision 2002/657/EC [11]. If this condition is met by adequate HILIC separation, then the separation can be performed with a mobile phase that is high in acetonitrile, compared to RP-HPLC. This aqueous eluent containing a large amount of acetonitrile results in a high ionization efficiency and effectively increases the sensitivity of the method.

In our experiments, several HILIC columns were tested in order to achieve acceptable retention for acrylamide [12]. However, adequate retention was only achieved with an eluent having a very high acetonitrile content, which made method development difficult since, accordingly, the solvent of the samples to be tested also had to be high in organic solvent. The final choice

was the TSKgel Amide-80 type column [12]. The stationary phase of the TSKgel Amide-80 contains carbamoyl groups, resulting in unique retention between the completely porous stationary phase and the polar target components. On the TSKgel Amide-80 column, $k' \geq 1$ could be achieved with 95% (v/v) acetonitrile, while for the other columns, 98% (v/v) acetonitrile was required in the eluent to achieve this. On the TSKgel Amide-80 column, with a mobile phase of water and acetonitrile (5/95, v/v) containing 0.1% (v/v) formic acid and 1 mM ammonium formate, the retention factor of acrylamide was found to be 1.14 (Figure 1).

Sensitivity was decreased by an eluent with a higher ammonium formate content (>1 mM), while it was not increased further by a higher acid content (>0.1%, v/v). Compared to the high water content (95%, v/v) eluent, the limit of detection was decreased by 1 order of magnitude by the mobile phase containing a large amount of acetonitrile during ESI-MS/MS detection. This allowed for the dilution of the sample and the omission of the SPE steps during the sample preparation, which led to the so-called dilute-and-shoot procedure. In dilute-and-shoot methods, following the extraction of the sample, the extract is diluted with an isotope-labeled internal standard, which is then injected into the LC-MS/MS instrument [10].

In the case of the HILIC separation, it is important that the composition of the solvent of the sample injected is the same as that of the eluent, and is not stronger than it. Thus, the large solvent excess aqueous extraction in the standard cannot be used. This is because the aqueous extract would have to be diluted further with acetonitrile before injection. This, in turn, would increase the limit of quantification (LOQ) due to the further dilution of the sample by at least a factor of ten. Acetonitrile is a good solvent for acrylamide and is therefore often used to extract food samples. A particular advantage of acetonitrile extraction is that it is a solvent compatible with the HILIC system, which means that the extract can be injected directly into the HILIC-MS/MS system after acetonitrile extraction and filtration. An additional advantage of acetonitrile extraction compared to 100% aqueous extraction is that proteins and fats are precipitated and salts are not dissolved in high concentrations by acetonitrile, so that removal of these matrices from the sample during solid-liquid extraction is easily accomplished. Examining the appropriate extraction medium by an experimental plan, it was found that the highest amount of acrylamide can be extracted from naturally contaminated gingerbread using an acetonitrile – water – formic acid (69/30/1, v/v/v) mixture [12]. Gingerbread was an ideal sample matrix because due to its composition (honey, sugar, protein, starch) it may contain large amounts of acrylamide formed by heat treatment. Accordingly, the limit value for gingerbread (800 µg/kg) is high [6]. One of the typical areas of HILIC separation is the determination of sugars in foods [1], so using HILIC,

the sugars remaining in the sample can also be separated from the acrylamide, as they do not elute on the HILIC phase with 95% (v/v) acetonitrile.

The extract of the sample extracted with the above-mentioned extraction mixture cannot yet be injected following centrifugation and syringe filtration, because it still has a high water content. Therefore, before injection, the extract must be diluted 1:1 (v/v) with acetonitrile. In the case of dilute-and-shoot methods, a large number of matrix compounds elute in the dead time in high concentrations, so it is advisable to use a diverter valve between HPLC and the MS/MS instrument to divert the components eluting at the dead time to a waste solvent collection tank, thus avoiding the contamination of the ion source. Figure 1 shows that between minutes 3 and 5, the detector baseline drops to zero, because there is no input current to the MS/MS instrument. When extracting 2.0 g of the sample with 20 ml of extraction medium, and then diluting the decanted sample in a 1:1 (v/v) ratio with acetonitrile, the total dilution of the sample is 20-fold. The detection limit of the LC-MS/MS instrument used by us is 1 ng/ml for acrylamide, so without component loss during sample preparation, an LOQ of ~20 µg/kg can be achieved in the samples, which can be further reduced using more sensitive MS/MS systems. The accuracy of the method is 101% for naturally contaminated samples (crispbread) and 101% to 105% for spiked gingerbread samples (RSD<7.2%) [12]. To verify the method, a coffee sample from a proficiency testing program was examined. 183 µg/kg acrylamide was detected in the coffee. The value declared for the proficiency testing program was 242 µg/kg for acrylamide. The calculated z-score was thus -1.2, which indicates a satisfactory analysis.

3.1.1. Advantages of the HILIC method

1. By omitting sample clean-up, both SPE steps in the standard can be dispensed with. This simplifies samples preparation, and only a solid-liquid extraction step and the dilution of the decanted sample is needed. Omission of the two SPE clean-up steps significantly reduces the cost of the analytical test, both in terms of the SPE columns and the solvents.
2. According to the standard, after the second SPE step, the solvent of the water-methanol sample eluate has to be evaporated. However, evaporation of the solvent of the acrylamide-containing sample results in the loss of the target component [9]. In the case of the HILIC method, this concentration step can be omitted, because the extract is only diluted, no sample enrichment is required.
3. The acetonitrile-water-formic acid extraction solvent mixture precipitates the proteins and fat in the samples, so there is no need for

the SPE step by which the proteins would be separated from the acrylamide, and fat removal with hexane is not required either. As acetonitrile is a HILIC compatible solvent, its use is optimal for both the extraction and the subsequent HILIC-MS analysis.

4. The mobile phase with 95% (v/v) organic solvent greatly increases ionization efficiency during ESI-MS/MS detection, and thus its sensitivity. This allows the use of the dilute-and-shoot procedure. Using isocratic elution, the analysis time is only 8 minutes [12]. The PGC column in the standard has a special stationary phase, its applicability is much more limited than that of a HILIC column, which can be widely used in other applications.
5. If an isotope-labeled internal standard of the target component is available and the sensitivity of the LC-MS/MS instrument allows the enrichment of the sample to be omitted, then the dilute-and-shoot procedure guarantees the simple, fast and cost-effective analysis of the target components in complex matrices [10]. HILIC-MS methods based on dilute-and-shoot procedures belong to a new trend in instrumental analytical chemistry, and their importance is constantly growing.

4. Determination of B vitamins in foods

Before the analysis of B vitamins, it should be clarified whether it is the analysis of the vitamin added to the food or whether it is necessary to determine the total vitamin content, including the original and added amounts. This is because naturally occurring B vitamins are present in the sample in a bound form, from which they can be released by hydrolysis or enzymatic sample preparation. In the present paper a method for the determination of the vitamin added to the samples is recommended.

Standards for the determination of B vitamins have been prepared separately for the each component, such as B1, B2, B6 etc. [13, 14, 15]. The reason for this is that to determine the total amount (naturally present and added) of a given vitamin (e.g., B1) a specific extraction is required during sample preparation. In addition, specific HPLC separation and detection, and for UV detection possible derivatization are required. If only the vitamins added to the sample are analyzed, their simultaneous multicomponent determination by RP-HPLC and an optical detector is still not feasible. Due to their polar nature, B vitamins can be measured conveniently by the HILIC method. Due to coelution interference and to determine vitamin B1, MS or MS/MS detection is required, resulting in the use of the HILIC-MS/MS coupled technique (Table 1). With this analytical solution, vitamins can be measured side by side,

and due to the high sensitivity, sample preparation is again limited to a solid-liquid extraction and a further acetonitrile dilution. Due to the hydrophilic nature of B vitamins, vitamins added to foods can be easily extracted with water. Due to the high concentrations (>0.06 mg/100 g), a large excess of solvent (20 ml water/1 g sample) can be used to extract B vitamins from solid samples, resulting in the complete extraction of added vitamins. In the case of liquid samples, samples may be further diluted with water and, at the end of sample preparation, with acetonitrile.

In the absence of isotope-labeled internal standards, the dilute-and-shoot procedure cannot be applied because the background cannot be compensated even at 100-fold sample dilution. Thus, matrix-free solvent calibration cannot be used for quantitative evaluation. The method thus requires matrix-matched calibration. This means that extracts of blank samples containing the target components below the limit of detection are spiked to certain concentration levels with vitamins, and these are used as calibration points [10]. This way the backgrounds of the sample and the calibration solutions are almost identical, and quantitative evaluation is not significantly affected by the background. It is important to note that matrix-matched calibration is only as accurate as the match between the matrices of the blank sample used for calibration and of the test sample. So with this calibration, the background cannot be compensated 100%, this can only be approximated. As an alternative solution, standard addition can be used, in which the test sample is spiked with vitamins, and the concentration of the non-spiked sample is calculated from the signal intensities measured in the spiked samples and the signal increase.

B vitamins can be measured well on silica HILIC stationary phases with a water-acetonitrile eluent containing 0.1% (v/v) formic acid (Figure 2), as they were detected in proficiency testing effervescent tablet and juice samples, as well as FAPAS breakfast cereal control samples by the HILIC-MS/MS method. Following dissolution of the effervescent tablet in water (4 g sample/200 ml), the sample was diluted 1:9 (v/v) with water, and then further diluted 1:9 (v/v) with acetonitrile. In the case of the juice, similarly to the effervescent tablet, it was first diluted with water and then with acetonitrile. In the proficiency testing program, vitamins B1, B2, B3, B5, B6 and B9 could be detected in the samples in amounts ranging from 0.058 mg/100 g to 5.44 mg/100 g (Table 2). All z-scores calculated for the measured values were in the -2 to +2 range, so they were acceptable. Concentrations of B vitamins detected in the FAPAS control sample were also within the acceptable range (Table 2).

5. Determination of lactose in foods

Milk sugar, also known as lactose, is a disaccharide type compound. Due to its hydrophilic properties,

it can be analyzed easily using HILIC separation. Since it does not have a proton function, it is not necessary to adjust the pH of the eluent. Lactose can be analyzed isocratically on a silica gel HILIC column with a mobile phase of acetonitrile-water (75/25, v/v) containing ammonium acetate (10 mM). With a refractive index (RI) detector, it is easy to measure lactose in milk, which is present in percent amounts (~ 4.5%), but for products marked "lactose-free" the limit value in Hungary is 0.1% (MSZ 1382/1-87). In Germany, the permissible lactose content is only 0.01% [16]. 0.1% in the sample corresponds to a lactose concentration of 1000 µg/ml or 1000 µg/g. If the dilution of the sample during sample preparation is taken into account, a lactose content of 0.01% to 0.1% can no longer be detected using a refractive index (RI) detector. This is when MS or MS/MS based detection can play an important role.

In the case of MS/MS detection, lactose can be measured as the acetate adduct $[M + CH_3COO]^-$ (401 *m/z*) with negative ionization (Figure 3). If a formate salt is used in the eluent, the formate adduct $[M + HCOO]^-$ parent ion is formed. The LOQ value of the HILIC-MS/MS instrument at the standard level is usually 0.1 µg/ml, i.e., four orders of magnitude lower than the Hungarian limit value. This allows for a high degree of dilution of the sample, which improves quantification in that background compounds eluting together with lactose do not greatly interfere with the ionization of lactose in the sample matrix (matrix effect). With this method, the fact of being "lactose-free" can be checked easily by extracting or diluting the sample with water and then further diluting the decanted sample with acetonitrile, and then filtering it before injection using a syringe filter. When analyzing milk, it is sufficient to dilute the sample with acetonitrile, which also removes the proteins and fats from the sample. After subsequent centrifugation and filtration, the sample can be injected directly into the HILIC-MS/MS system.

Another disaccharide, maltose, has the same mono-isotopic mass and structure as lactose (Figure 4). Thus, their ion transitions are the same, the MS detector cannot detect them on separate mass channels. However, measurement of the two sugars side by side is not difficult on an HILIC column, which, despite their similar structures, separates the sugars in the liquid phase using the above-mentioned eluent (Figure 3).

6. Determination of urea in feedstuffs

Urea ($(NH_2)_2CO$) is the diamide of carbonic acid and the end product of protein metabolism. Its molecular weight is 60 g/mol. Urea is also used as an additive in ruminant feeds. The maximum permitted urea content is 8,800 mg/kg [17]. However, its use is prohibited in the feeding of other animals (other than ruminants), and the feeds must not contain detectable amounts of urea [17]. The accuracy of

the official spectrophotometric test used to quantify urea [18] is only appropriate for the detection of high levels of urea, and the suitability of the method for the analysis of small amounts of the target component is questionable. In 2019, an inter-laboratory comparison, a proficiency testing (PT UREA-19/2) was organized by the research laboratory of the EU Joint Research Centre (JRC, Geel, Belgium), the main objective of which was to determine which of the available analytical methods are the most appropriate for the determination of urea in feeds produced for non-ruminants (compound feeds).

The laboratories participating in the proficiency testing program could use any technique available to them. The method recommended by the JRC is a HILIC-MS/MS analysis, based on the dilute-and-shoot procedure and the method of the Institute of Food Safety, Animal Health and Environment Laboratorium (BIOR, Riga, Latvia). During sample preparation, the samples are extracted with water containing formic acid (1%, v/v), and the decanted samples are diluted with acetonitrile and an isotope-labeled internal standard (urea- $^{13}C^{15}N_2$). Urea can be measured well on a HILIC silica gel stationary phase with a water-acetonitrile mobile phase containing 0.1% (v/v) formic acid (Figure 5). The urea concentrations detected in the three feed samples analyzed ranged between 260 mg/kg and 890 mg/kg (Table 3), and the samples in the last batch (batch J) did not contain detectable amounts of urea (< 50 mg/kg). Based on the proficiency test report, batch J contained 18.4 mg/kg urea, which was below our LOQ level. For batch Ca and batch G, the values assigned to the samples were 249 mg/kg and 935 mg/kg, respectively. Our z-scores calculated for the latter two samples were -0.2 and 0.2, respectively, which are adequate values.

7. Conclusions

The application of the HILIC technique has several advantages, only a few of which are mentioned in this paper. In addition to food analysis, the use of HILIC is also gaining ground in pharmaceutical and environmental analysis. For example, HILIC can be used to replace ion pair chromatography in the analysis of polar compounds with a proton function. HILIC-type separations are not among high resolution LC techniques, but by coupling the HILIC system with mass-selective detection, the signals of the components in the detector will be separable and polar target components can be analyzed with the high sensitivity mentioned above.

8. Acknowledgment

I started my work in the field of HILIC-type separations at the suggestion of Dr. Mihály Dernovics. I would like to express my thanks for his ideas and advice.

9. Literature

- [1] Fekete, J., Kormány, R., Fekete, Sz. (2017): Modern folyadékkromatográfia, KromKorm Kft., Budapest, Magyarország
- [2] Fekete, J. (2009): A folyadékkromatográfia újabb fejlesztési irányai HILIC, Merck Kft., Budapest, Magyarország
- [3] Tölgyesi, L., Kele, P., Torkos, K. (2010): Determination of Propylenethiourea, the Main Metabolite of Propineb, in Tomato by HILIC-MS, *Chromatographia* 71 p. 75-80
- [4] Tóth Kovács Bence (2018): Módszerfejlesztés tenuazonsav (TeA) meghatározására HILIC-ESI-Q3-MS műszeregyüttessel, Diplomamunka, Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Kar Alkalmazott Kémia Tanszék.
- [5] Sentkowska, A., Biesaga, M., Pyrzynska, M. (2016): Application of Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography for the Quantification of Flavonoids in Genista tinctoria Extract, *J. Anal. Methods Chem.* 2016; 2016: 3789348.
- [6] Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017 establishing mitigation measures and benchmark levels for the reduction of the presence of acrylamide in food, *Off. J. Eur. Commun.* (2017) L304/24. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R2158&from=EN> (Hozzáférés / Acquired 08.12.2019)
- [7] Szigeti, T.J. (2018): The acrylamide content of our foods – food safety aspects of a Maillard reaction product, *J. Food Invest.* 64 p. 1868–1881.
- [8] Az akrilamid meghatározása élelmiszerben folyadékkromatográfias tandem- tömegspektrometriával (LC-ESI-MS/MS), MSZ EN 16618:2015
- [9] Elbashir, A.A., Omar, M.M., Ibrahim, W.A., Schmitz, O.J., Aboul-Enein, H.Y. (2014): Acrylamide Analysis in Food by Liquid Chromatographic and Gas Chromatographic Methods, *Crit. Rev. Anal. Chem.* 44 p. 107–141.
- [10] Tölgyesi, Á., Fekete, J. (2017): Folyadékkromatográfias hármass kvadrupol rendszerű tandem tömegspektrometriai módszerek a gyakorlatban: példák élelmiszer- és bioanalitikai alkalmazásokra, *Kromatográfus különszám*, Gen-lab Kft., Budapest, Magyarország
- [11] Commission Decision 2002/657/EC (2002): Commission Decision of 12 August 2002 implementing Council Directive 96/23/EC concerning the performance of analytical methods and the interpretation of results, *Off. J. Eur. Commun.* L221/8.

- [12] Tölgyesi, Á., Sharma, V.K. (2019): Determination of acrylamide in gingerbread and other food samples by HILIC-MS/MS: A dilute-and-shoot method, J. Chromatogr. B Accepted manuscript.
- [13] A B1-vitamin meghatározása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával, MSZ EN 14122:2014
- [14] A B2-vitamin meghatározása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával, MSZ EN 14152:2014
- [15] A B6-vitamin meghatározása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával, MSZ EN 14164:2014
- [16] Erich, S., Anzmann, T., Fischer, L. (2012): Quantification of lactose using ion-pair RP-HPLC during enzymatic lactose hydrolysis of skim milk, Food Chem 135 p. 2393-2396.
- [17] Commission Implementing Regulation (EU) No 839/2012 of 18 September 2012 concerning the authorisation of urea as a feed additive for ruminants. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6f5ca6c0-0248-11e2-8e28-01aa75ed71a1/language-en> (Hozzáférés / Aquired 02.03.2020)
- [18] Commission Regulation (EC) No 152/2009 of 27 January 2009 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/72709682-c5e2-42a4-948d-1877344bb582/language-en> (Hozzáférés / Aquired 15.02.2020)

ÉLELMISZEREK AUTOMATA GYORSELEMZÉSE

Az európai törvények pontosan meghatározzák az Európai Unióban értékesített élelmiszerek címkéinek tartalmát. Az összetevők felsorolása, valamint a tárolási körülményekre, a származási helyre és a lejárat időre vonatkozó információk mellett szükséges az összes élelmiszer esetében a tápértéket is megadni.

Az egyik kötelező adat a termék fehérjetartalma. A különféle élelmiszerek fehérjetartalma a rapid MAX N exceed automata analizátorral felügyelet-mentes üzemmódban elemezhető. Néhány mérés eredménye látható a táblázatban. A homogenizált minták fehérjetartalmát és az eredmények szórását öt párhuzamos mérésből számolták.

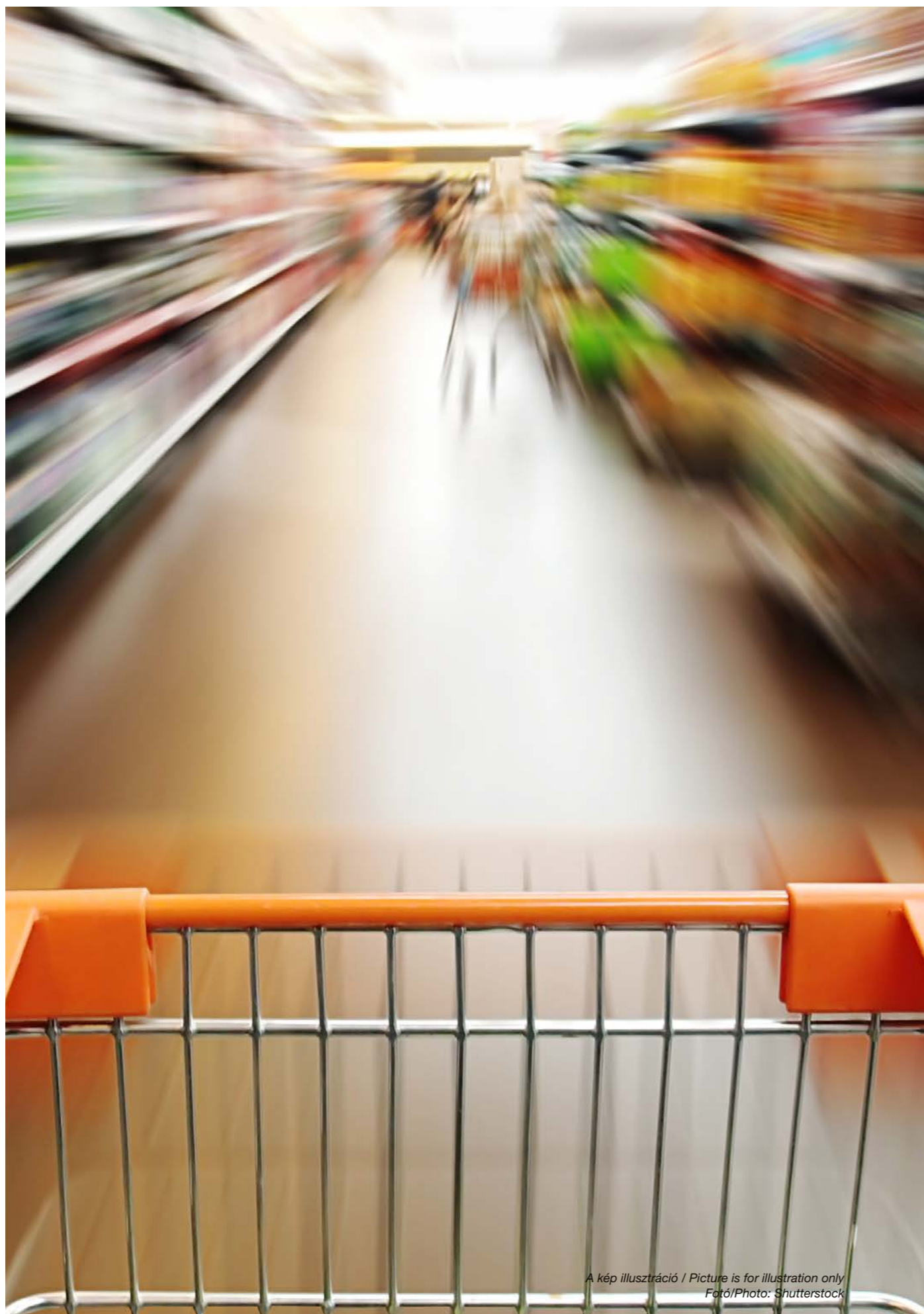
MINTA	BEMÉRÉS	MÓDSZER	FEHÉRJE-FAKTOR	FEHÉRJE %
főtt sonka	 500 mg	kolbász	6,25	21,1 ± 0,10
sertézsír	 250 mg	felvágott	6,25	3,42 ±
véreshurka	 450 mg	felvágott	6,25	13,1 ± 0,08
rozmaringos pogácsa	 500 mg	növény	6,25	41,6 ± 0,16
jégkrém	 1000 mg	jégkrém	6,38	2,91 ± 0,02
töltött sertésláb	 500 mg	felvágott	6,25	21,0 ± 0,20
csirkemellfilé	 650 mg	hús	6,25	18,9 ± 0,28
zöldséges burgonyagombóc	 600 mg	gabona	6,25	1,49 ±
zsemle	 500 mg	gabona	6,25	9,12 ± 0,09



A rapid MAX N exceed analizátor ideális választás a különféle élelmiszer minták fehérjetartalmának rutin meghatározásához. N/fehérje tartalom meghatározás néhány perc alatt, évekig stabil, minta-független kalibrációval, kivételesen alacsony karbantartással, amely lehetővé teszi a magas mintaszám feldolgozást felügyeletmentes automata üzemből, így az ipari minőség-ellenőrzés egyik ideális eszköze. A vonatkozó szabványok által előírt ismételtetés ill. szórás értékek biztonsággal teljesíthetők. Mintabemérés: 5 mL-es saválló acél tégelyekbe, előcsomagolás szükségessége nélkül, halmazállapot független mérési sorozatokkal. 10 éves kiegészítő garanciák a főegységekre.

 **elementar**
Analysensysteme GmbH.
EXCELLENCE IN ELEMENTS
D 63505 Langenselbold Elementar-Straße 1.
Tel: +49-6184-93930 web: www.elementar.de

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



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

Bognár Lajos¹, Dorkó Annamária², László Veronika², Fekete László², Szakos Dávid^{2,3}, Kasza Gyula²

Érkezett: 2020. április – Elfogadva: 2020. június

Az élelmiszerek kettős minőségének fogyasztói megítélése kérdőíves felmérés alapján

KULCSSZAVAK: kettős minőség, fogyasztói kutatás, kérdőíves vizsgálat, élelmiszerminőség, információs aszimmetria, élelmiszerjelölés

1. ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszerek kettős minősége, tehát az a jelenség, hogy különböző országokban azonos márkanév és/vagy nagyon hasonló csomagolás mellett eltérő minőségű/összetételű élelmiszerekkel találkozhatnak a vásárlók, az elmúlt évek egyik legtöbbet foglalkoztató kérdése volt az élelmiszerlánc területén. Az Európai Bizottság termék-összehasonlító és fogyasztói vizsgálatát megelőzve a NÉBIH már 2014 óta vizsgálja a kérdéskört többféle módszertan alkalmazásával. Cikkünkben az EU által is támogatott RCR-EFSQ CHAFEA projekt keretében végzett fogyasztói kutatás eredményeit mutatjuk be.

A kettős minőség témaköre hangsúlyosan van jelen a köztudatban. A magyar fogyasztók közel fele észlelt már konkrét különbséget az azonos márkájú, Nyugat-Európában és Magyarországon egyaránt kapható élelmiszerek között. Ötből három megkérdezett személy szerint a kettős minőség elfogadhatatlan, és tízből kilenc ember szerint fontos, hogy a kettős minőség fennállása esetén a gyártó a termékjelölésen tájékoztassa a fogyasztót. Egyértelműen szükséges tehát a kérdéskör hatósági szintű kezelése, nemcsak az irányelvmódosítás következtében jogszabályi szinten, hanem a fogyasztók tájékoztatása tekintetében is. A válaszadók véleménye alapján az esetleges különbségeket egyértelműen meg kell jelölni a termék csomagolásán. A kutatásunk során feltárt fogyasztói vélemények iránymutatást adhatnak a jövőbeli termék-összehasonlító vizsgálatok tervezéséhez, valamint a gyártóknak a helyzet fogyasztóbarát kezeléséhez.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Háttér

Bár az európai uniós jogszabályok nem tiltják, hogy a gyártók földrajzilag eltérő területeken eltérő összetételű termékeket hozzanak forgalomba, ez a gyakorlat mégis megkérdőjelezhető, hiszen megtévesztő lehet a vásárlók számára. A kettős minőség jelenségének létezésére a Szlovák Fogyasztók Egyesülete által közzétett – 2011-ben elvégzett – vizsgálati eredményei irányították rá a figyelmet. A felmérés során több tagállamban forgalmazott, azonos márkájú termékek különböző országokból – Németország, Ausztria, Csehország, Lengyelország, Szlovákia,

Magyarország, Romániában és Bulgária – származó mintáit hasonlították össze. A vizsgálat alapján kiderült, hogy a Nyugat-Európában forgalmazott élelmiszerekhez képest bizonyos szempontok szerint – pl. összetétel, érzékszervi tulajdonságok – a Kelet-Európában forgalmazott termékek azoktól eltérnek [1]. Az ismert adatok kapcsán a közép-kelet-európai régió országainak vezetői közösen léptek fel és kérték az Európai Uniót a jelenség kivizsgálására. Ezzel párhuzamosan az említett országokban több termék-összehasonlító vizsgálatot is lefolytattak, amelyek közül volt, amelyik igazolta a kettős minőség jelenségét, és volt, ahol nem találtak eltérést az összevetett termékek között [2]. Mindezek hatására Jean-Claude Juncker az Európai Bizottság akkori el-

¹ Agrárminisztérium, Élelmiszerlánc-felügyeletért Felelős Államtitkárság

² Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal

³ Állatorvostudományi Egyetem, Törvényszéki Állatorvostani, Jogi és Gazdaságtudományi Tanszék

nőke 2017. évi értékelő beszédében elítélte a kettős minőség gyakorlatának alkalmazását, nyilatkozata szerint az Európai Unión belül nem lehetnek „másodosztályú fogyasztók” [3]. A helyzet kivizsgálására az Európai Unió külön forrást biztosított a Közös Kutatóközpont (JRC) részére közös módszertan kidolgozása, valamint a további tagállami vizsgálatokra, fogyasztói szemléletformálásra. A JRC jelentése szerint bár tapasztalhatók eltérések, nem figyelhető meg földrajzi mintázat a tapasztalt eltéréseket illetően [4]. Az Európai Bizottság 2017 júniusában közreadta a tisztességtelen gyakorlatok hatékonyabb tagállami kezelését szolgáló útmutatóját [5], közösségi szinten pedig a fogyasztókkal szembeni tisztességtelen kereskedelmi gyakorlatokról szóló 2005/29/EK irányelv (UCPD) módosítására tették javaslatot. A javaslatot a „fogyasztóvédelmi csomag” (New Deal for Consumers) részeként tárgyalta a Tanács fogyasztóvédelmi és információs munkacsoportja, amelyet 2019 áprilisában fogadtak el. Ez alapján a kettős minőség fogyasztókat megtévesztő módon való alkalmazása tisztességtelennek minősül, ugyanakkor figyelembe veszi, hogy létezhetnek olyan objektív indokok, amelyek tekintetében tolerálható a kettős minőség jelenléte: nemzeti előírások, az alapanyagok elérhetősége vagy szezonális jellege, önkéntes vállalások, reformulációk az egészséges életmódot az átlagosnál jobban támogató élelmiszerek érdekében (például csökkentett cukor- vagy sótartalom) [6], [7], [8]. Az irányelv kettős minőségre vonatkozó elemének gyakorlatban való alkalmazhatósága azonban még további kutatómunkát igényel, amelynek fontos eleme a fogyasztói preferenciák megismerése [9].

2.2. Kettős minőség Magyarországon

A NÉBIH, mint az élelmiszerlánc-biztonság és élelmiszerminőség területén a vásárlók védelméért felelős hatóság, három hullámban folytatott termék-összehasonlító vizsgálatokat. Az első vizsgálat 2014-ben zajlott. E vizsgálat – kémiai analitikai és érzékszervi – eredményei alapján az elemzett 20 termékpárból (magyar és osztrák) 10 termék esetében regisztráltak különbséget (ebből 7 esetben az osztrákot találták jobb minőségűnek, 3 esetben pedig a magyart) [10]. Ezt követően 2017 tavaszán (96 termékpár), illetve 2017 nyarán (39 jellemzően szezonális termékpár) végeztek mintavételt. A tavaszi vizsgálat termékpárjai közül 51 esetben azonos márkájú, azonos külső megjelenésű és azonos összetételű termékeket vetettek össze, ennek ellenére 27 esetben érzékszervi különbséget állapítottak meg. 25 termékpár esetében a márka és a külső megjelenés azonos volt, viszont összetételükben már regisztrálható különbség mutatkozott a csomagoláson feltüntetett jelölés alapján. Az érzékszervi teszt során e kategóriánál a 25-ből 19 alkalommal tapasztaltak eltérést. A többi termékpár esetében nem volt konkrét azonosság csak hasonló külalakkal vagy névvel kerültek forgalomba az összehasonlított termékek a különböző országokban. Ez utóbbi esetben a 20 termékpárból 19-nél figyeltek meg érzékszervi vagy összetételi, illetve érzékszervi és összetételi különbséget [11]. Az ugyanezen év nyarán vizsgált 39 termékpár csaknem harmadánál regisztráltak összetételbeli vagy érzékszervi eltérést [12].

2.3. Fogyasztói vizsgálatok az élelmiszerminőség területén

Míg a kettős minőség köztudatba kerülése óta a Bizottság utasítására számos termék-összehasonlító vizsgálatot hajtottak végre, és mutattak be, addig a kettős minőséggel kapcsolatos fogyasztói vélemények felmérése kevés tagállamban történt meg.

Szlovákiában 2018-ban 919 fő bevonásával végeztek fogyasztói felmérést a kettős minőség megítélésével kapcsolatban. Az eredmények alapján a kiadott kérdőíveket kitöltők 82%-a kifogásolta a kettős minőséget eredményező gyártói gyakorlatot. A válaszadók csaknem 43%-a már személyesen is tapasztalt a különbözőségeket Szlovákiában és külföldön egyaránt kapható termékek között, közel 30%-uk pedig ismert valakit, aki rendelkezik ilyen tapasztalattal. Leggyakrabban a hal, a hús és húskészítmények, a mosóporok és az édességek vonatkozásában észleltek eltérést [13].

A cseh élelmiszerlánc-felügyeletet ellátó hatóság 2016-ban végzett felmérést a fogyasztók körében,

amelyben 1019 fő vett részt. A felmérés szerint a fogyasztók 88%-át zavarja, sőt sértőnek találja, hogy a Nyugat-Európában kapható élelmiszerek összetételéhez képest eltérés tapasztalható a Csehországban kapható élelmiszerek esetében. A válaszadók mindössze 4%-a nyilatkozta ennek ellenkezőjét [14].

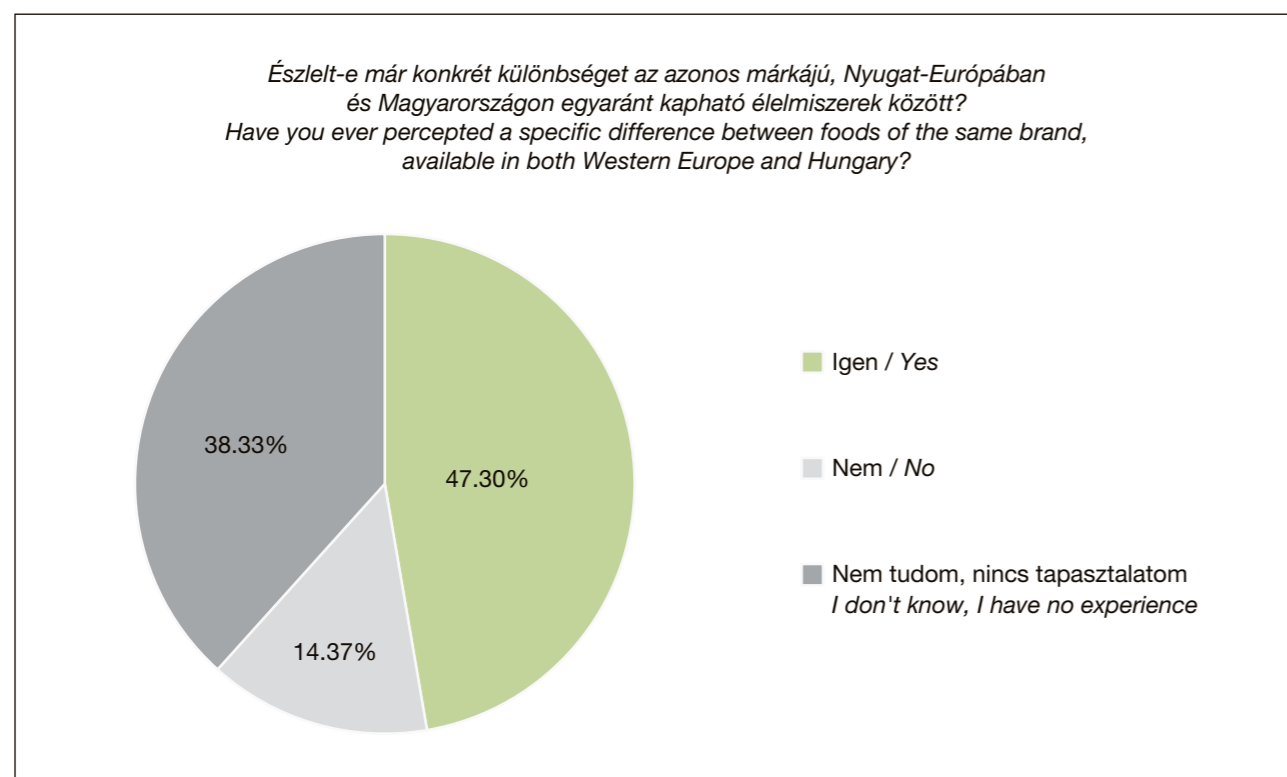
Az említett két felmérésen kívül további tudományos lektorált publikációk nem állnak rendelkezésre a nemzetközi szakirodalomban e területen.

2017-ben 1001 fő bevonásával Magyarországon elsőként a NÉBIH végzett fogyasztói felmérést a kettős minőség észleléséről, amelyből kiderült, hogy ez a kérdés a magyar lakosságot is foglalkoztatja. A felmérés eredményei azt mutatták, hogy minden második magyar állampolgár tapasztalt már különbséget az azonos márkájú, Nyugat-Európában és Magyarországon egyaránt kapható élelmiszerek minősége között. A válaszadók minden termék kategóriából számos példát kiemeltek, de leginkább az édesipari termékek esetében számoltak be jelentős eltérésekről, valamint gyakran említették a tejtermékeket és az üdítőitalokat is [15]. Kutatásunk során e munka

1. táblázat. A kitöltők tapasztalatai alapján kettős minőséggel érintett élelmiszer termék kategóriák a spontán említéseket összesítve (n=420)

Table 1. Food product categories affected by dual quality, based on the experience of the respondents, by summarizing spontaneous mentions (n=420)

Melyik élelmiszer termékeknél tapasztalt különbséget? In the case of which foods have you experienced differences?		
Kategória / Category	Említés (db) No. of mentions	Megoszlás (%) Distribution (%)
Csokoládé, édességek / Chocolate, sweets	240	30.69
Tej, tejtermékek / Milk, dairy products	82	10.49
Hús, húskészítmények / Meat, meat products	80	10.23
Nem élelmiszerek (pl. mosószer, öblítő) / Non-food (e.g., detergent, fabric softener)	80	10.23
Üdítőitalok, gyümölcslevek / Soft drinks, juices	73	9.34
Tartós élelmiszerek / Durable foods	54	6.91
Alkohol / Alcohol	34	4.35
Zöldségek, gyümölcsök / Fruits, vegetables	30	3.84
Gyorséttermek / Fast food restaurants	25	3.2
Kávé, tea / Coffee, tea	20	2.56
Pékáru, sütőipari termékek / Bakery products	16	2.05
Boltok, saját márkás termékek / Stores, own brand products	12	1.53
Készételek / Ready-to-eat foods	5	0.64
Snack / Snacks	3	0.38
Fagyasztott áruk / Frozen goods	3	0.38
Alap élelmiszerek / Basic foods	1	0.13
Egyéb / Other	24	3.07
Összesen / Total	782	100.00



1. ábra. Az „Észlelt-e már konkrét különbséget az azonos márkájú, Nyugat-Európában és Magyarországon egyaránt kapható élelmiszerek között?” kérdésre adott válaszok aránya
Figure 1. Proportion of answers to the question „Have you noticed specific differences between foods of the same brand available both in Western Europe and in Hungary?”

folytatását végeztük el abból a célból, hogy a kettős minőség hazai kezeléséhez részletesebb képet kapjunk a lakosság e témával kapcsolatos véleményéről, elvárásairól.

3. Kutatási módszertan

Az elemzés alapjául szolgáló adatok kvantitatív módszertannal készült kérdőíves fogyasztói felmérésből származnak. 2019. április 4. és 24. között összesen 1003 fő megkérdezésével készítettünk személyes interjúkat. A kérdőívben nyitott és zárt formátumú kérdések is szerepeltek, az attitűd-jellegű kérdések esetében 5 fokozatú Likert-skálát alkalmaztunk. A minta életkor, nem és lakóhely (NUTS 2 tervezési-statisztikai régiók) szerint reprezentatívnak tekinthető a teljes felnőtt korú magyar lakosságra nézve a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) 2016. évi mikrocenzus adatai alapján [16]. Az adatok statisztikai elemzését IBM SPSS Statistics 22.0 szoftvercsomaggal végeztük.

4. Eredmények

A kitöltők jelentős része (47,30%) észlelt már konkrét különbséget az azonos márkájú, Nyugat-Európában és Magyarországon egyaránt kapható élelmiszerek között, ugyanakkor a megkérdezettek 14,37%-a arról számolt be arról, hogy nem tapasztalt semmilyen eltérést, amikor alkalma nyílt összehasonlítani a különböző országokban kapható termékeket. Jelentős azon válaszadók aránya (38,33%), akiknek egyáltalán nincs ilyen jellegű tapasztalatuk (1. ábra).

Vizsgáltuk, hogy a fogyasztók tapasztalatai alapján melyek a kettős minőséggel jellemzően érintett termék kategóriák. Hasonlóan a korábbi fogyasztói felmérés eredményeihez [15], a leggyakrabban említett termék kategória a csokoládé és más édességek volt (240 fő által említve). Ezt követte a tej és tejtermékek kategóriája 82 említéssel. Érdekes, hogy bár a kérdésünk élelmiszerekre vonatkozott, az említések

gyakorisága alapján a harmadik helyen a hús és húskészítmények kategóriája osztozik a nem élelmiszer jellegű termékek (mint például mosószer, öblítő) kategóriájával (80-80 említés) (1. táblázat).

Azokban az esetekben, ahol konkrét termék esetén említettek eltérést a fogyasztók a külföldön és itthon is kapható azonos termékek kapcsán, a külföldi gyártású termékek 95,71%-ban bizonyultak jobbnak a válaszadók megítélése alapján (2. táblázat).

A megkérdezettek 59,84%-a szerint nem fogadható el, ha egy gyártó azonos márkanév alatt eltérő minőségű élelmiszereket hoz forgalomba különböző országokban, míg valamivel több mint egyharmaduk (37,28%) ezt csak abban az esetben tartja elfogadhatónak, ha a gyártó egyértelműen jelöli a különbséget. A válaszadók elenyésző része (2,88%) képvisel megengedő álláspontot ezzel kapcsolatban, szerintük ez a jelenség természetes (2. ábra).

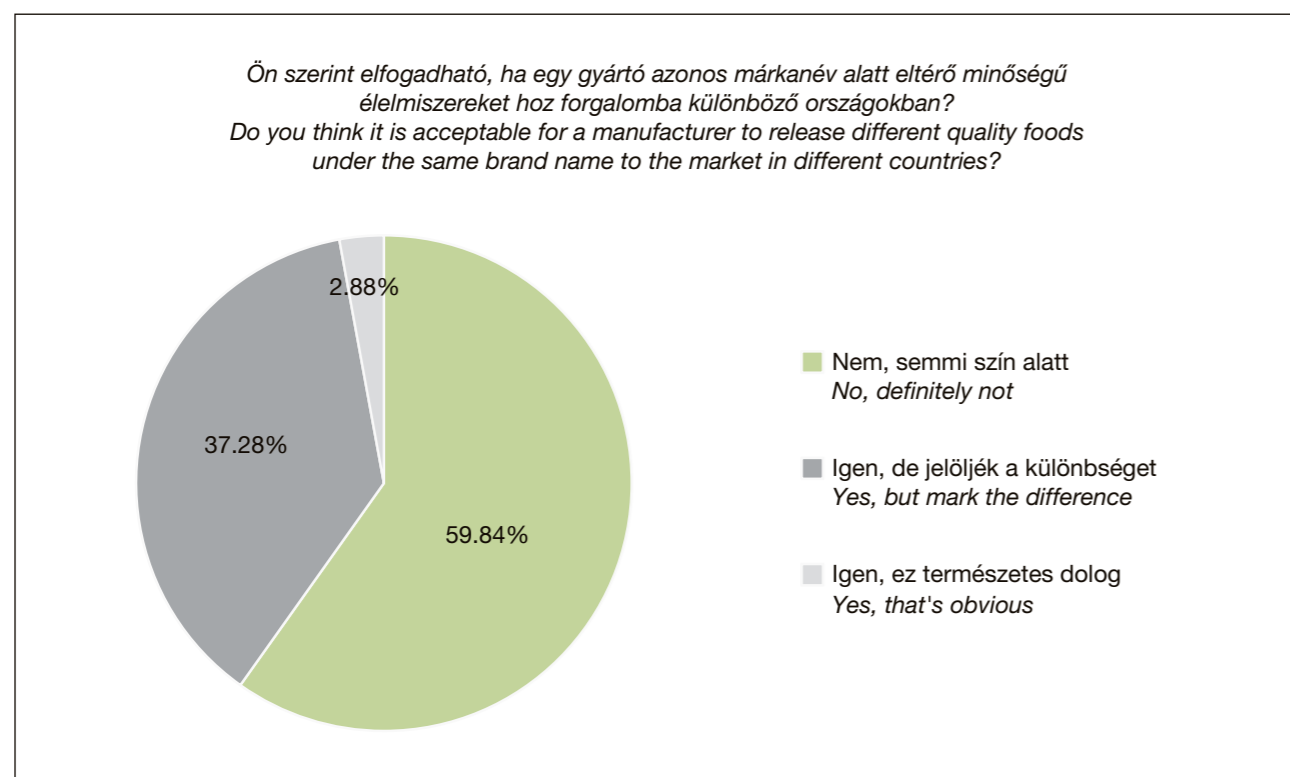
A tisztességes vállalkozók irányában támasztott elvárások megismerése érdekében felmértük, hogy mely gyártói gyakorlatokat találják megtévesztőnek a fogyasztók. A válaszadók egyértelműen megtévesztőnek tartják (96,24%), ha két országban úgy hoznak forgalomba eltérő minőségű élelmiszert, hogy azok márkanéve és csomagolása is azonos. Sokak szerint (65,64%) az is félrevezető lehet, ha az eltérő minőségű élelmiszert eltérő márkanév alatt, de nagyon hasonló csomagolásban hozzák forgalomba (3. ábra).

A minőség mindenki számára mást jelent, amely az élelmiszerek esetében fokozottan igaz állítás. A következő kérdéssel igyekeztünk képet kapni arról, hogy a fogyasztók szerint mely tényezők különbözősége eredményezhet leginkább eltérő minőséget. Az eredmények alapján nem tudunk markáns sorrendet felállítani, a kérdőívben szereplő valamennyi jellemző magas átlagpontoszámot ért el: ízbeli eltérés (4,42), összetevők listájában való eltérés (4,33), összetevők mennyiségében való eltérés (4,28), állagbeli eltérés (4,27), színbeli eltérés (4,06), amely alapján arra következtethetünk, hogy valamennyi minőségi tényező lényeges a fogyasztók számára (4. ábra).

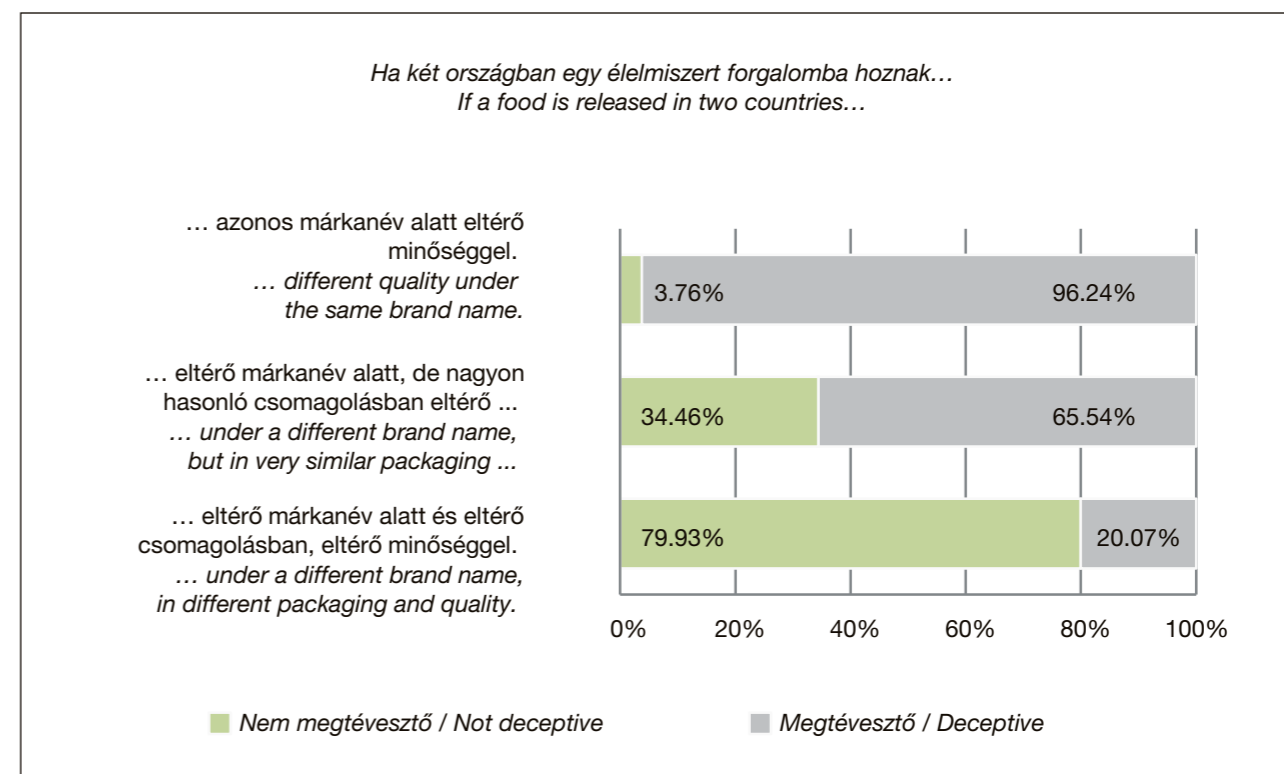
A fogyasztók elvárják, hogy a gyártók jelöljék, ha különböző országokban azonos márkanév alatt eltérő minőségű élelmiszereket hoznak forgalomba (5. ábra). Erre leginkább megfelelő megoldás szerintük a csomagoláson feltüntetett pontos leírás lenne (4,35), ezt követi a logó és a felirat együttes alkalmazása (3,99). Ezek együttes alkalmazását jóval megelégedőbbnek találták, mint csak a feliratot (3,68) vagy csak a logót (3,56) önállóan. Elfogadható módszerként szolgálhat továbbá, ha a terméken elhelyezett figyelmeztető jelzés mellett az interneten elérhető az eltérés részletes leírása (3,94). Jellemzően elutasították azt a megoldást, amikor a csomagoláson nem szerepelne jelölés, csak az interneten lennének elérhető az információk (1,84) (6. ábra).

2. táblázat. A „Ha észlelt különbséget azonos márkájú, Nyugat-Európában és Magyarországon egyaránt kapható élelmiszerek között, melyiket találta jobb minőségűnek?” kérdésre adott válaszok megoszlása
Table 2. Distribution of the answers to the question „If you noticed a difference between foods of the same brand available both in Western Europe and in Hungary, which one did you find to be of better quality?”

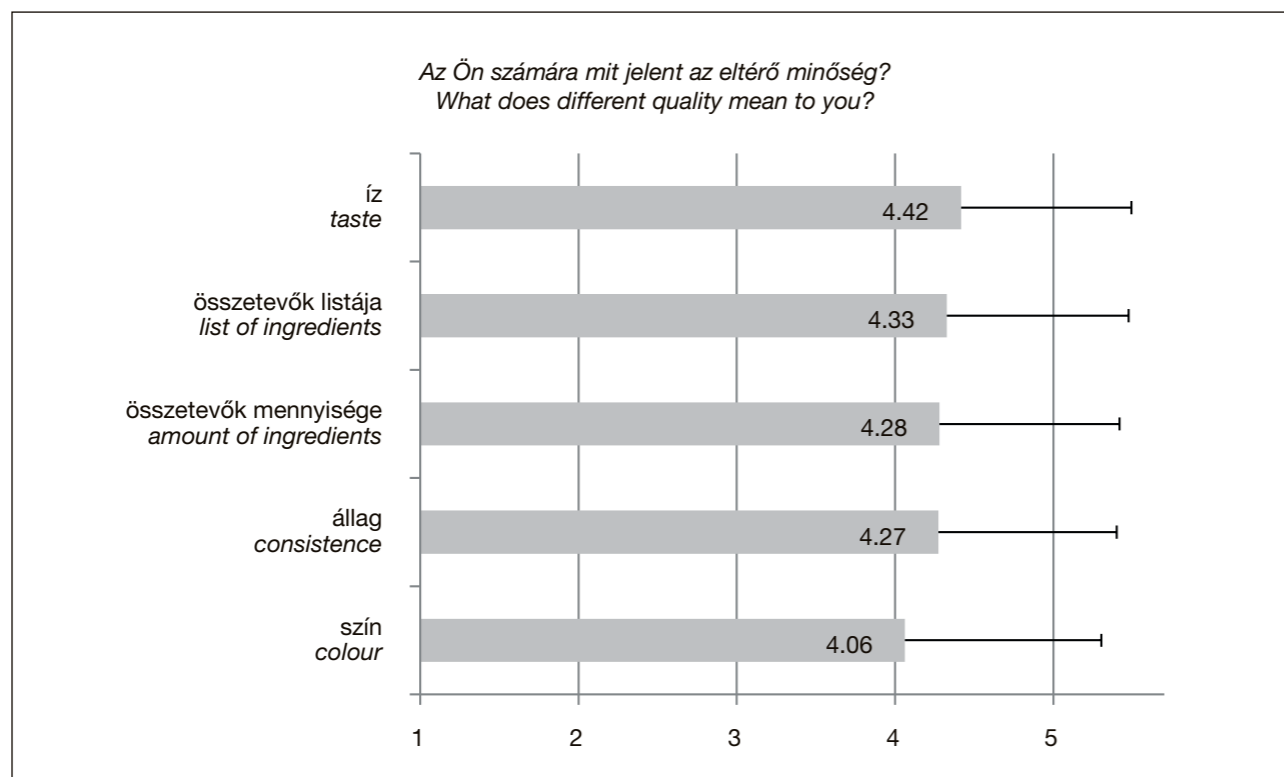
	Összesen (db) Total number	Megoszlás (%) Distribution (%)
Jobb a külföldi / Foreign is better	67	95.71
Jobb a magyar / Hungarian is better	3	4.29
Összesen / Total	70	100.00



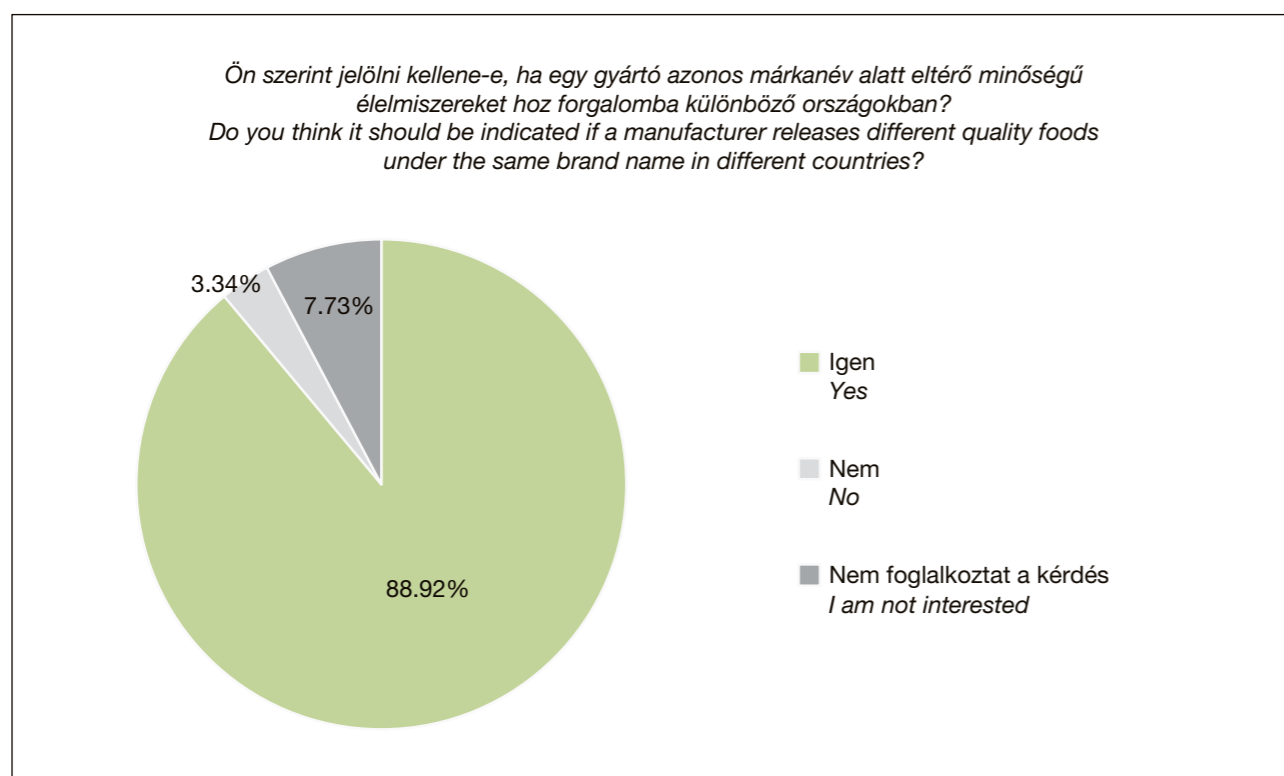
2. ábra. Az „Ön szerint elfogadható, ha egy gyártó azonos márkanév alatt eltérő minőségű élelmiszereket hoz forgalomba különböző országokban?” kérdésre adott válaszok megoszlása
Figure 2. Distribution of the answers to the question „Do you think it is acceptable for a manufacturer to market different quality foods under the same brand name in different countries?”



3. ábra. A válaszadók szerint megtévesztőnek vélt gyártói magatartás
Figure 3. Manufacturing practices considered to be misleading by respondents



4. ábra. Eltérő minőséget eredményező tényezők a válaszadók szerint
Figure 4. Factors resulting in different quality according to respondents



5. ábra: A fogyasztók elvárásai a kettős minőség tényének jelölésével kapcsolatban
Figure 5. Consumer expectations regarding the indication of the fact of dual quality

5. Következtetések

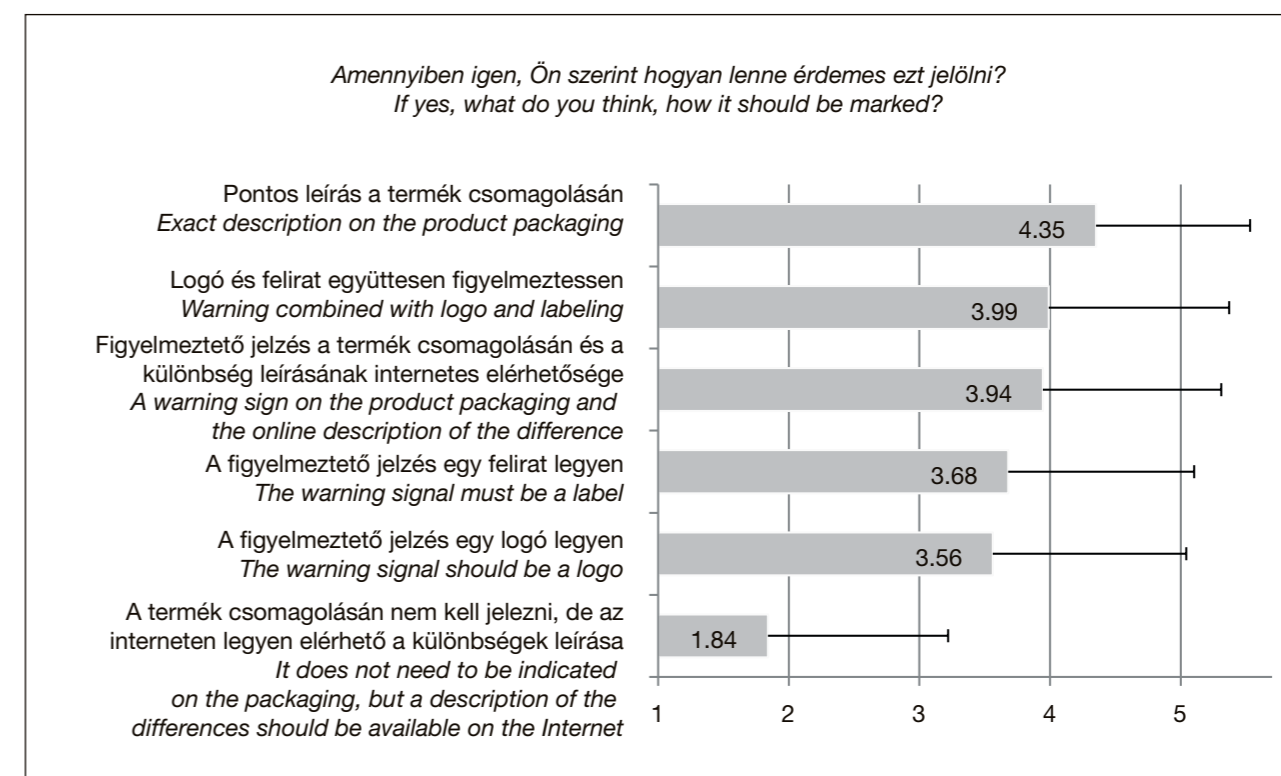
A kutatás fontos tapasztalata, hogy a válaszadók jelentős többsége megtévesztőnek találja, ha a gyártók különböző országokban eltérő márkánév alatt, de nagyon hasonló csomagolásban hoznak forgalomba eltérő minőségű élelmiszert. Ezzel kapcsolatban a fogyasztók állami fellépést sürgetnek, és elvárják az egyértelmű tájékoztatást a termékjelölésben. Ugyanakkor méltányolni kell azokat a technikai szempontokat is (pl. földrajzilag diverzifikált beszerzési és termelési rendszer, nemzeti szintű szabályozásnak vagy dokumentáltan eltérő fogyasztói ízléseknek való megfelelés), amelyek eltérő minőséghez vezetnek, de céljuk egyértelműen nem az egyes országok fogyasztóinak hátrányos megkülönböztetése. Mindezek a szempontok körültekintő gyakorlati szabályozást indokolnak. Ennek részeként objektív hatósági vizsgálatokra van szükség, amelynek eredményeit a témával kapcsolatos szakmai és fogyasztói kommunikációval is ki kell egészíteni.

6. Köszönetnyilvánítás

A kutatás a NÉBIH Európai Unió támogatásával és társfinanszírozásával megvalósuló projektjének keretében zajlott le (támogatási szerződés száma: 811235 - RCR-EFSQ - CONS-CPC-JA, projekt címe: Megerősített fogyasztói jogok az élelmiszerbiztonság és minőség fokozása érdekében).

Hivatkozott jogszabály:

2005/29/EK: Az Európai Parlament és a Tanács 2005/29/EK irányelve (2005. május 11.) a belső piacon az üzleti vállalkozások fogyasztókkal szemben folytatott tisztességtelen kereskedelmi gyakorlatairól, valamint a 84/450/EGK tanácsi irányelv, a 97/7/EK, a 98/27/EK és a 2002/65/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvek, valamint a 2006/2004/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet módosításáról („Irányelv a tisztességtelen kereskedelmi gyakorlatokról”)



6. ábra. Különböző országokban kapható azonos márkájú termékeken az eltérő minőség válaszadók által preferált jelölési módjai
Figure 6. Consumers' preferred methods of indicating the different quality of products available under the same brand name in different countries

Lajos Bognár¹, Annamária Dorkó², Veronika László², László Fekete²,
Dávid Szakos^{2,3}, Gyula Kasza²

Received: April 2020 – Accepted: June 2020

Consumer perception of dual food quality based on a questionnaire survey

KEYWORDS: dual quality, consumer research, questionnaire survey, food quality, information asymmetry, food labeling

1. SUMMARY

The dual quality of foods, i.e., the phenomenon that consumers find foods of different quality or composition in different countries under the same brand name and or with very similar packaging, has been one of the most pressing issues in the food chain in recent years. Predating the product comparative and consumer studies of the European Commission, the National Food Chain Safety Office has been investigating the issue since 2014 using several methodologies. In our article, the results of the consumer research carried out within the framework of the RCR-EFSQ CHAFAEA project also supported by the EU.

The issue of dual quality is given special attention in public perception. Nearly half of Hungarian consumers have noticed specific differences between foods of the same brand, available both in Western Europe and in Hungary. Three out of five respondents said that dual quality was not acceptable, and nine out of ten said that it was important for the manufacturer to inform the consumer about dual quality on the product label if there is such a phenomenon. Therefore, there is a clear need to address this issue at an official level, not only at a legal level as a result of the amendment of the directive, but also in terms of consumer information. Based on the opinion of the respondents, any differences should be clearly indicated on the packaging of the given product. The consumer opinions revealed in our research can provide guidance for the design of future product comparative studies, as well as for the consumer-friendly handling of the situation by manufacturers.

2. Literature review

2.1. Background

Although EU legislation does not prohibit manufacturers from marketing products with different compositions in different geographical areas, this type of practice is still questionable, as it can be misleading for consumers. Attention to the existence of the phenomenon of dual quality was drawn by the results of a study published in 2011 by the Slovakian Consumers' Association. During the study, samples of

products from different countries (Germany, Austria, the Czech Republic, Poland, Slovakia, Hungary, Romania and Bulgaria), marketed in several member states under the same brand name, were compared. The study found that, compared to foods marketed in Western Europe, in certain respects, such as composition or organoleptic properties, the ones marketed in Eastern Europe were different [1]. Based on the presented data, the leaders of the countries of the Central and Eastern European region took joint action and requested the European Union to investigate this phenomenon. At the same time, several

product comparative studies were carried out in the above-mentioned countries, some of which confirmed the existence of dual quality, while in other countries no differences were found between the products compared [2]. As a result, Jean-Claude Juncker, then president of the European Commission, condemned the practice of dual quality in his 2017 annual report, saying that there could be no "second-class consumers" within the European Union [3]. To investigate the situation, special funding was provided by the European Union to the Joint Research Center (JRC) to develop a common methodology, as well as for further research in the member states and raising consumer awareness. According to the report of the JRC, although there were differences between the countries, no geographical pattern could be observed in these differences [4]. In June 2017, the European Commission published its guidance regarding more efficient handling of unfair practices by member states [5], and at the community level the amendment of the Unfair Commercial Practices Directive 2005/29/EC (UCPD) was proposed. The proposal was discussed as part of the New Deal for Consumers by the Working Group of the Council on Consumer Protection and Information, and it was adopted in April 2019. Based on this, the use of dual quality in a way that misleads consumers is unfair, however, it takes into account that there may be objective reasons for tolerating the existence of dual quality: national standards, availability or seasonality of raw materials, voluntary commitments, reformulations for foods that support a healthy lifestyle more than usual (such as reduced sugar or salt content) [6], [7], [8]. However, the practical applicability of the dual quality element of the guideline requires further research, an important part of which is learning about consumer preferences [9].

2.2. Dual quality in Hungary

Product comparative studies were conducted in three waves by the National Food Chain Safety Office (NFCSO), the authority responsible for consumer protection in the field of food chain safety and food quality. The first study took place in 2014. Based on the chemical and organoleptic results of this study, differences were registered for 10 of the 20 product pairs (Hungarian and Austrian) analyzed, with 7 cases where the Austrian product was found to be of better quality and 3 cases where the Hungarian [10]. Subsequently, sampling was performed in the spring of 2017 (96 product pairs) and the summer of 2017 (39 typically seasonal product pairs). In the spring study, products of the same brand, appearance and composition were compared in 51 cases, but organoleptic differences were still found in 27 cases. In the case of 25 product pairs, the brand and the appearance were the same, but there was already a noticeable difference in their composition based on the packaging label. During the organoleptic test, differences were found in 19 of the 25 cases in this category. For the other product pairs, the products

were not 100% identical, they were only marketed with similar appearance or names in the different countries. In the last case, both of organoleptic or compositional, or both of organoleptic and compositional differences were observed in the case of 19 of the 20 product pairs [11]. In the summer of the same year, compositional or organoleptic differences were recorded for almost one third of the 39 product pairs examined [12].

2.3. Consumer research in the field of food quality

While plenty of product comparative studies have been carried out and presented on the instructions of the Commission since becoming aware of dual quality, consumer opinions regarding dual quality have only been surveyed in a few member states.

In Slovakia, a consumer survey was conducted in 2018 involving 919 people on the perception of dual quality. According to the results, 82% of those who completed the questionnaires issued objected to the manufacturing practice resulting in dual quality. Almost 43% of the respondents have already well experienced personally the differences between products available both in Slovakia and abroad, and nearly 30% knew someone who had such experience. Differences were most often observed in the case of fish, meat and meat products, detergents and confectionery [13].

A consumer survey was conducted by the Czech food chain supervisory authority in 2016, involving 1,019 people. According to the survey, 88% of consumers are bothered and even offended by the fact that there is a difference in the composition of foods available in Western Europe compared to foods available in the Czech Republic. Only 4% of the respondents stated the opposite [14].

In addition to the two surveys mentioned above, no other scientifically peer-reviewed publications are available in the international literature in this field.

In 2017, NFCSO was the first in Hungary to conduct a consumer survey on the perception of dual quality, involving 1,001 people, which revealed that this is also an issue of concern for the Hungarian people. The results of the survey showed that every second Hungarian citizen had already experienced differences in the quality of foods of the same brand, available both in Western Europe and Hungary. Respondents cited lot of examples from each product category, but mostly reported significant differences for confectionery products, while also mentioning frequently dairy products and soft drinks [15]. In the course of our research, we continued this work in order to get a more detailed picture of the opinion and expectations of the population on this topic for the treatment of dual quality in Hungary.

¹ Ministry of Agriculture, State Secretariat for Food Chain Supervision

² National Food Chain Safety Office

³ University of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Forensics, Law and Economics

3. Research methodology

The data on which the analyses are based are derived from a questionnaire consumer survey using a quantitative methodology. Personal interviews were conducted between April 4 and 24, 2019, by questioning a total of 1,003 people. The questionnaire included both open-ended and closed-ended questions, and a 5-point Likert scale was used for attitude-type questions. The sample can be considered representative of the entire adult Hungarian population in terms of age, gender and place of residence (NUTS 2 planning and statistical regions) based on the 2016 microcensus data of the Hungarian Central Statistical Office (KSH) [16]. Statistical analysis of the data was performed using the IBM SPSS Statistics 22.0 software package.

4. Results

A significant proportion of respondents (47.30%) have already noticed specific differences between foods of the same brand available in Western Europe and Hungary, however, 14.37% of the respondents reported that they had not experienced any difference when they had a chance to compare products available in different countries. There was also a significant proportion of respondents (38.33%) who had no such experience at all (Figure 1).

It was also examined which product categories are typically affected by dual quality, based on consumer experience. Similarly to the results of the previous consumer survey [15], the most frequently mentioned product category was chocolate and other sweets (mentioned by 240 people). This was followed by the category of milk and dairy products with 82 mentions. Interestingly, although our question was about foods, based on the frequency of mentions, the category of meat and meat products shares third place with the category of non-food products, such as detergents and fabric softeners (80 mentions each) (Table 1).

In cases where differences were mentioned by consumers for specific identical products available both abroad and in Hungary, foreign-made products proved to be better in 95.71% of the cases, based on the respondents' perception (Table 2).

According to 59.84% of the respondents, it is not acceptable for a manufacturer to market different quality foods under the same brand name in different countries, while slightly more than one third (37.28%) finds this acceptable only if the difference is clearly indicated by the manufacturers. A negligible portion of the respondents (2.88%) represents a permissive position in this regard, and according to them, this phenomenon is natural (Figure 2).

In order to understand the expectations for fair entrepreneurs, it was surveyed which manufacturing practices were found misleading by consumers. Re-

spondents found it clearly misleading (96.24%) when different quality foods are marketed in two countries under the same brand name and with identical packaging. According to many people (65.64%) it can also be misleading when foods of different quality are marketed under different brand names but in very similar packaging (Figure 3).

Quality means something different to everyone, a statement which is increasingly true in the case of foods. With the following question, we tried to get a picture of which factors, according to consumers, can lead to the biggest differences in quality. Based on the results, a pronounced order could not be established, since all the characteristics in the questionnaire received high average scores: difference in taste (4.42), difference in the list of ingredients (4.33), difference in the amount of ingredients (4.28), difference in texture (4.27), difference in color (4.06), which led to the conclusion that all quality factors are relevant to consumers (Figure 4).

Consumers expect manufacturers to indicate on the label when they market foods of different quality under the same brand name in different countries (Figure 5). According to them, the most appropriate solution would be an exact description on the packaging (4.35), followed by the combined use of the logo and the label (3.99). The combined use was found to be much more appropriate than either the label (3.68) or the logo (3.56) alone. It may also be an acceptable method to have a warning on the product and a detailed description of the difference available on the internet (3.94). Typically, the solution where there would be no label on the packaging and the information would only be available on the internet was rejected (1.84) (Figure 6).

5. Conclusions

An important finding of this research is that the vast majority of respondents finds it misleading when manufacturers market foods of different quality under different brand names but in very similar packaging in different countries. In this regard, consumers urge state action and expect clear information on the product labels. At the same time, technical aspects (e.g., geographically diversified sourcing and production systems, compliance with national regulations or documented differences in consumer tastes) that lead to different quality, but are clearly not intended to discriminate against consumers in individual countries, should be appreciated. Careful practical regulations are justified by these aspects. As part of this, objective authority investigations are needed, the results of which should be supplemented by professional and consumer communication on the subject.

6. Acknowledgment

This research was carried out within the framework of the NFCSO project supported and co-financed by

the European Union (grant agreement no.: 811235 - RCR-EFSQ - CONS-CPC-JA, project title: Reinforced consumer rights to enhance food safety and quality).

7. References

- [1] euractiv.com (2011). *Food products: 'Lower quality' in Eastern EU?* Elérhető: <https://www.euractiv.com/section/health-consumers/news/food-products-lower-quality-in-eastern-eu/Utoljára> (Hozzáférés / Aquired: 24. 04. 2020)
- [2] Bureau Europeen Des Unions De Consommateurs (BEUC) (2018). *Dual Product Quality Across Europe: State-Of play And The Way Forward Providing all of Europe's consumers with products of the fair quality they expect.* Elérhető: https://www.beuc.eu/publications/beuc-x-2018-031_beuc_position_paper_on_dual_quality.pdf (Hozzáférés / Aquired: 02. 05. 2020) ec.europa.eu (2017). *Jean-Claude Juncker elnök: Az Unió helyzete 2017.* Elérhető: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hu/SPEECH_17_3165 (Hozzáférés / Aquired: 20. 04. 2020)
- [3] JRC (2018). Results of an EU wide comparison of quality related characteristics of food products, EUR 29778 EN, *Publications Office of the European Union*, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-08569-0. Elérhető: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC117088/eur29778en_results_of_an_eu_wide_comparison_of_quality_related_characteristics_of_food_products.pdf (Hozzáférés / Aquired: 20. 05. 2020)
- [4] ec.europa.eu (2017). *Kettős élelmiszer-minőség: a Bizottság útmutatója a tisztességtelen gyakorlatok hatékonyabb tagállami kezeléséről.* Elérhető: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hu/IP_17_3403 (Hozzáférés / Aquired: 20. 05. 2020)
- [5] Lakner, Z., & Sarudi, C. (2004). Ways and deadlocks in the strategic development of the Hungarian food chain. *GAZDÁLKODÁS: Scientific Journal on Agricultural Economics*, 48(80-2016-594), 48-57.
- [6] Szakály, Z., Kovács, S., Pető, K., Huszka, P., & Kiss, M. (2019). A modified model of the willingness to pay for functional foods. *Appetite*, 138, 94-101.
- [7] Európai Bizottság (2019). *Dual Food Quality: Commission releases study assessing differences in the composition of EU food products.* Elérhető: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_19_3332 (Hozzáférés / Aquired: 20. 05. 2020)
- [8] Oláh, J., Kitukutha, N., Haddad, H., Pakurár, M., Máté, D., & Popp, J. (2019). Achieving sustainable e-Commerce in environmental, social and economic dimensions by taking possible trade-offs. *Sustainability*, 11(1), 89.
- [9] Magyar, I. (2014). *Nemzetközi élelmiszerárak országonként eltérő minőségpolitikájának komplex elemzése.* Budapesti Corvinus Egyetem: Budapest.
- [10] Nébih (2017). *2017 termék-összehasonlítás.* Elérhető: https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/323140/2017_termek-osszehasonlitas_infografika.png/300c24c9-6f2c-4a0a-bc54-f852e3f4fc61?t=1490783242181 (Hozzáférés / Aquired: 28. 04. 2020)
- [11] Nébih (2017). *Termék összehasonlítás 2017 Nyár.* Elérhető: https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21442/terme%cc%81k_o%cc%88sszehasonli%cc%81ta%cc%81s_2_nyari_vizsgalat.pdf/3beb72f0-820d-4869-a1ec-98b76e-75ad28 (Hozzáférés / Aquired: 20. 05. 2020)
- [12] Bartková, L. (2019). How do consumers perceive the dual quality of goods and its economic aspects in the European Union? An empirical study. *Problems and Perspectives in Management*, 17(3), 382.
- [13] Czech Agriculture and Food Inspection Authority (CAFIA) (2016). *Survey: Czech consumers require as quality foodstuffs as European consumers.* Elérhető: <https://www.szpi.gov.cz/en/article/survey-czech-consumers-require-as-quality-foodstuffs-as-european-consumers.aspx> (Hozzáférés / Aquired: 20. 05. 2020)
- [14] Nébih (2017). *A magyar vásárlók maguk is tapasztalják az élelmiszerek kettős minőségét.* Elérhető: <https://portal.nebih.gov.hu/-/a-magyar-vasarlok-maguk-is-tapasztaljak-az-elelmiszerek-kettos-minoseget> (Hozzáférés / Aquired: 20. 05. 2020)
- [15] KSH (2016). *Mikrocensus 2016 – 3. Demográfiai adatok.* Elérhető: http://www.ksh.hu/mikrocensus2016/kotet_3_demografiai_adatok (Hozzáférés / Aquired: 30. 04. 2020)



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

Guzel Alkhamova¹, Aleksandr Lukin¹, Elena Akulova¹

Érkezett: 2020. május – Elfogadva: 2020. július

Növényi adalékanyagok hatásának tanulmányozása liszt sütési tulajdonságaira és pékáruk minőségi mutatóira

KULCSSZAVAK: kenyér, sütőipari termékek, görögszéna, feketeköménymag-liszt, szteviozid, funkcionális élelmiszer

1. ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánk során a teljeskiőrlésű görögszénamag (*Trigonella foenum graecum* L.), a feketeköménymag (*Nigella sativa*), valamint a szteviozid (*Steviosides*) felhasználásával búzalisztból készült sütőipari termékek érzékszervi, fizikai és kémiai tulajdonságaira gyakorolt hatását vizsgáltuk.

A görögszéna és a feketekömény a bennük található hasznos komponensek széles skálája miatt, a szteviozidok pedig összetételüket tekintve hipoglikémiás, antimikrobiális, gyulladásgátló, anabolikus, antikoaguláns és antioxidáns tulajdonságokkal rendelkeznek. Munkánk célja funkcionális sütőipari termékek kifejlesztése, valamint olyan búzalisztból készült fehér kenyér minőségi mutatóinak a tanulmányozása volt, amelyben a búzaliszt egy részét görögszénával és feketeköménymag-liszttel, a répacukrot pedig sztevioziddal helyettesítettük. A következő mintákat vizsgáltuk: kontrollminta; minták a búzaliszt tömegére vonatkoztatva 2 és 2,5% görögszénamaggal, valamint 1 és 1,5% feketeköménymag-liszttel. A granulált répacukrot teljes egészében szteviozidra cseréltük.

2. Bevezetés

A növényi összetevők sütőipari termékekben történő felhasználása hozzájárul az új generációs funkcionális élelmiszerek kínálatának bővítéséhez.

2.1. Görögszéna (*Trigonella foenum graecum* L.)

A görögszéna a *Fabaceae* Lindl. családba tartozó egynyári lágyszárú növény, egyetlen függőleges, 40-70 cm magasságú, kissé elágazó szárral (**1. ábra**). Júniusban és júliusban virágzik, a gubó 9-15 cm hosszú, 3-5 mm vastag, enyhén szőrös vagy szőrtelen, és általában 10-18 magot tartalmaz. A magok sárgás színűek, nagy méretűek, rombikusak, jellegzetes, dióra emlékeztető alakzattal (**2. ábra**). A magok augusztusban és szeptemberben érnek. A görögszéna a Földközi-tenger keleti részéről származik, és az ókor óta ismert értékes takarmány, élelmiszer- és gyógynövény. Dél- és Közép-Európában, Indiában, Kínában, Dél-Afrikában, Etiópiában és Ameriká-

ban termesztik, aromás fűszerként és takarmányként egyaránt használják. A FÁK (Független Államok Közössége) államokon belül Ukrajnában és Kirgizisztánban termesztik.

Orosz- és egyéb országok kutatóinak a munkái szerint ez a növény számos hasznos összetevőt tartalmaz.

A görögszéna magja 20-30% metioninban, argininben, alaninban és glicinben gazdag, lizinben azonban szegény fehérjét, valamint legfeljebb 4% peptidet tartalmaz. A magban található peptidok kationos természetűek és markáns antimikrobiális és fungicid hatással bírnak [**1**].

A magok 45-60% szénhidrátot tartalmaznak, amelynek túlnyomó része (a teljes összetétel több mint 65%-a) galakturonsav, ami összehasonlítható a jól ismert, kereskedelmi mennyiségben előállított citrus- és almapektinnekkel [**2**].

¹ Dél-uráli Állami Egyetem (nemzeti kutatóegyetem), Cseljabinszk, Oroszországi Föderáció

A zsíros olajtartalom 7–10%, amelynek 65%-át semleges lipidek (ezek több mint 17%-a olajsavszármazék), 28%-át glikolipidek, 7%-át pedig fosfolipidek teszik ki. A görögyszénamag szteroid szaponinokban (akár 6%), valamint dioszgeninben, tigogeninben, jamogeninben és azok glikozidjaiban gazdag. Kis mennyiségben trigonellin alkaloidokat (0,3%), nikotinsavat (3,5–18 %), fitoszterolokat, keserű anyagokat, illóolajokat (0,3%), tanninokat, A, B₁ és C vitamint, ásványi anyagokat és egyébeket is találtak benne [3].

Kutatók egy csoportja által végzett tanulmányok bizonyították a görögyszéna antioxidáns és daganatellenes tulajdonságait. Ezeknek a vizsgálatoknak a nagy részét in vitro végezték különféle tumorsejt-vonalakon [4], [5].

2.2. Feketekömény (*Nigella sativa*)

A feketekömény (*Nigella sativa*) a boglárkafélék családjába tartozó egynyári lágyszárú növény, 10–40 cm magas, függőleges, elágazó szárral (3. ábra). Az egész világon termesztik fűszerként. A *Nigella sativa* magja fekete színű és általában piramis alakú. A magok 1,5–3 mm hosszúak, méretük, alakjuk és textúrájuk egyenletes [6].

Számos kutatási eredmény bizonyítja a *Nigella sativa* komponenseinek antioxidáns, antidiabetikus, immunmoduláló, hepatoprotektív, rákellenes és egyéb tulajdonságait [7].

A *Nigella sativa* antioxidáns tulajdonságait olyan, farmakológiaiailag aktív kinonok magyarázzák, mint például a timokinon, a ditimokinon, a timohidrokinon és a timol. Ezen vegyületek mindegyike antioxidáns és antimikrobiális tulajdonságokkal, valamint gyulladásgátló hatással rendelkezik, de csökkentik a vércukorszintet, és serkentik az immunrendszert, az emésztést is [8].

2.3. Szteviozid

A szteviozid a Stevia nemzetség növényeinek kivonatából származó glikozid. Francia vegyészek (M. Bridell és R. Livier) nyerték ki először 1931-ben. A sztívia (*Stevia rebaudiana*, magyar nevén jázminpálcóca – a szerk.) az őszirózsafélék (Compositae vagy Asteraceae) családjába tartozó évelő, lágyszárú növény, amely évente virágzik. A több mint 180 fajt magában foglaló *Stevia* nemzetségbe tartozik [9].

A szteviozidnak a szacharózhhoz képest számos előnye ismert:

- porának édességi koefficiense 180 egység;
- alacsony energiatartalom;
- vízben való oldhatóság;
- a répacukorhoz képest sokkal lágyabb édesség;

- fokozott édesség sókkal és szerves savakkal kombinálva;
- hosszabb hőkezelés esetén sem sötétedik;
- a mikroorganizmusok nem képesek lebontani;
- stabilitás magas hőmérsékleten (100 °C) és széles pH-tartományban (3-9) [10].

Számos tanulmány kimutatta, hogy a szteviozid rendszeres fogyasztása a testben megtalálható radioklódok mennyiségének és a vér koleszterin-koncentrációjának a csökkenéséhez vezet, hozzájárul a sejtregenerációhoz és a sebgyógyulást elősegítő vérkoagulációhoz, a neoplazma növekedésének gátlásához, a vérerek megerősödéséhez, valamint a lipid, fehérje és víz-só metabolizmus helyreállításához. A szteviozid megelőzi a hipoglikémiás és hiperglikémiás állapotok kialakulását, és jelentősen csökkenti a cukorbetegség inzulinszükségletét. A szteviozid antioxidáns hatással, immunomoduláló és baktericid tulajdonságokkal is rendelkezik [11].

3. Anyagok és módszerek

Kiindulási alapként a prémium búzalisztből készült fehér kenyér receptje szolgált. Adalékanyag gyanánt teljes kiőrlésű görögyszénamagot, feketeköménymag-lisztet és szteviozidot használtunk, az utóbbival helyettesítve a kontrollmintában található granulált répacukrot. A vizsgálati mintákhoz a görögyszénamagot és a feketeköménymag-lisztet a következő koncentrációkban adtuk: 2% görögyszénamag és 1% feketeköménymag-liszt a búzaliszt tömegére vonatkoztatva (1. minta), illetve 2,5% görögyszénamag és 1,5% feketeköménymag-liszt a búzaliszt tömegére vonatkoztatva (2. minta). Az 1. és 2. mintában a meghatározott mennyiségű granulált cukrot sztevioziddal helyettesítettük.

A görögyszénamagot 98-100 °C-os vízben áztattuk 10 percig. Ezután a vizet leengedtük, és a magokat a tésztahoz adtuk. A kapott mintákat 18±3 °C-on tároltuk.

A vizsgálatokat a sütés befejezését követő 14 órán belül végeztük el. A készterméket olyan érzékszervi mutatókra vizsgáltuk, mint a szín, az illat, az íz és a megjelenés. A termék nedvességtartalmát úgy határoztuk meg, hogy a termékmintát magas hőmérsékleten és atmoszférikus nyomáson kiszárítottuk. A módszer relatív hibája 0,5%, p = 0,95 konfidencia valószínűséggel.

A kenyér savasságának meghatározásához a mintában lévő savat nátrium-hidroxiddal fenolftalein jelenlétében semlegesítettük rózsaszín szín megjelenéséig.

A porozitást úgy határoztuk meg, hogy kiszámoltuk a bélzet pórustérfogatának és a bélzet teljes térfogatának arányát, százalékban kifejezve.

A gluténliszt tömegfrakciójának meghatározásához a glutént manuálisan kimostuk a tésztaból, majd lemértük a tömegét.

A glutén viszkoelaszticitását az IDK-3M (Gluten Deformation Meter) készülékkel mért vizsgálati eredmények alapján értékeltük. A vizsgálatokat a műszer gépkönyvében leírtak szerint végeztük el.

A glutén nyújthatóságát vonalzóval határoztuk meg.

Az élesztő kelesztőképességét egy, a tésztaból készített golyó felemelkedési idejének a mérésével határoztuk meg [12].

Minden mérést három ismétlésben végeztünk el. A statisztikai elemzést a Microsoft Excel XP és a Statistica 8.0 szoftvercsomag segítségével végeztük. Az adatok statisztikai hibája nem haladta meg az 5%-ot (95%-os konfidenciaszinten).

4. Eredmények és értékelésük

4.1. A növényi összetevők vizsgálata a liszt, a glutén és a keményítő sütési tulajdonságaira gyakorolt hatása tükrében

Kísérleteinkhez a legjobb minőségű búzalisztet választottuk, amelynek egy részét közepes rozslisztre cseréltük le. A rozsliszt-búzaliszt tulajdonságait az 1. táblázat tartalmazza.

Az első szakaszban megvizsgáltuk a görögyszéna, a feketeköménymag-liszt és a szteviozid rozsliszt-búzaliszt gluténjének minőségi mutatóira gyakorolt hatását (2. táblázat).

A dúsító összetevők 1:3 arányú keverése 100 g lisztre vonatkoztatva a rozsliszt-búzaliszt nyers gluténtartalmának jelentéktelen változásához vezetett a kontrollmintához képest, ez a minőséget nem befolyásolta szignifikánsan. Az élesztő kelesztőképességét a 3. táblázat mutatja be.

A 3. táblázat szerint a sütőélesztő kelesztőképessége a növényi összetevőkben található nagy mennyiségű tápanyagnak (B vitaminok, ásványi anyagok, cukrok stb.) köszönhetően a kontrollmintához képest a növényi összetevők hatására nőtt.

A glutén nyújthatóságának és viszkoelaszticitásának mutatóit a 4. táblázat tartalmazza.

A kapott eredmények azt mutatják, hogy a feketekömény, a görögyszéna és a szteviozid felhasználható a tészta tulajdonságainak javítására, különösen gyenge minőségű liszt alkalmazása esetén.

A kapott adatok ilyen módon igazolják a növényi összetevők pozitív hatását és alkalmazhatóságát a liszt sütési tulajdonságainak a javítására, ami kétségkívül

pozitív hatással lehet a termékek minőségére.

A 4. táblázat adatai azt mutatják, hogy a lisztben található glutén a növényi összetevők bevitelével közepesen nyújtható állagúvá vált. Az ilyen típusú gluténnek megfelelő a rugalmassága, és a legjobb minőségűnek tekinthető. Az ilyen lisztből sült kenyér kiváló minőségű: a tészta nem terül szét, formáját jól megtartja.

A kenyérsütés fontos technológiai tényezője a gyorsan ható (instant) élesztő (*Saccharomyces cerevisiae*) alkalmazása és biokémiai aktivitása, amelynek során a cukrok alkohollá és szén-dioxidá erjednek. Az élesztő életképessége és kelesztőképessége előfeltétele a félkész termék szerkezetének, illetve a kész sütőipari termék térfogatának és alakjának. E tekintetben meg kell vizsgálni a növényi összetevők hatását a sütőélesztő minőségi mutatóira.

A sajtolt sütőélesztő-minta jellemzőit az 5. táblázat mutatja be.

Az élesztő kelesztőképességét gyorsított módszerrel – a megkelő tészta emelkedési idejének meghatározásával – határoztuk meg. A tészta görögyszéna, feketeköménymag-liszttel és 7 g lisztből golyó alakúvá gyúrtuk. Azt az időt mértük meg, amely a tészta-golyó bemelegítése és felszínre emelkedése között telt el. A kapott eredményeket a 6. táblázat tartalmazza.

Az 5. táblázat szerint a növényi összetevők hozzáadása növelte a sütőélesztő kelesztőképességét a kontrollmintához képest, ami részben a növényi összetevőkben található nagy mennyiségű tápanyagnak köszönhető.

Így az 1. mintában a kontrollmintához képest 28,3%-kal nőtt a kelesztőképesség, a 2. mintában a kontrollmintához képest 23,9%-kal, a 3. mintában pedig a kontrollmintához képest 17,2%-kal. A táblázat azt sugallja, hogy minél több növényi összetevőt adunk a mintához, annál hosszabb ideig marad meg annak kelesztőképessége.

4.2. A késztermékek érzékszervi, fizikai és kémiai tulajdonságai

A 4. és 5. ábra a minták bélzetének megjelenését és állapotát mutatják. Az érzékszervi értékelés eredményeit a 7. táblázat tartalmazza.

A vizsgálati minták külleme megfelelő volt, jól fejlett porozitással, rugalmas bélzettel, kellemes fűszeres és dióféle illattal keserű íz nélkül, megfelelő színezetű héjjal annak ellenére, hogy a répacukrot sztevioziddal helyettesítettük. A vágási felületen láthatók voltak a vizsgálati mintában egyenletesen eloszló görögyszénamagok. A feketeköménymag-liszt hozzáadása miatt azonban a vizsgálati minták héja szürke színű volt, amit a fogyasztók ellenszenvesnek találhatnak. A héj szürke színét várhatóan semlegesíteni lehet azzal,

hogy receptben további komponensek hozzáadását írjuk elő. Ezen túlmenően a szteviozidnak édes utóíze van, amely szintén befolyásolhatja a fogyasztók választását. Ezért érdemesnek látszik csökkenteni a szteviozid mennyiségét a receptben.

Az 1. és 2. mintában a kontrollmintához képest a nedvességtartalom 0,7 illetve 1,3%-kal csökkent, a savasság 0,4 illetve 0,6 fokkal nőtt, a porozitás pedig 1 illetve 3%-kal csökkent (**8. táblázat**).

A nedvességtartalom csökkenése magyarázható a feketeköménymag-liszt magas vízmegkötő képességével. A tésztahoz adott víz mennyiségét növelni szükséges.

A vizsgálati minták savasságának növekedése a görögszénamagban és a feketeköménymag-lisztben található szerves savak és többszörösen telítetlen zsírsavak jelenlétével függ össze.

A vizsgálati minták porozitása az elfogadható határokon belül volt, és több ponttal meghaladta az ilyen típusú sütőipari termékekre vonatkozó minimumot. A vizsgálati minták porozitásának kontrollmintához képest történő csökkenésének több oka lehet: egyrészt a glutén tömegfrakciójának csökkenésével a tésztában található adalékanyagok és a búzaliszt tömege is csökken, másrészt a glutén szerkezeti és mechanikai tulajdonságai megváltozásnak a hozzáadott adalékanyagok hatására (ami egy további kutatási téma lehet).

Kiválasztottuk a legjobb mintákat, és meghatároztuk az egész görögszénamag és feketeköménymag-liszt optimális dózist: 1% feketeköménymag-liszt és 2% görögszéna a prémium lisztből készült kenyér lisztjéhez vonatkoztatva.

5. Következtetések

Az érzékszervi, fizikai és kémiai vizsgálatok eredményei alapján elmondható, hogy a görögszéna, a feketeköménymag-liszt és a szteviozid hozzáadásával készített sütőipari termék magas tápértékkel bír, és megfelel a legtöbb ember élettani szükségleteinek.

A növényi összetevők fizikai és kémiai tulajdonságainak tanulmányozása után bebizonyítottuk azok pozitív hatását a liszt és a sütőélesztő minőségi mutatóira, valamint a tészta olyan szerkezeti és mechanikai tulajdonságaira, mint például a síkér (a glutén térhálósodó szerkezete – a szerk.) szerkezetének a megerősítése, vagy a tészta gázképző képességének a növelése.

Az alábbi mintákat vizsgáltuk: kontrollminta; minták 2 és 2,5% görögszénamaggal; 1 és 1,5% feketeköménymag-liszt a búzaliszt tömegére vonatkoztatva, valamint a hozzáadott répacukor teljes lecserélése szteviozidra. A fizikai és kémiai vizsgálatok eredményei a vizsgálati minták nedvességtartalmának és a porozitásának enyhe csökkenését, valamint a savasság növekedését mutatták.

6. Köszönetnyilvánítás

A munkát az Orosz Föderáció Kormányának 211. sz. törvénye támogatta, szerződészsám: № 02.A03.21.0011.



1. ábra. Görögszéna (*Trigonella foenum graecum* L)
Figure 1. Fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L)



2. ábra. Görögszéna-mag
Figure 2. Fenugreek seeds



3. ábra. Feketekömény (*Nigella sativa*)
Figure 3. Black Cumin (*Nigella sativa*)



4. ábra. A kenyérminták külleme
Figure 4. Bread Samples Appearance



5. ábra. A kenyérminták bélzetének morzsalékos szerkezete
Figure 5. Structure of Bread Samples Crumb

1. táblázat. A rozs-búzaliszt sütőipari minőségi jellemzői
Table 1. Quality Indicators of Rye-Wheat Baking Flour

Minőségi jellemző / Quality Indicator	A minőségi jellemző értéke Quality Indicator Value
Íz / Taste	Jellemző rozs-búzaliszt, idegen, keserű íztől mentes Typical of rye-wheat flour, without foreign taste, not bitter
Szag / Smell	Jellemző rozs-búzaliszt, idegen, szagtól penésztől mentes Typical of rye-wheat flour, without foreign odors, not musty, not moldy
Nedvességtartalom % / Moisture, %	12.34 ± 0.17
Gázfejlesztési képesség cm ³ / Gassing ability, cm ³	1250.00 ± 0.21
A glutén rugalmassága IDK-3M egységekben Gluten viscoelasticity, IDK-3M units	73.0 ± 0.33
A glutén nyújthatósága cm / Gluten extensibility, cm	16.4 ± 0.09

2. táblázat. A sikér tömegaránya a rozs-búzalisztben a növényi eredetű összetevőkkel kiegészítve
Table 2. The Mass Fraction of Gluten in Rye-Wheat Flour Enriched with Plant Ingredients

Minta / Sample	Nyers gluténtartalom % Crude Gluten Content, %
Kontroll minta / Control	32.6 ± 0.22
1. minta (görögszénával) / Sample 1 (with fenugreek)	31.48 ± 0.31
2. minta (feketekömény-maggal) / Sample 2 (with black cumin flour)	31.43 ± 0.17
3. minta (szteviozidokkal) / Sample 3 (with stevioside)	31.42 ± 0.21

3. táblázat. A gyógynövényi összetevők hatása az élesztő kelesztőképességére
Table 3. The effect of herbal ingredients on yeast rising power

Minta / Sample	Kelesztőképesség (perc) Rising Power Value (minutes)
Kontroll / Control	11 perc 17 másodperc / 11 min 17 sec
1. minta / Sample 1	8 perc 1 másodperc / 8 min 1 sec
2. minta / Sample 2	8 perc 5 másodperc / 8 min 5 sec
3. minta / Sample 3	9 perc 25 másodperc / 9 min 25 sec
4. minta / Sample 4	9 perc 39 másodperc / 9 min 39 sec

4. táblázat. A növényi eredetű összetevők hatása a glutén nyújthatóságára és rugalmasságára
Table 4. The Effect of Plant Ingredients on Extensibility and Viscoelasticity of Gluten

Vizsgált jellemző Indicator	Értékek / Values				
	Kontroll Control	Növényi összetevők a liszt tömeg-%-ában Plant Ingredient, % of Wheat Mass	A növényi összetevők aránya Ratio of Plant Ingredients		
			1:1	1:2	2:1
Nyújthatóság cm Extensibility, cm	16.4	1	16.1 ± 0.09	16.2 ± 0.10	15.9 ± 0.08
		3	14.9 ± 0.08	15.0 ± 0.12	14.3 ± 0.11
		5	13.6 ± 0.11	13.7 ± 0.15	13.4 ± 0.10
		7	13.4 ± 0.09	13.5 ± 0.10	13.3 ± 0.10
Rugalmasság IDK-3M egységekben Quality, IDK-3M units	73.0	1	72.6 ± 0.44	72.7 ± 0.40	72.4 ± 0.51
		3	70.9 ± 0.42	71.0 ± 0.49	70.5 ± 0.43
		5	69.6 ± 0.38	69.7 ± 0.39	69.3 ± 0.40
		7	68.9 ± 0.35	70.0 ± 0.46	68.6 ± 0.44

5. táblázat. A száraz élesztő minőségi jellemzői
Table 5. Dry Yeast Quality Indicators

Indicator	Characteristics
Küllem / Appearance	Apró pelletek / Small pellets
Szín / Color	Világosbarna / Light brown
Szag / Smell	A száraz élesztőre jellemző, anaerob bomlásra, penészsre stb. emlékeztető idegen szag nélkül / Characteristic of dry yeast, without any extraneous odors, such as putrefactive, mold, etc.
Íz / Taste	A száraz élesztőre jellemző / Characteristic of dry yeast
Nedvességtartalom % / Mass fraction of moisture, %	9.0 ± 0.09
Az élesztő kelesztőképessége a tészta 70 mm-es méretének kialakulásáig eltelt idő, perc Yeast rising power (dough rising to 70 mm), min	67.0

6. táblázat. A növényi összetevők hatása az élesztő kelesztőképességére
Table 6. Effect of plant ingredients on rising power of yeast

Minta / Sample	Kelesztőképesség (perc) Rising Power Value (minutes)
Kontroll / Control	11 perc 17 másodperc / 11 min 17 sec
1. minta / Sample 1	8 perc 1 másodperc / 8 min 1 sec
2. minta / Sample 2	8 perc 5 másodperc / 8 min 5 sec
3. minta / Sample 3	9 perc 25 másodperc / 9 min 25 sec

7. táblázat. A késztermékek érzékszervi jellemzői
Table 7. Organoleptic Characteristics of Finished Product

Jellemző / Indicator	Kontroll minta Control Sample	1. minta Test Sample 1	2. minta Test Sample 2
Küllem / Appearance	Kenyérré jellemző forma, a héjon repedések és folytonossági hiányok nélkül Regular shape, the crust without cracks and ruptures	Kenyérré jellemző forma, a héjon repedések és folytonossági hiányok nélkül Regular shape, the crust without cracks and ruptures	Kenyérré jellemző forma, a héjon repedések és folytonossági hiányok nélkül Regular shape, the crust without cracks and ruptures
Bélzet porozitása és a héj színe Crumb porosity and the colour of crust	Egységes porozitás, a héj aranyárga színű Uniform, the crust is golden cloured	Egységes porozitás, a héj aranyárga szürkés árnyalattal Uniform, the crust is pale golden with a grayish tinge	Egységes porozitás, a héj aranyárga szürkés árnyalattal Uniform, the crust is pale golden with a grayish tinge
A bélzet szerkezeti és mechanikai tulajdonságai Structural and mechanical properties of crumb	Rugalmas / Elastic	Rugalmas / Elastic	Rugalmas / Elastic
A bélzet színe Color of crumb	Krémfehér szín Creamy white	Grey / Grey	Grey / Grey
Szag / Smell	Kenyérré jellemző, intenzív Typical, strong	Fűszeres, enyhén dióra emlékeztető Spicy, with a hint of walnut	Fűszeres, intenzív mogyorós jegyekkel Spicy, more pronounced nutty flavour
Íz / Taste	Kenyérré jellemző, intenzív, visszafogottan édes és sós Typical, strong, moderately sweet and salty	Fűszeres, mogyorós, nem-kesernyés, édes utóízzel Spicy, nutty, without bitterness, sweetish aftertaste	Fűszeres, mogyorós, nem-kesernyés, édes utóízzel Spicy, nutty, without bitterness, sweetish aftertaste
Rágási jellemzők Chewability	Jól rágható Chews well	Jól rágható Chews well	Jól rágható Chews well

8. táblázat. A végtermékek fizikai és kémiai jellemzői
Table 8. Physical and Chemical Characteristics of Finished Products

Jellemző / Indicator	Kontroll minta Control Sample	1. minta Test Sample 1	2. minta Test Sample 2
Nedvességtartalom %, kisebb, mint Moisture, %, not more	42.2 ± 0.17	41.5 ± 0.21	40.9 ± 0.19
Savfok, nem több, mint Acidity, degree, not more	5.2 ± 0.07	5.6 ± 0.10	5.8 ± 0.11
Bélzet porozitása % legalább Crumb porosity, %, not less	68.0 ± 0.42	67.0 ± 0.49	65.0 ± 0.44

Study of Effect of Plant Additives on Baking Properties of Flour and Quality Indicators of Bakery Products

KEYWORDS: bread, bakery products, fenugreek, black cumin seed flour, stevioside

1. SUMMARY

We studied functional properties of whole fenugreek seeds *Trigonella foenum graecum* L., black cumin seeds *Nigella sativa*, stevioside (steviosides) and their effect on organoleptic, physical, and chemical properties of bakery products made from wheat flour. Due to the wide range of useful components, fenugreek, black cumin, and stevioside possess hypoglycemic, antimicrobial, anti-inflammatory, anabolic, anticoagulant, and antioxidant properties. The aim of the work was to develop functional bakery products and to study quality indicators of white bread made from wheat flour with partial replacement of wheat flour with fenugreek seeds, black cumin seed flour, and replacement of sugar with stevioside. The following samples were under study: the control sample, samples with 2 and 2.5% fenugreek seeds, 1 and 1.5% black cumin seed flour in relation to the weight of wheat flour, as well as with the complete replacement of granulated sugar with stevioside.

2. Introduction

Using plant components in bakery products contributes to the expansion of variety of new-generation functional food products.

2.1. Fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.)

It is an annual herbaceous plant of *Fabaceae* Lindl. family with an upright subramose stem up to 40–70 cm high (**Figure 1**). Fenugreek blooms in June and July, the pod is 9–15 cm long, 3–5 mm thick, slightly hairy or without any hairs, containing 10–18 seeds. The seeds are yellowish, large, rhombic, with a peculiar nutty odor (**Figure 2**). The seeds ripen in August and September. Fenugreek originated in the eastern part of the Mediterranean and has been well known since ancient times as a valuable feeding, food and medicinal plant. It is grown in Southern and Central Europe, India, China, South Africa, Ethiopia, and America and used as an aromatic spice and as feed. In the CIS (Commonwealth of Independent States), it is cultivated in Ukraine and Kyrgyzstan.

According to the works of domestic and foreign scientists, this plant contains a wide range of useful ingredients.

Fenugreek seeds contain 20–30% of proteins rich in methionine, arginine, alanine, glycine, but poor in lysine, and up to 4% of peptides. The peptides contained in the seeds are of a cationic nature and have pronounced antimicrobial and fungicidal activity [1].

Seeds contain up to 45–60% of carbohydrates characterized by a pronounced accumulation of galacturonic acid (more than 65% of the total composition), which is comparable with the well-known commercially produced citrus and apple pectins [2].

The fatty oil content is 7–10%, with 65% of neutral lipids (of which oleic acid derivatives account for more than 17%), 28% of glycolipids, and 7% of phospholipids.

Fenugreek seeds are rich in steroidal saponins (up to 6%), namely, diosgenin, tigogenin, yamogenin, and their glycosides.

Small amounts of trigonellin alkaloid (0.3%), nicotinic acid (3.5–18 mg%), phytosterols, bitter substances, essential oils (0.3%), tannins, vitamins A, B₁, C, minerals substances, etc., were found [3].

A group of scientists conducted studies proving the antioxidant and antitumor properties of fenugreek. Most of these studies were performed in vitro on various tumor cell lines [4], [5].

2.2. Black cumin (*Nigella sativa*)

Black cumin or otherwise known as black-caraway (*Nigella sativa*) is an annual herbaceous plant of the ranunculaceae family, 10–40 cm tall with an upright branching stem (**Figure 3**). It is cultivated around the world as a spice. *Nigella sativa* seeds are black in color and usually have a pyramidal shape. The seeds are 1.5–3 mm long, uniform in size, shape, and texture [6].

Numerous of foreign studies of *Nigella sativa* have proved antioxidant, antidiabetic, immunomodulatory, hepatoprotective, anticancer, and other properties in its components [7].

The antioxidant properties of *Nigella sativa* are explained by a large number of pharmacologically active quinones, such as thymoquinone, dithymoquinone, thymohydroquinone, and thymol. All of these compounds have pronounced antioxidant and antimicrobial properties, anti-inflammatory effects, boost the immunity, lower blood glucose, and stimulate digestion [8].

2.3. Stevioside

Stevioside is a glycoside from an extract of plants of the genus *Stevia*. It was extracted by French chemists M. Bridell and R. Livier in 1931. *Stevia rebaudiana* is a perennial herbaceous, annually flowering plant of the genus *Stevia*, which includes more than 180 species, of the family *Compositae* (*Asteriaceae*) [9].

Stevioside has several advantages over sucrose:

- Coefficient of sweetness of the powder is 180 units;
- Low energy value;
- Solubility;
- Much softer sweetness than sucrose;
- Enhanced sweetness when combined with salts and organic acids;
- Absence of darkening in case of prolonged heat treatment;
- Not digested by microorganisms;
- Stability at high temperatures (100 °C) and in a wide pH range of 3–9 [10].

Numerous studies have shown that regular consumption of stevioside leads to the decrease of radionuclides and cholesterol content in the body, better cell regeneration and blood coagulation, inhibition of neoplasm growth, strengthening of blood vessels, and restoration of lipid, protein, and water-salt metabolism. Stevioside prevents the development of hypoglycemic and hyperglycemic conditions, and significantly reduces the dose of insulin for diabetics. Stevioside has antioxidant activity, immunomodulating, and bactericidal properties [11].

3. Materials and methods

As the basis we used the formula of white bread made from premium wheat flour. Whole fenugreek seeds, black cumin seed flour and stevioside, which replaced the granulated sugar from the control sample, were used as additives. Fenugreek seeds and black cumin seed flour were added to the test samples in the following concentrations: 2% of fenugreek seeds and 1% of black cumin seed flour by weight of wheat flour (sample 1) and 2.5% of fenugreek seeds and 1.5% of black cumin seed flour by weight of wheat flour (sample 2). In samples 1 and 2, the specified amount of granulated sugar was replaced with stevioside.

Fenugreek seeds were soaked in water at 98–100 °C for 10 minutes. Then the water was drained and the seeds were added to the dough. The obtained samples were stored at (18±3) °C.

The studies were carried out not later than 14 hours after the end of baking. The finished product was tested for such organoleptic indicators as color, smell, taste, and appearance. The mass fraction of moisture was determined by drying a sample of the product at elevated temperature and atmospheric pressure. The relative error of the method is 0.5% with a confidence probability of $p = 0.95$.

The acidity of the bread was determined by neutralizing the acid contained in the sample with sodium hydroxide in the presence of phenolphthalein until a pink color appeared.

The porosity was determined by calculating the ratio of the pore volume of the crumb to the total volume of the crumb, expressed as a percentage.

The mass fraction of gluten flour was determined by washing the gluten from the dough manually and then weighing it.

The gluten viscoelasticity was evaluated by the indicators of the IDK-3M (Gluten Deformation Meter) device. The tests were carried out in accordance with the manual.

The gluten extensibility was determined with a ruler.

¹ South Ural State University (national research university), Chelyabinsk, Russian Federation

The yeast rising power was determined by floating up a ball of dough [12].

All measurements were carried out in three replications. Statistical analysis was performed using Microsoft Excel XP and Statistica 8.0 software package. The statistical error of the data did not exceed 5% (at 95% confidence level).

4. Results and discussions

4.1. Study of Effect of Plant Ingredients on Baking Properties of Flour, Gluten, and Starch

Wheat flour of the highest grade with partial replacement of medium rye flour was selected as the object of study. The characteristics of the rye-wheat flour are presented in **Table 1**.

At the first stage, we studied the effect of fenugreek, black cumin flour, and stevioside on the quality indicators of gluten in rye-wheat flour (**Table 2**).

The introduction of enriching ingredients in a ratio of 1:3 per 100 g of flour led to an insignificant change in the content of crude gluten in rye-wheat flour compared to the control sample, which did not significantly affect its quality.

Yeast rising power is presented in **Table 3**.

According to **Table 3**, the rising power of baker's yeast with plant ingredients increased, compared to the control sample, due to a large amount of nutrients in the plant ingredients (B vitamins, minerals, sugars etc.).

Indicators of extensibility and viscoelasticity of gluten are given in **Table 4**.

The results obtained indicate that it is possible to use black cumin, fenugreek, and stevioside to improve the properties of dough, in particular when using a weak flour.

Thus, the obtained data proves a positive effect and the advisability of using plant ingredients to improve the baking properties of flour, which without doubt will have a positive effect on the quality of products.

Table 4 shows that the gluten of flour with the introduction of plant ingredients was medium in extensibility. Such gluten has good elasticity and is considered the best in quality. Bread baked from such flour has a good quality. The dough does not spread and kept its shape well.

An important technological factor in bread baking is the aptitude and biochemical activity of quick-acting (instant) dry yeast *Saccharomyces cerevisiae*, capable of fermenting sugars with the formation of alco-

hol and carbon dioxide. The yeast viability and rising power preconditions the structure for semi-finished products, the volume and shape of the finished bakery products. In this concern, it is necessary to study the effect of plant ingredients on the quality indicators of baker's yeast.

The characteristics of the sample of baker's pressed yeast are presented in **Table 5**.

The rising power of yeast was determined using the accelerated method, by floating up a ball of dough, which was kneaded with fenugreek and black cumin seed flour to 7 g of flour. We measured the time elapsed from the moment the ball was immersed until it floated up. The obtained results are given in **Table 6**.

According to **Table 5**, adding plant ingredients increased the rising power of baker's yeast, compared to the control sample, which is partially due to the presence of a large amount of nutrients in the plant ingredients.

Thus, sample 1 compared to the control sample saw a 28.3% increase in rising power, sample 2 compared to the control sample – 23.9%, sample 3 compared to the control sample – 17.2%. The table suggests that the more plant ingredients are introduced, the longer the rising power is in action.

4.2. Organoleptic, Physical, and Chemical Characteristics of Finished Products

Figures 4 and 5 show the appearance and condition of the crumb of all samples. The results of organoleptic evaluation are given in **Table 7**.

The test samples had the normal appearance, well developed porosity, elastic crumb, pleasant spicy and nutty flavor without any bitterness, good coloring of the crust, despite the replacement of granulated sugar with stevioside. Fenugreek seeds, evenly distributed in the test samples, were visible on the cut. However, due to the introduction of black cumin seed flour, the crumb of the test samples possessed a gray color, which consumers may find unappealing. In prospect, the gray color of the crumb can be neutralized by additional components in the bread recipe. In addition, stevioside has a sweet after-taste, which can also affect the choice of consumers. Therefore, it makes sense to reduce the amount of stevioside in the recipe.

In samples 1 and 2, compared with the control sample, there was a decrease in moisture by 0.7 and 1.3%, an increase in acidity by 0.4 and 0.6 degrees, and a decrease in porosity by 1 and 3%, respectively (**Table 8**).

A decrease in moisture can be explained by the high moisture absorbing power of black cumin seed flour.

The amount of water added to the dough should be increased.

The increase in acidity of the test samples is associated with the presence of organic acids and polyunsaturated fatty acids in fenugreek seeds and black cumin seed flour.

The porosity of the test samples was within acceptable limits and exceeded the minimum for this type of bakery product by several points. The decrease in the porosity of the test samples, as compared with the control sample, can be explained by several reasons: firstly, a decrease in the mass fraction of gluten in the dough because of the additives and loss in wheat flour mass, and secondly, changes in the structural and mechanical properties of gluten under the influence of the introduced additives, which is of interest for further research.

We chose the best samples and determined optimal dosages of whole fenugreek seeds and black cumin seed flour: 1% black cumin seeds and 2% fenugreek to the mass of flour for pan bread made from premium flour.

5. Conclusions

Organoleptic, physical and chemical studies proved that a bakery product with the addition of fenugreek, black cumin flour and stevioside had a high nutritional value and meets most people's physiological needs.

We also studied physical and chemical properties of plant ingredients, and proved their positive effect on the quality indicators of flour, baker's yeast, and the structural and mechanical properties of the dough, such as strengthening of gluten and increase in gasing ability.

The following samples were under study: the control sample, samples with 2 and 2.5% fenugreek seeds, 1 and 1.5% black cumin seed flour in relation to the weight of wheat flour, as well as with the complete replacement of granulated sugar with stevioside. As the results of physical and chemical studies, test samples showed a slight decrease in moisture and porosity, and an increase in acidity.

6. Acknowledgement

The work was supported by Act 211 of the Government of the Russian Federation, contract № 02.A03.21.0011.

7. References

- [1] Sultan, M.T., Butt, M.S., Karim, R., Iqbal, S.Z., Ahmad, S., Zia-Ul-Haq, M., Aliberti, L., Ahmad, A.N., De Feo, V. (2014): BMC Complement Altern Med, 14 (193), 1–7.
- [2] Suddek, G.M. (2014): Protective role of thymoquinone against liver damage induced by tamoxifen in female rats. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 92 (8), 640–644. doi:10.1139/cjpp-2014-0148.
- [3] Peter, K.V. (2004): *Handbook of herbs and spices*. Vol. 2. CRC Press, Boca Raton, 374 p.
- [4] Amin, A., Alkaabi, A., Al-Falasi, S., Daoud, S. (2005): Chemopreventive activities of *Trigonella foenum graecum* (Fenugreek) against breast cancer. *Cell. Biol. Int.*, 29 (8), 687–694. doi:10.1016/j.cellbi.2005.04.004.
- [5] Shabbeer, S., Sobolewski, M., Anchoori, R.K. et al. (2009): Fenugreek: a naturally occurring edible spice as an anticancer agent. *Cancer. Biol. Ther.*, 8 (3), 272–278. doi:10.4161/cbt.8.3.7443.
- [6] Elmowalid, G., Amar, A.M., Ahmad, A.A. (2013): *Nigella sativa* seed extract: 1. Enhancement of sheep macro-phage immune functions in vitro. *Res. Vet. Sci.*, 95 (2), 437–443. doi:10.1016/j.rvsc.2013.02.015.
- [7] Develi, S., Evran, B., Betul Kalaz, E., Kocak-Toker, N., Erata, G.O. (2014): Protective effect of *Nigella sativa* oil against binge ethanol-induced oxidative stress and liver injury in rats. *Chin. J. Nat. Med.*, 12(7), 495–499. doi:10.1016/S1875-5364(14)60077-7.
- [8] Al-Sheddi, E.S., Farshori, N.N., Al-Ogail, M.M., Musarrat, J., Al-Khedhairi, A.A., Siddiqui, M.M. (2014): Cyto-toxicity of *Nigella Sativa* Seed Oil and Extract Against Human Lung Cancer Cell Line. *Asian. Pac. J. Cancer. Prev.*, 15 (2), 983–987. doi:10.7314/AP-JCP.2014.15.2.983.
- [9] *Stevia rebaudiana*. https://en.wikipedia.org/wiki/Stevia_rebaudiana (Hozzáférés / Aquired: 14.02.2020)
- [10] Randhir, R. (2007): *Biotechnology of Nonnutritive Sweeteners / Reena Randhir and Kalidas Shetty. Functional Foods and Biotechnology*: CRC Press 2007, pp. 327–341.
- [11] Douglas Kinghorn, A. (2002): *Stevia. Medicinal and Aromatic Plants-Industrial Profiles*: Taylor & Francis, pp. 68–86.
- [12] Skurikhin, I.M., Tutelyan, V.A. (1998): *A guide to the methods of analyzing food quality and safety*. Moscow, Brandes, Medicine, pp. 110–115.

Jakab Ivett¹, Kóczán–Manninger Katalin¹, Kovács Anikó³, Mednyánszky Zsuzsanna²

Érkezett: 2020. január – Elfogadva: 2020. július

Alternatív fehérjeforrások sütőipari felhasználása

KULCSSZAVAK: alternatív fehérjék, köles, kender, csillagfürt, lucerna, gluténmentes, aminosav-összetétel, reológiai vizsgálat

1. ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszeripari ágazat szereplői gluténmentes termékek előállítására révén folyamatosan bővülő választékkal, minél szélesebb körben igyekeznek kiszolgálni a cöliákiás (coeliakiás) betegek igényeit, biztosítani számukra a megfelelő tápanyagbevitelt. Munkacsoportunk ennek a célnak az eléréséhez kíván hozzájárulni olyan sütőipari termékek fejlesztésével, amelyek a szükséges szénhidrátmennyiségen túl értékes fehérje- és esszenciális aminosav-forrást is biztosítanak a szervezet számára. Célunk olyan lisztkeverék összeállítása, amely gluténmentes, nagyobb fehérjetartalommal rendelkezik, mint a kenyérgabonák, és sütőipari felhasználásra, elsődlegesen ostya készítésére is alkalmas. A lisztkeverék alapjául a köleslisztet választottuk, amelyhez kiegészítő fehérjeforrásként kender-, lucerna- és csillagfürtlisztet kevertünk.

Az aminosav-összetételre vonatkozó analitikai vizsgálatok elvégzése után fehérje minősítő értékeket állapítottunk meg (Amino Acid Score – AAS, Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score – PDCAAS), amelyek segítségével optimalizáltuk a lisztkeveréket. Reológiai méréseket végeztünk az ostyák roppanóságának vizsgálatára. A csillagfürt- és a kendermagliszt adagolása nem változtatta meg jelentős mértékben a kontroll mintákhoz viszonyított keménység-adatokat, a lucerna adagolása viszont lágyította a tésztát.

A kedvezőbb fehérjetartalom elérése mellett természetesen célunk volt a fogyasztók számára megfelelő érzékszervi tulajdonságokkal rendelkező termék gyártása. A kontroll mintához képest a csillagfürt adagolása csökkentette a köles alapú tészták keserű ízét, és javult az ostya keménysége is. A kendermagliszt 35%-os keverése a kölesliszttel szintén megfelelő állományú és ízű sütőipari terméket eredményezett. A lucerna jó aminosav profilja ellenére rontotta az ostyák reológiai tulajdonságát és érzékszervi megítélését.

2. Bevezetés

A gabonafélék és a belőlük készült sütőipari termékek táplálkozásunk jelentős részét adják. Ezekkel a termékekkel biztosítjuk a napi szénhidrát- és fehérjeigényünk jelentős hányadát. A sütőipar legfontosabb alapanyaga a búza, amely kedvező élettani hatása mellett az egyik leggyakoribb allergénforrás a cöliákiás betegek körében. A cöliákiás betegség egy genetikailag meghatározott, egész szervezetet érintő autoimmun betegség, amely a glutén ellen termelődő antitestek mellett felszívódási zavarral és abnormális bélboholy

szerkezettel, változó súlyosságú emésztőszervi tünetekkel jellemezhető [1]. A cöliákiás az európai népesség egyik leggyakoribb krónikus betegsége, amely a lakosság legalább 1%-át érinti és incidenciája az utóbbi évtizedekben növekvő tendenciát mutat [2]. A cöliákiás nem gyógyítható, ezért a betegek számára az egyetlen megoldás a tünetek elkerülése érdekében az élethosszig tartó gluténmentes diéta, amely a búza, az árpa, a rozs, a betegek egy részénél pedig a zab vagy ezek bármely formáját tartalmazó, illetve az ebből készült élelmiszerek kizárását jelenti [3].

¹ Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Gabona- és Iparinövény Technológiai Tanszék

² Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék

³ Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Doktori Iskola

A munkacsoportunk által a kutatás során felhasznált növényi fehérje források a takarmányiparban már használatosak, így bízunk benne, hogy kutatási eredményeink humán célra való bevezetésükhöz is hozzájárulhatnak. A különböző lisztkeverékek aminosav-összetételét a FAO/WHO referencia fehérje aminosav-összetétele alapján állítjuk be az alapanyagok keverésével, elősegítve a fehérje hasznosulását a szervezetben [4]. Mivel a növényi fehérjeforrások nem teljes értékűek, a lisztkeverés célja a limitáló esszenciális aminosavak pótlása az egyes alapanyagok megfelelő arányának beállításával. A köles például az esszenciális aminosavak közül metioninban, ciszteininban, leucinban és izoleucinban gazdag, a csillagfürt lizin, leucin és treonin tartalma kiemelkedő, így ezek keverésével kiegészíthetjük a keverék aminosav-tartalmát.

A kutatás célja kiválasztani azokat a lisztkeverékeket, amelyek tápértéke optimális, sütőipari felhasználásra, egészen pontosan ostya készítésére alkalmasak, a táplálkozási igényeket kielégítik, és érzékszervi tulajdonságaik is megfelelőek.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. Köles (1. ábra)

A köles botanikáját és fiziológiáját tekintve a perjevirágúak (Poales) rendjébe és a perjefélék (Poaceae) családjába tartozó egyszikű növény. A kölesfélék (Panicoideae) alcsaládjába számos nemzetség sorolható, de a *Panicum miliaceum* L., vagyis a termesztett köles az, amit világszerte a legnagyobb mennyiségben előfordul.



1. ábra. Termesztett köles (*Panicum miliaceum* L.) [5]
Figure 1. Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) [5]

Ezen belül is megkülönböztetünk több fajtakört. A buga és a szemtermést borító toklász különbségei alapján beszélhetünk szétálló vagy terpedt bugájú, zászlós és tömött bugájú változatokról, valamint fehér (*P. miliaceum album*), piros (*P. miliaceum rubrum*), szürke (*P. miliaceum griseum*) és sárga (*P. miliaceum luteum*) kölesekről, amelyeknek a tenyészideje is eltérő [5].

Morfológiáját tekintve gyökérzete mélyre hatoló bojtos gyökérzet, szára jellegzetes szalmaszár, amely akár 100 cm magasra is megnőhet. Bugája és szemtermését fedő két sima pelyvalevélből álló takarója fajokra jellemző és jellegzetes színű. Virága összetett bugájú, fürtös virágzat, amely önporzó és jellegzetes színű. Levelei 1-2 cm szélesek és akár 50 cm hosszúak is lehetnek, a levélhüvelyek szőrözöttek. Csírázáshoz fele annyi csapadégra van szüksége, mint a gabonafélék esetében, melegigénye azonban ilyenkor nagyobb [6].

3.2. Csillagfürt (2. ábra)

A csillagfürt egy széles körben felhasznált hüvelyes növény, amelyet már az ókorban is termesztettek és a növénynevelésnek köszönhetően kiemelkedő biológiai értékű, fehérjedús takarmánynövény.

A csillagfürt botanikai szempontból a hüvelyesek (Fabales) rendjébe, a pillangós virágúak (Fabaceae = Leguminosae) családjába, ezen belül pedig a *Lupinus* nemzetségbe tartozik. Megtalálhatunk köztük évelő és egyéves fajokat egyaránt. Keserűségüket vagy édességüket a bennük található alkaloidok mennyisége határozza meg. Allergizáló hatásuk a mag tartalékfehérjéinek következtében alakul ki.



2. ábra Különböző lupinus fajok [8]
Figure 2 Different lupine species [8]

A csillagfürt lágyszárú növény, karógyökérrel rendelkezik. Magja alacsony hőmérsékleten (2-6 °C) csírázik. Ujjasan összetett lándzsás alakú leveleinek száma és szélessége a sárga-, a kék- és a fehérvirágú változatok esetében eltérő. Nem csak pillangós virágok színe, de illatuk is eltérő. Termésük felfelé álló hüvely, amelyben a magoknak (fajtól függően) csontfehér vagy rózsaszín színűk van. Emellett a magok alakja, a termésfal vastagsága és színe is fajonként különbözik. A csillagfürt fajok betakarításának idejét és módját a termesztési cél határozza meg. A növénynevelés következményeként ma már több, mint 450 fajta létezik, a nemesített fajták fehérjetartalma kiemelkedően magas [7].

3.3. Lucerna (3. ábra)

A lucerna az ókor óta jelentős kultúrnövényünk, amely a pillangósvirágúak (Fabaceae) családjába tartozik. Itt önálló nemzetséget képez, további faji besorolását számos tényező nehezíti. A fajok többsége vadlucerna faj, de az ipar szempontjából a takarmánylucernának van nagyobb jelentősége. Hazánkban és Európában a kék- és tarkavirágú (*Medicago sativa* L. és *Medicago varia* Martyn) fajokat nevezik takarmánylucernának. Ezek nagyon hasonló takarmányozási értékkel rendelkeznek, de termesztési sajátosságaik kis mértékben eltérnek, hiszen a tarkavirágú lucerna egy állandósult keverékfaj, amely igénytelenebb a közönséges lucernánál, így gyengébb, homokos talajon is termesztethető [9].

Morfológiáját tekintve a virágzata fürtbe rendeződött pillangós szerkezetű virágokból áll, amelynek fajonként eltérő színe és árnyalata lehet. A virágok nagy része nem öntermékenyülő, hanem a vadonélő mé-



3. ábra. Lucerna növény [9]
Figure 3. Alfalfa plant [9]

hek és rovarok végzik a beporzást. Termése többmagvú hüvelytermés, amelynek változatos (csavart vagy akár sarlószerű) az alakja. A magok érettségét fényes sárga vagy vörösesbarna szín mutatja. Levelei hármasan összetettek, amelyeknél a levél és a szár aránya fajra jellemző tulajdonság. (A tarkavirágúaknál ez kedvezőbb, mint a kékvirágúaknál, de kevesebb terméssel rendelkeznek.) Szára jellegzetes dudvaszár, gyökere pedig fő- és mellégyökerekből áll. Nagy szárazságtűrő képességét annak köszönheti, hogy a növény főgyökere bizonyos esetekben akár 16-20 méter mélyre is hatolhat, így a vízzel együtt kalciumot, káliumot és foszfort is képes felvenni. Gyökérzete a vele szimbiózisban élő Rhizobium baktériumoknak köszönhetően nitrogénben gazdagítja a talajt. Ezért a lucernát sok növénytermesztő gazda talajjavítónak is használja [9].

3.4. Kender (4. ábra)

A kender a kenderfélék (Cannabinaceae) családjába tartozik. Korábban a csalánfélék, vagy eperfafélék családjába sorolták a *Cannabis* L. nemzetséget, de ma már rokon fájával, a komlóval (*Humulus* L.) közösen külön családot alkotnak.

Az ipari kendert (subsp. *culta*) négy különféle rasszba sorolják: Északi kenderrassz, Közép-Orosz és Déli (mediterrán) kender csoport, valamint Ázsiai kender. Rassztól függően nem csak a termesztés helye, hanem a növény rost- és tetrahidrokannabinol (THC) tartalma, tenyészideje és szármagassága is eltérő.

A kender kétlaki növény, egyes fajainak szára akár a 4-5 méter magasságot is elérheti. Az elágazó karó- és oldalgyökerek nagysága a hím és a női egyedek



4. ábra. *Cannabis sativa* L. [11]
Figure 4. *Cannabis sativa* L. [11]

esetében eltérő, ami a különböző tenyészidőkkel magyarázható. Termésének gazdasági szempontból a mag mellett a kender elfásodott, szögletes alakú, dudvás szárát is tekintik, amelyet mirigy-szőrök borítanak. A szár vastagságát jelentősen meghatározza a terület tápanyagellátása, valamint a növény neme is. A kifejezetten rostkendernek vetett fajták szár állománya sűrű és elágazásmentes. A kender teljes tömegének 24–25%-át a 7-11 apróbb levélkéből álló levelek adják. Az ujjasan összetett leveleket felépítő levélké száma a kender fajának és növekedési szakaszának függvényében változhat. Virága egyivarú és idegentermékenyülő. A hím virágok (porzó) sárgászöld színűek, és kinyílt állapotban csillag alakúak. Ezzel ellentétben a női (termő) virágok egyszerűek, és kis távolságról is alig észrevehetők [10].

4. Anyagok és módszerek

4.1. Vizsgálati minták (5. ábra)

Az ostyák elkészítéséhez alaplisztként a gluténmentesség érdekében Dénes Natura köleslisztet használtunk fel. A fehérjetartalom növeléséhez Aby Bio Perfect Day kendermag fehérjeport, Raab Vitalfood GmbH Bio Csillagfürt fehérje lisztet és Zöldvér 100%-os lucerna tablettát használtunk, utóbbit a felhasználás előtt aprítógépben porítottuk.

4.2. Alkalmazott módszerek és berendezések

Az aminosav-analízist AAA 400 (Ingos Kft., Csehország) típusú Automata Aminosav Analizátorral vé-



5. ábra. Az alkalmazott lisztek (saját kép)
Figure 5. The flours used (own image)



6. ábra. 3-point-bend mérőfej (saját kép)
Figure 6. 3-point-bend probe (own image)

geztük. Az elválasztás során gradiens elúciót alkalmaztunk lítium-citrát alapú pufferek segítségével. Az oszlop OSTION LG ANB kationcserélő gyanta (200x3,7mm) volt. A kromatogramokat CHROMULAN V 0.82 (PIKRON, Csehország) program alkalmazásával értékeltük ki.

Az aminosav-analízist a lisztalapanyagok és a kész ostyák esetében egyaránt elvégeztük. A lisztmintákat, illetve az elkészített ostyákat, amelyeket előzetesen egy aprítógép segítségével homogenizáltunk, 6 M HCl oldattal 24 órán keresztül 110 °C-on hidrolizáltattuk száraz blokktermosztátban, ezt követően 4 M NaOH oldattal semlegesítettük. Térfogatra-töltés és homogenizálás után a mintákat redős szűrőn, majd 0,22 µm-es fecskendőszűrőn átszűrtük. Az így előkészített mintákat megfelelő hígításban vizsgáltuk. A savas hidrolízis következtében a triptofán indolcsoportja elbomlik, ezért ezzel a mintaelőkészítéssel nem határozható meg.

Az ostyák reológiai méréseit egy Stable Micro Systems TA.XT2i Texture Analyser típusú készüléken végeztük. A készülékre felhelyeztük a 3-point-bend módszerhez szükséges fejet és mintatartót, majd 2 kg-os súllyal elvégeztük a nyomófejen az erő (19,61 N), valamint a távolság hitelesítését (40 mm) (6. ábra).

A mérés elindításakor a mérőfej 1,0 mm/s sebességgel halad lefelé, míg el nem éri a minta felületét. A termék felszínének elérését követően a fej 5 mm-t halad lefelé 3 mm/s sebességgel. Ezt követően a nyomófej elindul 10 mm/s sebességgel felfelé. A mért adatokat a műszerhez csatlakoztatott számítógép és Exponent program segítségével értékeltük ki. Az egyes ostyamintákon minden mérési időpontban 15 párhuzamos mérést végeztünk el.

A minták vízakaktivitását Novasina MS1 típusú készülékkel, nedvességtartalmukat pedig SARTORIUS MA 50 típusú gyors nedvességtartalom-mérő készülékkel mértük.

4.3. Ostyakészítés

Az ostyák készítése során a gluténmentesség érdekében alapliszt gyanánt köleslisztet használtunk. A lisztkeverékek fehérjetartalmát kendermag-, csillagfürt- és lucernaliszt hozzáadásával növeltük. A receptek összeállítását megelőzte az alapliszteken végzett aminosav-analízis, amelynek eredményeit figyelembe véve készítettük el a lisztkeverékeket. A tészták összetételét az 1. táblázat mutatja be.

A 1. táblázat alapján összemértük a megfelelő mennyiségű száraz és nedves alapanyagokat, amelyeket azután egy keverőtálban homogenizáltunk. Ezt követően az előmelegített Trisa 734070 típusú (7. ábra) ostyasütőbe bemértünk 33g-ot az elkészített tésztából és 2 percig sütöttük.

A kihűlt ostyákat 24 °C-on, 42%-os relatív páratartalom mellett 8 héten keresztül tároltuk és mérésekkel nyomon követtük nedvességtartalmuk és vízakaktivitásuk esetleges változását.

5. Vizsgálati eredmények

5.1. Aminosav-összetétel és fehérjetartalom

Kutatásunk célja gluténmentes, teljesértékű és mennyiségében is nagyobb fehérjetartalmú ostya gyártása volt. A gluténmentességet a nyersanyagválasztás biztosította. A teljesértékű és az emelt fehérjetartalom megállapítása érdekében az aminosav-összetételre vonatkozó analitikai vizsgálatok elvégzése után fehérjeműködési értékeket állapítottunk meg (AAS, PDCAAS).

1. táblázat. A tészták összetétele
Table 1. Composition of the doughs

	Lucerna-Köles Alfalfa-Millet	Csillagfürt-Köles Lupine-Millet	Kender-Köles Hemp-Millet	Lucerna-Köles Alfalfa-Hemp-Millet	Kontroll Control
Kölesliszt Millet flour	200 g	200 g	200 g	200 g	300 g
Lucerna örlemény Ground alfalfa	100 g	-	-	50 g	-
Csillagfürtliszt Lupine flour	-	100 g	-	-	-
Kendermagliszt Hemp seed flour	-	-	100 g	50 g	-
Porcukor Powdered sugar	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g
Tej / Milk	200 ml	200 ml	200 ml	200 ml	200 ml
Tojás / Eggs	106 g	106 g	106 g	106 g	106 g
Olaj / Oil	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml

Első lépésben az esszenciális aminosavak alapján kiszámoltuk az aminosav-értékeket (AAS) [12]. Ez a hányados határozza meg az adott fehérjét felépítő aminosavak relatív hiányosságait. Számításakor a vizsgált fehérjeforrás aminosav-tartalmát (g/100g fehérje) elosztják a referencia fehérje aminosav-tartalmával (g/100g fehérje). Azt az elméleti referencia fehérjét, ami ideális arányban tartalmazza az esszenciális aminosavakat, a FAO/WHO szakemberei alkoták meg [4]. Mivel az aminosav-szükséglet az egyén életkora szerint változik, a szakemberek megállapították a csecsemő (0,5 éves kor), a kisgyermek (1-2 és 3-10 éves kor), a serdülő (11-14 és 15-18 éves kor) és a felnőtt (18 éves kor felett) kornak megfelelő összetételt is [13]. Mintáink értékeléséhez a felnőtt kornak megfelelő referencia fehérje összetételét vettük alapul.

A 9. ábrán a vizsgált lisztminták és a FAO/WHO által javasolt, felnőttekre vonatkozó referencia fehérje esszenciális aminosav-összetételét tüntettük fel.

A kölesliszt esetében a referencia-mintához képest a lizin, a valin és az izoleucin értékeiben alacsonyabb eredményeket kaptunk. A legkisebb mennyiségben a köles- és a kendermagliszt tartalmazza a lizint, ami ilyen módon limitáló aminosavnak tekinthető ezeknél a mintáknál. A treonin-tartalom meghaladta a referencia-minta treonin tartalmát, a többi lisztmintához képest azonban ez a kölesben volt a legalacsonyabb. A vizsgált köles őrlemény a legnagyobb mennyiségben leucint (12,9 g/100g fehérje) tartalmaz, amelyet alátámasztanak Kalinova és Moudry (2006) [14] mérési eredményei is. A mintában kiemelkedően magas a kéntartalmú vegyületek mennyisége is, a hüve-

lyesekkel való együttes fogyasztás esetében ezáltal képes azok limitáló cisztein- és metionin-tartalmát kiegészíteni.

A csillagfűrt és a lucerna esetében a kéntartalmú aminosavak limitáló tulajdonságúnak bizonyultak. Ezen felül a csillagfűrt lizin-, izoleucin- és valintartalma is alacsonyabb a referenciaértékekénél. A lizin mennyisége azonban még így is majdnem kétszerese (4,24 g/100g fehérje) a köles esetében kapott értéknek, és treoninban is gazdagabb, így együttes fogyasztásuk kedvezőbb esszenciális aminosav-arányt eredményezhet.

A vizsgált minták közül a lucernaőrleményben találtuk a legtöbb lizint (6 g/100g fehérje), ami azért is fontos, mert ez az aminosav elengedhetetlen a gyermekek megfelelő növekedéséhez. Emellett jelentősen magasabb triptofán, valin és treonin tartalommal rendelkezik a referenciaértékhez és a vizsgált lisztkehez képest.

A kendermagliszt izoleucinban, lizinben és valinban hiányos a referencia fehérje összetételéhez képest. Limitáló aminosavjának a lizin tekinthető, ami valószínűleg a növény nem megfelelő nitrogén ellátottságának köszönhető [15]. Metionin- és ciszteintartalma meghaladja a referenciaminta és a hüvelyes

őrlemények esetében mért értékeinket, így együttes alkalmazásuk lehetőséget nyújt teljes értékű fehérjét tartalmazó termék előállítására.

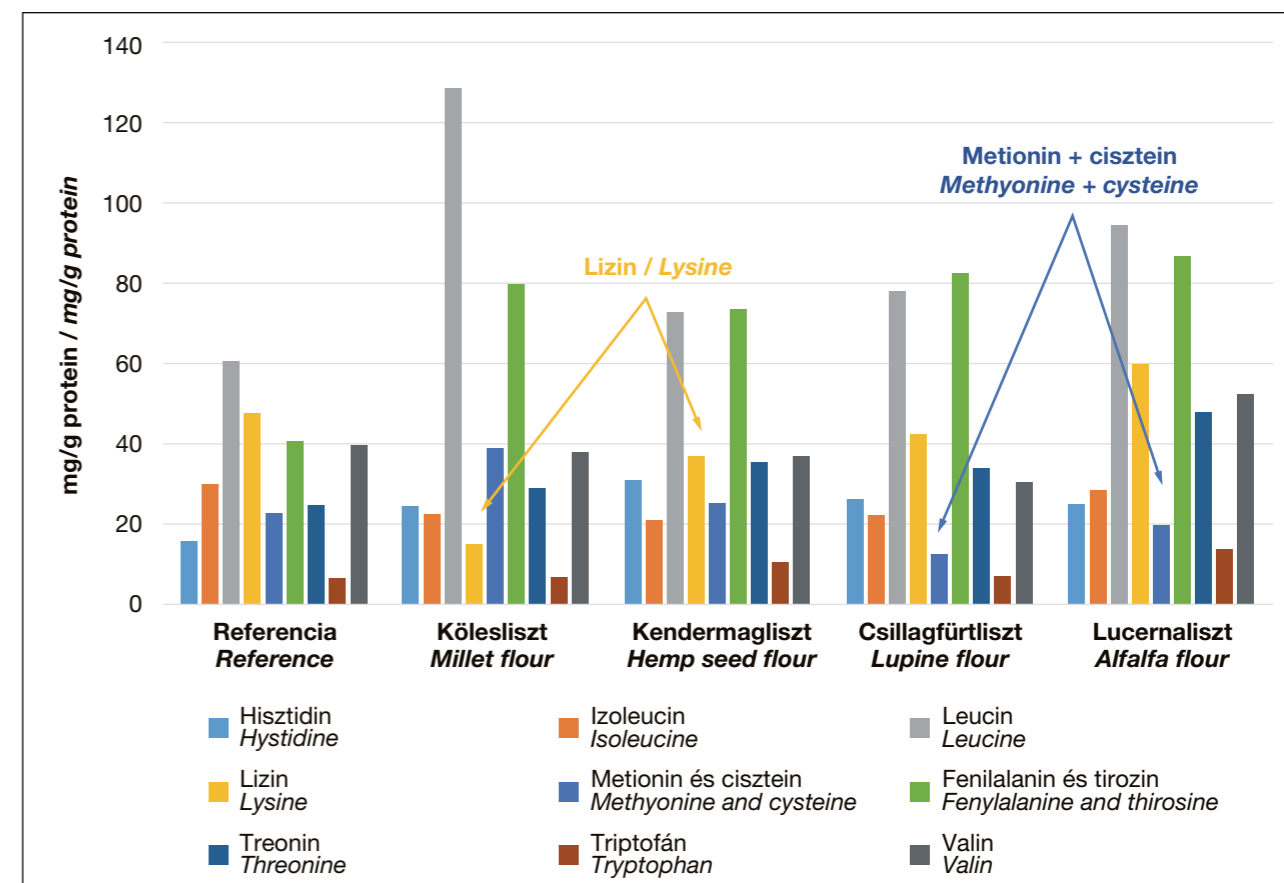
Az élelmiszerek fehérjetartalmának hasznosulását számos tényező befolyásolja. A fehérjék mennyisége és aminosav-összetétele valójában csak összehasonlítást tesz lehetővé, hiszen a hasznosulás az élelmiszerekből, mint komplex rendszerből történik. Az emésztés és a felszívódás nem önállóan a fehérjéket érinti, hanem az ételként elfogyasztott fehérjéből, szénhidrátból, zsírból és egyéb makro- és mikroelemekből álló rendszert. A növényi fehérjék hasznosulása, emésztése és felszívódása a jelenlévő rostok vagy antinutritív komponensek miatt hosszadalmas lehet, míg az állati fehérjék hozzáférést a zsírok nehezíthetik. Állatkísérletekkel is csak becsülni tudjuk, mi történik az étellel a tápcsatornában. A táplálkozástudományi vizsgálatokat ma már megkönnyítik azok az emésztési modellek, amelyek az emberi gyomor- és bélrendszer működését imitálják, és amelyek vizsgálják a komplex élelmiszerek emészthetőségét és felszívódását. Ilyen modellek segítségével állapítják meg a szakemberek az emészthetőségi együtthatót (%) egyes tisztított fehérjékre, növényi és állati eredetű élelmiszerekre (például savófehérje, szójafehérje-izolátum, zöldborsó, tehéntej, búzaliszt), vagy akár kész ételekre vonatkozóan is. Szakirodalomból



7. ábra. Ostyasütő készülék (saját kép)
Figure 7. Wafer oven (own image)



8. ábra. Megnövelt fehérjetartalmú gluténmentes ostyák (saját kép)
Figure 8. Gluten free wafers with increased protein content (own image)



9. ábra. Lisztminták és a FAO/WHO referencia fehérje összehasonlítása
Figure 9. Comparison of the flour samples and the FAO/WHO reference protein

gyűjtöttük ki a vizsgált lisztek emészthetőségi együtthatóját (**2. táblázat**), hogy azok segítségével további értékeléseket végezhesünk el.

A fehérje biológiai értékének a meghatározására a FAO/WHO által elfogadott módszer a fehérje emészthetőséggel korrigált aminosav érték (PDCAAS). A PDCAAS értéket úgy állapítjuk meg, hogy az adott

2. táblázat. A lisztminták AAS és PDCAAS értékei
Table 2. AAS and PDCAAS values of the flour samples

Vizsgált minták Samples tested	Emészthetőség % Digestability %	AAS	PDCAAS
Kölesliszt Millet flour	96% ¹⁶	0.32	0.3
Csillagfürtliszt Lupine flour	90% ¹⁷	0.56	0.51
Kendermagliszt Hemp seed flour	87% ¹⁸	0.77	0.67
Lucernaliszt Alfalfa flour	85% ¹⁹	0.87	0,74

3. táblázat. A lisztkeverék-arányok PDCAAS és DRV% értékei
Table 3. PDCAAS and DRV% values of the flour mixtures

Lisztkeverék Flour mixture	100% kölesliszt 100% millet flour	75:25 köles-csillagfürt 75:25 millet-lupine	70:30 köles-csillagfürt 70:30 millet-lupine	75:25 köles-kender 75:25 millet-hemp	70:30 köles-kender 70:30 millet-hemp	65:35 köles-kender 65:35 millet-hemp	75:25 köles-lucerna 75:25 lupine-alfalfa	65:35 köles-lucerna 65:35 lupine-alfalfa
Fehérjetartalom Protein content	11.20	19.15	20.74	19.00	20.56	22.12	14.65	16.03
A tészta PDCAAS értéke PDCAAS value of dough	0.30	0.43	0.46	0.40	0.42	0.44	0.54	0.63
Tészta-adag (g) Portion of dough (g)	55	55	55	55	55	55	55	55
A fehérje mennyisége egy adag tésztában (g) Amount of protein in one portion dough (g)	6.16	10.53	11.41	10.45	11.31	12.17	8.06	8.82
Napi fehérje-igény Daily protein demand	50	50	50	50	50	50	50	50
DRV% DRV%	3.73	9.09	10.43	8.40	9.52	10.70	8.64	11.03
A fehérje minősítése Classification of protein	Nem-megfelelő Inappropriate	Nem-megfelelő Inappropriate	Jó fehérjeforrás Good protein source	Nem-megfelelő Inappropriate	Nem-megfelelő Inappropriate	Jó fehérjeforrás Good protein source	Nem-megfelelő Inappropriate	Jó fehérjeforrás Good protein source

fehérje aminosav értékét (AAS) korrigáljuk a vizsgált minta emészthetőséggel **[12]**. A PDCAAS-érték legfeljebb 1,00 lehet.

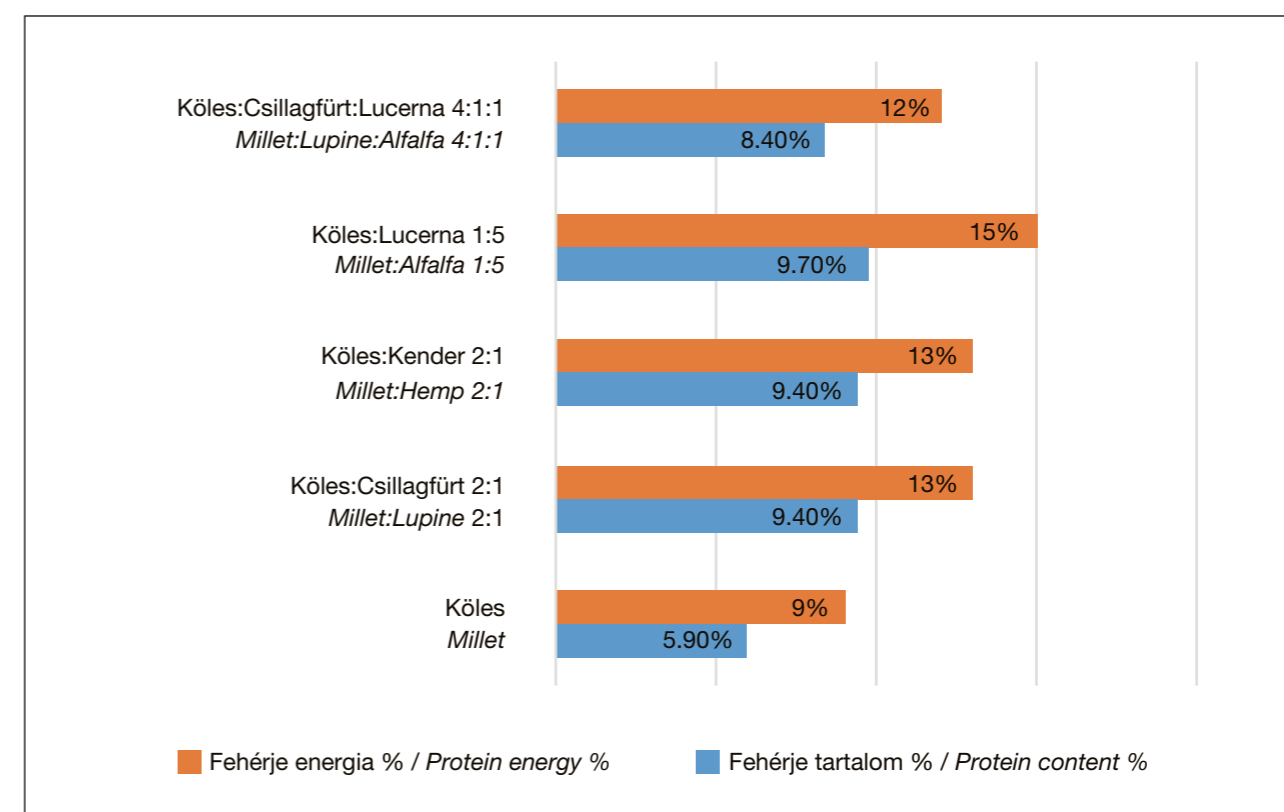
A vizsgált lisztminták a PDCAAS skálán (**2. táblázat**) nem érik el az 1,00-t, a lucerna PDCAAS értéke 0,74, a kendermagliszt értéke 0,67, míg a csillagfürt és a kölesliszt esetében alacsony értéket kaptunk (0,30-0,51).

Ezek ismeretében lisztkeverékeket állítottunk elő a limitáló esszenciális aminosavak pótlására az egyes alapanyagok megfelelő arányának beállításával. A köles az esszenciális aminosavak közül metioninban, ciszteinben, leucinban és izoleucinban gazdag, a csillagfürt lizin, leucin és treonin tartalma kiemelkedő, így ezek keverésével komplettálhatjuk a keverék fehérjetartalmát. A keverékek összeállításának megkönnyítése céljából készítettünk egy algoritmust a mérési adatok felhasználásával; az algoritmusban a lisztek arányának változtatásával a keverék PDCAAS értéke kiszámolható (**3. táblázat**).

A tápanyagokra vonatkozó napi referenciaértéket (Daily Reference Value, DRV%) az USA Élelmiszer-biztonsági és Gyógyszerészeti Hivatala fejlesztette ki; ennek segítségével értékelhetjük, hogy az elfogyasztani kívánt élelmiszeradag fehérjemennyisége hány százalékban fedezi a napi fehérjeszükségletünket. A számításhoz figyelembe vesszük a vizsgált élelmiszer fehérjetartalmát, PDCAAS értékét és a napi fehérjeszükségletet, amit egységesen 50 g-ra értelmeznek. A számítás képlete:

$$DRV\% = \frac{\text{élelmiszer fehérje tartalma (g)} \times \text{PDCAAS}}{\text{napi ajánlott bevitel (g)}} \times 100$$

Ha az élelmiszer DRV% értéke 10 % alatti, akkor „nem megfelelő fehérjeforrás”, ha 10 és 19,9% között van, akkor „jó fehérjeforrás” megnevezést kap, 20% felett pedig „kiváló fehérjeforrás”-nak számít **[20]**. Kiszámítottuk az összeállított lisztkeverékek DRV% értékét és megállapítottuk az ennek megfelelő minősítést 100 g élelmiszeradaggal számolva (**3. táblázat**).



10. ábra. Az ostyák fehérje- és fehérje-energia tartalma
Figure 10. Protein and protein energy content of the wafers

4. táblázat. A lisztkeverékek összetétele
Table 4. Composition of the flour mixtures

Lisztkeverék / Flour mixture	Lisztek aránya g-ban / Proportion of flours in g
Köles / Millet	300
Köles: csillagfürt / Millet: lupine	200:100
Köles: kender / Millet: hemp	200:100
Köles: lucerna / Millet: alfalfa	50:250
Köles: csillagfürt: lucerna / Millet: lupine: alfalfa	200:50:50

A **3. táblázat** adataiból látható, hogy a kölesliszt csillagfürt-, kendermag- és lucernaliszttel különböző arányban történő keverése milyen minőségű fehérjeforrást eredményez az alapanyagoknak. További olyan keverési arányok minősítő mutatóit is kiválasztottuk és kiszámoltuk, amelyek a tészta készítés és az ostyasütés kívánalmainak egyaránt megfeleltek.

A próbatészta-gyártás és a próbasütés után alkalmazott liszt keverék-arányokat a **4. táblázat** tartalmazza.

Az alapanyagok optimalálása után elkészítettük a tésztát, majd a próbasütés és az ostyák színre sütése következett. A késztermékek fehérjetartalmát Kjeldahl-módszerrel mértük meg (**10. ábra**).

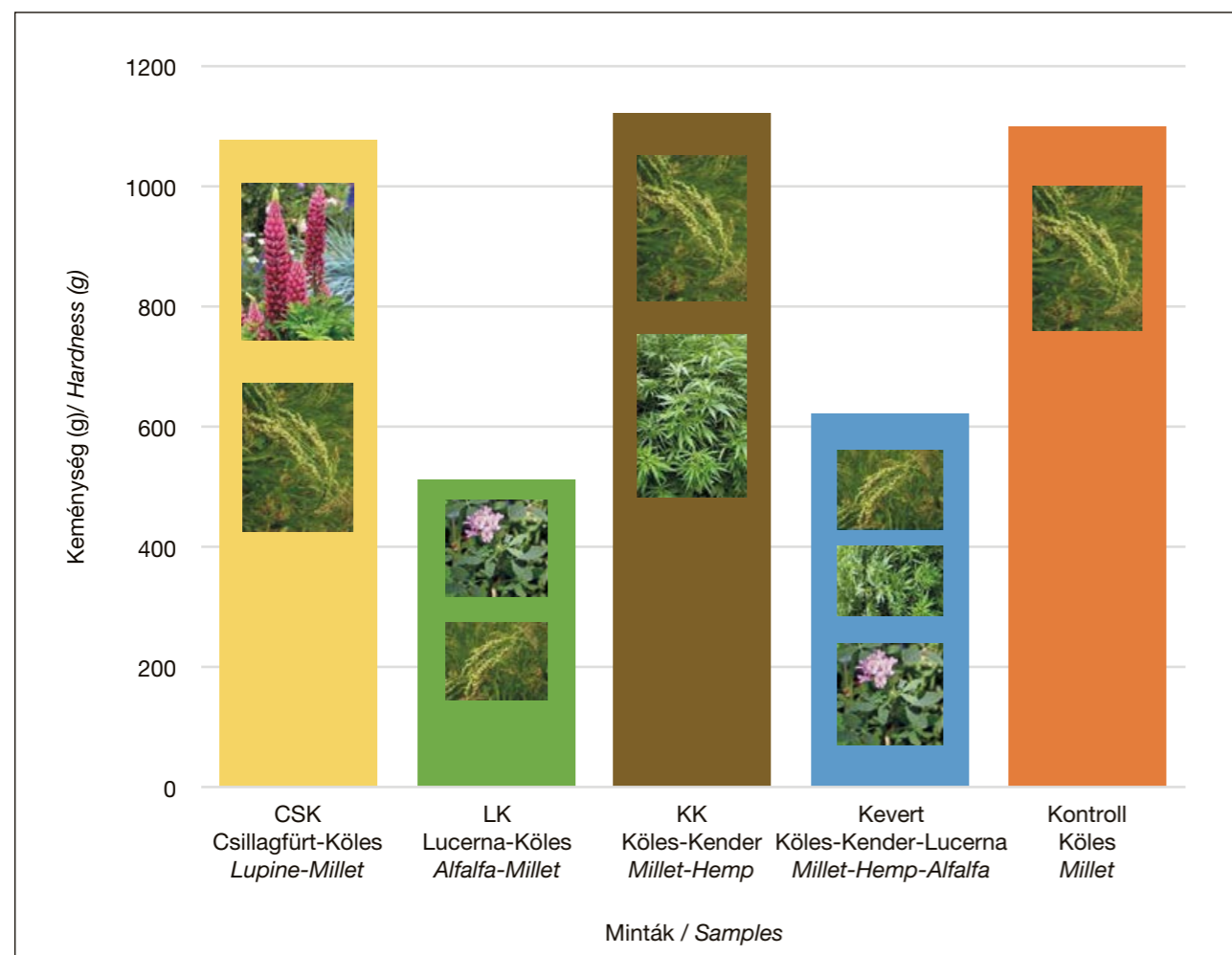
5.2. Reológiai, érzékszervi vizsgálatok, víztartalom és vízakaktivitás meghatározása

A reológiai mérések eredményét a **11. ábra** szemlélteti.

Ostyák esetében fontos érzékszervi tulajdonság a roppanosság, ezért vizsgáltuk a négy különböző lisztkeverékből gyártott ostya keménységét. A csil-

lagfürtöt (CSK) és a kender (KK) tartalmazó ostyák és a kontroll kölesliszt alapú ostya (Kontroll) keménysége között nincs szignifikáns különbség. A lucerna (LK) és a csillagfürt (CSK), valamint a lucerna (LK) és a kender (KK) tartalmú minták keménysége között viszont t-próba segítségével szignifikáns különbség állapítható meg. A lucernaliszt (LK)-tartalmú ostya keménysége csillagfürt (KEV) hozzáadásával kismértékben javítható volt. Ilyen módon a kevert (köles:csillagfürt:lucerna) lisztből készült ostya reológiai és tápérték-tulajdonságai is jobbnak bizonyultak.

Az ostyák nedvességtartalma jelentősen befolyásolja azok eltarthatóságát. Abban az esetben, ha a termék nedvességtartalma 12% alatt van, akkor az ostyák minden különösebb tartósítási eljárás nélkül eltarthatók 60 napig. Az elkészített mintákat 8 héten keresztül tároltuk 24 °C-on, 42%-os relatív páratartalom mellett. A nedvességtartalom a 8. hétre sem érte el a 12 %-ot, a legnagyobb értéket (8,39%-ot) a lucernával kevert ostya esetében kaptuk. Ennek a mintának volt a legnagyobb a kiindulási nedvességtartalma, és ennek megfelelt a keménységmérés eredménye is. A vízakaktivitás-értékek a 8. héten is 0,6 alatt maradtak (**12. ábra**).



11. ábra. Az ostyák keménységmérésének eredménye
Figure 11. Results of the hardness measurements of the wafers

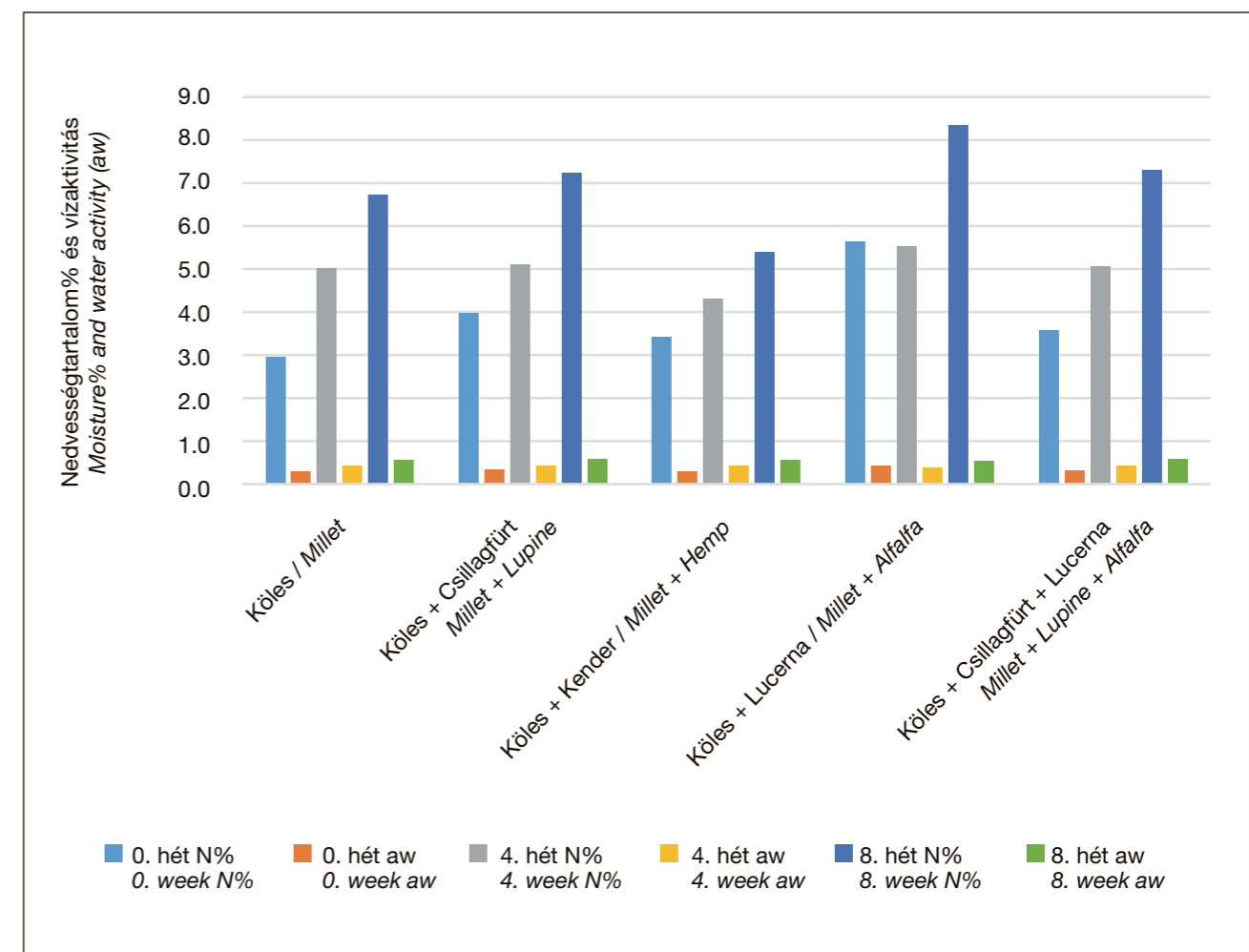
A kedvezőbb fehérjetartalom elérése mellett fontos szempont volt, hogy az ostya kedvező érzékszervi tulajdonságokkal rendelkezzen. A kölesliszt önmagában kesernyész mellékízű kölcsönöz a termékeknek, emiatt korlátozott a sütőiparban történő felhasználhatósága. A csillagfürt adagolásával csökkenthető a keserű ízérzet, és javul az ostya keménysége, roppanossága is. Az érzékszervi bírálók egyöntetűen a csillagfürt tartalmú ostyákat ítélték a legjobbnak, színük élénk sárgasága, keménységük és ízük az első helyre sorolta őket a minták között. A kender és a kölesliszt együttes használata szintén jobb érzékszervi tulajdonságú terméket eredményezett a kontroll köles ostyához képest, mivel kedvezőbb ízű és kevésbé kesernyész. A lucerna az ostyától idegen, zöld színt és ízben is észlelhető füves-jelleget adott a terméknek, valamint állománya sem múlta felül várakozásainkat. Ehhez a keverékhez csillagfürtöt adva javultak az érzékszervi tulajdonságok.

Az analitikai, reológiai és érzékszervi vizsgálatok eredményei alapján úgy gondoljuk, hogy sikerült olyan ostyareceptúrákat összeállítanunk a kiválasztott alapanyagokból, amelyek megfelelnek a gluténmentesség kívánalmainak és nagyobb fehérjetartalommal rendelkeznek, mint a hasonló búzaalapú

termékek. Az ostya aminosavtartalmát a különböző növényi alapú lisztek keverésével egészítettük ki, így jól hasznosuló fehérjeforrást hoztunk létre. Az ostyáknak megfelelő állomány és a kedvező érzékszervi tulajdonságok miatt a termékek népszerűek lehetnek, különösen a gyermekek körében. Tárolhatóságuk, roppanosságuk megőrzése biztosítja a termékek viszonylag hosszú minőségmegőrzési idejét. Vizsgálatainkat tervezzük folytatni további ízesítések és korrigált lisztarányok kipróbálásával, édes és sós ostyák receptúrájának összeállításával.

6. Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkát a „Tudományos utánpótlás erősítése a hallgatók tudományos műhelyeinek és programjainak támogatásával, a mentorálás folyamatának kidolgozásával” című (EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 azonosítószámú) projekt könnyítette meg.



12. ábra. A minták nedvességtartalmának (N%) és vízakaktivitásának (aw) változása 8 hetes tárolás alatt
Figure 12. Changes in the moisture content (N%) and water activity (aw) of the samples during 8 weeks of storage

Ivett Jakab¹, Katalin Kóczán–Manninger¹, Anikó Kovács³, Zsuzsanna Mednyánszky²

Received: January 2020 – Accepted: June 2020

Use of alternative protein sources in the bakery industry

KEYWORDS: alternative proteins, millet, hemp, lupine, alfalfa, gluten free, amino acid composition, rheological study

1. SUMMARY

Through the production of gluten free products, stakeholders of the food industry are striving to serve the needs of celiac patients as widely as possible with a continuously increasing product range, and to ensure the right nutrient intake. Our working group would like to contribute to this goal by developing bakery products that provide the body with a valuable source of protein and essential amino acids in addition to the required amount of carbohydrates. Our goal was to create a flour mixture that is gluten free, has a higher protein content than bread cereals, and is also suitable for use in the bakery industry, primarily for making wafers. Millet flour was chosen as the basis of the flour mixture, to which hemp, alfalfa and lupine flour were mixed as additional sources of protein.

After performing analytical studies regarding the amino acid composition, protein qualification values (Amino Acid Score – AAS, Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score – PDCAAS) were determined, and these were used to optimize the flour mixtures.

Rheological measurements were carried out to examine the crunchiness of the wafers. Compared to the control samples, hardness data were not significantly altered by the addition of lupine or hemp flour, however, the addition of alfalfa softened the dough. In addition to achieving a more favorable protein content, naturally, it was also our goal to manufacture a product with the right organoleptic properties for consumers. Compared to the control sample, the bitter taste of millet-based doughs was reduced and the hardness of the wafers improved by the addition of lupine. Mixing 35% of hemp seed flour with the millet flour also resulted in a bakery product with the right texture and taste. Despite its good amino acid profile, the addition of alfalfa resulted in the deterioration of the rheological and organoleptic properties of the wafers.

2. Introduction

Cereals and bakery products made from them make up a significant part of our diet. These products satisfy a significant portion of our daily carbohydrate and protein needs. The most important raw material of the bakery industry is wheat, which, in addition to its beneficial physiological effects, is one of the most common sources of allergens among celiac patients. Celiac disease is a genetically determined

autoimmune disease that affects the whole body, characterized by, in addition to antibodies to gluten, malabsorption, an abnormal intestinal villus structure and gastrointestinal symptoms of varying severity [1]. Celiac disease is one of the most common chronic diseases of the European population, affecting at least 1% of the population, and its incidence has been on the rise in recent decades [2]. Celiac disease is incurable, so the only solution for patients to avoid symptoms is a lifelong gluten free diet, meaning the

exclusion of wheat, barley, rye and, in the case of certain patients, oats, as well as foods containing any form of these or made from them [3].

The plant protein sources used by our working group in the course of this research are already used in the feed industry, so we are confident that our research results can also contribute to their introduction for human use. The amino acid compositions of the different flour mixtures are adjusted on the basis of the amino acid composition of the FAO/WHO reference protein by mixing the raw materials, promoting the utilization of the protein in the body [4]. Since plant protein sources are not complete, the purpose of flour blending is to supply the limiting essential amino acids by adjusting the proper ratio of the individual raw materials. For example, millet is rich in the essential amino acids methionine, cysteine, leucine and isoleucine, while lupine possesses outstanding amounts of lysine, leucine and threonine, so that the amino acid content of the mixture can be supplemented by adding these.

The aim of the research was to find the flour mixtures that have optimal nutrition values, are suitable for use in the bakery industry, more specifically, in the preparation of wafers, meet nutritional needs and have satisfactory organoleptic properties.

3. Literature review

3.1. Millet (Figure 1)

In terms of botany and physiology, millet is a monocotyledonous plant belonging to the order of Poales and family of Poaceae. The subfamily Panicoideae of millet includes several genera, but it is the species *Panicum miliaceum* L., i.e., proso millet that is most abundant worldwide.

Within this, several varieties are distinguished. Based on the differences between the panicle and the palea covering the grains, we can talk about variants with branched or squarrose, flag or packed panicles, as well as white (*P. miliaceum album*), red (*P. miliaceum rubrum*), gray (*P. miliaceum griseum*) or yellow (*P. miliaceum luteum*) millet, which also have different growing seasons [5].

In terms of morphology, its roots are deep-penetrating tufted roots, the stem is a characteristic straw stalk that can grow up to 100 cm in height. Its panicle and the cover consisting of two smooth glumas encapsulating the grains are characteristic of the species and have distinctive colors. Its flower has a complex, clustered panicle that is self-pollinating and has a distinctive color. Its leaves are 1-2 cm wide and up to 50 cm long, the leaf sheaths are hairy. For germination, it needs half as much precipitation as cereals, but its heat demand at this time is higher [6].

3.2. Lupine (Figure 2)

Lupine is a widely used legume that has been cultivated since ancient times and is a protein-rich fodder plant of outstanding biological value due to plant breeding.

From a botanical point of view, lupine belongs to the order of Fabales, the family of Fabaceae (Leguminosae), and within this to the genus *Lupinus*. We can find among them both perennial and annual species. Their bitterness or sweetness is determined by the amount of alkaloids contained in them. Their allergenic effect is due to the reserve proteins in the seed.

Lupine is a herbaceous plant with a taproot. The seeds germinate at low temperatures (2-6 °C). The number and width of the finger-shaped lanceolate leaves are different for the yellow, blue and white-flowered varieties. Their flowers differ not only in their color, but also in their smell. The fruit is an upright pod in which the seeds (depending on the species) are bone white or pink in color. In addition, the shape of the seeds, as well as the thickness and color of the fruit wall differ from species to species. The time and manner of harvesting of lupine species is determined by the goal of cultivation. As a result of plant breeding, today there are more than 450 varieties, and the protein content of the bred varieties is exceptionally high [7].

3.3. Alfalfa (Figure 3)

Alfalfa has been an important crop of ours since ancient times and it belongs to the family of Fabaceae. Here it forms an independent genus, and its further taxonomical classification is complicated by a number of factors. Most of the species are wild alfalfa species, but from an industrial point of view, forage alfalfa is of the greatest importance. In Hungary and in Europe, the species with blue and variegated flowers (*Medicago sativa* L. and *Medicago varia* Martyn) are called forage alfalfa. They have very similar forage values, but their cultivation characteristics are slightly different, as alfalfa with the variegated flowers is a well-established mixture species that is less demanding than common alfalfa and can therefore be grown on weaker, sandy soils [9].

In terms of morphology, its pealike flowers are arranged in a cluster, and their color may vary in color and shade from species to species. Most of the flowers are not self-pollinating, but are pollinated by wild bees and insects. Its fruit is a multi-seed pod with a varied (twisted or even sickle-like) shape. The ripeness of the seeds is indicated by a bright yellow or reddish-brown color. They have triply complex leaves, with a leaf-to-stem ratio characteristic of the species. (It is more favorable for the species with variegated flowers than in the case of species with

¹ Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Grain and Industrial Plant Processing

² Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Food Chemistry and Nutrition

³ Szent István University, Faculty of Food Science, Doctoral School

blue flowers, but they have less fruit.) The stem is a characteristic hollow stem, and the root consists of main and secondary roots. Its high drought tolerance is due to the fact that the main root of the plant can penetrate to a depth of 16 to 20 meters in some cases, so it can absorb calcium, potassium and phosphorus together with the water. Its roots enrich the soil with nitrogen thanks to the Rhizobium bacteria living in symbiosis with it. For this reason, alfalfa is also used by many crop farmers as soil improvers [9].

3.4. Hemp (Figure 4)

Hemp belongs to the family of Cannabinaceae. Previously, the genus Cannabis L. was classified in the family of Urticaceae or Moraceae, but today they form a separate family with its related species, hops (*Humulus L.*).

Industrial hemp (subsp. *cultiva*) is classified into four different races: Northern hemp race, Central Russian and Southern (Mediterranean) hemp group, and Asian hemp. Depending on the race, not only the place of cultivation, but also the fiber and tetrahydrocannabinol (THC) content, growing time and stem height of the plant differ.

Hemp is a dicotyledonous plant, the stems of some species can reach a height of up to 4-5 meters. The size of the branched taproots and lateral roots is different for male and female specimens, which can be explained by the different growing seasons. From an economic point of view, in addition to the seed, the woody, square-shaped, baggy stalk of the hemp covered with glandular hairs is also considered to be its product. The thickness of the stem is significantly determined by the nutrient supply of the area, as well as the gender of the plant. Varieties sown specifically as fiber hemp have a dense and unbranched stem. 24-25% of the total weight of hemp is made up by the leaves that consist of 7 to 11 smaller leaves. The number of small leaves that make up the finger-like composition of the leaves can vary depending on the species and the growth stage of the hemp. Its flower is unisexual and cross-fertilizing. The male flowers (stamens) are yellowish green in color and star-shaped when opened. In contrast, female (fruiting) flowers are simple and barely noticeable even from a short distance [10].

4. Materials and methods

4.1. Test samples (Figure 5)

For the preparation of the wafers, in order to be gluten free, Dénes Natura millet flour was used as the base flour. To increase the protein content, Aby Bio Perfect Day hemp seed protein powder, Raab Vitalfood GmbH organic lupine protein flour and Zöldvér 100% alfalfa tablets were used, with the latter being pulverized before use in a crusher.

4.2. Methods and equipment used

Amino acid analysis was performed with an AAA 400 (Ingos Kft., Czech Republic) Automated Amino Acid Analyzer. During the separation, gradient elution was used with lithium citrate based buffers. The column was an OSTION LG ANB cation exchange resin (200x3.7mm). Chromatograms were evaluated using the CHROMULAN V 0.82 (PIKRON, Czech Republic) program.

Amino acid analysis was performed for both the flour raw materials and the finished wafers. Flour samples and the wafers prepared, after homogenization with a crusher, were hydrolyzed with a 6 M HCl solution at 110 °C for 24 hours in a dry block thermostat, followed by neutralization with a 4 M NaOH solution. After filing to mark and homogenization, the samples were filtered through fluted filter paper and then through a 0.22 µm syringe filter. The samples thus prepared were analyzed at the appropriate dilution. Due to acid hydrolysis, the indole group of tryptophan decomposes, therefore it cannot be determined using this sample preparation.

The rheological measurements of the wafers were carried out using a Stable Micro Systems TA.XT2i Texture Analyzer. The probe necessary for the 3-point-bend method and the sample holder were installed on the device, and verification of the force on the pressure head (19.61 N) and the distance (40 mm) was performed using a 2 kg weight (Figure 6).

At the start of the measurement, the probe moves downward at a speed of 1.0 mm/s until it reaches the surface of the sample. After reaching the surface of the product, the head travels downwards 5 mm at a speed of 3 mm/s. The pressure head then starts to move upwards at a speed of 10 mm/s. The measured data were evaluated using a computer connected to the instrument and the Exponent program. Fifteen parallel measurements were performed on each wafer at each measurement time point.

The water activity of the samples was measured using a Novasina MS1 type device, and their moisture content using a SARTORIUS MA 50 type rapid moisture analyzer.

4.3. Wafer preparation

During the preparation of the wafers, in order to be gluten free, millet flour was used as the base flour. The protein content of the flour mixes was increased by the addition of hemp seed, lupine and alfalfa flour. The preparation of the recipes was preceded by the amino acid analysis of the basic flours, the results of which were used to prepare the flour mixtures. The composition of the doughs is shown in Table 1.

Based on Table 1, the appropriate amounts of dry and wet raw materials were weighed and then

homogenized in a mixing bowl. Following this, 33 g of the prepared dough was weighed into the preheated Trisa 734070 type wafer oven (Figure 7) and it was baked for 2 minutes.

The cooled wafers were stored at 24 °C and 42% relative humidity for 8 weeks and any changes in their moisture content and water activity were monitored by measurements.

5. Test results

5.1. Amino acid composition and protein content

The objective of our research was to produce wafers that are gluten free and have an increased and complete protein content. Being gluten free was ensured by the choice of raw materials. To verify that the protein content is complete and increased, after performing analytical tests to ascertain the amino acid composition, protein classification values (AAS, PDCAAS) were also determined.

In the first step, amino acid scores (AAS) were calculated based on essential amino acids [12]. This quotient determines the relative deficiencies of the amino acids that make up the given protein. During its calculation, the amino acid content (g/100 g protein) of the protein source tested is divided by the amino acid content of the reference protein (g/100 g protein). The theoretical reference protein, which contains the essential amino acids in an ideal proportion, was developed by the experts of FAO/WHO [4]. Since amino acid requirements vary with the individual's age, compositions for infants (less than 0.5 years of age), little children (between 1-2 and 3-10 years of age), adolescents (between 11-14 and 15-18 years of age) and adults (over 18 years of age) were determined by the experts [13]. When evaluating our samples, the composition of the reference protein for adults was taken into consideration.

Figure 9 shows the essential amino acid composition of the flour samples tested and the reference protein recommended by the FAO/WHO for adults.

In the case of millet flour, lower results were obtained for lysine, valine and isoleucine compared to the reference sample. Lysine was contained in the smallest amounts in millet and hemp seed flour, so it can be considered the limiting amino acid in the case of these samples. The threonine content exceeded the threonine content of the reference sample, but it was the lowest in millet flour, compared to the other flour samples. The ground millet tested contained leucine the highest amount (12.9 g/100 g protein), which is also supported by the measurement results of Kalinova and Moudry (2006) [14]. The amounts of sulfur-containing compounds in the sample are also remarkably high, thus it is able to supplement the limiting cysteine and methionine content of legumes when consumed together with those.

In the case of lupine and alfalfa, sulfur-containing amino acids have been shown to have limiting properties. In addition, the lysine, isoleucine and valine contents of lupine are lower than the reference values. However, the amount of lysine is still almost twice as high (4.24 g/100 g protein) as the value obtained for millet, and it is also richer in threonine, so their combined consumption can result in a more favorable essential amino acid ratio.

Of the samples examined, the most lysine was found in ground alfalfa (6 g/100 g protein), which is also important, because this amino acid is essential for the proper growth of children. In addition, it has significantly higher contents of tryptophan, valine and threonine compared to the reference values and the flours tested.

Hemp seed flour is deficient in isoleucine, lysine and valine compared to the composition of the reference protein. Lysine can be considered its limiting amino acid, which is probably due to the inadequate nitrogen supply of the plant [15]. Its methionine and cysteine contents exceed the values measured for the reference sample and the ground legumes, so their combined use provides an opportunity to manufacture a product containing a complete protein.

The utilization of the protein content of foods is influenced by a number of factors. The amount and amino acid composition of proteins actually only allows a comparison, as utilization occurs from food as a complex system. Digestion and absorption do not affect only proteins, but a system consisting of proteins, carbohydrates, fats and other macro- and microelements consumed as food. The utilization, digestion and absorption of plant proteins can be a lengthy process due to the presence of fibers and antinutritive components, while the access to animal proteins can be hampered by fats. Even with animal experiments, we can only estimate what happens to food in the gastrointestinal tract. Nutrition science studies are now facilitated by digestive models that mimic the functioning of the human gastrointestinal tract and that study the digestibility and absorption of complex foods. With the help of such models, experts can determine the digestibility coefficient (%) for certain purified proteins, foods of plant and animal origin (e.g., whey protein, soy protein isolate, green peas, cow's milk, wheat flour), or even ready-to-eat meals. The digestibility coefficients of the flours studied were collected from the literature (Table 2) in order to be able to perform further evaluations.

The method adopted by the FAO/WHO for the determination of the biological value of proteins is the Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS). The PDCAAS value is determined by correcting the amino acid score (AAS) of the given protein with the digestibility of the test sample [12]. The PDCAAS value cannot be higher than 1.00.

The flour samples examined did not reach 1.00 on the PDCAAS scale (**Table 2**), the PDCAAS value of alfalfa was 0.74, the value of hemp seed flour was 0.67, while in the case of lupine and millet flour, low values were obtained (0.30-0.51).S

Based on this, flour mixtures were prepared to supplement the limiting essential amino acids by adjusting the ratio of the individual raw materials. Of the essential amino acids, millet is rich in methionine, cysteine, leucine and isoleucine, lupine has an outstanding content of lysine, leucine and threonine, so the protein content of the mixture can be made complete by adding these. To facilitate the compilation of the mixtures, an algorithm was developed using the measurement data; by changing the proportion of flours in the algorithm, the PDCAAS value of the mixture can be calculated (**Table 3**).

The Daily Reference Values (DRV%) for nutrients were developed by the U.S. Food and Drug Administration; this allows us to estimate the percentage of our daily protein needs that is covered by the protein in the food we intend to consume. For the calculation, the protein content and PDCAAS value of the given food and the daily protein requirement, which is uniformly interpreted as 50 g, are taken into account. The formula for the calculation:

If the DRV% value of the food is below 10%, it is considered an “*inadequate protein source*”, if it is between 10 and 19.9%, it is classified as a “*good protein source*”, while above 20% it is considered an “*excellent protein source*” [20]. The DRV% values of the assembled flour mixtures were calculated and the corresponding classifications were determined for food portions of 100 g (**Table 3**).

The data in **Table 3** show what the classification of the raw materials as protein sources will be when mixing millet flour with lupine, hemp seed and alfalfa flour in different proportions. The classification indices of additional mixing ratios that met the requirements for both dough preparation and wafer baking were also selected and calculated.

The flour ratios used after the test dough production and test baking are shown in **Table 4**.

After optimizing the raw materials, the dough was prepared, followed by a test baking and the baking of the wafers to the proper color. The protein content of the finished products was measured by the Kjeldahl method (**Figure 10**).

5.2. Rheological, organoleptic, moisture, water activity investigations

The results of the rheological measurements are illustrated in **Figure 11**.

In the case of wafers, crunchiness is an important

organoleptic property, therefore the hardness of the wafers made from the four different flour mixtures was examined. There was no significant difference between the hardness of wafers containing lupine (CSK) and hemp (KK) and the millet-based control wafer (Control). However, a significant difference could be found between the samples containing alfalfa (LK) and lupine (CSK), as well as alfalfa (LK) and hemp (KK) using the t-test. The hardness of the wafer containing alfalfa flour (LK) could be slightly improved by the addition of lupine (KEV). In this way, the rheological and nutrition properties of the wafer made from mixed flour (millet:lupine:alfalfa) also proved to be better.

The moisture content of the wafers significantly affects their shelf life. If the moisture content of the product is below 12%, the wafers can be stored for 60 days without any special preservation process. The prepared samples were stored for 8 weeks at 24 °C and 42% relative humidity. The moisture content did not reach 12% even by week 8, the highest value (8.39%) was obtained in the case of wafers made from flour mixed with alfalfa. This sample had the highest initial moisture content, and the result of the hardness measurement also corresponded to this. Water activity values remained below 0.6 at week 8 as well (**Figure 12**).

In addition to achieving a more favorable protein content, it was important that the wafers have favorable organoleptic properties. Millet flour alone gives the product a bitter aftertaste, which limits its use in the bakery industry. By adding lupine, the bitter taste can be reduced and the hardness and crunchiness of the wafers can also be improved. Sensory judges unanimously rated wafers containing lupine the best, with their bright yellow color, hardness and taste ranking them first among the samples. The combined use of hemp and millet flour also resulted in a product with better organoleptic properties compared to the control millet wafer as it tasted more favorable and less bitter. Alfalfa gave the product a green color that is foreign to the wafer and a grassy taste, and its texture did not exceed our expectations either. Adding lupine to this mixture improved the organoleptic properties.

Based on the results of analytical, rheological and organoleptic tests, we believe that we have been able to compile wafer recipes from the selected ingredients that meet gluten free requirements and have a higher protein content than similar wheat-based products. The amino acid content of the wafers was supplemented by mixing different plant-based flours, thus creating a protein source that can be utilized well. Due to the texture suitable for the wafers and the favorable organoleptic properties, the products can be popular, especially among children. Their storability and the preservation of their crunchiness ensures the relatively long shelf life of the products. We plan to continue our research by

testing additional flavors and modified flour ratios, and by compiling recipes for sweet and salty wafers.

6. Acknowledgment

This research work was facilitated by the project titled “*Strengthening the scientific replacement by supporting the academic workshops and programs of students, and by developing a mentoring process*” (ID no.: EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005).

7. References

- [1] Ludvigsson J F, Bai, J C, Biagi F, Card T R, Ciacci C, Ciclitira P J et al. (2014): Diagnosis and management of adult coeliac disease: guidelines from the British Society of Gastroenterology. *Gut*, 0, 1-20. doi:10.1136/gutjnl-2013-306578
- [2] Mustalahti K, Catassi C, Reunanen A, Fabiani E, Heier M, McMillan S, Murray L, Metzger MH, Gasparin M, Bravi E, Mäki M (2010): Coeliac EU Cluster, Project Epidemiology. The prevalence of celiac disease in Europe: results of a centralized, international mass screening project. *Ann Med*. 2010;42:587-95.
- [3] Altobelli E, Paduano R, Petrocelli A, di Orio F (2014): Burden of Celiac Disease in Europe: a review of its childhood and adulthood prevalence and incidence as of September 2014. *Ann Ig* 2014; 26: 485-498 doi:10.7416/ai.2014.
- [4] Joint FAO/WHO/UNU (2007): Expert Consultation on Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition
- [5] Sárvári, M. (2011): Egyéb gabonanövények termesztése. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem.
- [6] Antal et al. (2005): Növénytermesztés 1. Mezőgazda kiadó: Budapest.
- [7] Internetes forrás 1: <https://www.primag.hu/tudastar/csillagfurt> (Hozzáférés / Aquired: 15. 10. 2019.10)
- [8] Csapodi V. (1961): Színes atlasz Magyarország kultúrflórájához. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- [9] Antal, J. (2008): Növénytermesztés 2. Mezőgazdasági kiadó, 2008.
- [10] Izsáki Z., L. L. (2004). Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme.
- [11] Internetes forrás 3: <http://www.kenderhaz.hu/a-kender/>
- [12] Schaafsma, G. (2002): The protein digestibility-corrected amino acid score. *J Nutrition*, 130(7):1865S-1867S.
- [13] FAO Food and Nutrition Paper (2013): 92. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. ISSN 0254-4725, Rome, 2013.
- [14] Kalinova, J. (2006): Content and quality of protein in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61: 45-49.
- [15] Leson, G. (2006): Hemp Foods in North America: Trends and Results from Nutritional Studies. *Journal of Industrial Hemp*. 1.11(1): 89-93. p.
- [16] FAO (1995): Sorghum and millets in human nutrition. FAO Food and Nutrition Series, No. 27)ISBN 92-5-103381-1
- [17] Monteiro M., Costa E. et al.(2014): Evaluation of the chemical composition, protein quality and digestibility of lupin (*Lupinus albus* and *Lupinus angustifolius*) *Mundo da Saúde, São Paulo* - 2014;38(3):251-259 DOI: 10.15343/0104-7809.20143803251259
- [18] House JD1, Neufeld J, Leson G.(2010): Evaluating the quality of protein from hemp seed (*Cannabis sativa* L.) products through the use of the protein digestibility-corrected amino acid score method. *J Agric Food Chem*. 2010, 58(22):11801-7.DOI: 10.1021/jf102636b.
- [19] Gregory K. Parrish, Manfred Kroger, John C. Weaver & T. Furia (1974): The prospects of leaf protein as a human food - and a close look at alfalfa, *C R C Critical Reviews in Food Technology*, 5:1, 1-13, DOI: 10.1080/10408397409527169
- [20] Code of Federal Regulations: 2000-2006. január 1. U.S. General Services Administration, National Archives and Records Service, Office of the Federal Register 21 CFR, Ch1(4-1-06) 101.54.



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

Szűcs Viktória¹, Dudás Gyula²

Érkezett: 2020. április – Elfogadva: 2020. június

Az élelmiszer-ellátó rendszer, 2. rész – hazai kihívások, megoldási javaslatok

KULCSSZAVAK: FIT4FOOD2030; ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok (UN Sustainable Development Goals (SDG), Nemzeti Biodiverzitás Stratégia, élelmiszer-ellátó rendszer; élelmiszerpazarlás, kutatás, fejlesztés és innováció; cselekvési terv

1. ÖSSZEFOGLALÁS

A társadalmi, gazdasági és a környezeti változások komoly kihívás elé állítják az összetett, sok szereplőből álló magyarországi élelmiszer-ellátó rendszert, amelynek elemei egymásra is jelentős hatást gyakorolnak. Annak érdekében, hogy a rendszer rugalmasan reagáljon és alkalmazkodjon a változásokhoz, illetve, hogy biztosítsuk jövőállóságát szükséges alaposan megismerni a jelenlegi helyzetet, és előre jelezni a jövőben várható kihívásokat.

Jelen munkánk során a magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer előtt álló kihívásokat, az ezekre adható válaszokat és megoldási javaslatokat három alkalomból felépülő workshopsorozat során vizsgáltuk a FIT4FOOD2030 projekt Policy Lab munkája keretében.

A munka eredményei alapján elmondható, hogy a hazai élelmiszer-ellátó rendszer erős alapokon nyugszik, azonban az elkövetkező évek kihívásaihoz történő sikeres alkalmazkodás érdekében jelentős változásokat kell véghez vinni. Kiemelt jelentőséggel bír a természeti adottságokat tiszteletben tartó innovatív megoldásokra épülő termelés, amely szem előtt tartja a fogyasztók elvárásait és biztonságát, valamint az ellátó rendszer szereplőinek igényeit. Ezen folyamathoz elengedhetetlen a szereplők együttműködése, nyitottságuk fokozása, reagáló képességük javítása, valamint az adott ágazat problémáira történő koncentráció mellett, a rendszerben történő gondolkodás megvalósítása is. Továbbá olyan szakmapolitikai intézkedésekre lenne szükség, amelyek támogatják az élelmiszer-ellátó rendszerekkel kapcsolatos kutatás fejlesztés és innováció komplex használatát, valamint a szereplők széles körét vonja be az innovatív és integrált értékláncok felépítéséhez a fenntartható gazdálkodási rendszerek, a környezeti kihívások és az emberi egészség vonatkozásában.

2. Bevezetés

2.1. A hazai élelmiszer-ellátó rendszer kihívásai

A nemzetközi gyakorlathoz hasonlóan hazánk élelmiszer-ellátó rendszere is számos társadalmi, gazdasági és környezeti változással és kihívással szembesül. E hatásokra történő időbeni felkészülés, illetve a rugalmasságot igénylő pontok kijelölése kulcsfontosságúak lehetnek a rendszer stabilitásának megőrzésében.

A világ lakosságának száma növekszik, ugyanakkor hazánk népessége folyamatosan csökkenést mutat. 2019. január 1-jén Magyarország lélekszáma 9 millió 773 ezer fő volt. A Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján 1980-ban volt hazánk lélekszáma a legmagasabb (10 millió 709 ezer), amely azóta folyamatosan csökken. A 2010-es év egy újabb mérföldkőnek tekinthető, hiszen akkor haladta meg utoljára honfitársaink száma a 10 milliót (14 ezerrel) [1]. A születéskor várható élettartam 2019-ben átlagosan 75,94 év volt, amely az elmúlt évek előrejelzéseinél magasabbnak

¹ Nemzeti Agrárgazdasági Kamara

² Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ – Agrárgazdasági Kutatóintézet

tekinthető. A nők több mint felét adják a magyar társadalomnak, és várható élettartamuk is magasabbra tehető a férfiakhoz képest – 2019-ben majdnem 7 évvel. Mindemellett az átlagos életkor folyamatos növekedést mutat (2019-ben 42,7 év), vagyis a magyar lakosság fogyatkozik és öregedik. Az élelmiszer-ellátó rendszernek ezt a társadalmi változást is le kell képeznie, vagyis az idősödő társadalom szükségleteinek ellátására is fel kell készülnie [2].

Az életmóddal összefüggő nem fertőző betegségek hazánkban a vezető halálozási okok között szerepelnek [2]. A túlsúllyal és elhízással kapcsolatos statisztikák rangsorában hazánk – sajnálatos módon – évről évre előkelő helyen szerepel. Az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization, WHO) 2016-os adatai alapján a 18 éven felüli hazai felnőtt lakosság 61,6%-a elhízottnak tekinthető [3]. A legutóbbi, 2014-es reprezentatív Országos Táplálkozás és Tápláltsági Állapot Vizsgálat (OTÁP) eredményei alapján, Magyarországon három felnőttből kettő túlsúlyos vagy elhízott. A férfiak 28,2%-a, míg a nők 31,5%-a elhízott [4]. A magyarok táplálkozási szokásai nem felelnek meg az egészséges táplálkozásra vonatkozó ajánlásoknak. Honfitársaink a javasoltnál több – főként állati eredetű – zsírt, kevés teljes kiőrlésű gabonafélét fogyasztanak, mindemellett gyümölcs- és zöldségfogyasztásuk sem tekinthető kielégítőnek [5]. Az élelmiszerlánc egyes szakaszaiban (alapanyagtermelés, feldolgozás, kereskedelem, vendéglátás) képződő élelmiszer-vesztések mellett, a fogyasztók megvásárolt élelmiszerek egy részét – még fogyasztható állapotban – kidobják: 2016-ban a magyarországi háztartások egy főre vetítve 68 kg élelmiszert pazaroltak el [6]. Az élelmiszer-pazarlás és -vesztés képződés társadalmi kára, negatív gazdasági hatása egyértelmű, ami az élelmiszer-előállítás során felhasznált erőforrások felesleges lekötését és pazarlását jelenti. Ezen túlmenően az el nem fogyasztott élelmiszerek hulladékként való megjelenése is jelentős környezetterhelést okoz [7].

Magyarország változatos ökológiai adottságai kedveznek a biológiai sokféleségnek. Azonban hazánkban is több esetben a környezeti, társadalmi és gazdasági érdekek helyett a biológiai sokféleség fennmaradását veszélyeztető rövid távú gazdasági érdekek kerülnek előtérbe: nem mindenhol jellemző a természeti adottságoknak és a környezetérzékenységnek megfelelő gazdálkodás. A természeti erőforrások túlzott használata, az özönfajok megjelenése és terjedése, a környezetvédelmi szempontokat és a klímaváltozás hatásait figyelmen kívül hagyó, szakszerűtlen agrotechnika és környezettudatos gazdálkodás hiánya, az intenzív gazdálkodás, valamint a művelés felhagyása a biodiverzitás csökkenését, illetve a mozaikos tájszerkezet eltűnését eredményezheti. Az ENSZ Biológiai Sokféleség Egyezményének előírásai értelmében hazánkban is kidolgozták a 2015 és 2020 közötti időszakot felölelő biológiai sokféleség megőrzését célzó Nemzeti Biodiverzitás Stratégiát, amely többek között a biodiverzitás meg-

őrzését is hangsúlyozta a mezőgazdaság területén [8]. A Stratégia féléves értékelése alapján a mezőgazdasággal összefüggő kedvező eredmény, hogy a génbanki gyűjteményekben őrzött tételek, illetve a génbankok által közreadott tételek száma jelentősen növekedett, valamint az, hogy a Közös Agrárpolitika (KAP) mindkét pillére rendelkezik arról, hogy a tagállamok kötelezően biztosítsanak támogatást az éghajlat és a környezet szempontjából előnyös gyakorlatokra [9].

Magyarország környezetpolitikai céljainak és intézkedéseinek átfogó keretét 1997 óta a Nemzeti Környezetvédelmi Programok (NKP) jelentik. A legutóbbi, hat évre szóló környezet- és természetvédelem országos stratégiai terv 2015-ben jelent meg. A Program átfogó célkitűzése, hogy hozzájáruljon a fenntartható fejlődés környezeti feltételeinek biztosításához három stratégiai cél mentén: az életminőség és az emberi egészség környezeti feltételeinek javítása; a természeti értékek és erőforrások védelme, fenntartható használata; valamint az erőforrás-takarékosság és a hatékonyság javítása, a gazdaság zöldítése. Mindhárom célhoz kapcsolódó téma a klímaváltozáshoz való alkalmazkodási képesség és a környezetbiztonság javítása, illetve horizontális elvárás a társadalom környezettudatosságának növelése. A Program széles körű partnerség megvalósítása révén valósul meg, beleértve a társadalmi részvételt is [10].

Magyarország fenntartható fejlődésének alapjait a 2012-2024 időszakra vonatkozó Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia (NFFS) tartalmazza. Figyelembe véve a hazai és a globális folyamatokat (pl. ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok – UN Sustainable Development Goals – SDG), a stratégia valamennyi társadalmi, gazdasági és környezeti területre egy fenntartható jövőképpel megfelelő eszköz- és reformrendszerrel vázol fel. A 18/2013. (III.28.) OGY határozat [11] értelmében a nemzeti erőforrások állapotát nyomon kell követni és arról két évente tájékoztatni kell az Országgyűlést. Az előrehaladási jelentések kidolgozásában számos érdekelt részt vesz, mint a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács (NFFT), minisztériumok, nem kormányzati szervezetek és egyéb érdekelt felek [12]. A stratégiával kapcsolatos harmadik jelentés a 2017-2018-as időszakot öleli fel, ami alapján elmondható, hogy néhány pozitív eredmény (gazdasági tőke és egyes gazdasági mutatók növekedése) ellenére hazánk fenntarthatósági állapota továbbra sem tekinthető kielégítőnek.

2.2. Az Európai Zöld Megállapodás vonatkozó stratégiai

Magyarország agrártámogatásainak tervezésére is nagy hatást gyakorló klímasemlegességet és fenntartható gazdaságra való áttérést támogató Európai Zöld Megállapodás (European Green Deal) részét képező a biológiai sokféleség védelméről szóló Biodiverzitás Stratégia hivatalos közleménye 2020. május 20-án jelent meg. A 2030-ig tartó stratégia célkitűzé-

se a kontinens biológiai sokféleségének visszaállítása. Az ökoszisztéma helyreállításában a dokumentum kiemelt szerepet szán többek között az ökológiai termelés és a biológiai sokféleségben gazdag területek, valamint a tájképi elemek részarányának növelésének a mezőgazdasági földterületeken, a beporzó rovarok pusztulásának megállításának és visszaszorításának, valamint a felhasznált növényvédő szerek mennyiségének csökkentésének [13].

Szintén az Európai Zöld Megállapodás részét képező Termőföldtől az Asztalig (Farm to Fork) stratégia célja a fenntartható élelmiszerláncra való átállás, melynek elengedhetetlen része az élelmiszer-termelés, -elosztás és -fogyasztás jelenlegi módjának átalakítása. A stratégia alapján az élelmiszerlánc minden szereplőjének részt kell vennie a fenntarthatóság elérésében. Ehhez elengedhetetlen a termelési módszerek átalakítása, valamint a természeti, technológiai, digitális és műholdas kapcsolaton alapuló megoldások hatékony használata. A dokumentum alapján a jelenlegi táplálkozási szokások sem egészségügyi, sem környezeti szempontból nem fenntarthatók, így kiemeli az ajánlásokhoz (pl. magas zsír-, só- és cukortartalmú élelmiszerek népszerűsítésének korlátozása) illeszkedő, és a civilizációs betegségek (pl. elhízás, szív- és érrendszeri, valamint daganatos megbetegedések) visszaszorítását célzó táplálkozás fontosságát, az élelmiszer-pazarlás visszaszorításának szükségességét, a növényi étrend, az innovatív és fenntartható csomagolási megoldások, valamint az egészséges, könnyen értelmezhető, a csomagolás front oldalán megjelenő tápanyagjelölés mérlegelésének fontosságát. Mindemellett a Bizottság az élelmiszer-biztonság fokozása, illetve a tisztességtelen kereskedelmi gyakorlatok és az élelmiszer-hamisítások visszaszorítása érdekében egyenlő feltételeket fog teremteni a piaci szereplők számára.

A stratégia – hangsúlyozva annak fontosságát – külön alfejezetben tárgyalja a kutatás-fejlesztés szerepét a fenntartható ellátó rendszerre való áttérésben. A Horizont 2020 kutatási keretprogramban a Bizottság 1 milliárd eurós keret kiírását tervezi a Green Deal kapcsán, aminek nagysága a program folytatását adó Horizont Europe-ban már 10 milliárd euró lesz. Továbbá a dokumentum 27 mérhető kritériumon alapuló intézkedést fogalmaz meg, úgymint a növényvédő szerek és műtrágya felhasználásának 50%-kal, és az állatgyógyászati célra szánt antimikrobiális szerek értékesítésének 50%-kal való csökkentése, illetve a művelt területek 25%-ának ökológiai gazdálkodás alá vonása. Ezzel párhuzamosan a Bizottság lépéseket tesz az egészséges táplálkozás és a fenntartható fogyasztás előmozdítására, illetve az állatjóléttel kapcsolatos és élelmiszer-hamisítás elleni intézkedéseket fogalmaz meg [14].

¹ Az élelmiszer-ellátó rendszer főbb elemei: termelés, logisztika, feldolgozás, csomagolás/marketing, disztribúció, fogyasztás, hulladék/erőforrás [17].

3. Anyag és módszer

Kutatási munkánkat a FIT4FOOD2030 projekt hazai Policy Lab-jének koordinálása során végeztük, amelynek fő célja a FOOD 2030 prioritásainak [15] figyelembevételével és az érdekelt felek bevonásával – a nemzeti élelmiszer-ellátó rendszer feltérképezése, a cselekvési pontok kijelölése, illetve az átalakítást támogató javaslat kidolgozása volt [16].

A magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer¹ előtt álló kihívásokat, az ezekre adható válaszokat és megoldási javaslatokat három alkalomból felépülő workshoporozat során vizsgáltuk meg. A három workshop több mint egy éves időszakot ölelt fel. Az első szakmai napot 2018. szeptember 12-én, a második 2019. március 19-én, a harmadikat pedig 2019. november 6-án tartottuk meg. Az egyes események metodikáját a Fit4Food2030 projekt által kidolgozott ajánlások alapján állítottuk össze, oly módon, hogy a különböző területekről érkező szakemberek kis létszámú csoportmunka során, irányított módszertan alapján (fókuszcsoport) vitassák meg az élelmiszer-ellátó rendszerrel kapcsolatos kérdéseket. Az egyes csoportok eredményeit ütköztettük egymással, így kaptuk meg az adott workshop együttesen elfogadott eredményeit. A három workshop által felölelt témakörök, feladatok egymásra épültek, így az egyes rendezvények részeredményei csak a résztvevők visszacsatolásai után váltak véglegesessé.

Jelen a cikk a magyarországi „Policy Lab”-ek munkájának folyamatát és eredményeit mutatja be. A rendezvényorozat az alábbi kimenetek elérését tűzte ki célul:

- A magyarországi élelmiszer-ellátó rendszert érintő szakértői hálózat kialakítása, működtetése;
- A magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer 2030-ra vonatkozó víziójának megalkotása;
- A magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer 2030-ra vonatkozó vízióját hátráltató és támogató kutatás, -fejlesztés és -innovációs (KFI) elemek feltárása;
- A magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer 2030-ra vonatkozó víziójának megvalósulását segítő cselekvési tervek kidolgozása.

Célkitűzéseink elérésének érdekében fókuszcsoportos vizsgálatokat végeztünk, amely Vicsek [18] meghatározása alapján „olyan kutatási módszert jelent, amelynek során az adatok úgy keletkeznek, hogy a kutatás alanyai csoportosan kommunikálnak egy adott témáról”. A módszer során nem tanítjuk és informáljuk a résztvevőket, hanem információt szer-

zünk nézeteikről [19]. A fókuszcsoporthoz fő célja, hogy a megfelelő célcsoport résztvevőivel végzett beszélgetés során betekintést nyerhetünk a számunkra fontos kérdéskörbe, továbbá a technika értékét növeli a szabadon folyó csoportbeszélgetések előre nem várt eredményei [20].

A fókuszcsoporthoz beszélgetéseket mindhárom alkalommal két csoportban végeztük félig strukturált vizsgálattal, ahol a vezérfonalat előre megterveztük. A beszélgetések során a résztvevők különböző interaktív feladatokat végeztek, amelyek kevésbé formális körülmények között segítették a szakmai vélemények átadását. Az adatok elemzését gyors módszerrel végeztük az interjúkon készült jegyzetek alapján. Az interjúkat végeztük a moderátor és a kiíró röviden értékelte az elvégzett interjút (debrief) [18], amelyeket az elemzés során figyelembe vettünk. A beszélgetéseket kvalitatív tartalomelemzéssel elemeztük, míg szóasszociációk esetében a gyakoriságokat vizsgáltuk.

A nemzeti szinten működő Policy Labek elsődleges célja, hogy a résztvevő felek legszélesebb spektrumának segítségével létrehozza a hazai élelmiszer-ellátó rendszer átalakítását segítő hálózatot. A hazai hálózat számos ágazati szereplőt tömörít, úgymint a döntéshozókat és nem kormányzati szervezeteket, a kutatókat, a szakmai - és szakmaközi szervezetek képviselőit, valamint – annak érdekében, hogy tervezésünk az Unió irányait és nemzetközi kitekintést is tartalmazzon – különböző nemzetközi munkacsoportokat (pl. SCAR – Standing Committee on Agricultural Research, COPA-COGECA – Committee of Professional Agricultural Organisations-General Confederation of Agricultural Cooperatives) résztvevőit. Az események során folyamatosan bővülő hazai hálózat jelenleg 62 főből áll. Annak ellenére, hogy a workshopokon személyesen nem jelentek meg, az összes tag számára folyamatosan lehetőséget biztosítottunk arra, hogy az egyes eseményekről készült összefoglaló jelentéseket véleményezzék, kiegészítsék.

4. Eredmények és következtetések

A megrendezett workshopok témái egymás eredményeire épültek, így a folyamat bemutatása érdekében az események munkáját és eredményeit egyenként mutatjuk be.

4.1. Az első workshop eredményei

Az első workshopon 16 érdekelt fél vett részt, akik szakmai szervezetektől (9 fő), kormányzati intézményektől (3 fő), kutatóhelyekről (3 fő) és az üzleti szférából érkeztek (1 fő). A szakmai szervezetek a mezőgazdasági termelés, az élelmiszer-feldolgozás, a csomagolóanyag-gyártás, a táplálkozástudomány, az egészségmegőrzés és az élelmiszer-pazarlás viszszaosztás területeit képviselték. A szereplőket két részre osztva fókuszcsoporthoz interjúkat bonyolítottunk le. Mindkét csoportnál a következő tématerületekre összpontosítottunk:

- A jelenlegi hazai élelmiszer-ellátó rendszer erősségei és gyengeségei;
- Az élelmiszer-ellátó rendszer előtt álló kihívások (gazdasági, társadalmi, környezeti stb.) 2030-ig;
- A kutatás, fejlesztés és innováció szerepe és lehetőségei az új megoldások, változások támogatásában;
- Az ideális hazai élelmiszer-ellátó rendszer jellemzői.

Tématerületenként minden résztvevő 4-5 darab kulcsszót fogalmazhatott meg indoklással ellátva az élelmiszer-ellátó rendszer egészével és annak főbb elemivel kapcsolatban, így valamennyi résztvevő azonos mértékben járult hozzá a közös együtt-gondolkodáshoz.

4.1.1. A jelenlegi magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer erősségei és gyengeségei

A workshop résztvevői szerint a magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer működéséhez az élelmiszer-termelés és -feldolgozás hagyományai jó alapot teremtenek, amihez támogató hatósági struktúra (pl. NÉBIH) társul. Ugyanakkor a kapacitáskorlátokkal, hatékonysági és versenyképességi nehézségekkel küzdő hazai élelmiszer-ellátó rendszer jellemzően az ágazati szereplők együttműködésének hiányával, a nehezen átlátható szabályozási környezettel, a szakértett munkaerő hiányával, a rejtett gazdaság jelentős arányával, valamint a fogyasztók feldolgozott élelmiszerekkel kapcsolatos ellenérzéseivel küzd. Mindemellett az egész rendszerre jellemző az információ és az ismeret korlátozott áramlása és a KFI (kutatás, fejlesztés, innováció) lehetőségek visszafojtott kiaknázása.

4.1.2. A magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer előtt álló kihívások

A magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer hazai és nemzetközi hatásoknak is kitéve összetett kihívások elé fog nézni a jövőben. A hazai élelmiszer-ellátó rendszernek fel kell készülnie a globális piaci változásokra, amelyeknek következtében a versenyképesség megtartása még nehezebb feladat lesz. Az élelmiszer-ellátó rendszernek alkalmazkodnia kell a társadalmi változásokhoz (pl. vásárlóerőben tapasztalható jelentős eltérések, öregedő társadalom, civilizációs betegségek, állatjóléti elvárások), valamint komoly szakképzett munkaerőhiánnyal kell szembenéznie. A fogyasztók ellátása nagyüzemi előállítók nélkül nem oldható meg, ezért ezen vállalkozások társadalmi elfogadottságát javítani kell. A hazai rendszer fenntarthatóság felé történő mozdításának fontos elemei a KFI tevékenységek fokozása, az együttműködések javítása – úgy horizontálisan, mint vertikálisan –, valamint a digitalizációban rejlő lehetőségek kiaknázása. Élelmiszer-biztonsági szempontból a hazai rendszernek fel kell készülnie az országhatárokon átváló

krízisekre történő gyors és hatékony reagálásra, valamint az esetleges szándékos jogsértésekre (pl. bioterrorizmus).

4.1.3. A kutatás, fejlesztés és innováció szerepe és lehetőségei az új megoldások, változások támogatásában

A KFI tevékenység minden szereplő munkájának aktív, érdemi kiegészítőjévé kell válnia, azonban ehhez egy a párhuzamosságok kiszűrésén alapuló, kooperációra épülő, támogatott KFI rendszer kidolgozása szükséges, ahol a rendszer elemei közötti információszolgáltatás megoldott. Az egész rendszerre kiterjedő információszolgáltatás – beleértve a gyermekkortól megkezdett, oktatásra épülő fogyasztói tudatosság fokozását –, valamint az egységes nyomon követési rendszerek kialakítása kiemelt fontossággal bír. Mindezen célok eléréséhez nélkülözhetetlen az egész rendszert átjáró alapvető szemléletváltása.

Az ideális hazai élelmiszer-ellátó rendszer jellemzőit és vízióját a második workshop eredményeinél mutatjuk be, mivel a vízió azon a workshopon került véglegesítésre.

4.2. A második workshop eredményei

A második workshopon 12 érdekelt fél vett részt, akik szakmai szervezetektől (5 fő), kormányzati intézményektől (3 fő), kutatóhelyekről (4 fő) érkeztek, továbbá 4 szereplő (3 fő szakmai szervezetektől, 1 fő kormányzati intézménytől) írásban küldte el javaslatait workshop eredményeinek visszamutatása során. A szakmai szervezetek a mezőgazdasági termelés, az élelmiszer-feldolgozás, a táplálkozástudomány és az élelmiszer-pazarlás-visszaszorítás területeit képviselték.

A workshop két alapvető célt fogalmazott meg:

- A magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer 2030-ra vonatkozó víziójának véglegesítése;
- A vízió megvalósulását hátráltató és támogató kutatás, fejlesztés és innovációs elemek feltárása.

4.2.1. A magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer 2030-ra vonatkozó víziója

A vízió ábrájának megalkotásához az első workshop eredményei adták az alapot, amelyet a második ülésen egészítettünk ki és erősítettünk meg. A vízió véglegesítéséhez a FIT4FOOD2030 projekt által kidolgozott 60, úgynevezett trend kártyát használtuk [21]. A résztvevőknek a hét témakörhöz (általános trendek; mezőgazdasági termelés; élelmiszer-feldolgozás; fogyasztói trendek; piacgazdaság, kereskedelem és logisztika; csomagolás és hulladék; politikai és egyéb trendek) kapcsolódó kártyából kellett azt a három

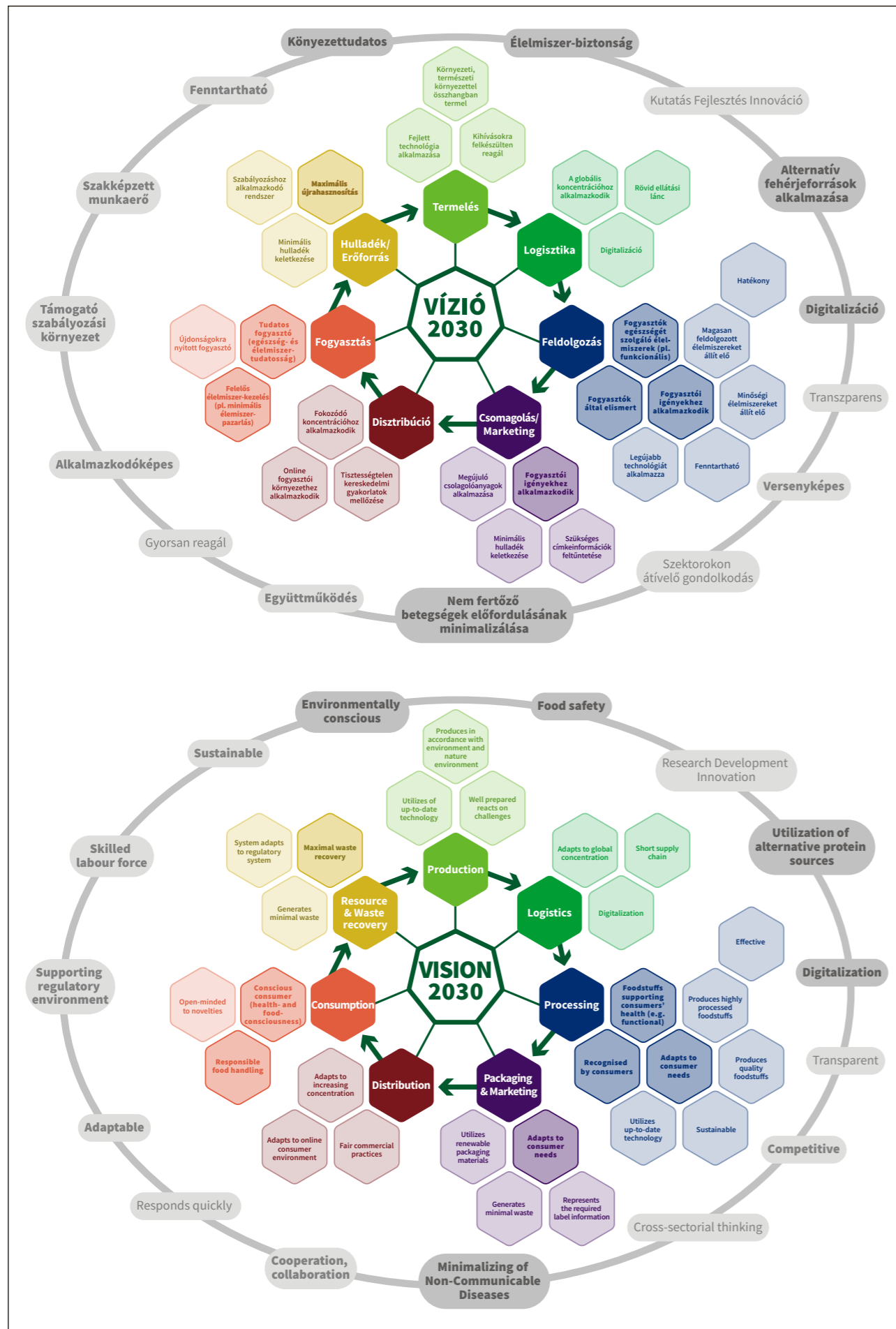
elemet kiválasztaniuk, amelyek a leginkább relevánsnak tartották a hazai élelmiszer-ellátó rendszer szempontjából. A szakértők által leggyakrabban megjelölt elemek az egészség- és élelmiszer-tudatosság erősödése (5 darab), a nem fertőző betegségek előfordulásának növekedése és az alternatív fehérjeforrások megjelenése (4-4 darab) volt. Az eredmények összesítése után véglegesítettük a magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer jövőképét, vízióját bemutató ábrát, amelyben a rendszer főbb elemei körül (termelés, logisztika, feldolgozás, csomagolás/marketing, disztribúció, fogyasztás, hulladék/erőforrás) szerepelnek a szakértők által kiemelt szempontok (1. ábra). Az ábrát körülvevő szürke körben az egész rendszerre vonatkozó általános tényezők szerepelnek, továbbá a teljes ábrában félkörvénnyel betűtípussal emeltük ki a szakértők által leghangsúlyosabbnak vélt elemeket.

Összességében elmondható, hogy a szakértők megállapításai alapján az ideális hazai élelmiszer-ellátó rendszer a jövőben környezettudatosan, minimális hulladékkeletkezés mellett, fenntartható módon fog működni. Versenyképes, átlátható, alkalmazkodó képes lesz, és az új kihívásokra gyorsan fog reagálni. A rendszer szereplői között a horizontális és a vertikális együttműködések egyaránt fognak kiépülni és működni. Az ellátó-rendszer szereplői fejlett technológiákat alkalmazva a fogyasztói igényekhez alkalmazkodva fognak tevékenykedni. Az újdonságokra nyitott, tudatos fogyasztók hiteles információk birtokában fognak vásárolni. Az élelmiszer-ellátó rendszer fejlesztéseit szakmailag felkészült gárdával rendelkező, a gyakorlati megvalósítást támogató kutatási háttér támogatja majd. Mindehhez a támogató szabályozási környezetet széles szakmai és társadalmi egyeztetés alapján fogják kialakítani (1. ábra).

4.2.2. A magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer 2030-ra vonatkozó vízióját hátráltató és támogató KFI elemek feltárása

Csoportmunka keretében a szakértőknek a FIT-4FOOD2030 projekt által kidolgozott 40 darab állítás közül kellett kiválasztaniuk azt a hármat, amely leginkább hátráltatja a hazai vízió megvalósulását a kutatás, fejlesztés és az innováció szempontjából, illetve azt a további hármat, amely a leginkább támogatni tudná azt. Mindemellett a résztvevők saját állításokat is megfogalmazhattak. A kártyákon megjelenő állítások négy szereplő köré csoportosultak: kutatók; civil társadalmi szervezetek/lakosság/fogyasztók; közigazgatás/politikai döntéshozók és vállalkozások/ipar (1. táblázat).

A workshop résztvevői a legtöbbször a *Közigazgatási/Politikai* döntéshozókat, valamint a *Kutatókat* említették. Szerintük a víziót leginkább támogató elemek – említésszám alapján – az innovációk számára megfelelő szabályozási környezet kialakítása (Közigazgatás/Politikai döntéshozók) (6 említés), az innováció iránti igény megteremtése (Civil társadalmi



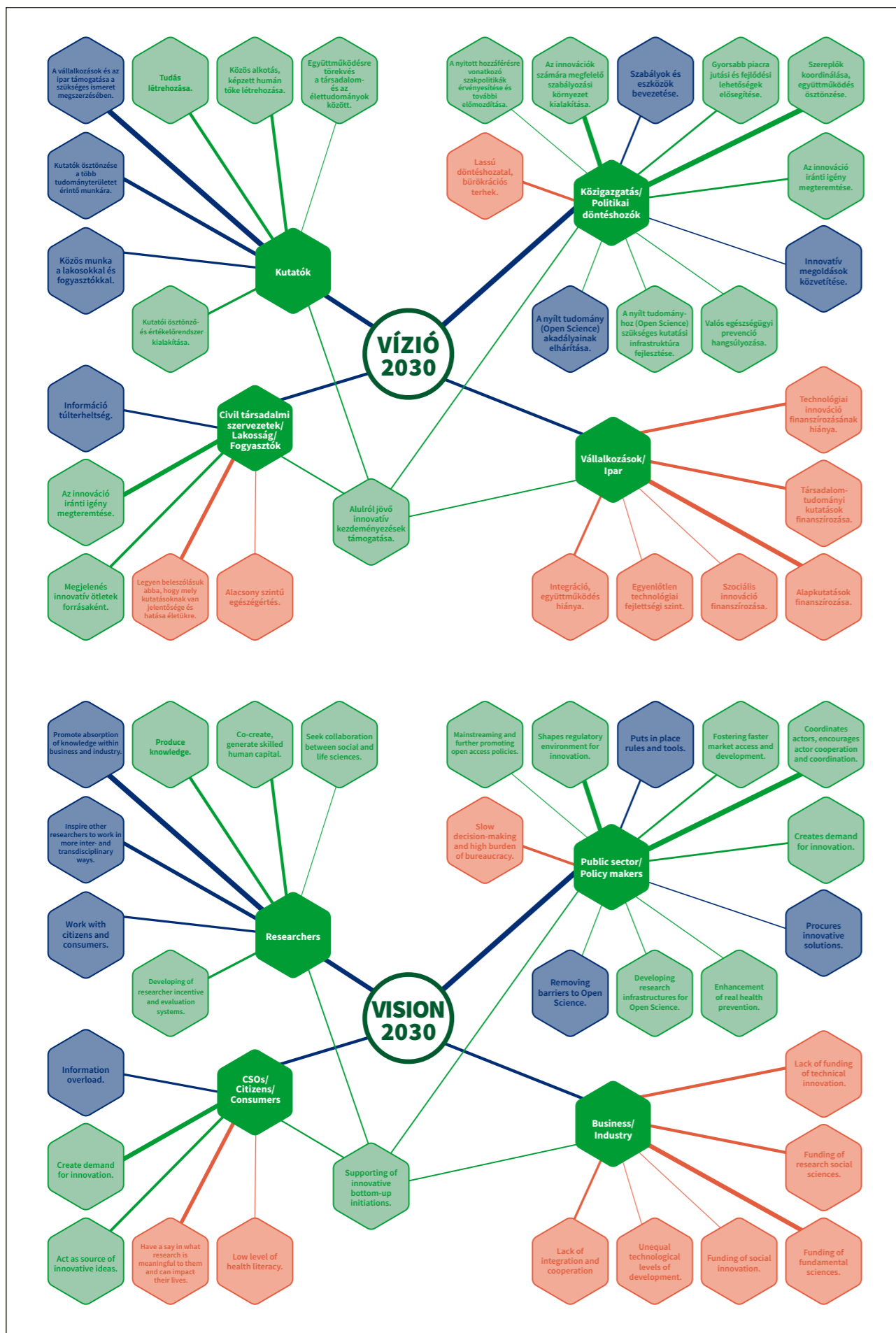
1. ábra. A magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer 2030-ra vonatkozó víziója (saját szerkesztés)
Figure 1. Vision for the Hungarian food supply system for 2030 (own design)

szervezetek/Lakosság/Fogyasztók) (5 említés) és a szereplők koordinálása, együttműködés ösztönzése (Közigazgatás/Politikai döntéshozók) (5 említés). A leginkább gátló tényezők az alapkutatások finanszírozásának (Vállalkozások/Ipar) (5 említés), illetve a társadalomtudományi kutatások finanszírozásának háttérbe szorulása (Vállalkozások/Ipar), technológiai innováció finanszírozásának hiánya (Vállalkozások/Ipar), valamint az, hogy a társadalomnak nincs, vagy csak mérsékelt a beleszólása van abba, hogy mely kutatásoknak van jelentősége és hatása életükre (Civil társadalmi szervezetek/Lakosság/Fogyasztók) (4-4-4 említés). A vállalkozások és az ipar támogatása a szükséges ismeret megszerzésében (Kutatók) (3 támogató és 3 ellenző említés), valamint a kutatók ösztönzése a több tudományterületet érintő munkára

(Civil társadalmi szervezetek/Lakosság/Fogyasztók) (4-4-4 említés). A vállalkozások és az ipar támogatása a szükséges ismeret megszerzésében (Kutatók) (3 támogató és 3 ellenző említés), valamint a kutatók ösztönzése a több tudományterületet érintő munkára

1. táblázat. A vízió megvalósulását hátráltató és támogató állítások bemutatása (saját szerkesztésű táblázat)
Table 1. Statements hindering and supporting the realization of the vision (own table)

Szereplők / Stakeholders	Állítások / Statements
Kutatók / Researchers	Tudás létrehozása. Creating knowledge.
	Közös alkotás, képzett humán tőke létrehozása. Common creation, development of skilled human capital.
	A vállalkozások és az ipar támogatása a szükséges ismeret megszerzésében. Supporting enterprises and industry in acquiring the necessary knowledge.
	Közös munka a lakosokkal és fogyasztókkal. Working together with the population and consumers.
	Együttműködésre törekvés a társadalom- és az élettudományok között. Striving for collaboration between social and life sciences.
Civil társadalmi szervezetek / Lakosság / Fogyasztók Non-governmental organizations / Population/Consumers	Kutatók ösztönzése a több tudományterületet érintő munkára. Encouraging researchers to work in multidisciplinary fields.
	Az innováció iránti igény megteremtése. Creating a demand for innovation.
	Megjelenés innovatív ötletek forrásaként. Appearance as a source of innovative ideas.
Közigazgatás / Politikai döntéshozók Public administration / Political decision-makers	Legyen beleszólásuk abba, hogy mely kutatásoknak van jelentősége és hatása életükre. Having a say in which research has significance and an impact on their lives.
	Az innovációk számára megfelelő szabályozási környezet kialakítása. Creating the right regulatory environment for innovation.
	Szabályok és eszközök bevezetése. Introduction of rules and tools.
	Gyorsabb piacra jutási és fejlődési lehetőségek elősegítése. Facilitation of faster market access and development opportunities.
	Szereplők koordinálása, együttműködés ösztönzése. Coordination of stakeholders, encouraging cooperation.
	Az innováció iránti igény megteremtése. Creating a demand for innovation.
	Innovatív megoldások közvetítése. Communicating innovative solutions.
	A nyílt tudomány (Open Science) lehetőségeinek ösztönzése. Encouraging open science opportunities.
	A nyílt tudományhoz (Open Science) szükséges kutatási infrastruktúra fejlesztése. Development of the research infrastructure for open science.
	A nyílt tudomány (Open Science) akadályainak elhárítása. Removing the barriers to open science.
Vállalkozások / Ipar Enterprises / Industry	A nyitott hozzáférésre vonatkozó szakpolitikák érvényesítése és további előmozdítása. Enforcing and further promoting open access policies.
	Technológiai innováció finanszírozása. Financing technological innovation.
	Szociális innováció finanszírozása. Financing social innovation.
	Társadalomtudományi kutatások finanszírozása. Financing social science research.
	Alapkutatások finanszírozása. Financing basic research.



2. ábra. A magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer KFI gondolatérképe (saját szerkesztés)
Figure 2. RD&I mind map of the Hungarian food supply system (own design)

(Kutatás) (2 támogató és 2 ellenző említés) volt a két leginkább ellentmondásosan megítélt elem támogatás és akadályozás szempontjából.

Valamennyi válasz összegzését követően alakítottuk ki a hazai élelmiszer-ellátó rendszer kutatás, fejlesztés és innovációs gondolatérképét (mind map). A 2. ábrán található halványzöld elemek tartalmazzák a vízió megvalósulását támogató állításokat, pirossal a hátráltatókat, míg kék színnel azokat jelöltük, amelyek mindkét funkciót el tudják látni. Az állításokat összekötő vonalak vastagsága az említések gyakoriságát mutatja.

Csoportmunka keretében a résztvevők a víziót bemutató, 1. ábra alapján egyenként kiválasztottak három-három olyan tényezőt, amelyek támogatására – megítélésük szerint – a kutatás-fejlesztés szereplőinek a leginkább kellene összpontosítania. A résztvevők válasza alapján a fogyasztáson belül a tudatos fogyasztó (9 említés) segítése egyértelműen kiemelkedett, ugyanúgy, mint a kutatás-fejlesztéssel

szemben leginkább elvárt igény. Ezt követően a második legtöbb említést (5 darab) az élelmiszer-ellátó rendszer fenntarthatóságára irányuló törekvés kapta. Három-három említést kapott az együttműködések javítása az élelmiszer-ellátó rendszeren belül, a fejlett technológia alkalmazása a termelésben, valamint a minimális hulladék keletkezése az erőforrások felhasználása során.

4.3. A harmadik workshop eredményei

A harmadik workshopon 20 érdekelt fél vett részt, akik szakmai szervezetektől (12 fő), kormányzati intézményektől (2 fő), kutatóhelyekről (3 fő) és az üzleti szférából (3 fő) érkeztek. A szakmai szervezetek a mezőgazdasági termelés, az élelmiszer-feldolgozás, a csomagolóanyag gyártás, a táplálkozástudomány, a fogyasztóvédelem és az élelmiszer-pazarlás viszszaosztás területeit képviselték. Az üzleti szférából két kereskedelmi lánc és egy hitelintézet képviselői látogatták meg a rendezvényt.

2. táblázat. A huszonegy leghangsúlyosabb és a résztvevők által kidolgozott tíz vízió cél (saját szerkesztésű táblázat)
Table 2. The twenty-one most important vision goals and the ten developed by the participants (own table)

Terület / Area	Cél / Goal
Termelés Production	Fejlett technológia alkalmazása. / Application of advanced technology.
	Kihívásokra felkészülten reagál. / Prepared to respond to challenges.
	Környezeti, természeti környezettel összhangban termel. / Produces in harmony with the environment.
Logisztika - Disztribúció Logistics - Distribution	A globális koncentrációhoz alkalmazkodik. / Adapts to global concentration.
	Digitalizáció. / Digitalization.
	Rövid ellátási lánc. / Short supply chain.
Feldolgozás Processing	Fogyasztók egészségét szolgáló élelmiszerek (pl. funkcionális). / Foods that serve consumer health (e.g., functional).
	Fogyasztók által ismert. / Known by consumers.
	Fogyasztói igényekhez alkalmazkodik. / Adapts to consumer needs.
Csomagolás – Hulladék erőforrás Packaging – Waste resources	Maximális újrahasznosítás. / Maximum recycling.
	Minimális hulladék keletkezése. / Minimal waste generation.
	Fogyasztó igényekhez alkalmazkodik. / Adapts to consumer needs.
Fogyasztás Consumption	Tudatos fogyasztó (egészség- és élelmiszer-tudatosság). / Conscious consumer (health and food awareness).
	Felelős élelmiszer-kezelés (pl. minimális élelmiszer pazarlás). / Responsible food handling (e.g., minimal food waste).
	Újdonságokra nyitott fogyasztó. / Consumer open to novelties.
Élelmiszer-ellátó rendszer Food supply system	Élelmiszer-biztonság maximalizálása. / Maximizing food safety.
	Környezettudatos ellátó rendszer. / Environmentally conscious supply system.
	Táplálkozással kapcsolatba hozható nem fertőző betegségek előfordulásának minimalizálása. / Minimizing the incidence of non-communicable diseases associated with eating.
	Együttműködés fokozása. / Enhancing cooperation.
	Alternatív fehérjeforrások alkalmazása. / Use of alternative protein sources.

Megjegyzés: Szürke háttérrel jelölve a résztvevők által kidolgozott tíz vízió cél
Note: The ten vision goals developed by the participants are marked in gray

A workshop célja – az első két workshop alapján kidolgozott – a magyarországi élelmiszer-ellátó rendszer 2030-ra vonatkozó víziójának megvalósulását segítő cselekvési tervek kidolgozása volt, különös tekintettel a KFI elemek szerepére.

A cselekvési tervek kidolgozásához a FIT4FOOD2030 projekt által javasolt módszert (pathway method) használtuk, amely alapján az adott célt a felelősök és az eszközök megjelölésével érhetjük el. A feladathoz a résztvevők tizenhárom felelős-kártyát (gazdálkodó, élelmiszer-előállító, fogyasztó, civilszervezet, kutató, szakember, véleményvezér/influenszer, oktatási intézmény, döntéshozó, szakmaközi szervezet/köztestület/kamara, hatóság, önkormányzat, egyéb) és tíz darab eszköz-kártyát (szabályozás, információ, gazdasági eszközök, kutatás, oktatás, kampány/program, fejlesztés, blog/vlog, ellenőrzés, egyéb) használtak fel szabadon, korlátlan mennyiségben.

Az egyes cselekvési tervek kidolgozása összesen öt, öt-hat fős csoportban történt. Az egyes csoportok tagjait vegyesen választottuk ki, hogy minél több szakmai területet le lehessen fedni az egyes csoportokon belül. A vízió-ábrán leghangsúlyosabb huszonegy célt véletlenszerűen szétosztottuk a csoportok között, amelyből közösen választották ki azt a kettőt, amelyet kidolgoztak. Így összesen tíz cselekvési tervet dolgoztak ki és beszéltek meg. Ezeket szűrke kiemeléssel jelenítettük meg a **2. táblázatban**. A résztvevők négy általános célt választottak, továbbá két cél a feldolgozáshoz, kettő a fogyasztáshoz és szintén kettő a hulladék- és erőforrás-gazdálkodáshoz kapcsolódott.

Fontos kiemelni, hogy a kidolgozott útvonalak a célok elérésének egyféle lehetséges módját vázolták fel. Mivel a tíz cselekvési terv bemutatása meghaladná e cikk terjedelmi korlátait, ezért a cselekvési tervek kulcsszavai, -állításai alapján összegeztük az egyes cselekvési tervek között fellelhető hasonlóságokat.

Ilyen közös vonásként említhető a kommunikáció és az együttműködés kezdeményezésének fokozása, amely a különböző területek között javításra szorul (rendszerben gondolkodás). A cselekvési tervek megvalósításának egyik legkritikusabb eleme a változásokra és együttműködésre nyitott érdekelt felek megtalálása és bevonása. Az élelmiszer-ellátó rendszer szereplői között – eltérő érdekeik miatt – gyakran nem alakul ki egyetértés egy adott kérdésben, továbbá bizalomhiány is megfigyelhető, ami az átláthatóságot gátolja. A megfelelő koordinátor személy/szervezet megtalálása segíthet a probléma leküzdésében, illetve a szereplőket pozitív ösztönző eszközök alkalmazásával lehetne a cselekvési tervekben szereplő célok teljesítése felé segíteni.

Egy másik kulcsfontosságú elem a hatóságok ellenőrző szerepének megerősítése, hogy visszajelzéssel tudjanak szolgálni a szabályozó eszközök végrehajtásáról és megvalósíthatóságáról. Mindemellett

fontos, hogy a döntéshozók szabályozási eszközeik fejlesztését a lehető legszélesebb körű szakmai konzultációra alapozzák, a szakmai és a szakmaközi szervezeteknek, valamint az élelmiszerlánc szereplőinek érdekeit képviselő kamaráknak nagyobb hangsúlyt kellene kapniuk a szakmai álláspontok kidolgozásában.

A résztvevők kiemelték a kutatás, mint eszköz használatának fontosságát, ami által a termékpálya valamennyi szereplője megalapozott és hiteles ismeretekhez, egyéb tudnivalókhöz juthat, segítve a szereplőket döntéseik meghozatalában. Ugyanakkor a különböző cselekvési tervekben nem mindig könnyű meghatározni a kutatás pontos helyét. Ideális esetben a kutatás a teljes folyamatot kíséri (tervezés, kivitelezés, visszacsatolás).

Az élelmiszer-ellátó rendszer víziója újdonságokra nyitott, tudatos és felelős fogyasztók nélkül nem valósítható meg. A fogyasztók szemléletformálásához az oktatás és a tájékoztató kampányok mellett a támogató családi minták megléte járulhat hozzá. A fogyasztók objektív tájékoztatást nehezíti, hogy a médiában új szereplők (véleményvezérek [influenszerek], bloggerek, vloggerek [video-bloggerek]) jelentek meg, akiknek hitelessége gyakran kétségbe vonható. A hiteles csatornákon érkező tudnivalók azonban a fentebb vázolt célok elérésében hasznos segítséget nyújthatnak.

5. Összegzés

Az élelmiszer-ellátó rendszer jövőállóságának biztosításához elkerülhetetlen annak újragondolása, bizonyos elemekkel történő kiegészítése. A várható kihívásokra, valamint a hazai és az Unió stratégiaiákhöz (pl. Termőföldtől az asztalig) és ajánlásokhoz (pl. ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok) történő alkalmazkodáshoz elengedhetetlen a rendszer alapos áttekintése, a helyzet felmérése. A FIT4FOOD2030 projekt kiváló lehetőséget nyújtott arra, hogy megismerjük, hogy milyen erősségekre alapozva, milyen gyengeségeket kiküszöbölve kellene a rendszer szereplőinek változásokat eszközölnie ahhoz, hogy felkészítsük azt a jövő kihívásaira.

A hazai élelmiszer-ellátó rendszer számos erősséggel rendelkezik, amelyekre alapozható a változás, mindemellett számos gyenge pontja is van, amelyek megerősítése az elkövetkezendő évek feladata. A folyamathoz elengedhetetlen a szereplők együttműködése, nyitottságunknak fokozása, reagálóképességük javítása. Az adott ágazat gyakorlati nehézségeinek feltárása mellett, de a siker elengedhetetlen feltétele a rendszerben történő közös gondolkodás is. A társadalom ésszerű bevonásával zajló, valamint a több területet felölelő multidiszciplináris KFI tevékenység előnyösen hozzájárulhat a rendszer megváltoztatásához. Olyan szakmapolitikai intézkedésekre van szükség, amelyek támogatják az élelmiszer-ellátó rendszerekkel kapcsolatos kutatás fejlesztés és

innováció komplex használatát, valamint a szereplők széles körét vonja be az innovatív és integrált értékláncok felépítéséhez a fenntartható gazdálkodási rendszerek a környezeti kihívások és az emberi egészség vonatkozásában.

A workshop-sorozat lezárása után kitört SARS-CoV-2 koronavírus járvány az élelmiszer-ellátó rendszer egyéb érzékeny pontjaira is rámutatott (pl. önellátóság fontossága, raktározási kapacitások fokozása), amelyekre tanulmányunk érthető módon nem térhetett ki. Azonban a járványhelyzet által okozott átmeneti zavarok is arra mutatnak, hogy

az élelmiszer-ellátó rendszereknek rugalmasaknak, fenntarthatóknak, innovatívnak, adaptívnak és inkluzívnak kell lenniük, a nem várt kihívások révén fellépő követelmények sikeres teljesítése érdekében.

6. Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönettel tartoznak a FIT4FOOD2030 projektnek a rendelkezésre bocsátott módszertani megoldásokért, valamint a magyarországi Policy Lab szakértőinek a munkához nyújtott szakmai segítségért, idejükért.



WESSLING
Életünk minősége

Látogassa meg a WESSLING Tudásközpont honlapját!



**A WESSLING
ÉS A
TÁRSADALMI
FELELŐSSÉG**

<https://wesslingtudaskozpont.hu/>



Viktória Szűcs¹, Gyula Dudás²

Received: April 2020 – Accepted: June 2020

The food supply system Part 2 – domestic challenges, possible solutions

KEYWORDS: FIT4FOOD2030; UN Sustainable Development Goals (SDG), National Biodiversity Strategy, food supply system; food waste; research, development and innovation; action plan

1. SUMMARY

Social, economic and environmental changes pose a serious challenge to the complex Hungarian food supply system with many stakeholders, the elements of which have a significant impact on each other as well. In order for the system to respond flexibly and adapt to change, and to ensure its stability in the future, it is necessary to have a thorough understanding of the current situation and to anticipate future challenges.

In the course of the present work, the challenges facing the Hungarian food supply system, the answers to them and possible solutions were examined during a series of workshops consisting of three events, within the framework of the Policy Lab work of the FIT4FOOD2030 project.

Based on the results of the work, it can be stated that the Hungarian food supply system has strong foundations, but in order to adapt to the challenges of the coming years successfully, significant changes must be made. Production based on innovative solutions that respect natural conditions is of paramount importance, taking into account the expectations and safety of consumers, as well as the needs of the stakeholders of the supply system. Cooperation of the stakeholders is essential for this process, increasing their openness, improving their responsiveness, as well as thinking in a system, while focusing on the problems of the given sector. In addition, policy measures are needed that support the complex use of research, development and innovation related to food supply systems, and involve a wide range of stakeholders in the building of innovative and integrated value chains with regard to sustainable management systems, environmental challenges and human health.

2. Introduction

2.1. Challenges of the Hungarian food supply system

Similarly to international practice, the food supply system of Hungary is also facing a number of social, economic and environmental changes and challenges. Preparing for these effects in a timely manner and identifying the points that require flexibility can be of key importance in maintaining system stability.

The world's population is growing, but at the same time, the population of Hungary is constantly

declining. On January 1, 2019, the population of Hungary was 9,773,000. According to the data of the Hungarian Central Statistical Office, the population of Hungary was the highest in 1980 (10,709,000), and it has been declining since then. The year 2010 can be considered another milestone, because that was the last time that the number of our countrymen exceeded 10 million (by 14,000) [1]. Life expectancy at birth was 75.94 years on average in 2019, which can be considered higher than the forecasts in recent years. Women make up more than half of Hungarian society, and their life expectancy is higher than that of men, in 2019 by almost 7 years. Nevertheless, the average age is constantly increasing (42.7 years in

2019), i.e., the Hungarian population is declining and aging. The food supply system must also reflect this social change, that is, it has to be prepared to meet the needs of an aging society [2].

Lifestyle-related non-communicable diseases are among the leading causes of death in Hungary [2]. Unfortunately, Hungary is ranked high in statistics related to overweight and obesity year after year. According to the 2016 data of the World Health Organization (WHO), 61.6% of the Hungarian adult population over the age of 18 can be considered obese [3]. Based on the results of the most recent, 2014 representative National Diet and Nutrition Status Survey (OTÁP), two out of three adults in Hungary are overweight or obese. 28.2% of men and 31.5% of women are obese [4]. The eating habits of Hungarians do not comply with the recommendations for healthy eating. Our countrymen consume more fat than recommended, mainly of animal origin, little whole grain, and their consumption of fruits and vegetables cannot be considered satisfactory either [5]. In addition to food losses at certain stages of the food chain (raw material production, processing, trade, hospitality), some of the food is discarded by consumers, while still in the consumable state: in 2016, Hungarian households wasted 68 kg of food per capita [6]. The social damage and negative economic impact of food waste and loss formation is clear, meaning the unnecessary commitment and waste of resources used in food production. In addition, the appearance of unconsumed food as waste also has a significant impact on the environment [7].

The diverse ecological factors of Hungary are conducive to biodiversity. However, in Hungary as well, in several cases, short-term economic interests endangering the survival of biological diversity prevail instead of environmental, social and economic interests: farming in accordance with natural conditions and environmental sensitivity is not universal. Excessive use of natural resources, the emergence and spread of invasive alien species, unprofessional agrotechniques that ignore environmental aspects and the effects of climate change, the lack of environmentally conscious farming, intensive farming and the abandonment of cultivation can lead to a loss of biodiversity and the disappearance of mosaic landscape structure. In accordance with the provisions of the UN Convention of Biological Diversity, a National Biodiversity Strategy for the period 2015–2020 has also been developed in Hungary, which emphasized the conservation of biodiversity in agriculture, among other things [8]. According to the semiannual evaluation of the Strategy, positive results with regard to agriculture are that the number of items held in gene bank collections and the number of items made available by gene banks has increased significantly, and the fact that both pillars of the Common Agricultural Policy (KAP) make it compulsory for member states to provide support for climate- and environmentally friendly practices [9].

Since 1997, the National Environmental Protection Programs (NKP) have provided a comprehensive framework for Hungary's environmental policy goals and measures. The latest six-year national strategic plan for environmental and nature protection was published in 2015. The overall objective of the program is to contribute to ensuring the environmental conditions for sustainable development along three strategic objectives: improving the quality of life and the environmental conditions of human health; protection and sustainable use of natural values and resources; and improving resource saving and efficiency, making the economy greener. Issues that are related to all three objectives are improving the capacity to adapt to climate change and environmental safety, and a horizontal expectation is to increase the environmental awareness of society. The Program is implemented through the realization of a wide-ranging partnership, including social participation [10].

The foundations of Hungary's sustainable development are contained in the National Framework Strategy on Sustainable Development (NFFS) for the period 2012–2024. Taking into account domestic and global processes (such as UN Sustainable Development Goals – SDG), the strategy outlines a set of instruments and reforms for all social, economic and environmental areas in line with a sustainable vision. According to Parliament Resolution 18/2013. (III. 28.) [11], the state of national resources must be monitored and the Parliament must be informed about it every two years. A number of stakeholders, such as the National Council for Sustainable Development (NFFT), ministries, NGOs and other stakeholders are involved in drafting the progress reports [12]. The third report on the strategy covers the period 2017–2018 and, based on it, it can be stated that despite some positive results (growth of economic capital and certain economic indicators) the sustainability state of Hungary still cannot be considered satisfactory.

2.2. Relevant strategies of the European Green Deal

The official communication of the Biodiversity Strategy for the protection of biological diversity, which is part of the European Green Deal that supports climate neutrality and the transition to a sustainable economy, which also has a major impact on the planning of Hungary's agricultural subsidies, was published on May 20, 2020. The goal of the strategy that extends to 2030 is to restore the biodiversity of the continent. According to the document, in the restoration of the ecosystem, major roles are to be played by increasing the proportion of organic farming, biodiversity-rich areas and landscape elements on agricultural land, by halting and reducing the extinction of pollinating insects, as well as by reducing the amount of pesticides used, among other things [13].

¹ Hungarian Chamber of Agriculture

² National Agricultural Research and Innovation Center, Research Institute of Agricultural Economics

The Farm to Fork strategy, which is also part of the European Green Deal, aims to move towards a sustainable food chain, an essential part of which is the transformation of the way foods are currently produced, distributed and consumed. According to the strategy, all of the stakeholders of the food chain must be involved in achieving sustainability. To this end, it is essential to change production methods, and to use solutions based on natural, technological, digital and satellite connections effectively. According to the document, current eating habits are unsustainable from both a health and an environmental point of view, thus it emphasizes the importance of a diet that is in line with the recommendations (e.g., limiting the promotion of foods high in fat, salt and sugar) and aimed at curbing diseases of civilization (e.g., obesity, cardiovascular diseases and cancer), the need to reduce food waste, the importance of considering a plant-based diet, innovative and sustainable packaging solutions, and a uniform, easy-to-understand nutrition label on the front of the packaging. In addition, the Commission will create a level playing field for all market stakeholders in order to enhance food safety and to combat unfair commercial practices and food counterfeiting.

Emphasizing the importance of the strategy, it discusses the role of research and development in the transition to a sustainable supply system in a separate subchapter. In the research framework project Horizon 2020, the Commission plans to make a € 1 billion budget available for the Green Deal, which will increase to € 10 billion in Horizon Europe, the successor to the program. In addition, the document lists 27 measures based on measurable criteria, such as a 50% reduction in the use of pesticides and fertilizers, a 50% reduction in the sales of veterinary antimicrobial agents, and the use of 25% of arable land for organic farming. In parallel, the Commission is taking steps to promote a healthy diet and sustainable consumption, while also proposing animal welfare food anti-counterfeiting measures [14].

3. Materials and methods

Our research work was carried out during the coordination of the Hungarian Policy Lab of the FIT4FOOD2030 project, the main objective of which was to map the national food supply system, to designate action points and to develop a proposal to support the transformation, taking into account the priorities of FOOD 2030 [15] and involving the stakeholders [16].

We examined the challenges facing the Hungarian food supply system¹, the potential answers to them and the proposed solutions during a series of workshops consisting of three occasions. The three workshops spanned a period of more than one

year. The first workshop was held on September 12, 2018, the second on March 19, 2019, and the third on November 6, 2019. The methodology of each event was compiled based on the recommendations developed by the Fit4Food2030 project, in such a way that experts from different fields could discuss issues related to the food supply system in small groups, based on a guided methodology (focus groups). The results of the different groups were compared, and commonly accepted results of the given workshop were obtained this way. The topics and tasks covered by the three workshops were built on each other, so the partial results of each event became final only after the feedback from the participants.

This article presents the process and results of the work of the „Policy Labs” in Hungary. The objective of the events was to achieve the following outputs:

- Establishment and operation of a network of experts concerning the Hungarian food supply system;
- Creating a vision for the Hungarian food supply system for 2030;
- Exploring the research, development and innovation (RD&I) elements that either hinder or support the vision for the Hungarian food supply system for 2030;
- Developing action plans to help realize the vision for the Hungarian food supply system for 2030.

In order to achieve our objectives, focus group studies were conducted, which, according to Vicsek [18], „means a research method in which data are generated in such a way that research subjects communicate in a group about a particular topic”. In the course of this method, participants are not taught or informed, but information is gathered about their views [19]. The main objective of the focus group is to gain insight into an issue important to us during the conversation with the participants, and the value of the technique is increased by the unexpected results of free group discussions [20].

Focus group discussions were conducted on all three occasions in two groups with a semi-structured study where the main line of the discussion was pre-designed. During the conversations, participants performed a variety of interactive tasks that facilitated the interchange of professional opinions under less formal conditions. Data analysis was performed using a rapid method based on interview notes. At the end of the interviews, they were briefly evaluated by the moderator and the organizer (debriefing) [18], and this was taken into account during the analysis. Conversations were analyzed by qualitative content

analysis, while in the case of word associations, frequencies were examined.

The primary goal of the Policy Labs operating at the national level is to create a network to help the transformation of the Hungarian food supply system with the widest spectrum of participants. The domestic network brings together a number of stakeholders of the sector, such as decision-makers and NGOs, representatives of research, professional and interprofessional organizations, as well as participants of various international working groups (e.g., SCAR – Standing Committee on Agricultural Research, COPA-COGECA – Committee of Professional Agricultural Organisations-General Confederation of Agricultural Cooperatives) in order to include EU directions and an international perspective in our planning. The network which has been expanding constantly during the events currently consists of 62 people. Despite the fact that they did not appear in person at the workshops, all members were provided with the opportunity at all times to comment on and supplement the summary reports on each event.

4. Results and conclusions

The topics of the workshops were based on the previous one's results, so in order to present the process, the work and results of the events are presented one by one.

4.1. Results of the first workshop

The first workshop was attended by 16 stakeholders from professional organizations (9 people), government institutions (3 people), research sites (3 people) and the business community (1 person). The professional organizations represented the areas of agricultural production, food processing, packaging material production, nutrition science, health maintenance and food waste reduction. Focus group interviews were conducted by dividing the participants into two groups. In the case of both groups, we focused on the following topics:

- Strengths and weaknesses of the current Hungarian food supply system;
- Challenges (economic, social, environmental, etc.) facing the food supply system until 2030;
- The role and opportunities of research, development and innovation in supporting new solutions and changes;
- Characteristics of the ideal Hungarian food supply system.

For each topic area, each participant was allowed to formulate 4 or 5 keywords with justification, concerning the food supply system as a whole and

and its main elements, so that all participants were able to contribute equally to the joint thinking.

4.1.1. Strengths and weaknesses of the current Hungarian food supply system

According to the participants of the workshop, the traditions of food production and processing provide a good basis for the operation of the Hungarian food supply system, which is accompanied by a supporting authority structure (e.g., NÉBIH). At the same time, the Hungarian food supply system, which is struggling with capacity constraints and efficiency and competitiveness problems, is characterized by a lack of cooperation of industry stakeholders, a barely transparent regulatory environment, a lack of skilled labor, a significant proportion of hidden economy and consumer resentment towards processed foods. In addition, the whole system is characterized by a limited flow of information and knowledge and the limited exploitation of RD&I (research, development, innovation) opportunities.

4.1.2. Challenges facing the Hungarian food supply system

The Hungarian food supply system, subject to both domestic and international influences, will face complex challenges in the future. The domestic food supply system needs to be prepared for changes in the global market, which will make it even more difficult to remain competitive. The food supply system must adapt to social changes (e.g., significant differences in purchasing power, aging society, diseases of civilization, animal welfare expectations) and must face a serious shortage of skilled labor. Supplying consumers cannot be achieved without large-scale producers, so the social acceptance of these enterprises must be improved. Important elements in moving the Hungarian system towards sustainability are the enhancement of RD&I activities, the improvement of cooperation, both horizontally and vertically, and the exploitation of opportunities inherent in digitalization. From a food safety perspective, the domestic system needs to be prepared for rapid and effective responses to cross-border crises and possible intentional infringements (e.g., bioterrorism).

4.1.3. The role and opportunities of research, development and innovation in supporting new solutions and changes

RD&I activities must become an active, meaningful complement to the work of all stakeholders, but this requires the development of a supported RD&I system based on cooperation and the elimination of duplications, where the flow of information between the elements of the system is ensured. System-wide provision of information, including education-based consumer awareness-raising from childhood, and the development of integrated tracing systems are

¹ The main elements of the food supply system are: production, logistics, processing, packaging/marketing, distribution, consumption, waste/resources [17].

of key importance. To achieve all these goals, it is essential to change the basic approach across the entire system.

The characteristics and vision of the ideal Hungarian food supply system are presented in the results of the second workshop, as the vision was finalized at that workshop.

4.2. Results of the second workshop

The second workshop was attended by 12 stakeholders from professional organizations (5 people), government institutions (3 people), research sites (4 people), while 4 participants (3 people from professional organizations and 1 person from a government institution) submitted their proposals in writing during the presentation of the workshop results. The professional organizations represented the fields of agricultural production, food processing, nutrition science and food waste reduction.

The workshop formulated two basic goals:

- Finalization of the vision for the Hungarian food supply system for 2030;
- exploration of the elements of research, development and innovation that hinder and support the realization of the vision.

4.2.1 The vision for the Hungarian food supply system for 2030

The results of the first workshop provided the basis for creating the vision diagram, which was then supplemented and strengthened at the second session. To finalize the vision, 60 so-called trend cards developed by the FIT4FOOD2030 project were used [21]. Participants had to select from the cards related to the seven topics (general trends; agricultural production; food processing; consumer trends; market economy, trade and logistics; packaging and waste; political and other trends) the three elements they considered most relevant for the Hungarian food supply system. The elements most frequently selected by the experts were the strengthening of health and food awareness (5 times), the increase in the incidence of non-communicable diseases and the emergence of alternative protein sources (4 times each). After summarizing the results, the diagram presenting the vision for the Hungarian food supply system was finalized, in which the main elements of the system (production, logistics, processing, packaging/marketing, distribution, consumption, waste/resources) are surrounded by the aspects highlighted by the experts (**Figure 1**). The gray circle surrounding the figure shows the general factors related to the whole system, and in the whole figure the elements considered by the experts to be the ones to be most emphasized are highlighted in bold.

Overall it can be stated that, based on the findings of the experts, the ideal Hungarian food supply system will operate in the future in an environmentally conscious and sustainable manner, with minimal waste generation. It will be competitive, transparent and adaptable, and will be able to respond quickly to new challenges. Both horizontal and vertical collaborations between the stakeholders of the system will be established and operated. The stakeholders of the supply system will operate using advanced technologies, adapted to consumer needs. Open-minded, conscious consumers will make their purchases while in the possession of authentic information. Developments of the food supply system will be supported by a research background with a professionally trained staff focused on practical implementation. To achieve this, a supportive regulatory environment will be developed on the basis of broad professional and social consultation (**Figure 1**).

4.2.2. Exploring the RD&I elements that hinder and support the vision for the Hungarian food supply system for 2030

As part of group work, the experts had to select the three statements that most hinder the realization of the Hungarian vision in terms of research, development and innovation, and another three that could best support it, out of the 40 statements developed by the FIT4FOOD2030 project. In addition, participants were also allowed to formulate their own statements. The statements on the cards were grouped around four stakeholders: researchers; non-governmental organizations/population/consumers; public administration/political decision-makers and enterprises/industry (**Table 1**).

The participants of the workshop mentioned most often *Public administration/Political decision-makers* and *Researchers*. According to them, the elements that support the vision most are, based on the number of mentions, the creation of a regulatory environment suitable for innovation (Public administration/Political decision-makers, 6 mentions), the creation of a need for innovation (Non-governmental organizations/Population/Consumers, 5 mentions) and the coordination of stakeholders, encouraging cooperation (Public administration/Political decision-makers, 5 mentions). The most hindering factors are the lack of funding for basic research (Enterprises/Industry, 5 mentions) and for social science research (Enterprises/Industry), the lack of funding for technological innovation (Enterprises/Industry), and the fact that society has little or no say in which research has significance and impact on their lives (Non-governmental organizations/Population/Consumers, 4 mentions each). Supporting enterprises and industry to acquire the necessary knowledge (Researchers, 3 supporting and 3 opposing mentions), and encouraging researchers to work in multidisciplinary fields (Researchers, 2 supporting and 2 opposing mentions)

were the two most controversial elements in terms of support or hindrance.

After summarizing all the answers, the mind map of research, development and innovation of the Hungarian food supply system was developed. The pale green elements in **Figure 2** contain statements that support the realizations of the vision, the ones that hinder them are marked in red, while those that can perform both functions are marked in blue. The thickness of the lines connecting the statements indicates the frequency of mention.

As part of group work, based on **Figure 1** presenting the vision, each participant selected three factors which, in their view, the stakeholders of R&D should focus on the most. Based on the responses of the participants, within consumption, helping the conscious consumer clearly stood out (9 mentions), just as the most expected demand for research and development. Following this, the second most mentions (5) were given to the pursuit of a sustainable food supply system. Three mentions each were given to improving cooperation within the food supply system, the application of advanced technologies in production and generating minimal waste in the use of resources.

4.3. Results of the third workshop

The third workshop was attended by 20 stakeholders from professional organizations (12 people), government institutions (2 people), research sites (3 people) and the business sector (3 people). The professional organizations represented the areas of agricultural production, food processing, packaging material production, nutrition science, consumer protection and food waste reduction. As for the business sector, the representatives of two retail chains and a credit institution attended the event.

The objective of the workshop was to develop action plans to help realize the vision for the Hungarian food supply system for 2030, developed on the basis of the first two workshops, with special emphasis on the role of RD&I elements.

To develop the action plans, the pathway method recommended by the FIT4FOOD2030 project was used, based on which the given goal can be achieved by identifying those responsible and the means. To accomplish the task, the participants used thirteen responsible persons cards (farmer, food producer, consumer, NGO, researcher, expert, opinion leader/influencer, educational institution, decision-maker, interprofessional organization/public body/chamber, authority, municipal government, other) and ten tool cards (regulation, information, economic tools, research, education, campaign/program, development, blog/vlog, control, other) were used freely, in unlimited quantities.

The action plans were developed in a total of five groups, consisting of 5 or 6 people. The members of each group were selected in a way so that as many professional fields were covered within each group as possible. The twenty-one most important goals in the vision diagram were randomly distributed among the groups, from which they chose and developed two together. Thus, a total of ten action plans were developed and discussed. These are highlighted in gray in **Table 2**. Participants chose four general objectives, two were related to processing, two to consumption and also two to waste and resource management.

It is important to note that the routes developed only outlined one possible way to achieve the goals. since the presentation of the ten action plans would exceed the limits of this article, the similarities between the individual action plans were summarized on the basis of the keywords and statements of the action plans.

One such common feature is the enhancement of communication and cooperation initiatives, which need to be improved between the different areas (thinking in a system). One of the most critical elements in implementing the action plans is finding and involving stakeholders who are open to change and cooperation. Due to their differing interests, there is often no consensus on a given issue among the stakeholders of the food supply system, and there is also a lack of trust, which hampers transparency. Finding the right coordinating person/organization could help to overcome the problem, and stakeholders could be urged to meet the objectives in the action plans by using positive incentives.

Another key element is the strengthening of the supervisory role of authorities, so that they can provide feedback on the implementation and feasibility of regulatory means. Nonetheless, it is important that decision-makers base the development of their regulatory tools on the widest possible professional consultation, and that greater emphasis is placed in the development of professional positions on professional and interprofessional organizations, as well as chambers representing the interests of food chain stakeholders.

The participants emphasized the importance of using research as a tool, through which all the stakeholders in the product life can gain well-founded and credible knowledge and other information, helping the stakeholders to make their decisions. At the same time, it is not always easy to determine the exact position of research in different action plans. Ideally, research accompanies the whole process (design, execution, feedback).

The vision of the food supply system cannot be realized without conscious and responsible consumers who are open to innovation. In addition to education and information campaigns, the presence

of supportive family patterns may contribute to shaping consumer attitudes. Providing objective information to consumers is hampered by the emergence of new actors in the media (opinion leaders [influencers], bloggers, vloggers [video-bloggers]), whose credibility is often questionable. However, information from credible channels can be helpful in achieving the objectives outlined above.

5. Summary

In order to ensure the future of the food supply system, it is inevitable to rethink it and supplement it with certain elements. A thorough review of the system and an assessment of the situation are essential to be able to respond to the expected challenges and to adapt to domestic and EU strategies (e.g., Farm to Fork) and recommendations (e.g., UN Sustainable Development Goals). The FIT4FOOD2030 project provided an excellent opportunity to learn about the strengths of the system, on the basis of which changes should be made and weaknesses should be eliminated by the stakeholders in order to prepare the system for future challenges.

The Hungarian food supply system has many strengths on which to base the change, but is also has a number of weaknesses, the strengthening of which is a task for the coming years. For this process, the cooperation of the stakeholders is essential, as well as increasing their openness and improving their responsiveness. In addition to exploring the practical difficulties of the given sector, common thinking is also an essential condition for success. Multidisciplinary RD&I activities with the rational involvement of society can make a beneficial contribution to changing the system. Policy measures are needed that support the complex use of research, development and innovation related to the food supply system, and involve a wide range of stakeholders in building innovative and integrated value chains in terms of sustainable management systems, environmental challenges and human health.

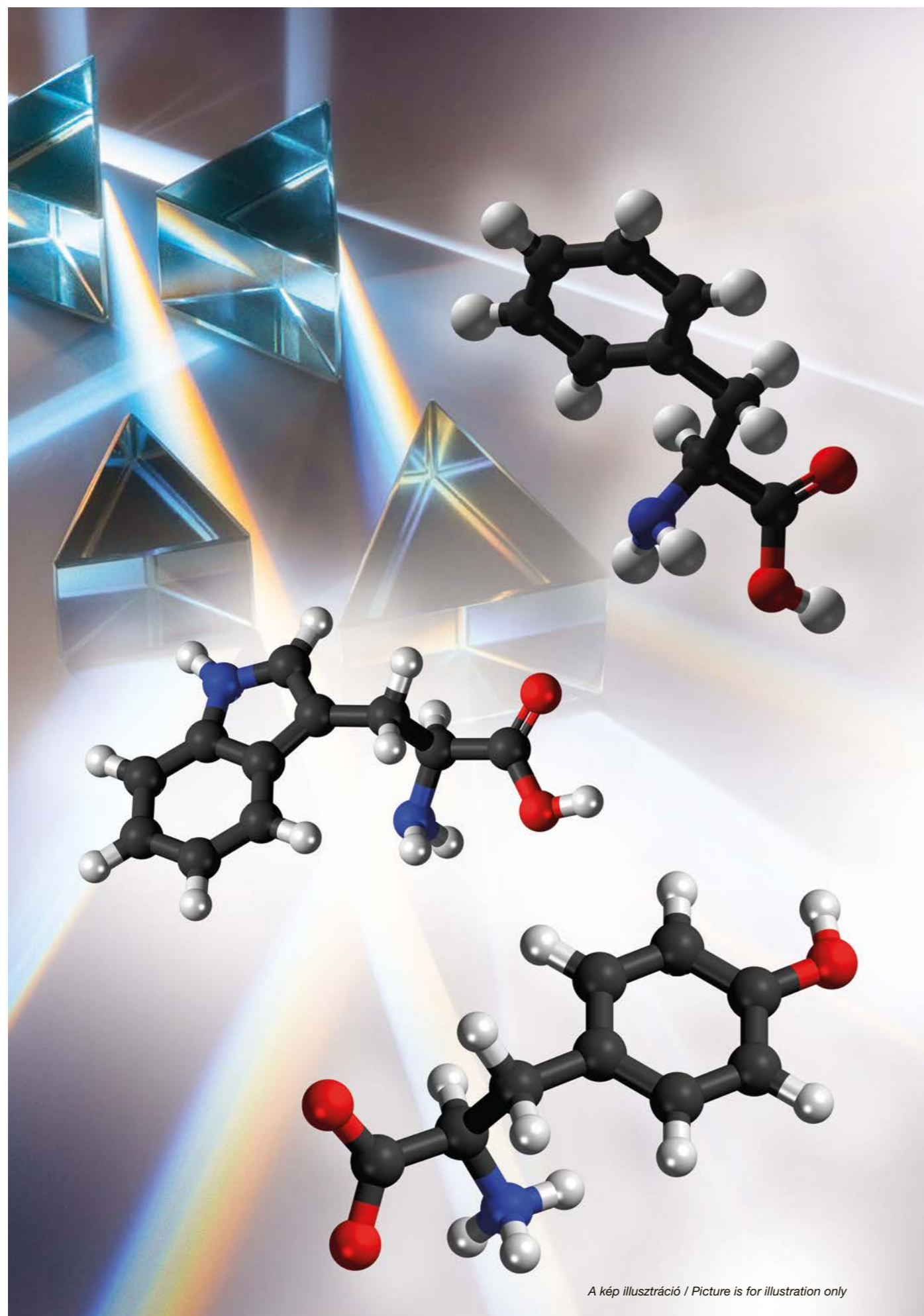
The SARS-CoV-2 coronavirus pandemic that erupted after the conclusion of the workshop series also highlighted other sensitive points in the food supply system (e.g., importance of self-sufficiency, increasing storage capacities) that, understandably, our study could not cover. However, the temporary disruptions caused by the pandemic also indicate the need for food supply systems to be flexible, sustainable, innovative, adaptive and inclusive in order to successfully meet the demands of unexpected challenges.

6. Acknowledgment

The authors would like to thank the FIT4FOOD2030 project for the methodological solutions provided, as well as the experts of the Hungarian Policy Lab for their professional help and time in the completion of this work.

7. References

- [1] Központi Statisztikai Hivatal (2020): A lakónépesség nem szerint, 2020 január 1. https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_wdsd003c.html (Hozzáférés / Aquired 12. 06. 2020)
- [2] Központi Statisztikai Hivatal (2020b): Néesség, népességmozgalom. https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/h_wdsd001b.html?down=980 (Hozzáférés / Aquired 12. 06. 2020)
- [3] WHO (2020): Global Health Observatory (GHO) data. https://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight/en/ (Hozzáférés / Aquired 12. 06. 2020)
- [4] Erdei G., Kovács V. A., Bakacs M., Martos É. (2017): Országos Táplálkozás és Tápláltsági Állapot Vizsgálat 2014 I. A magyar felnőtt lakosság tápláltsági állapota. *Orvosi Hetilap* 158 (14) 533–540.
- [5] Sarkadi N. E., Bakacs M., Illés É., Nagy B., Varga A., Kis O., Schreiberne M. E., Martos É. (2017): Országos Táplálkozás és Tápláltsági Állapot Vizsgálat – OTÁP2014 II. A magyar lakosság energia- és makrotápanyag-bevitele. *Orvosi Hetilap* 158 (15) 587–597.
- [6] Szabó-Bódi B., Kasza Gy., Szakos, D. (2018): Assessment of household food waste in Hungary. *British Food Journal* 120 (3) 625–638.
- [7] Kürthy Gy., Dudás Gy. (szerk.) (2019): Az élelmiszer-veszteségek keletkezésének okai, azok kezelése és megítélése a feldolgozóipari vállalatok körében. NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet, Budapest.
- [8] 28/2015. (VI.17.) OGY határozathoz tartozó 1. melléklet. A biológiai sokféleség megőrzésének 2015–2020 közötti időszakra szóló nemzeti stratégiája (2015): *Magyar Közlöny* 83 7893–7969.
- [9] Agrárminisztérium (2019): A biológiai sokféleség megőrzésének 2015–2020 közötti időszakra szóló nemzeti stratégiája. Félidős értékelés. http://www.biodiv.hu/convention/cbd_national/nemzeti-biodiverzitas-strategia/biologiai-sokfelesseg-megorzesenek-2015-2020-kozotti-idoszakra-szolo-nemzeti-1 (Hozzáférés / Aquired 16. 04. 2020)
- [10] Az Országgyűlés 27/2015. (VI. 17.) OGY határozata a 2015–2020 közötti időszakra szóló Nemzeti Környezetvédelmi Programról (2015): *Magyar Közlöny* 83 7689–7793.
- [11] 18/2013. (III. 28.) OGY határozat a Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégiáról (2013): *Magyar Közlöny* 52 7536–7592.
- [12] NFFK (2013): Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia. Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács Titkára, Budapest.
- [13] Európai Bizottság (2020a): A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, Az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. A 2030-ig tartó időszakra szóló uniós biodiverzitási stratégia. Hozzuk vissza a természetet az életünkbe! https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa-75ed71a1.0015.02/DOC_1&format=PDF (Hozzáférés / Aquired 12. 06. 2020)
- [14] Európai Bizottság (2020b): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-annex-farm-fork-green-deal_en.pdf (Hozzáférés / Aquired 12. 06. 2020)
- [15] European Commission (2016): European research & innovation for food & nutrition security. Brussels, Belgium.
- [16] Szűcs V., Szakál D., Balázs B., Dudás Gy. (2020): Az élelmiszer-ellátó rendszer – a jelen kihívásai és a jövő tervei. *Élelmiszervizsgálati Közlemények* 4 (66) 2857–2869.
- [17] Eames-Sheavly M., Hadekel C., Hedstrom A.M., Patchen A., Stewart R., Wilkins J. (2011): *Discovering our food system*. Cornell University, New York.
- [18] Vicsek L. (2006): *Fókuszcsoport*. Osiris kiadó, Budapest.
- [19] Krueger R. (1994): *Focus groups: A practical guide for applied research*. In: Vicsek L.: *Fókuszcsoport*. Osiris kiadó, Budapest.
- [20] Malhotra N. K. (2009): *Marketingkutatás. Akadémiai Kiadó, Budapest*.
- [21] FIT4FOOD2030 (2020): *Trend sin the Food System. The Card Game*. Letöltés dátuma: 2020. június 12. https://fit4food2030.eu/wp-content/uploads/2018/11/FIT-4FOOD2030-Trends-cards-landscape_Annual-MeetingNotes_card-game.pdf (Hozzáférés / Aquired 10. 06. 2020)



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

Kiss Dóra^{1,3}, Juhászné Tóth Réka^{1,3}, Zurbó Zsófia^{1,4}, Csapó János^{1,2}

Érkezett: 2020. január – Elfogadva: 2020. március

Élelmiszerek aminosav összetételének meghatározása fotometriás módszerekkel, 1. rész A tirozin, a triptofán és a fenilalanin meghatározása

KULCSSZAVAK: aminosavak meghatározása, fehérje hidrolízis, esszenciális aminosavak, aminosavak színreakciói, fotometria, tirozin, fenilalanin, triptofán.

1. ÖSSZEFOGLALÁS

Élelmiszerek aminosav összetételének meghatározására manapság leginkább az ioncserés oszlopkromatográfiát (IEC) ninhidrinnel történő oszlop utáni származékképzéssel, és a nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiát (HPLC) oszlop előtti származékképzéssel alkalmazzák. A maga nemében mindkét módszer kiváló akár speciális feladatok megoldására, akár a fehérje összes aminosavainak meghatározására. A módszerek azonban olyan célműszereket (IEC), vagy speciális eszközöket (HPLC) igényelnek, melyek drágák, és működtetésük magasan szakképzett analitikusokat igényel, amit kisebb laboratóriumok, gyártásközi ellenőrzést végző üzemi egységek nem engedhetnek meg maguknak. Az általunk javasolt módszerek, megfelelő mintaelőkészítés után egy olyan UV-VIS spektrofotométerrel megvalósíthatók, amelyek képesek az aromás aminosavak és a színes aminosav származékok mérésére a 200-800 nm tartományban.

Ebben a közleményünkben az összes aminosav ninhidrinnel történő meghatározására, az aromás aminosavak együttes meghatározására, a tirozin és a triptofán együttes mennyiségének mérésére, a tirozin, a triptofán és a fenilalanin külön-külön történő meghatározásra kidolgozott fotometriás módszerekről számolunk be. Ezen módszerek közül a legalkalmasabbakat szeretnénk kvantitatívvá fejleszteni, és alkalmazhatóvá tenni élelmiszervizsgáló laboratóriumok számára. Mivel a triptofán indol csoportja a fehérjék hidrolízisének alkalmazott 6 mólos sósavas hidrolízis során gyakorlatilag teljesen elbomlik, ebben a közleményben ismertetjük azokat a fehérje hidrolízis módszereket is, amelyek alkalmasak élelmiszerek triptofán tartalmának meghatározására.

2. Bevezetés

Az aminosavak olyan szerves vegyületek, amelyek molekulái karboxil- és amino-csoportot tartalmaznak. A természetben aránylag kis mennyiségben fordulnak elő szabad állapotban, de a fehérjékben

azonban kimagasló jelentőségűek az élő szervezetek számára, mivel a heterotrof élőlények legfőbb aminosavforrása a táplálékokkal bejuttatott fehérjék lebontásából származik. Az élő szervezetekben az emésztés során a fehérjék 20 féle aminosavra bomlanak le, amelyek egy része esszenciális a szervezet számára

¹ Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet

² SAPIENTIA Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Kar, Élelmiszertudományi Tanszék

³ Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

⁴ Debreceni Egyetem, Táplálkozás- és Élelmiszertudományi Doktori Iskola

(fenilalanin, izoleucin, leucin, lizin, metionin, treonin, triptofán, valin). Az az esszenciális aminosav, amely a táplálékban a szervezet szükségleteihez képest a legkisebb mennyiségben fordul elő, a limitáló aminosav [4, 5, 8, 20, 49].

Az élelmiszerek aminosav-összetételét a legtöbb laboratóriumban ioncserés oszlopkromatográfiával (IEC), vagy annak elvén működő automatikus aminosav-analizátorral [7, 9, 16, 20, 28], illetve nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával (HPLC) határozzák meg [9, 20]. A szükséges készülékek beszerzése és működtetése azonban igen költséges, melyet egy kisebb laboratórium nem engedhet meg magának. Ezért vizsgálataink célja olyan fotometriás módszerek kidolgozása, melyekkel az aminosavak mérése egyszerűen, nagyműszerek alkalmazása nélkül megoldható. Ezen módszerekkel a nagyműszerekkel nem rendelkező laboratóriumokban is lehetővé válhat néhány esszenciális aminosav meghatározása.

3. Fehérjék hidrolízise

A fehérje aminosav összetételének meghatározása előtt a fehérjét hidrolizálni kell szabad aminosavakra. A fehérje hidrolízis nemzetközileg elfogadott módszerét Moore és Stein [35] dolgozták ki, melynek során élelmiszerek és takarmányok esetében a minta fehérjetartalmától függően 20–200 mg anyagot mérnek be, és a hidrolízist 6 M sósavval végzik 110±1 °C-on, 24 órán át. Ilyen körülmények között a triptofán (Trp) 40–60%-ban, szénhidrátok jelenlétében pedig teljesen lebomlik, ezért a savas hidrolízis módszereket sokan módosították. Freedlander és Haber [12] a Trp bomlásának kiküszöbölésére a 6 M HCl-hoz 0,5% 1,4-bután-ditiolt, Matsubara és Sasaki [33] 2–4% tioglikolsavat, Gruen és Nichols [15] 3-(3-indolil)-propionsavat, James [26] pedig felváltva tioglikolsavat, merkaptó-propionsavat, merkaptó-szukcinsavat és oxálsavat adagolva tudták a Trp bomlását részben meggátolni. Liu és Chang [30] 0,2% 3-(2-amino-etil)-indol (triptamin) tartalmú 3 M para-toluol-szulfonsavval, Liu [31] 4 M metán-szulfonsavval, Penke és mtsai. [40] pedig 3 M merkaptó-etán-szulfonsavval hidrolizálták a fehérjét a Trp meghatározását megelőzően. Csapó és mtsai. [6] 3 M merkaptó-etán-szulfonsavval, magas hőmérsékleten (160, 170, 180 °C) és rövid ideig (30–60 perc) hidrolizálták a fehérjét, amelynek során a Trp kitermelése az összes savas módszerrel összehasonlítva a legmagasabb, és ugyanez elmondható volt a metionintartalomra is. A savas módszerekkel tökéletes sikert nem tudtak elérni, ezért Liu [31] szerint csakis alkalikus hidrolízissel lehet a Trp-tartalmat kvantitatíve meghatározni.

A fehérjék bárium-hidroxidos hidrolízisét először Homer [21] alkalmazta a Trp-tartalom meghatározására. Jorpes [27] 5 M NaOH-dal hidrolizálta a fehérjét, és a Trp-t 78–98%-ban kapta vissza. Höller [24] nátrium-hidroxiddal hidrolizálva a fehérjét megállapította, hogy mind a szabad, mind a peptidkötésben

lévő Trp részben elbomlik a bázikus hidrolízis alatt. Shizuko-Isole [45] és Dreeze [11] szerint a hidrolízist nitrogénatmoszféra alatt végezve meg lehet akadályozni a szabad Trp elbomlását.

Warner [48] szerint a nátrium-hidroxidos hidrolízis lassúbb, mint a bárium-hidroxidos, és a nátriumot sokkal nehezebb a rendszerből eltávolítani, mint a báriumot. Bárium-hidroxidot alkalmazva hidrolizáló ágensként Dreeze [11] megállapította, hogy a hidrolízis gyorsabb, és a Trp még keményítő jelenlétében sem bomlik le. Miller [34] a báriumot bárium-szulfát alakban távolította el az oldatból, aminek során a csapadék Trp adszorpciója minimális. Dévényi és mtsai. [10] 4 M nátrium-hidroxiddal hidrolizálták a fehérjét, majd a lúgot sósavval közömbösítették, melyet követően a hidrolizátumot közvetlenül kromatografálták.

Noltmann és mtsai. [37] tanulmányából úgy tűnik, hogy a triptofántartalom meghatározásakor a legcélravezetőbbnek a bárium-hidroxidos hidrolízis látszik, hisz itt a hidrolízis viszonylag gyorsan lejártszódik, és a báriumot a nátriumnál lényegesen könnyebben el lehet távolítani. Úgy tűnik, hogy a bárium szulfát alakban való eltávolítása célravezetőbb, mivel a bárium nátrium-szulfáttal való kicsapása semleges oldatból nem okoz triptofán adszorpciót.

4. A fehérjék aminosav-összetételének meghatározása fotometriás módszerekkel

4.1. Az összes aminosav mennyiségének meghatározására ninhidrines színreakcióval (ninhidrin-pozitív vegyületek)

A hidrolizált minta összes aminosav tartalmának meghatározására kiválóan alkalmazható a ninhidrin (2,2-dihydroxyindane-1,3-dione), amely 4 és 8 közötti pH-tartományban az aminosavakat aldehiddé, szén-dioxiddá és ammóniává alakítja át. Az ammónia reakcióba lép a ninhidrin feleslegével, amelynek eredményeként az α -aminosavak esetén intenzív kék és lila színű vegyület, hidrindantin keletkezik, melynek fényelnyelési maximuma 570 nm, ahol az aminosavak mennyisége meghatározható. Az iminosavak, a prolin, és a hidroxiprolin hasonló körülmények között sárga színű vegyületet képeznek a ninhidrinnel, melynek fényelnyelési maximuma 440 nm-nél van [43, 50]. A reakció az aminosavakon kívül méri a mintában lévő összes egyéb ninhidrin pozitív vegyületet is, de mivel ezek mennyisége az élelmiszerekben elhanyagolható, a reakció alkalmas az összes aminosav közelítő pontosságú mérésére.

4.2. Az aromás aminosavak (tirozin, fenilalanin, triptofán) mennyiségének együttes meghatározása spektrofotometriával ultraibolya tartományban

A fehérjealkotó aminosavak közül csak a három aromás aminosavnak (tirozin, fenilalanin, triptofán) van abszorpciós maximuma az ultraibolya tartományban, 280 nm-en. A három aminosav mennyisége, megfe-

lelő minta előkészítést követően, származékképzés nélkül mérhető. Előnye, hogy gyors és egyszerű, mivel nem kell a méréshez a fehérjét kémiai reakcióba vinni. Ezzel a módszerrel tehát a három aminosav együttes mennyisége határozható meg, abban az esetben, ha az oldatok fehérjekoncentrációja 20 és 3000 $\mu\text{g/ml}$ közötti [25, 44, 46]. Fontos azonban a megfelelő oldószer kiválasztása, hiszen számos oldószernek jelentős UV-abszorpciója van az aromás aminosavak fényelnyelési sávjában.

4.3. A tirozin és triptofán együttes mennyiségének meghatározása

A xantoprotein reakció során a koncentrált salétromsav reagál az aminosav oldalláncát alkotó aromás maggal, amelynek eredménye egy sárga színű termék, melynek mennyisége fotometriásan meghatározható. A fenilalanin aromás gyűrűje nem reagál a salétromsavval, így ezzel a reakcióval csak a tirozin és a triptofán együttes mennyisége határozható meg. Hassan [17] 16 M salétromsavot, 5 M nátrium-hidroxidot és etilalkoholt használt a tirozin és triptofán mennyiségének meghatározásához. Az oldatok fényelnyelését 360 és 430 nm hullámhosszon vizsgálta.

4.4. Tirozin mennyiségének fotometriás meghatározása

A tirozin specifikusan kimutatható a Millon reagens (higany-dinitrát salétromsavas oldata) használatával, mivel a tirozin az egyetlen aminosav, amely fenil oldalláncot tartalmaz. A reakció során tirozin fenil csoportja első lépésben reagál a salétromsavval, majd a higany ionokkal komplexet képezve téglavörös színreakciót ad. A keletkezett termék színintenzitása spektrofotometriásan mérhető 500 nm hullámhosszon, az abszorbanciából a tirozin mennyisége számolható. A meghatározás azonban csak abban az esetben specifikus a tirozinra, ha a minta nem tartalmaz egyéb fenolos csoporttal rendelkező vegyületet [32, 41].

Grau [14] egy módosított Millon reakciót alkalmazott a fehérje tirozin-tartalmának meghatározására. A mintában lévő tirozin mennyiségének meghatározásához higany-szulfát-reagenst és nátrium-nitritet használt, a keletkezett vörös színű oldat fényelnyelését 475 nm hullámhosszon vizsgálta. Nem tapasztalt színreakciót, ha a módszert a fenilalanin, a hisztidin vagy a triptofán mennyiségének meghatározására próbálta alkalmazni.

4.5. Triptofán mennyiségének fotometriás meghatározása

A szabad vagy peptidkötésben lévő triptofán színes terméket képez a para-toluol-szulfonsavval, a para-dimetil-amino-benzaldehiddel és az N-bróm-szukcinimiddel. Ezek a származékképző reagensek képezik a triptofán fotometriás meghatározásának az alapját, amelynek során a kvantitatív meghatározásnál kapott

színt hasonlítják a jól ismert koncentrációjú standard színéhez, ami rendszerint szabad triptofánból áll. Spies és Chambers [47] 19 M kénsavas közegben határozták meg a minták Trp-tartalmát para-dimetil-amino-benzaldehiddel (DAB). Az oldatok fényelnyelését 580–620 nm hullámhossz tartományban vizsgálták. Húsminták Trp-tartalmát Rékásiné és mtsai. [42] szintén para-dimetil-amino-benzaldehiddel 9,5 M kénsavas közegben határozták meg, melynek során a színtelen kondenzációs termék nátrium-nitrit hatására kék színű vegyületté oxidálódott, melynek fényelnyelését 590 nm hullámhosszon vizsgálták. A vizsgált fehérje hidrolízisével a helyzet egyszerűsödik, hisz a Trp oldatba megy, és színe hasonlóan határozható meg.

A fotometriás módszerek közül a N-bróm-szukcinimides meghatározás nem terjedt el a gyakorlatban, és ugyanez elmondható a jégecet-vas(III)-klorid reagenssel létrehozott színreakcióra is. Ez utóbbi esetben a keletkezett vörös színű oldatot 545 nm-en fotometrálva gabona magvak Trp-tartalmát határozták meg [38]. A para-dimetil-amino-benzaldehides módszert viszont többen alkalmazták mind a hidrolizálatlan fehérje, mind a hidrolizátum Trp-tartalmának meghatározására. Érdekes módszert közölnek a Trp fotometriás meghatározására Basha és Roberts [3], akik a Trp-t nátrium-nitrittel oxidálták, és az oxidált terméket N-1(naftil)-etilén-diamino-dihidro-kloriddal reagáltatták, majd a kapott bíbor-rózsaszín anyagot 550 nm-en fotometrálták.

A triptofán indolcsoportja az ultraibolya tartományban fényelnyelést mutat, ami ugyancsak felhasználható mennyiségének meghatározására. Oldható fehérjék esetében az UV-abszorpciót 280–288 nm-en mérik. Az ultraibolya fényelnyelés a bármely oldatba vitt fehérje, valamint a hidrolizátum fényelnyelésének mérésére is alkalmas.

A triptofán mennyiségének meghatározására használható a Hopkins-Cole teszt [13], melynek alapja, hogy a triptofán indolgyűrűje reagál a Hopkins-Cole reagens (glioxilsav) és kénsav elegyével, melynek eredménye egy ibolya vagy lila színű termék. A keletkezett színes termék fényelnyelését 545 nm hullámhosszon vizsgálták. Koshland és mtsai. [2, 22] speciális reagensként 2-hidroxi-5-nitro-benzil-bromidot használták a triptofán tartalom fotometriás meghatározására. A keletkezett színes termékek fényelnyelését 300 és 410 nm közötti hullámhossz tartományban vizsgálták. Horton és Tucker [23] kimutatták, hogy a dimetil-(2-hidroxi-5-nitro-benzil)-szulfonium-só felhasználható a fehérjék triptofán-tartalmának spektrofotometriás meghatározására 3-as pH mellett. Ez a vízdoldható szulfonium-só előnyösebb meghatározást tesz lehetővé, mint a vízben oldhatatlan 2-hidroxi-5-nitrobenzil-bromid.

Mulder és Bakema [36] a triptofán tartalmát Brummer módszerével becsülték meg. A módszer alapja a vörös-ibolya szín kialakulása vanillinnel, erősen sa-

vas oldatban. A módszer csak fehérje hidrolizátumok esetében alkalmazható, mert a mintában lévő egyéb anyagok zavarják a szín kialakulását. A triptofán-tartalom meghatározásához a vanillin mellett kénsavat és nátrium-szulfidot használtak fel. Az oldatok fényelnyelését 605 nm hullámhosszon vizsgálták.

Összegezve: a Trp fotometriás meghatározását legcélszerűbb a para-dimetil-amino-benzaldehides színreakcióval végezni, de szükség esetén az ecetsav és a glioxál, vagy az n-1(naftil)-etilén-diamino-dihidro-klorid és a Trp között létrejött szín intenzitásának mérése is javasolható.

4.6. A fenilalanin mennyiségének fotometriás meghatározása

A fehérje-hidrolizátum fenilalanin tartalmának kolorimetriás meghatározása Kapeller-Adler [29] által leírt két alapvető elvre épül: a tirozin és hisztidin által okozott zavaró hatás megszüntetése és a fenilalanin mennyiségi nitrálása, illetve redukciója a diacil-o-dinitro-benzoészav ibolya színű ammóniumsójává. A fotometriás mérést 520 és 580 nm hullámhossz tartományban végezték.

Albanese [1] a Kapeller-Adler módszert tovább fejlesztette, a hisztidin zavarását permutittal (szintetikus zeolittal) szüntette meg, a koncentrált ammónium-hidroxid helyett pedig ammónium-szulfátot, illetve nátrium hidroxidot használt. Ennek oka, hogy az ammónium-hidroxidot veszélyesnek tartotta a kísérletet végző személy egészségére, illetve a reagens ammónia koncentrációjának napi változásai befolyásolták a szín intenzitását.

Hess és Sullivan [19] kutatásai alapján a fenilalanin kolorimetriás meghatározásához szükséges annak nitrálása, a cinkkel és sósavval képződött dinitro-fenil-alanin redukciója, és enyhén savas oldatban a 2-naftokinon-4-nátrium-szulfonát-oldattal történő reakciója, melynek eredménye egy vörös színű vegyület. Az oldatok fényelnyelését 560 nm hullámhosszon vizsgálták. A hisztidin és a tirozin a reakciót nem zavarják. A kálium-permanganát oldattal történő előzetes kezelés megakadályozta a triptofán zavarását anélkül, hogy az befolyásolta volna a fenilalaninból képződő szín kialakulását.

Grau [14] a fenilalanin mennyiségének meghatározásához a mintát tartalmazó lombikot szárítószekrényben 110-120 °C-os hőmérsékleten szárította mindaddig, amíg a minta teljesen meg nem száradt, vagy nem kapott egy sűrű szirupot. Ezután adta hozzá a mintához a kálium-nitrát tömény kénsavban készült oldatát. A nitrálás 30 percig 110-120 °C hőmérsékleten történt. A lombik lehűtése után a fenilalanin mennyiségének meghatározásához hidroxil-amin-hidrokloridot, ammónium-szulfátot és nátrium-hidroxidot használt. Az oldatok fényelnyelését 550 nm hullámhosszon vizsgálta.

Henry és mtsai. [18] a Kapeller-Adler módszert módosítva a fehérjék hidrolízisét pikrinsavval végezték el. A meghatározáshoz a pikrinsavas hidrolízist követően kálium-nitrát tömény kénsavas oldatát, hidroxil-amin-hidrokloridot, illetve tömény ammónium-hidroxid oldatot használtak. A fotometráltást 550 és 560 nm hullámhossz tartományban végezték.

Pan és Perlman [39] két módosítást hajtott végre az eredeti Kapeller-Adler módszerben. Az eljárás során, amikor tömény ammónium-hidroxidot adtak a koncentrált kénsavhoz, nagy mennyiségű hő keletkezett, amelynek hatására az oldat esetenként kicsapott a kémcsövekből, ez jelentős veszteségeket okozott. Kísérleteik során a probléma kiküszöbölését kisebb mennyiségű nitráló reagens hozzáadásával oldották meg. A vizsgálat elvégzésének megkönnyítésére szolgáló második módosítás, a minták szárazra párolásához szükséges idő lerövidítéséből állt. A mintaoldatokat tartalmazó kémcsövek 50-70 °C-os vízfürdőbe merítették, és gyengéd levegőáramot vezettek át a folyadék felületén. Ennek köszönhetően néhány, üvegből készült befűvőcső alkalmazásával számos mintát egyidőben lehet beszárítani.

5. Következtetések

Az egyes aminosavak mennyiségének meghatározását megelőzően a fehérjét 6 mólos sósavval hidrolizálják, majd a hidrolízist követi az aminosavak fotometriás meghatározása. A fehérje Trp-tartalma ilyen körülmények között, az indol csoport labilitása következtében, elbomlik, ezért a Trp meghatározása során vagy speciális savas fehérjehidrolízis módszereket (3 mólos merkaptó-etán-szulfonsav, 3 mólos para-toluol-szulfonsav, 4 mólos metán szulfonsav), vagy speciális védőreagenseket (1,4-bután-ditiol, tioglikolsav, 3-(3-indolil)-propionsav, 3-(2-aminoetil)-indol, kell alkalmazni. A másik lehetőség a triptofán meghatározás során a lúgos hidrolízis, melyet 4 mólos nátrium-hidroxiddal, vagy bárium hidroxiddal végeznek. Magas fehérjetartalom esetén a hidrolizátum nátrium-ion tartalma nem zavarja a meghatározást, a bárium-hidroxidos meghatározás előnye pedig az, hogy a báriumot könnyebb eltávolítani a hidrolizátumból, mint a nátriumot.

A hidrolizátum összes aminosav tartalma a ninhidrines színreakcióval, 570 nm-en meghatározható, a prolin és a hidroxil-prolin mennyiségéről pedig a 440 nm-en mért abszorbanancia ad felvilágosítást. Az aromás aminosavak (tirozin, fenilalanin, triptofán) együttesen mérhetők 280 nm-en, az ultraibolya tartományban. Ezen a hullámhosszon a három aminosav meghatározását a többi élelmiszer összetevő általában nem zavarja.

A xantoprotein reakcióval, mivel a fenilalanin aromás gyűrűje nem reagál a salétromsavval, a tirozin és a triptofán együttes mennyisége határozható meg 360, illetve 430 nm hullámhosszon. Mivel a tirozin az egyetlen aminosav, mely fenil oldalláncot tartalmaz,

ezért a Millon reakció, melynek során a tirozin téglavörös színreakciót ad a salétromsavval és a higany ionokkal, specifikus a tirozinra. Az oldat fényelnyelését 475 nm-en vizsgálták, ahol nem zavart a fenilalanin, a hisztidin vagy a triptofán jelenléte.

A fehérje triptofán-tartalma színes vegyületet képez a para-toluol-szulfonsavval, a para-dimetil-amino-benzaldehiddel, az N-bróm-szukcin-imiddel, a nátrium-nitrit és az N-1(naftil)-etilén-diamin-dihidro-kloriddal, valamint a jégecet-vas(III)-klorid reagenssel, mely színreakciók képezik a triptofán fotometriás meghatározásának alapját. A módszerek között leginkább a para-dimetil-amino-benzaldehides eljárás terjedt el a gyakorlatban, melyet többen alkalmaztak különböző fehérjék triptofán tartalmának meghatározására. Használták ezen kívül még a glioxilsav és a kénsav elegyével (Hopkins-Cole test), a 2-hidroxil-5-nitro-benzil-bromiddal és a dimetil-(2-hidroxil-5-nitro-benzil)-szulfonsavval végzett származékképzést is, ezek a módszerek azonban nem terjedtek el a gyakorlatban.

A fehérje fenilalanin tartalmának meghatározása során ki kell küszöbölni a tirozin és a hisztidin zavaró hatását, melyet követhet a fenilalanin nitrálása és a származékképzés diacil-o-nitrobenzoészavval, melyet 570 nm-en fotometráltak. Alkalmos a nitrálást követő származékképzésre a 2-naftokinon-4-nátrium-szulfonát is, melynél a hisztidin és a tirozin zavaró hatásával nem kell számolni, valamint a hidroxil-amin-hidrokloriddal, az ammónium-szulfáttal és a nátrium hidroxiddal végzett származékképzés is.

Összességében tehát elmondható, hogy mindhárom aromás oldalláncot tartalmazó aminosavra ismert olyan színreakció szakirodalomból, melyet kvantitatív meghatározással lehet fejleszteni.

6. Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VE-KOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Determination of amino acid composition of foods by photometric methods, Part 1 Determination of tyrosine, tryptophan and phenylalanine

KEYWORDS: determination of amino acids, protein hydrolysis, essential amino acids, colour reactions of amino acid, photometry, tyrosine, phenylalanine, tryptophan

1. SUMMARY

Today to determine the amino acid composition of foods, the most commonly used technics are the ion exchange column chromatography (IEC) with post-column derivatization with ninhydrin and the high-performance liquid chromatography (HPLC) with pre-column derivatization. Both technics are excellent in their own right, either for solving special tasks or for determining all amino acids in a protein. However, the methods require special purpose instruments (IEC) or special equipment (HPLC), which are expensive and require highly qualified analysts to operate, which cannot be afforded by smaller laboratories and in-process inspection units. The methods we propose, after proper sample preparation, can be implemented with a UV-VIS spectrophotometer capable to measure the aromatic amino acids and the coloured amino acid derivatives in the range of 200-800 nm.

In this paper, we give a report on the photometric methods developed for the determination of total amino acids with ninhydrin, determination of aromatic amino acids, measurement of the combined amount of tyrosine and tryptophan, separate determination of tyrosine, tryptophan and phenylalanine. We plan to quantify the most suitable of the mentioned methods and make them applicable to food testing laboratories. Since the indole group of tryptophan is virtually completely degraded during the 6 M hydrochloric acid hydrolysis used in the hydrolysis of proteins, this publication protein hydrolysis methods that are suitable for determining the tryptophan content of foods is described.

2. Introduction

Amino acids are organic compounds whose molecules contain both carboxyl and amino groups. In nature they occur in relatively small amounts as free compounds, but they have outstanding importance

to living organisms in proteins, as the major source of amino acids in heterotrophic organisms comes from the breakdown of dietary proteins. In living organisms, during digestion, the proteins are broken down into 20 types of amino acids, some of which are essential for the body (phenylalanine, isoleucine,

leucine, lysine, methionine, threonine, tryptophan, valine). The essential amino acid that occurs in the smallest amount in the diet compared to the needs of the body is the limiting amino acid [4, 5, 8, 20, 49].

The amino acid composition of foods in most laboratories is determined by ion exchange column chromatography (IEC) or an automatic amino acid analyser based on it [7, 9, 16, 20, 28] or high performance liquid chromatography (HPLC) [9, 20]. However, obtaining and operating the necessary equipment is very expensive, which a smaller laboratory cannot afford. Therefore, the aim of our studies is to develop photometric methods that can be used to measure amino acids easily without the use of highly sophisticated analytical instruments. Using the reported methods below, it may be possible to determine some essential amino acids in laboratories without expensive analytical instruments.

3. Hydrolysis of proteins

Before determining the amino acid composition of a protein, the protein must be hydrolyzed to free amino acids. An internationally accepted method of protein hydrolysis was developed by Moore and Stein [35], which weighs 20-200 mg of food and feed sample, depending on the protein content of the sample, and hydrolyses with 6 M hydrochloric acid at 110±1 °C for 24 hours. Under these conditions, tryptophan (Trp) is partially degrading in 40-60% but completely degraded in the presence of carbohydrates. That is the reason why in lot of cases the acidic hydrolysis methods have been modified. To avoid the degradation of the Trp the researchers added different solutions to the 6M HCl: Freelender and Haber [12] added 1,4-butanedithiol, Matsubara and Sasaki [33] added 2-4% thioglycolic acid, Gruen and Nichols [15] 3-(3-indolyl)-propionic acid, and James [26] was able to partially inhibit Trp degradation by alternating thioglycolic acid, mercaptopropionic acid, mercaptosuccinic acid and oxalic acid. Liu and Chang [30] with 3 M para-toluenesulfonic acid containing 0.2% 3-(2-aminoethyl) indole (tryptamine), Liu [31] with 4 M methanesulfonic acid, Penke et al. [40] hydrolyzed the protein with 3 M mercaptoethanesulfonic acid prior to Trp determination. Csapó et al. [6] hydrolysed the protein with 3 M mercaptoethanesulfonic acid at high temperatures (160, 170, 180 °C) and for a short time (30-60 minutes), with the highest Trp yield compared to all acidic methods, and the result of hydrolysis was same for the methionine content too. Perfect success could not be achieved with acidic methods, therefore according to Liu [31] the Trp content can only be quantified by alkaline hydrolysis.

Barium hydroxide hydrolysis of proteins was first used by Homer [21] to determine Trp content. Jorpes [27] hydrolyzed the protein with 5 M NaOH and recovered Trp in 78-98%. Holyler [24] hydrolyzed the protein with sodium hydroxide and found that both free and peptide-bound Trp are partially degraded

during basic hydrolysis. According to Shizuko-Isole [45] and Dreeze [11], hydrolysis under a nitrogen atmosphere can prevent the decomposition of free Trp.

According to Warner [48], sodium hydroxide hydrolysis is slower than barium hydroxide, and sodium is much more difficult to remove from the system than barium. Using barium hydroxide as the hydrolyzing agent, Dreeze [11] found that the hydrolysis is faster and Trp does not degrade even in the presence of starch. Miller [34] removed barium in the form of barium sulphate from the solution, with minimal Trp adsorption of the precipitate. The protein was hydrolyzed with 4 M sodium hydroxide and then the alkali was neutralized with hydrochloric acid, after which the hydrolyzate was chromatographed directly according to Dévényi et al. [10].

Noltmann et al. [37], barium hydroxide hydrolysis seems to be the most expedient in determining tryptophan content, since here the hydrolysis takes place relatively quickly and the barium can be removed much more easily than sodium. Removal of barium in sulphate form appears to be more expedient because the precipitation of barium with sodium sulphate from a neutral solution does not cause tryptophan adsorption.

4. Determination of the amino acid composition of a proteins using photometric methods

4.1. Determination of total amount of amino acids by colour reaction in ninhydrine (ninhydrine positive compounds)

The ninhydrin (2,2-dihydroxyindane-1,3-dione) converts amino acids to aldehyde, carbon dioxide, and ammonia in the pH range of 4 to 8, is excellent for determining the total amino acid content of a hydrolyzed sample. Ammonia reacts with the excess of ninhydrin to form an intense blue and purple compound, hydrindantine, with α -amino acids, with a maximum light absorption of 570 nm, where the amount of amino acids can be determined. Imino acids, proline, and hydroxyproline form a yellow compound with ninhydrin under similar conditions, with a light absorption maximum at 440 nm [43, 50]. The reaction measures all other ninhydrin-positive compounds in the sample in addition to amino acids, but since their amount in food is negligible, the reaction is suitable for measuring all amino acids with approximate accuracy.

4.2. Determination of aromatic amino acids (tyrosine, phenylalanine, tryptophane) by spectrophotometry in ultraviolet range

Of the protein-forming amino acids, only three aromatic amino acids (tyrosine, phenylalanine, tryptophan) have absorption maximum in the ultraviolet range at 280 nm. The amount of the three amino acids, after appropriate sample preparation, can be measured without derivatization. Its advantage is that

¹ University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Technology

² SAPIENTIA Hungarian University of Transylvania, Faculty of Miercurea Ciuc, Department of Food Science

³ University of Debrecen Doctoral School of Animal Science

⁴ University of Debrecen Doctoral School of Nutrition and Food Science

it is quick and easy, as it is not necessary to subject the proteins to a chemical reaction for the measurement. Thus, the combined amount of the three amino acids can be determined by this method if the protein concentration of the solutions is between 20 and 3000 µg/ml [25, 44, 46]. However, it is very important to select the right solvent, as many solvents have significant UV absorption in the light absorption band of aromatic amino acids.

4.3. Determination of the total amount of tyrosine and tryptophan

During the xantoprotein reaction, concentrated nitric acid reacts with the aromatic nucleus that forms the side chain of the amino acid, resulting in a yellow product that can be quantified photometrically. The aromatic ring of phenylalanine does not react with nitric acid, so only the combined amount of tyrosine and tryptophan can be determined by this reaction. Hassan [17] used 16 M nitric acid, 5 M sodium hydroxide, and ethyl alcohol to determine the amount of tyrosine and tryptophan. The absorbance of the solutions was studied at 360 and 430 nm.

4.4. Determination of tyrosine content by photometry

The Millon test is specific for tyrosine as it is the only amino acid that contains a phenyl side chain. During the reaction, the phenyl group of tyrosine first reacts with nitric acid and then forms a brick red colour reaction with a complex with mercury ions. The colour intensity of the resulting product can be measured spectrophotometrically at a wavelength of 500 nm, and the amount of tyrosine can be calculated from the absorbance. However, the assay is specific for tyrosine only if the sample does not contain a compound with other phenolic groups [32, 41].

Grau [14] used a modified Millon reaction to determine the tyrosine content of the protein. The amount of tyrosine in the sample was determined using mercury sulphate reagent and sodium nitrite, and the absorbance of the resulting red solution was examined at a wavelength of 475 nm. No colour reaction was observed when the method was attempted to determine the amount of phenylalanine, histidine, or tryptophan.

4.5. Determination of tryptophan content by photometry

Free or peptide-bound tryptophan forms a coloured product with para-toluene-sulfonic acid, para-dimethyl-amino-benzaldehyde and N-bromo-succinimide, which are the reagents that form the basis of the photometric determination of tryptophan, in which the colour obtained in the quantitative determination compared to a standard colour of a well-known concentration, which usually consists of free tryptophan. Spies and Chambers [47] determined the Trp con-

tent of the samples in 19 M sulfuric acid medium with para-dimethyl-amino-benzaldehyde (DAB). The absorbance of the solutions was studied in the 580-620 nm wavelength range. The Trp content of the meat was determined was also determined with para-dimethyl-amino-benzaldehyde (DAB) in 9.5 M sulfuric acid, in which the colourless condensation product was oxidized by sodium nitrite to a blue compound, the absorbance of which was studied at 590 nm by Rékásiné et al. [42]. Hydrolysis of the test protein simplifies the situation, as Trp goes into solution and its colour can be determined in a similar way.

Among the photometric methods, the determination of N-bromosuccinimide is not widespread in practice, and the same can be said for the colour reaction with glacial acetic acid (III) chloride reagent. In the latter case, the Trp content of cereal grains was determined by photometry at 545 nm of the resulting red solution [38]. The para-dimethyl-amino-benzaldehyde method, on the other hand, has been used by several to determine the Trp content of both unhydrolyzed protein and hydrolysate. An interesting method for the photometric determination of Trp is reported by Basha and Roberts [3], who oxidized Trp with sodium nitrite and then reacted the oxidized product with N-1(naphthyl)-ethylene-diamino-dihydrochloride and then obtained the purple-pink material was photometrized at 550 nm.

The indole group of tryptophan shows light absorption in the ultraviolet range, which can also be used to determine its amount. For soluble proteins, UV absorbance is measured at 280-288 nm. Ultraviolet absorbance is also suitable for measuring the absorbance of a protein in solution by any method, as well as the absorbance of a hydrolyzate.

The amount of tryptophan can be determined using the Hopkins-Cole test [13], which is based on the fact that the indole ring of tryptophan reacts with a mixture of Hopkins-Cole reagent (glyoxylic acid) and sulfuric acid to give a violet or purple product. The absorbance of the resulting coloured product was studied at 545 nm. Koshland et al. [2, 22] used 2-hydroxy-5-nitrobenzyl bromide as a special reagent for the photometric determination of tryptophan content. The absorbance of the resulting coloured products was studied between 300 and 410 nm wavelength range. Horton and Tucker [23] showed that dimethyl-(2-hydroxy-5-nitrobenzyl) sulfonium salt can be used for spectrophotometric determination of tryptophan content in proteins at pH 3. This water-soluble sulfonium salt allows a more advantageous determination than water-insoluble 2-hydroxy-5-nitrobenzyl bromide.

Mulder and Bakema [36] estimated tryptophan content by the Brummer method. The method is based on the formation of a red-violet colour with vanillin in a strongly acidic solution. The method is only applicable to protein hydrolysates because other sub-

stances in the sample interfere with colour development. In addition to vanillin, sulfuric acid and sodium sulphide were used to determine tryptophan content. The absorbance of the solutions was measured at 605 nm.

In summary, the photometric determination of Trp is best performed by the colour reaction of para-dimethyl-amino-benzaldehyde, but if necessary the photometry of the colour between acetic acid and glyoxal or n-1 (naphthyl) ethylene-diamino-hydrochloride and Trp also recommended.

4.6. Determination of phenylalanine using photometry

The colorimetric determination of the phenylalanine content of a protein hydrolyzate is based on two basic principles described by Kapeller-Adler [29]: eliminating the interference of tyrosine and histidine and quantitative nitration and reduction of phenylalanine in the violet ammonium salt of diacyl-o-dinitrobenzoic acid. Photometry was performed in the wavelength range of 520 and 580 nm.

Albanese [1] further developed the Kapeller-Adler method, eliminating histidine interference with permutit (synthetic zeolite), and using ammonium sulphate and sodium hydroxide instead of concentrated ammonium hydroxide. This is because ammonium hydroxide was considered dangerous to the health of the experimenter person, and daily changes in the ammonia concentration of the reagent affected the colour intensity.

According to the research of Hess and Sullivan [19], the colourimetric determination of phenylalanine requires its nitration, reduction of dinitrophenylalanine with zinc and hydrochloric acid, and reaction with 2-naphthoquinone-4-sodium sulfonate in a slightly acidic solution, resulting in a red colour compound. The absorbance of the solutions was tested at 560 nm. Histidine and tyrosine do not interfere with the reaction. Pretreatment with potassium permanganate solution prevented tryptophan from being disrupted without affecting the colour formation from phenylalanine.

To determine the amount of phenylalanine, Grau [14] dried the flask containing the sample in an oven at 110-120 °C until the sample was completely dryness, or a thick syrup was obtained. A solution of potassium nitrate in concentrated sulfuric acid was then added to the sample. The nitration was performed at 110-120 °C for 30 minutes. After cooling the flask, hydroxylamine hydrochloride, ammonium sulphate and sodium hydroxide were used to determine the amount of phenylalanine. The absorbance of the solutions was studied at 550 nm.

Henry et al. [18] modified the Kapeller-Adler method, hydrolysis of proteins was performed with picric acid.

Concentrated sulfuric acid solution of potassium nitrate, hydroxylamine hydrochloride and concentrated ammonium hydroxide solution were used for the determination after picric acid hydrolysis. Photometry was performed in the wavelength range of 550 and 560 nm.

Pan and Perlman [39] had made two modifications to the original Kapeller-Adler method. During the process, when concentrated ammonium hydroxide was added to the concentrated sulphuric acid, a large amount of heat was generated, which caused the solution bubbled out from the test tubes, causing significant losses. In their experiments, they solved the problem by adding a smaller amount of nitrating reagent. The second modification, to facilitate the performance of the test, consisted of a reduction in the time required to evaporate the samples to dryness. The tubes containing the sample solutions were immersed in a water bath at 50-70 °C and a gentle stream of air was passed through the surface of the liquid. As a result, numerous samples can be dried simultaneously using a few glass blowers.

5. Conclusions

Prior to the determination of amount of each amino acid, the protein is hydrolyzed with 6 M hydrochloric acid, followed by photometric determination of the amino acids. The Trp content of the protein is degraded under these conditions due to the lability of the indole group, so during the determination of Trp either special acidic protein hydrolysis methods (3 M mercapto-ethane-sulfonic acid, 3 M para-toluene-sulfonic acid, 4 M methane sulfonic acid) are used or special protective reagents (1,4-butanedithiol, thio-glycolic acid, 3-(3-indolylpropionic) acid, 3-(2-minoethyl) indole should be used. The other opportunity of determining the Trp is the alcalic hydrolysis which is performed with 4 M sodium-hydroxide or barium-hydroxide. In case of high protein content, the sodium ion content of the hydrolysate does not interfere with the determination, and the advantage of the barium hydroxide determination is that barium is easier to remove from the hydrolysate than sodium.

The total amino acid content of the hydrolysate can be determined by the ninhydrin colour reaction at 570 nm, and the amount of proline and hydroxyproline can be determined by the absorbance at 440 nm. Aromatic amino acids (tyrosine, phenylalanine, tryptophan) can be measured together at 280 nm in the ultraviolet range. At this wavelength, the determination of the three amino acids is generally not disturbed by other food ingredients.

By the xantoprotein reaction, since the aromatic ring of phenylalanine does not react with nitric acid, the combined amount of tyrosine and tryptophan can be determined at 360 and 430 nm, respectively. Because tyrosine is the only amino acid that contains a phenyl side chain, the Millon reaction, in which tyrosine

gives a brick-red colour reaction with nitric acid and mercury ions, is specific for tyrosine. The absorbance of the solution was tested at 475 nm, where the presence of phenylalanine, histidine or tryptophan was not disturbed.

The tryptophan content of the protein forms a coloured compound with para-toluene-sulphonic acid, para-dimethyl-amino-benzaldehyde, N-bromo-succinimide, sodium nitrite and N-1(naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride and the glacial acetic acid ferric chloride reagent, which form the basis of the photometric determination of tryptophan. Among the methods, the most common method is the para-dimethyl-amino-benzaldehyde method, which has been used by several people to determine the tryptophan content of various proteins. Derivatization with a mixture of glyoxylic acid and sulfuric acid (Hopkins-Cole test), 2-hydroxy-5-nitrobenzyl bromide and dimethyl-(2-hydroxy-5-nitrobenzyl) sulfonic acid was also used, however, these methods have not become widespread in practice.

During the determination of the phenylalanine content of the protein we have to eliminate the interfering effect of tyrosine and histidine, which may be followed by nitration of phenylalanine and derivatization with diacyl-o-nitrobenzoic acid, photometrized at 570 nm. 2-naphthoquinone-4-sodium sulfonate is also suitable for post-nitration derivatization, which is not expected to interfere with histidine and tyrosine, as well as derivatization with hydroxylamine hydrochloride, ammonium sulphate and sodium hydroxide.

Overall, therefore, all three amino acids containing aromatic side chains are known in the literature for a colour reaction that can be developed into a quantitative assay.

6. Acknowledgments

The publication was supported by the project EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008. The project was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund.

7. References

- [1] Albanese, A.A. (1944): Colorimetric estimation of phenylalanine in some biological material. *Journal of Biological Chemistry*. **155** pp. 291-298.
- [2] Barman, T.E., Koshland, D.E. (1967): A colorimetric procedure for the quantitative determination of tryptophan residues in proteins. *The Journal of Biological Chemistry*. **242** (24) 5771-5776.
- [3] Basha, S.M.M., Roberts, R.M. (1977): A simple colorimetric method for the determination of tryptophan. *Analytical Biochemistry*. **77** (2) pp. 378-386.
- [4] Bokori J., Gundel J., Herold I., Kakuk T., Kovács G., Mézes M., Schmidt J., Szigeti G., Vincze L. (2003): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 3-11.
- [5] Carpenter, K.J. (1960): The estimation of the available lysine in animal-protein foods. *Biochemical Journal*. **77** (3) pp. 604-610.
- [6] Csapó J., Lóki K., Csapóné Kiss Zs., Albert Cs. (2005): Az aminosavak elválasztása és meghatározása ioncserés oszlopkromatográfiával, oszlop utáni származékképzés alkalmazásával. *Acta Agraria Kaposváriensis*. **9** (2) pp. 33-51.
- [7] Csapó, J., Csapó-Kiss, Zs., Einarsson, S., Folestad, S., Tivesten, A. (1995): Methods for determination of D-amino acid content of foods and feeds. *Acta Alimentaria*. **24**. 125-126.
- [8] Csapó, J., Csapóné Kiss, Zs., Babinszky, L., Győri, Z., Simonné Sarkadi, L., Schmidt, J. (2006): Élelmiszer- és takarmányfehérjék minősítése. Mezőgazda Kiadó, Budapest pp. 1-451.
- [9] Csapó, J., Csapóné Kiss, Zs. (2007): Biokémia állattenyésztőknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 35-38, pp. 233-235.
- [10] Dévényi, T., Bati, J., Fábrián, F. (1971): Detection and determination of tryptophan by ion exchange chromatography. *Acta Biochimica et Biophysica Academiae Scientiarum Hungaricae*. **6** (2) pp. 133-138.
- [11] Dreeze, A. (1960): Determination of tryptophan in natural milieu. 2. Stability of tryptophan during alkaline hydrolysis done in the presence of carbohydrates. *Bulletin De La Societe Chimique De France*. **42** pp. 407-417.
- [12] Freedlender, E.F., Haber, E. (1972): Obtaining large variable-region peptides from rabbit light chains. *Biochemistry*. **11** pp. 2362-2370.
- [13] Friedman, M., Finley, J.W. (1971): Methods of tryptophan analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **19** (4) pp. 626-631.
- [14] Grau, C.R. (1947): The phenylalanine and tyrosine contents of chicks and eggs. *Journal of Biological Chemistry*. **168** (2) pp. 485-491.
- [15] Gruen, L.C., Nicholls, P.W. (1972): Improved recovery of tryptophan following acid hydrolysis of proteins. *Analytical Biochemistry*. **47** pp. 348-355.
- [16] Hamilton, P.B. (1963): Ion exchange chromatography of amino acids. A single column, high resolving, fully automatic procedure. *Analytical Chemistry*. **35** (13) pp. 2055-2064.
- [17] Hassan, S.S.M. (1975): New spectrophotometric method for simultaneous determination of tryptophan and tyrosine. *Analytical Chemistry*. **47** (8) pp. 1429-1432.
- [18] Henry, R.J., Sobel, C., Chiamori, N. (1957): Method for determination of serum phenylalanine with use of the Kapeller-Adler Reaction. *The American Journal of Diseases of Children*. **94** (6) pp. 604-608.
- [19] Hess, W.C., Sullivan, M.X. (1944): The determination of phenylalanine in proteins. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. **5** pp. 165-173.
- [20] Holme, D.J., Peck H. (1998): Analytical Biochemistry Third Edition. Pearson Education Limited, Edinburgh Gate Harlow, pp. 342-405.
- [21] Homer, A. (1915): Method for the estimation of the tryptophane content of proteins, involving the use of baryta as a hydrolyzing agent. *The Journal of Biological Chemistry*. **22** pp. 369-389.
- [22] Horton, H.R., Koshland, D.E. (1965): A highly reactive colored reagent with selectivity for the tryptophan residue in proteins. 2-Hydroxy-5-nitrobenzyl bromide. *Journal of the American Chemical Society*. **87** (5) pp. 1126-1132.
- [23] Horton, H.R., Tucker, D.W.P. (1970): The reaction of dimethyl-(2-hydroxy-5-nitrobenzyl) sulfonium salts with tryptophan ethyl ester. *The Journal of Biological Chemistry*. **245** (13) pp. 3397-3401.
- [24] Höller, H. (1958): Zur Frage des Einflusses der alkalischen Hydrolyse von Proteinen auf die nachfolgende chemische und mikrobiologische Tryptophanbestimmung. *Archiv Für Tierernahrung*. **8** (1-6) pp. 182-193.
- [25] Ichikawa, T., Terada, H. (1981): Determination of phenylalanine, tryptophan and tyrosine in a mixture of amino acids by second derivative spectrophotometry. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*. **29** (2) pp. 438-444.
- [26] James, L. (1972): Amino acid analysis: The humin problem. *Journal of Chromatography*. **68** pp. 123-130.
- [27] Jorpes, E. (1932): The protein component of the erythrocyte membrane or stroma. *Biochemical Journal*. **26** (5) pp. 1488-1503.
- [28] Jungbauer, A., Hahn, R. (2009): Ion-exchange chromatography. *Methods in enzymology*. **463** pp. 349-371.
- [29] Kapeller-Adler, R. (1932): Über eine neue Reaktion zur qualitativen und quantitativen Bestimmung des Phenylalanins. *Biochemical Zeitschrift*. **252** pp. 185-200.
- [30] Liu, T.Y. (1972): The precision and sensitivity of amino acid analyses. Chemistry and biology of peptides. *Ann Arbor Science Publishers*. **629**.
- [31] Liu, T.Y., Chang, Y.H. (1971): Hydrolysis of proteins with p-toluenesulfonic acid. determination of triptophan. *The Journal of Biological Chemistry*. **246** pp. 2842-2848.
- [32] Mathews, J., Partington, M.W. (1964): The plasma tyrosine levels of premature babies. *Archives of Disease in Childhood*. **39** (206) pp. 371-378.
- [33] Matsubara, H., Sasaki, M.: 1969. High recovery of tryptophan from acid hydrolysates of proteins. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. **35** pp. 175-181.
- [34] Miller, E.L. (1967): Determination of the tryptophan content of feeding stuffs with particular reference to cereals. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **18** pp. 381-387.
- [35] Moore, S., Stein, W.H. (1956): Column chromatography of peptides and proteins. *Advances in Protein Chemistry*. **11** pp. 191-236.
- [36] Mulder E.G., Bakema K. (1956): Effect of the nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium nutrition of potato plants on the content of free amino-acids and on the amino-acid composition of the protein of the tubers. *Plant and Soil*. **7** (2) pp. 135-166.
- [37] Noltmann, E.A., Mahowald, T.A., Kuby, S.A. (1962): Studies on adenosine triphosphate transphosphorylases. II. Amino acid composition of adenosine triphosphate-creatine transphosphorylase. *The Journal of Biological Chemistry*. **237** (4) pp. 1146-1154.
- [38] Opienska-Blauth, J., Charezynski, M., Berbec, H. (1963): A new, rapid method of determining tryptophan. *Analytical Biochemistry*. **6** (1) pp. 69-76.
- [39] Pan S.C., Perlman D. (1954): Determination of Phenylacetic Acid and Phenylacetamides in Samples from Penicillin Fermentations. *Analytical Chemistry*. **26** (9) pp. 1432-1438.
- [40] Penke, B., Ferenczy, R., Kovács, K. (1974): A new acid hydrolysis method for determining tryptophan in peptides and proteins. *Analytical Biochemistry*. **60** (1) 45-50.

- [41] Rasch, E., Swift, H. (1960): Microphotometric analysis of the cytochemical Millon reaction. *Journal of Histochemistry & Cytochemistry*. **8** (1) pp. 4–17.
- [42] Rékásiné Szombati, É., Caballero, O.P., Mihályiné-Kengyel, V., Körmendy, L. (1977): Triptofántartalom meghatározása hús- és húskészítményekben. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*. **24** (1-2) pp. 17-26.
- [43] Rosen, H. (1957): A modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. **67** (1) pp. 10–15.
- [44] Scopes, R.K. (1974): Measurement of protein by spectrophotometry at 205 nm. *Analytical Biochemistry*. **59** (1) pp. 277–282.
- [45] Shizuko-Isole, A. (1959): Report National Institute of Nutrition. pp. 45-51.

- [46] Simonian, M.H., Smith, J.A. (2006): Spectrophotometric and colorimetric determination of protein concentration. *Current Protocols in Molecular Biology*. **10** p. 10.
- [47] Spies, J.R., Chambers, D.C. (1950): Determination of tryptophan with p-dimethylaminobenzaldehyde using photochemical development of color. *Analytical Biochemistry*. **22** (9) pp. 1209–1210.
- [48] Warner, R.C. (1941): The alkaline hydrolysis of egg albumin. *The Journal of Biological Chemistry*. **142** pp. 741-756.
- [49] Wunderlich, L., Szarka, A. (2014): A biokémia alapjai. Typotex Kiadó, Budapest. pp. 41-45.
- [50] Yemm, E.W., Cocking, E.C., Ricketts, R.E. (1955): The determination of amino-acids with ninhydrin. *The Analyst*. **80** pp. 209-214.

A Verder Hungary Kft. a Verder Scientific üzletág cégei készülékeit és szolgáltatásait kínálja felhasználóinak

CARBOLITE
GERO 30-3000°C



Carbolite Gero cég termikus mintaelőkészítői: szárítószekrények, kemencék, stb.
További részletes információ elérhető a magyar honlapon:

www.carbolite-gero.hu



Retsch

Retsch cég mechanikai mintaelőkészítői: aprítók, darálók, malmok, szitarázók, stb.
További részletes információ elérhető a magyar honlapon:

www.retsche.hu



Microtrac MRB cég szemcseméret/alak analizátorai:
További részletes információ elérhető a magyar honlapon:

www.microtrac.hu

Verder Hungary Kft.

1117 Budapest, Budafoki út 187-189.

info@verder.hu / +36-1-920-07-28

<https://www.verderliquids.com/hu/hu/laborezskoezoek>

Szalay Anna¹

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 címen.

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

2020. június – 2020. augusztus hónapban bevezetett szabványok:

01.040 Szakkifejezések gyűjteményei

MSZ EN 17399:2020 Algák és algából készült termékek. Szakkifejezések és meghatározások

07.100.30 Élelmiszer-mikrobiológia

MSZ EN ISO 6579-1:2017/A1:2020 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a *Salmonella* kimutatására, számlálására és szerotipizálására. 1. rész: A *Salmonella* spp. kimutatása. 1. módosítás: Az inkubálási hőmérséklet szélesebb tartománya, a D melléklet státuszának módosítása, valamint az MSRV és az SC összetételének helyesbítése (ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020) – Az MSZ EN ISO 6579-1:2017 módosítása –

MSZ EN ISO 7932:2004/A1:2020 Élelmiszerek és takarmányok mikrobiológiája. Horizontális módszer a feltételezett *Bacillus cereus* megszámlálására. Telepszámlálásos módszer 30 °C-on. 1. módosítás: Kiegészítés választható vizsgálatokkal (ISO 7932:2004/Amd 1:2020, 2020. májusi helyesbített változat) – Az MSZ EN ISO 7932:2005 módosítása –

13.060 Vízminőség

MSZ EN ISO 13164-1:2020 Vízminőség. Radon-222. 1. rész: Általános alapelvek (ISO 13164-1:2013, 2013. 11. 15-ei helyesbített változat)

MSZ EN ISO 13164-2:2020 Vízminőség. Radon-222. 2. rész: Gamma-spektrometriás vizsgálati módszer (ISO 13164-2:2013)

MSZ EN ISO 13164-3:2020 Vízminőség. Radon-222. 3. rész: Emanometriás vizsgálati módszer (ISO 13164-3:2013)

MSZ EN ISO 13164-4:2020 Vízminőség. Radon-222. 4. rész: Vizsgálati módszer kétfázisú folyadékszintillációs számlálóval (ISO 13164-4:2015) – Az MSZ 19383:1988 helyett –

MSZ EN ISO 13165-1:2020 Vízminőség. Rádium-226. 1. rész: Vizsgálati módszer folyadékszintillációs számlálóval (ISO 13165-1:2013) – Az MSZ 19383:1988 helyett –

MSZ EN ISO 13165-2:2020 Vízminőség. Rádium-226. 2. rész: Emanometriás vizsgálati módszer (ISO 13165-2:2014)

MSZ EN ISO 13165-3:2020 Vízminőség. Rádium-226. 3. rész: Csapadékképzést követő gamma-spektrometriás vizsgálati módszer (ISO 13165-3:2016)

MSZ EN ISO 22908:2020 Vízminőség. Rádium-226 és rádium-228. Vizsgálati módszer folyadékszintillációs számlálóval (ISO 22908:2020) – Az MSZ 19388:1977 helyett –

67 Élelmiszeripar

67.050 Élelmiszertermékek vizsgálatának és elemzésének általános módszerei

MSZ 17618:2020 Élelmiszerek hamu- és homoktartalmának meghatározása – Az MSZ 17618:1983 helyett –

67.060 Gabonafélék, hüvelyesek és a belőlük származó termékek

MSZ EN ISO 16624:2020 Búzaliszt és durumbúzadara. Színmeghatározás szórt visszaverődésen alapuló színméréssel (ISO 16624:2020)

67.200 Étolajok és -zsírok. Olajmagvak

MSZ EN ISO 665:2020 Olajmagvak. A nedvesség- és az illóanyag-tartalom meghatározása (ISO 665:2020) – Az MSZ EN ISO 665:2001 helyett –

MSZ EN ISO 3657:2020 Állati és növényi zsírok és olajok. Az elszappanosítási szám meghatározása (ISO 3657:2020) – Az MSZ EN ISO 3657:2013 helyett –

MSZ EN ISO 27107:2010 Állati és növényi zsírok és olajok. A peroxidszám meghatározása. Potenciometriás végpont-meghatározás (ISO 27107:2008, 2009. 05. 15-ei helyesbített változat)

67.240 Érzékszervi vizsgálat

MSZ ISO 11036:2020 Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Állományprofil – Az MSZ ISO 11036:2001 helyett –

2020. június – 2020. augusztus hónapban visszavont szabványok:

67.120 Hús, hústermékek és egyéb állati termékek

MSZ ENV 12140:1998 Gyümölcs- és zöldséglevék. Gyümölcslevekből származó cukrokban a stabil szénizotópok arányának (¹³C/¹²C) meghatározása. Izotóparány-tömegspektrometriás módszer

MSZ ENV 12141:1998 Gyümölcs- és zöldséglevék. Gyümölcslevekből származó vízben a stabil oxigénizotópok arányának (¹⁸O/¹⁶O) meghatározása. Izotóparány-tömegspektrometriás módszer

MSZ ENV 12142:1998 Gyümölcs- és zöldséglevék. Gyümölcslevekből származó vízben a stabil hidrogénizotópok arányának (²H/¹H) meghatározása. Izotóparány-tömegspektrometriás módszer

MSZ ENV 13070:2000 Gyümölcs- és zöldséglevék. Gyümölcslé-pulpokban lévő stabil szénizotópok arányának (¹³C/¹²C) meghatározása. Tömegspektrometriás izotóparány-módszer

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, postal address: H-1450 Budapest 9., Pf. 24) or via website: www.mszt.hu/webaruhaz.

Published national standards from June 2020 to August 2020

01.040 Vocabularies

MSZ EN 17399:2020 Algae and algae products. Terms and definitions

07.100.30 Food microbiology

MSZ EN ISO 6579-1:2017/A1:2020 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella*. Part 1: Detection of *Salmonella* spp. Amendment 1: Broader range of incubation temperatures, amendment to the status of Annex D, and correction of the composition of MSRV and SC (ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020) – which is the modification of MSZ EN ISO 6579-1:2017 –

MSZ EN ISO 7932:2004/A1:2020 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of presumptive *Bacillus cereus*. Colony-count technique at 30 degrees C. Amendment 1: Inclusion of optional tests (ISO 7932:2004/Amd 1:2020, Corrected version 2020-05) – which is the modification of MSZ EN ISO 7932:2005 –

13.060 Water quality

MSZ EN ISO 13164-1:2020 Water quality. Radon-222. Part 1: General principles (ISO 13164-1:2013, Corrected version 2013-11-15)

MSZ EN ISO 13164-2:2020 Water quality. Radon-222. Part 2: Test method using gamma-ray spectrometry (ISO 13164-2:2013)

MSZ EN ISO 13164-3:2020 Water quality. Radon-222. Part 3: Test method using emanometry (ISO 13164-3:2013)

MSZ EN ISO 13164-4:2020 Water quality. Radon-222. Part 4: Test method using two-phase liquid scintillation counting (ISO 13164-4:2015) – which has withdrawn the MSZ 19383:1988 –

MSZ EN ISO 13165-1:2020 Water quality. Radium-226. Part 1: Test method using liquid scintillation counting (ISO 13165-1:2013) – which has withdrawn the MSZ 19383:1988 –

MSZ EN ISO 13165-2:2020 Water quality. Radium-226. Part 2: Test method using emanometry (ISO 13165-2:2014)

¹ Magyar Szabványügyi Testület (MSZT)

¹ Hungarian Standards Institution

MSZ EN ISO 13165-3:2020 Water quality. Radium-226. Part 3: Test method using coprecipitation and gamma-spectrometry (ISO 13165-3:2016)

MSZ EN ISO 22908:2020 Water quality. Radium-226 and Radium-228. Test method using liquid scintillation counting (ISO 22908:2020) – which has withdrawn the MSZ 19388:1977 –

67 Food technology

67.050 *General methods of tests and analysis for food products*

MSZ 17618:2020 Determination of ash and mineral impurities content in foodstuffs – which has withdrawn the MSZ 17618:1983 –

67.060 *Cereals, pulses and derived products*

MSZ EN ISO 16624:2020 Wheat flour and durum wheat semolina. Determination of colour by diffuse reflectance colorimetry (ISO 16624:2020)

67.200 *Edible oils and fats. Oilseeds*

MSZ EN ISO 665:2020 Oilseeds. Determination of moisture and volatile matter content (ISO 665:2020) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 665:2001 –

MSZ EN ISO 3657:2020 Animal and vegetable fats and oils. Determination of saponification value (ISO 3657:2020) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 3657:2013 –

MSZ EN ISO 27107:2010 Animal and vegetable fats and oils. Determination of peroxide value. Potentiometric end-point determination (ISO 27107:2008, Corrected version 2009-05-15)

67.240 *Sensory analysis*

MSZ ISO 11036:2020 Sensory analysis. Methodology. Texture profile – which has withdrawn the MSZ ISO 11036:2001 –

Withdrawn national standards from June 2020 to August 2020

67.120 *Meat, meat products and other animal produce*

MSZ ENV 12140:1998 Fruit and vegetable juices. Determination of the stable carbon isotope ratio ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) of sugars from fruits juices. Method using isotope ratio mass spectrometry

MSZ ENV 12141:1998 Fruit and vegetable juices. Determination of the stable oxygen isotope ratio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) of water from fruit juices. Method using isotope ratio mass spectrometry

MSZ ENV 12142:1998 Fruit and vegetable juices. Determination of the stable hydrogen isotope ratio ($^2\text{H}/^1\text{H}$) of water from fruit juices. Method using isotope ratio mass spectrometry

MSZ ENV 13070:2000 Fruit and vegetable juices. Determination of the stable carbon isotope ratio ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) in the pulp of fruit juices. Method using isotope ratio mass spectrometry

For further information please contact Ms Anna Szalay, sector manager on food and agriculture, e-mail: a.szalay@mszt.hu

Ivó- és ásványvizek teljeskörű vizsgálata



Információ:
 food@wessling.hu
 +36 1 272 2101

Klorát és perklorát: szigorodik a szabályozás

A klorátokat (ClO₃- ionokat) tartalmazó készítmények széles körben elterjedt totális (nem szelektív) gyomirtó szerek, amelyek alkalmazását az Európai Unió területén már 2011-ben ugyan betiltották, ám még mindig sok maradt belőle a környezetben, ráadásul a vizek klórozásával és a különböző fertőtlenítő szerek használatának gyakoribbá válásával folyamatos a klorát-maradékok utánpótlása is.

Mivel a klorát-maradékokat az élelmiszerekben a laboratóriumok gyakran határérték felett mutatják ki, az Európai Unió Bizottsága 2020 július 1-től módosította az élelmiszerekben megengedhető klorát-maradékok értékeit tartalmazó rendeletet. A rendelet hatálybalépésétől számítva az eddigiekhez képest még fontosabb lesz az élelmiszerek és az ivóvíz rendszeres vizsgálata.

Az élelmiszerbiztonsági és környezet-toxikológiai adatok szerint a gyomirtó szerből visszamaradó klorátmaradékok káros hatást fejtenek ki a melegvérű szervezetekre, köztük az emberre is. A klorátok általános tulajdonságaik között a legismertebb a vér hemoglobinjának a károsítása (methemoglobinemia) és különböző vesebántalmak kiváltása.

Az Európai Unió Bizottságának szakembereinek döntése alapján a 2011-ben a mezőgazdaságban általánosan alkalmazott totális gyomirtószert, a klorátot kivonták a forgalomból.

A klorátionok mellett hasonló hatásúak a perklorát ionok is, amelyek elsődlegesen geokémiai eredetű, illetve ipari tevékenységből származó szennyeződéseként jelennek meg a környezetben – mondta el a Laboratorium.hu-nak Dr. Szigeti Tamás János, az Élelmiszervizsgáló Közlemények főszerkesztője, illetve a WESSLING Hungary Kft. független laboratórium üzletfejlesztési igazgatója.

Perklorátok (ClO₄-ionok) emellett szintén keletkezhetnek az általános fertőtlenítésre használt hipoklorit termékek bomlása során (főként vizek klórozásával hozható összefüggésbe), de természetes geokémiai úton bizonyos kőzetekben is képződhetnek perklorátok. A perklorátok élelmiszerekben megengedett (még eltűrhető) határértékeit a 2020/685 EK-rendelet tartalmazza. A megengedett határértékek élelmiszerek típusától függően 0,01 - 0,75 mg/kg tartományban mozognak. A perklorátok többek között gátolják a melegvérű élőlények – köztük az ember – táplálkozás útján zajló jó-d felvételét, így megzavarják a pajzsmirigy működését is.

A koronavírus járvány miatt a különböző vízrendszerek, könnyen fertőző felületek fertőtlenítésére általában a legolcsóbb és leghatékonyabb eljárás va-

lamilyen klórtartalmú fertőtlenítőszer – mint például a nátrium-hipoklorit (Hypo), vagy vizes rendszerek esetében a klór-dioxid használata. Itt szeretnénk hangsúlyozni, hogy a vízi közművek gyakorlatában elengedhetetlenül szükséges a csőrendszert és magát az ivóvizet fertőtleníteni, ezért a vízi közműveket működtető szervezeteknek nem róható fel, ha az ivóvizekben esetenként kimutatható mennyiségben jelennek meg a klorát-ionok. Ezért szükségszerű, hogy a fertőtlenítési technológia révén keletkező klorát-mennyiséget monitoring rendszerben (folyamatosan) ellenőrizzük.

Ez az oka annak, hogy az EU területén 2020 július 1-től az Európai Bizottság (EU) 2020/749 rendelete életbe lép, amellyel módosították a 396/2005/EK-rendelet 3. mellékletében megadott még eltűrhető klorát-maradékértékeket.

A különböző üzemekben, létesítményekben ezért kiemelten fontossá vált az ivóvíz ellenőrzése. Mivel a klorát- és perklorátionok a vízben keresztül szennyezhetik a mezőgazdasági területeket is, az ivóvízen kívül célszerű az élelmiszerek ellenőrzése is a fenti rendeletben megadott határértékek alapján.

Az élelmiszerekben a klorátokra vonatkozó általános, még eltűrhető 10 µg/kg (0,01 mg/kg) maradékértéket a környezetben jelen lévő klorátmennyiség miatt sajnos gyakran átlépi. Ezért a klorátionok jelenlétét az élelmiszerekben – beleértve az ivóvizet is – folyamatosan ellenőrizni kell.

A WESSLING Hungary Kft. Élelmiszerbiztonsági Üzletága folyamatosan figyelemmel kíséri az EU élelmiszerbiztonsági jogszabályainak változó előírásait. Ezért egy **validált, akkreditált módszer-csomagot** vett át, illetve dolgozott ki a klorát és perklorát ionok élelmiszerekből és vizekből történő meghatározására.

Ezekkel a vizsgálatokkal a termelők és forgalmazók, valamint a létesítmények vezetői és a víziközművek vezetői is nagy biztonsággal meggyőződhetnek az általuk előállított termékek vagy az általuk szolgáltatott ivóvíz jó minőségéről

Bár a szóban forgó két szerves anion szerkezete meglehetősen hasonló (a perklorátokban egy oxigénatommal több van, mint a klorátokban), kémiai analitikai meghatározásuk számottevően különböző módszert és technikát igényel: amíg vízmintákból a klorátionokat viszonylag egyszerűen, ioncserés folyadékkromatográfiai módszerekkel lehet meghatározni, addig a perklorátok vizsgálatához – az Európai Unió által előírt maradékanyag szinteken – folyadékkromatográfiai elválasztásra és tömegszelektív detektálásra van szükség (LC/MS/MS). Élelmiszerekből a klorátionok meghatározását is saját kifejlesztésű LC/MS/MS technikával végezzük.

Forrás: Laboratorium.hu

Szennyezőanyagok a kukoricában. Miért szükséges vizsgálni?

A kukorica betakarítása augusztusban megkezdődött. Miért fontos a peszticidek és mikotoxinok vizsgálata? Magyarország egyik legtapasztaltabb laboratóriuma, a növényvédő szerek vizsgálatában is élen járó WESSLING Tudásközpont szakértői válaszolnak.

A kukorica térfoglalása és monokultúrában történő termesztése kedvezően befolyásolta több kórokozó elterjedését és elszaporodását, például a fuzáriumokét, a különböző üszög-típusokét, a levéltetveket. A kukoricatermesztés során éppen ezért célszerű figyelembe venni a növény tápanyagigényét, és gondoskodni kell annak utánpótlásáról. A talajba juttatott trágya például mérsékli a talajban megtalálható kártevők károsító tevékenységét.

Olyan talajfertőtlenítők alkalmazhatók sikerrel, mint a forát, a karbofurán, a karboszulfán vagy éppen a bendiokarb. A csírfertőző kórokozók ellen többek között kaptán-, benomil-, TMTD- és karboxin hatóanyag-tartalmú készítményekkel lehet védekezni, de ahol az elvetett magot fácán vagy varjú dézsmálhatja, ott riasztó hatású készítményeket (ziram, Daphne-olaj) célszerű használni.

A meleg, száraz időjárás és a kedvezőtlen tárolási körülmények elősegítik a kukorica, búza fertőződését. A gombák által termelt toxinok közül legjelentősebbek az aszpargillus gombák által termelt aflatoxinok (a klímaváltozás eredményeképpen), valamint a fuzárium gombák által termelt mikotoxinok (Deoxinivalenol, Fumonizin, Zearalenon, T2 és HT2 toxin). A 19. század során az aflatoxinok elsősorban a mediterrán éghajlatú országokban voltak jelen, napjainkban azonban már Közép-Európában és Magyarországon is veszélyforrásként tekintenek rájuk a mezőgazdasági szakemberek.

A mikotoxinok természetes és mesterséges környezetben egyaránt előfordulhatnak. Életben maradásukhoz olyan vegyületeket állítanak elő, amelyek egy része hasznos (pl. antibiotikum), más részük azonban az emberekre, állatokra nézve kifejezetten egészségkárosító hatással bírnak: előfordulnak vese- és májkárosító, rákkeltő hatású és hormonháztartást zavaró vegyületek, valamint idegmérgek is – mondták el az a mikotoxinvizsgálatok terén is élenjáró WESSLING Tudásközpont élelmiszervizsgáló laboratóriumának munkatársai, akik kiemelték: a mikotoxinok nem csak a termelési időszakban képződnek, hanem – nem megfelelő körülmények esetében – a szállítás és a raktározás során is. A WESSLING Hungary Kft.-nél például a kémiai-fizikai vizsgálataik között a mikotoxinokat is elemzik. Az elválasztástechnikai módszerek lényege, hogy a mintából homogenizálást követően a szakemberek kivonják a számukra fontos vegyületet, a kivonatot megtisztítják, alkotórészeit pedig folyadék- és/vagy gázkromatográfiai eszközökön kimutatják.

A talajból az élelmiszerekbe kerülő toxikus fémeket ICP-technikával mutatják ki; a vetőmagok genetikai vizsgálata molekuláris módszerekkel vagy tömegspektrometriás eljárással zajlik, a vetőmagok fajtaazonosságát és genetikai állapotát GMO-vizsgálattal állapítják meg.

Permetezés nélkül a kártevők és a penészgombák elszaporodnak a növényeken, beindul a mikotoxin-termelés. Megfelelő agrotechnológiai gyakorlat mellett elfogadható szint alatt tartható a kártevők pusztítása, ám az emberi fogyasztásra szánt élelmiszerekben megjelenhetnek a növényvédő szerek maradékai, veszélyt jelentve az ember egészségére. A kukoricából a laboratóriumok az egyes peszticid-típusokat során leggyakrabban az alábbi peszticid-típusokat szokták kimutatni: chlorpyrifos, cypermethrin, deltamethrin, piperonyl-butoxide, azoxystrobin, difenocnazole.

Az élelmiszerekben található maradékanyagok és szennyeződések megbízható kimutatása rendkívül magas elvárásokat támaszt az egyes vizsgálólaboratóriumokkal szemben.

A legmodernebb berendezéseknek köszönhetően a WESSLING Hungary Kft. szakértői a nyersanyagokat és a termékeket multimódszerrel és egyedi tesztekkel egyaránt megvizsgálják. Az egyik legveszélyesebb gyomirtót, a glifozátot például a HPLC-MS (nagy nyomású folyadékkromatográfia-tömegspektrometria) technikát igénylő eljárással a modern laboratóriumok, így a WESSLING Hungary Kft. is könnyedén be tudja azonosítani.

Forrás: Store Insider

Magyarország cukormentes tortája, a „Szentivánéji álom” a laboratóriumban

„Kicsi Gesztenye”, „Pöttyös Panni” és „Barackos Buborék” után az idei nyertes, azaz a „Szentivánéji Álom” is látogatást tett a WESSLING Hungary Kft. Élelmiszervizsgáló Laboratóriumában. A mesés elnevezések igazi remekműveket, cukormentes (hozzáadott cukor nélküli) tortákat jelölnek: az Egy Csepp Figyelem Alapítvány által szervezett Magyarország Cukormentes Tortája verseny győztesét alaposan megvizsgálták.

A különlegesen tehetséges cukrászok 2012-től minden évben megméretik kreativitásukat és szaktudásukat a Magyarország Cukormentes Tortája versenyben. Az Egy Csepp Figyelem Alapítvány és a Magyar Cukrász Iparosok Országos Ipartestülete által szervezett versenyre modern és egészséges receptek érkeznek.

A tortákhoz a hozzávalókat minden évben a Magyar Dietetikusok Országos Szövetsége által ellenőr-

zött alapanyaglistájáról választhatják a cukrászok, a győztes tortát pedig a Wessling Hungary Kft., független élelmiszervizsgáló laboratórium vizsgálja.

A laboratóriumba érkező tortát nem dédelgetik: ledarálják, összekeverik, és homogén laboratóriumi mintaegyedet képeznek belőle! A minta előkészítésén ugyanis nagyon sok múlik, ettől döntő mértékben függ, hogy a kapott analitika megbízható eredményt szolgáltat-e később. A tortaszeletből kapott homogén mintából történnek ugyanis a klasszikus és műszeres analitikai mérések.

Az **élelmi rosttartalmat** az emberi emésztést utánzó enzimekkel határozzák meg és állandó főmérsékleten egy vízfürdőn enzimekkel megemésztik. A tortát kemencébe rakják, és teljesen elégetik, így kapják meg a szervesanyagok mennyiségét. És ez még nem minden: kénsavban is felforraltják, és az így a katalizátor jelenlétében több mint 400 C-on (!) elroncsolt maradékot átdestillálva mérik meg a fehérjetartalmat. Homokkal összekeverve, termosztátba helyezve a szárazanyag- és a víztartalmat ellenőrzik, sósavval roncsolva és szerves oldószerrel kioldva pedig a zsírtartalmat mérik meg.

Ezek után már csak „hab a tortán” az induktív csatlósú plazma optikai emissziós spektrométerrel (röviden, csak ICP-OES) zajló mérés, amely több ezer Celsius fokon zajlik (a nátrium- és a sótartalmát ellenőrzik így), vagy a folyadékkromatográffal történő vizsgálat, amelynek során a különböző cukrok és cukoralkoholok mennyiségét mérik meg a szakértők.

Az elmúlt évek versenyei és vizsgálatai bizonyították, hogy fehér liszt, hozzáadott cukor, mesterséges adalékanyag és tartósítószer nélkül is lehet mennyei süteményeket készíteni. **Nincs ez másképp a Szentivánéji Álomnál sem: a meggyes, almás, fahéjas, tortakülönlegesség mindenben megfelelt az elvárásoknak. Egy szelet szénhidrát-tartalma: 13,3 g, energiaértéke: 252,5 kcal.**

Az Egy Csepp Figyelem Alapítvány által szervezett verseny győztes tortáját minden évben július végén, augusztus elején ismerheti meg a nagyközönség, és az augusztus 20-i ünnepségeken kóstolhatja meg először a finomságot, a Magyar Ízek Utcájában. Ezt követően pedig az ország számos cukrászdája árúsítja majd.

Forrás: Laboratorium.hu

Chlorate and perchlorate: stricter regulations

Preparations containing chlorates (ClO₃⁻ ions) are widely used total (non-selective) herbicides, which were already banned in the European Union in 2011, but still much of them remain in the environment and, in addition, chlorates may form during the chlorination of waters as well, so despite the ban on the use of pesticides, the supply of chlorate residues is, so to speak, continuous.

Since chlorate residues in foods are often detected by laboratories in amounts exceeding the permissible limit values, the regulation containing the permissible chlorate residue values in foods was amended by the European Commission, effective from July 1, 2020. From the entry into force of the regulation, regular monitoring of foodstuffs, including drinking water, has been even more important than before.

According to food safety and environmental toxicology data, chlorate residues herbicides have a detrimental effect on warm-blooded organisms, including humans. Among the general properties of chlorates, the best known are their damaging effect on the hemoglobin in the blood (methemoglobinemia) and the causing of various kidney problems.

Based on the decision of the experts of the European Commission, the total herbicide commonly used in agriculture, chlorate was withdrawn from the market in 2011.

In addition to chlorate ions, perchlorate ions, appearing in the environment primarily as impurities of geochemical origin or from industrial activity, also have a similar effect, said Dr. Tamás János Szigeti, editor-in-chief of the Journal of Food Investigation and director of business development of the independent laboratory WESSLING Hungary Kft. to Laboratorium.hu.

Perchlorates (ClO₄⁻ ions) may also form during the decomposition of hypochlorite products used for general disinfection (mainly in connection with the chlorination of waters), but perchlorates can also form naturally in certain rocks by geochemical means. Permissible (still tolerable) limits for perchlorates in foods are contained in Commission Regulation (EU) 2020/685. Depending on the type of food, permissible limit values range from 0.01 to 0.75 mg/kg. Among other things, perchlorates inhibit the dietary intake of iodine in warm-blooded organisms, including humans, and so may interfere with the functioning of the thyroid.

The cheapest and most effective method for the disinfection of various water systems and easily infected surfaces due to the coronavirus pandemic is usually the use of a chlorine-containing disinfectant such as sodium hypochlorite (Hypo) or, in the case of aqueous systems, chlorine dioxide. It should be emphasized here that in the practice of water utilities it is essential to disinfect the piping system and the drinking water itself, therefore, water utility operators cannot be blamed for the occasional presence of detectable amounts of chlorate ions in the drinking water. Consequently, it is necessary to monitor (continuously) the amount of chlorate generated by the disinfection technology.

This is the reason why Commission Regulation (EU) 2020/749, amending the tolerable chlorate residue values given in Annex 3 to Regulation (EC) No 396/2005, entered into force in the EU from July 1, 2020.

Therefore, the monitoring of drinking water has become especially important in the various plants and facilities. As chlorate and perchlorate ions can also contaminate agricultural areas through water, in addition to drinking water, the monitoring of foodstuffs according to the limit values laid down in the above regulation is also advisable.

Unfortunately, the general tolerable residue level of 10 µg/kg (0.01 mg/kg) for chlorates in foodstuffs is often exceeded due to the amount of chlorate present in the environment. For this reason, the presence of chlorate ions on food, including drinking water, should be monitored continuously.

The Food Safety Business Unit of WESSLING Hungary Kft. continuously monitors the changes in EU food safety regulations. Therefore, a validated and accredited method package was adopted and developed for the determination of chlorate and perchlorate ions in foodstuffs and waters.

With these analyses, producers and distributors, as well as plant and water utility managers can ascertain the good quality of the products manufactured or the drinking water supplied by them with a high certainty.

Although the structures of these two inorganic anions are quite similar (perchlorates contain one more oxygen atom than chlorates), their chemical analytical determination requires considerably different methods and techniques: while chlorate ions in water samples can be determined by relatively simple ion exchange liquid chromatography methods, the analysis of perchlorates at the residue levels prescribed by the European Union requires liquid chromatographic

separation and mass selective detection (LC/MS/MS). The determination of chlorate ions in foodstuffs is also performed by a self-developed LC/MS/MS technique.

Source: Laboratorium.hu

What contaminants are expected to be present in corn? Why is it necessary to analyze them?

Due to the dry summer, corn harvest began already in August. Experts of the WESSLING Knowledge Center, one of Hungary's largest laboratories, also involved in pesticide analysis, will answer the question of why the testing of corn for pesticides and mycotoxins is important.

The spread and cultivation in monoculture of maize has had a beneficial effect on the spread and growth of several pathogens, such as fusariums, different types of blight and aphids. It is therefore advisable to take into account the nutrient requirements of the plant during maize production and to ensure its replenishment. For example, the fertilizer applied to the soil reduces the damaging activity of the pests found in the soil.

For this purpose, soil disinfectants such as phorate, carbofuran, carbosulfan or bendiocarb can be used successfully. Germ-infectious pathogens can be controlled with preparations containing captan, benomyl, TMTD and carboxin, among others, but where the seeds sown can be eaten by pheasants or crows, repelling preparations (ziram, Daphne oil) are recommended.

Warm, dry weather and unfavorable storage conditions promote the infection of maize and wheat by microscopic fungi. The most significant toxins produced by the fungi are aflatoxins produced by *Aspergillus* fungi (mainly as a result of climate change), and the mycotoxins produced by *Fusarium*-type fungi (deoxynivalenol, fumonisins, zearalenone, T2 and HT2 toxin). Until the end of the 20th century, aflatoxins were mainly formed in fungal-infected grains in Mediterranean countries, today, however, they are considered a source of danger by agricultural experts in Central Europe and Hungary as well.

Mycotoxins can occur in both natural and artificial environments. In the course of their life activities, they produce metabolic compounds, some of which may even be useful (e.g., certain antibiotics), but others have particularly harmful effects on humans and animals: there are compounds that damage the kidneys and liver,

some are carcinogenic or endocrine disruptors, others are neurotoxins, said the staff of the Food Testing Laboratory of the WESSLING Knowledge Center, also at the forefront of mycotoxin analysis, emphasizing that mycotoxins are formed not only during the production period but also, under inadequate conditions, during transport and storage. Therefore, at WESSLING Hungary Kft., a multitoxin analytical method was developed, with the help of which the amount of the most important mycotoxins from a food safety point of view can be determined in a single step.

The essence of the separation method used is that compounds of interest are extracted by the experts from the homogenized sample, the extract is purified, and the mycotoxins in the extract are separated by liquid and/or gas chromatography, they are identified and their quantities are determined.

Toxic metals entering foodstuffs from the soil are analyzed by the ICP (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry with optical or mass selective detection) technique; the varietal identity of the seeds is determined by molecular biological methods or mass spectrometry, their genetic purity (the fact of being GMO-free) is also determined by a molecular biological method (RT-PCR, Real-time polymerase chain reaction).

Without the application of chemical plant protection, pests and molds grow on plants. Fungal infection can trigger mycotoxin production. Although with good agrotechnical practice, the damage caused by pests can be kept at an acceptable level, but it is inevitable that pesticide residues may appear in foodstuffs intended for human consumption, posing a risk to human health. Besides many other molecules, the following types of pesticides are most often detected by the laboratories in maize during the analyses: chlorpyrifos, cypermethrin, deltamethrin, piperonyl-butoxide, azoxystrobin, difenoconazole.

Strict professional and technical requirements must be met in order to reliably detect the residues and contaminants found in foodstuffs. For example, residual values of glyphosate, one of the most widely used total herbicides, are determined using the HPLC-MS/MS (high performance liquid chromatography-mass spectrometry) technique by the staff of WESSLING Hungary Kft.

Source: Store Insider

The sugar-free Cake of Hungary: „Midsummer Night’s Dream” in the laboratory

After „Little Chestnut”, „Dotted Annie” and „Apricot Bubble”, this year’s winner, i.e., „Midsummer Night’s Dream” also visited the Food Testing Laboratory of WESSLING Hungary Kft. There are real masterpieces, sugar-free (without added sugar) cakes behind the fabled names: the winner of the Sugar-free Cake of Hungary competition, organized by the One Drop of Attention Foundation, was tested.

Especially talented confectioners have been pitting their creativity and expertise against other ones’ in the Sugar-free Cake of Hungary competition every year since 2012. Modern and healthy recipes are submitted to the competition organized by the One Drop of Attention Foundation and the Hungarian Confectioner Industry Board.

Each year, the ingredients for the cakes can be chosen by the confectioners from a list of ingredients checked by the Hungarian Dietetic Association, and the winning cake is tested by WESSLING Hungary Kft., an independent food testing laboratory.

The cake delivered to the laboratory is ground, mixed, and a homogeneous laboratory sample is prepared from it. Sample preparation is crucial, since the homogeneity of the laboratory sample to be tested plays a major role in determining whether the results obtained during the analysis will be reliable. Classical and instrumental analytical measurements are carried out on the homogeneous sample obtained from the slice of cake.

Dietary fiber content is determined at a constant temperature in a water bath using enzymes that mimic human digestion. A portion of the cake sample is placed in a muffle furnace and completely incinerated to obtain the amount of inorganic matter. The protein content of the cake is determined by the Kjeldahl method, after distillation as ammonia following digestion with concentrated sulfuric acid at 400 °C. The dry matter content of the winning cake is determined in a drying oven after mixing with laboratory sand, while the fat content is determined by organic solvent extraction following digestion with hydrochloric acid.

The amount of salt (NaCl) in the cake is determined by determining its Na content. To do this, the cake sample is dissolved by acid digestion, and after a few sample preparation steps the optical emission of the sodium content of the sample is analyzed in an ICP-OES (ICP-optical emission spectrometry) instrument at a temperature of several thousand degrees Celsius.

The sugar and sugar alcohol content of the winning confection is determined after separation by high performance liquid chromatography.

The competitions and analyses of the previous years have proven that cakes with excellent organoleptic properties can be made without white flour, added sugar, artificial additives and preservatives. This holds true for the Midsummer Night’s Dream as well: the specialty cake with sour cherries, apples and cinnamon met all the requirements. The carbohydrate content of one slice of the cake was 13.3 g, its energy content was 252.5 kcal (approximately 1,055 kJ).

Every year, the winning cake of the competition organized by the One Drop of Attention Foundation is revealed to the general public at the end of July or the beginning of August, and the delicacy can be tasted for the first time at the festivities of August 20 in the Street of Hungarian Flavors. Following this, it will be sold by many confectioneries throughout the country.

Source: Laboratorium.hu

Élelmiszerbiztonsági hírek

„Nagyon valószínűtlen”, hogy a korona-vírus élelmiszer-biztonsági kockázatot jelent – erősítik meg szakértők

Egy nemzetközi tudóscsoport szerint nagyon valószínűtlen, hogy a SARS-CoV-2 vírus élelmiszer-biztonsági kockázatot jelent.

Az Élelmiszerek Mikrobiológiai Előírásainak Nemzetközi Bizottsága (International Commission for Microbiological Specifications of Foods, ICMSF) egy nem-kormányzati szervezet és a Codex Alimentarius megfigyelője. Elnöke Martin Cole, tagjai között van Darrell W. Donahue és Lucia Anelich, valamint Robert Buchanan és Jeffrey M. Farber tanácsadók.

A vélemény kiterjed a koronavírusra, más néven a SARS-CoV-2-re, amely a COVID-19 néven ismert betegséget okozza. Az ICMSF közzétette azokat a technikai és tudományos felismeréseket, amelyeket relevánsnak ítélt az élelmiszerláncban és annak mentén dolgozó szakemberek, valamint az élelmiszer-biztonságot felügyelő kormányok számára.

Az ICMSF tagjai úgy vélik, nagyon valószínűtlen, hogy a SARS-CoV-2 elfogyasztása betegséget eredményezne, mivel nincsen dokumentált bizonyíték arra, hogy az élelmiszerek jelentős forrásai és/vagy hordozói lennének a fertőzésnek. Létfontosságú, hogy megkülönböztessük a veszélyt a kockázattól, vagyis a fertőző ágens jelenléte az élelmiszereken nem feltétlenül jelenti azt, hogy fertőzés lép fel – mondták a szakértők.

Áprilisban az Egészségügyi Világszervezet (WHO) és az Élelmiszerügyi és Mezőgazdasági Szervezet (FAO) közzétette a COVID-19 élelmiszer-biztonsági útmutatót a vállalkozások számára, valamint egy másik dokumentumot, amely az élelmiszerügyi hatóságoknak adott tanácsokat.

A mintavétel és a vírus vizsgálata nem az erőforrások legjobb felhasználása

Az ICMSF szakértői szerint a SARS-CoV-2 nem tekinthető élelmiszer-biztonsági veszélynek, mivel az ilyen veszélyek a táplálékkal jutnak be az emberi szervezetbe a tápcsatornán keresztül, majd megfertőzhetik a test más szerveit és szöveteit. A tudósok példaként a hepatitis A vírust hozták fel, amely bejut a véráramba és élelmiszer-eredetű megbetegedésekhez vezet, végső soron a máj megfertőződését okozva.

Az ICMSF nem tanácsolja az élelmiszer-végtermékek és az élelmiszer-környezeti területek tesztelését a SARS-CoV-2 vírusra az élelmiszer-biztonság érdeké-

ben. Mivel a SARS-CoV-2 nem jelent élelmiszer-biztonsági kockázatot, a szisztematikus mintavételnek és a vírus jelenléte tesztelésének ilyen értelemben nincsen hozzáadott értéke. A várható vizsgálati eredmények körüli bizonytalanságok és következtetlenségek miatt (csak RNS kimutatás) a mintavételi tervek és a vizsgálatot követő javító intézkedések nem jelentik az élelmiszer-feldolgozó üzemek erőforrásainak legjobb felhasználását.

A COVID-19 pandémia kezdete óta elfogyasztott ételek és kezelt élelmiszer-csomagok milliárdjainak ellenére nincsen semmiféle bizonyíték arra, hogy az élelmiszerek, az élelmiszer-csomagolás vagy az élelmiszerek kezelése a vírus forrása vagy fontos terjedési útja lenne.

A vélemény megjegyzi, hogy van néhány olyan jelentés, mely szerint a SARS-CoV-2 vírust megtalálták élelmiszer-összetevőkön, termékeken és csomagolóanyagokon, és amelyek szerint a vírus az élelmiszerekben nem szaporodik.

„Sok esetben az ilyen jelentések nem részletezik, a vírust hogyan azonosították, milyen mennyiséget találtak, és hogy a vírus életképes és fertőző volt-e. Mivel a vírus azonosítására alkalmazott módszerek elsősorban génelapúak, ezeknek a jelentéseknek a többsége a vírus RNS-ének jelenlétét mutatja ki. Azt jelzik, hogy a veszély az emberi egészségre jelen lehet. Azt nem bizonyítják, hogy valóban fennáll a veszély, például életképes vírus formájában, vagy hogy az élelmiszer elfogyasztása vagy kezelése veszélyt jelent az emberi egészségre. Az élelmiszereken vagy csomagoláson található vírusok idővel elvesztik életképességüket.”

EFSA hírek

„Állítsuk meg az afrikai sertéspestist” kampányt indít az EFSA Délkelet-Európában

Az EFSA nagyszabású kampányt indított Délkelet-Európában, hogy felhívja a figyelmet az afrikai sertéspestisre (ASF), és hogy segítsen megállítani annak terjedését.

A kampány azokra az országokra irányul, amelyeket az EFSA úgy azonosított 2019-ben, hogy együttesen egy „aggodalomra okot adó régiót” alkotnak, mivel közel vannak azokhoz az országokhoz, ahol jelen van az ASF. Ezek az országok Albánia, Bosznia és Hercegovina, Észak-Macedónia, Görögország, Horvátország, Koszovó[1], Montenegró, Szerbia és Szlovénia.

A kampány kiegészíti az Európai Bizottság és más nemzetközi szervezetek folyamatos erőfeszítéseit a betegség Európában történő felszámolása érdekében.

Az afrikai sertéspestis (ASF) egy vírusos betegség, amely házisertéseket és vaddisznókat érint. Emberre a vírus ártalmatlan, de számos országban jelentős gazdasági zavarokat okozott. Jelenleg nincsen vakcina az ASF ellen, ezért a járvány kitörése szükségessé teheti az érintett területeken nagyszámú házisertés levágását.

A kampány célja, hogy mind a kilenc országban felhívja a figyelmet az ASF-re. Azokat az embercsoportokat és egyéneket célozza, akik érintkezésbe kerülnek a házisertésekkel és vaddisznókkal, például a sertésenyésztőket és a vadászokat. Az EFSA fel fogja venni a kapcsolatot az állatorvosi szervezetekkel, vadászati egyesületekkel, gazdálkodói csoportokkal, vámhivatalnokokkal, határőrséggel, önkormányzatokkal, turisztikai szolgáltatókkal és utazókkal is.

Mivel az ASF járványoknak ilyen pusztító hatásuk lehet, a betegség megfékezéséhez elengedhetetlen a felderítés, a megelőzés és a jelentés. Ezek a kampány kulcsszavai.

Génmódosított növények allergén hatásának értékelése: az érintettek támogatják a munkacsoportot

Az EFSA az érdekeltekkel olyan konzultációs csoportot hoz létre, amely támogatja közelgő munkáját a génmódosított (GM) növények allergén hatása értékelésével kapcsolatban. A csoporttal a folyamat különböző szakaszaiban konzultálnak, és az hozzájárul a tevékenységért felelős EFSA tudományos csoport munkájához.

Tagsági jelöléseket az érintetti csoportba az EFSA regisztrált érintetti szervezeteitől fogadnak el, valamint olyan nem regisztrált szervezetektől, amelyek érdekeltek az allergén hatás értékelése területén. További információ itt található.

Az EFSA a GM növények allergén hatásával és fehérjebiztonságával kapcsolatos, visszatérő kérdésekkel fog foglalkozni. Különös figyelmet fordítanak majd a jelenlegi *in vitro* fehérje emészthetőségi teszt hasznosságára, amely egy, a fehérjék biztonsági értékelése során alkalmazott pepszin rezisztencia teszt.

Az EFSA foglalkozni fog az allergén hatás értékelésével és az új fehérjék biztonságosságának felmérésével kapcsolatos hiányosságokkal is, kiemelve azokat a kulcsfontosságú szempontokat, amelyek további munkát/megbeszélést igényelnek, valamint megfogalmazza a témával kapcsolatos különleges kutatási igényeket.

A konzultációs csoportba a tagállamok szakértőit is bevonják. A csoportot meghívják az Allergén Hatás Munkacsoport online üléseire (a jelenlegi egészség-

ügyi helyzet miatt) és egy workshopra, amelyet a tervek szerint 2021 tavaszán tartanak.

Az EFSA Génmódosított Szervezetekkel Foglalkozó Testülete az Allergén Hatás Munkacsoport elé két teljesítendő célt fog kitűzni: egy nyilatkozat elkészítését az *in vitro* fehérjeemésztés hasznosságáról a kockázatértékelésben, és egy tudományos vélemény megfogalmazását, amely ajánlásokat tartalmaz a jövőbeni fejlesztésekre, beleértve a kutatási igényeket az allergén hatás értékelése és általában a fehérjebiztonság területén.

Az EFSA várhatóan ez év végéig nyújtja be a nyilatkozatot, és 2021 nyaráig a tudományos véleményt az ajánlásokkal.

Peszticidek és méhek: a mortalitási rátákra vonatkozó bizonyítékok áttekintése

Az EFSA befejezte a méh mortalitással kapcsolatos rendelkezésre álló tudományos bizonyítékok átfogó elemzését a peszticidek méhekre gyakorolt kockázatának felmérésére vonatkozó útmutató folyamatban lévő felülvizsgálatának részeként.

A ma közzétett jelentés a mortalitási rátákról szóló valaha készült legnagyobb szisztematikus bizonyítékgyűjteményen alapul, és három méhcsoportra vonatkozik (háziméhek, poszméhek és magányos méhek). Megbízható számadatok megállapítása a méhek mortalitási rátáiról az iránymutatás felülvizsgálatának kulcsfontosságú eleme.

A jelentés célja a meglévő ismeretek megerősítése az eddiginél szisztematikusabb megközelítés alkalmazásával, és az elemzés hatókörének kiszélesítése a gyűjtögető méhek halálozási rátáin túl. A fő információforrások a szisztematikus szakirodalmi áttekintés és az EU számos országából származó méhészek felmérése voltak.

Food Safety News:

Experts affirm that coronavirus is 'highly unlikely' to be food risk

It is highly unlikely that SARS-CoV-2 is a food safety risk, according to an international group of scientists.

The International Commission for Microbiological Specifications of Foods (ICMSF) is a non-governmental organization and an observer to Codex Alimentarius. The chair is Martin Cole and members include Darrell W. Donahue and Lucia Anelich, as well as consultants Robert Buchanan and Jeffrey M. Farber.

The opinion covers the coronavirus, also known as SARS-CoV-2, which causes an illness called COVID-19. ICMSF shared technical and scientific insights it considered relevant for professionals in and along the food supply chain and governments overseeing food safety.

The ICMSF members believe it is highly unlikely that ingestion of SARS-CoV-2 will result in illness because there is no documented evidence that food is a significant source and/or vehicle for transmission. It is vital that one differentiates a hazard from a risk, i.e., the presence of an infectious agent on food does not necessarily mean an infection will occur, said experts.

In April, the World Health Organization and Food and Agriculture Organization published COVID-19 food safety guidance for businesses and another document with advice for food authorities.

Sampling and testing for virus not best use of resources

ICMSF experts said SARS-CoV-2 should not be considered a food safety hazard since such a hazard enters the human body with food via the gastrointestinal tract, where it can infect organs and tissues elsewhere in the body. Scientists gave an example of the hepatitis A virus, which enters the bloodstream and causes foodborne disease, ultimately establishing infection in the liver.

ICMSF does not advise testing of food end products or food environmental areas for the SARS-CoV-2 virus for food safety assurance. As SARS-CoV-2 does not pose a food safety risk, systematic sampling and testing for the virus is of no added value for these purposes. Because of uncertainties and inconsistencies around expected analytical results (RNA detection only), sampling plans and subsequent corrective actions do not represent the best use of food processing facility resources.

Despite the billions of meals consumed and food packages handled since the beginning of the COVID-19 pandemic, there has not been any evidence that food, food packaging or food handling is a source or important transmission route for the virus.

The opinion notes there are a few reports of SARS-CoV-2 virus being found on food ingredients, products and packaging materials and the virus cannot multiply in foods.

“In many instances such reports are not specific as to how the virus was identified, what amount was found and whether the virus was viable and infectious. As methods used for identification of the virus are primarily gene-based, what most of these reports show is the presence of RNA of the virus. They show a hazard to human health may be present. They do not show there actually is a hazard present such as a viable virus or that it is a risk to human health via ingestion or handling of the food. Viruses present on food or packaging will lose viability over time.”

EFSA News

EFSA launches ‘Stop African swine fever’ campaign in south-east Europe

EFSA has begun a major campaign to raise awareness and help halt the spread of African swine fever in south-east Europe.

The campaign is aimed at countries that in 2019 EFSA identified as collectively comprising a “region of concern” because of their proximity to countries where ASF is present. These are Albania, Bosnia and Herzegovina, Croatia, Greece, Kosovo[1], Montenegro, North Macedonia, Serbia and Slovenia.

Our campaign will complement the ongoing efforts of the European Commission and other international organisations to work towards the eradication of the disease in Europe.

African swine fever (ASF) is a viral disease that affects domestic pigs and wild boar. The virus is harmless to humans but has caused significant economic disruption in many countries. There are currently no vaccines for ASF, so an outbreak can necessitate the slaughter of large numbers of farm-kept pigs in affected areas.

The campaign aims to raise awareness and understanding of ASF in all nine countries. It is aimed at groups of people and individuals who come into contact with domestic pigs and wild boar, such as pig farmers and hunters. EFSA will also engage with veterinary organisations, hunting associations, farmers’ groups, customs officers, border police, local governments, tourist operators, and travellers.

Because an ASF outbreak can have such devastating effects, detection, prevention and reporting are essential if this disease is to be contained. These are the key words of our campaign.

Allergenicity assessment of GM plants: stakeholders to support working group

EFSA is setting up a stakeholder consultative group to support its upcoming work on the allergenicity assessment of genetically modified (GM) plants. The group will be consulted at various stages during the process and will provide input to the EFSA scientific working group in charge of the activity.

Nominations for membership of the stakeholder group will be accepted from registered EFSA stakeholder organisations as well as non-registered bodies with an interest in the area of allergenicity assessment. More information here.

EFSA will address recurring questions related to the allergenicity assessment and protein safety of GM plants. Specific attention will be paid to the usefulness of the current *in vitro* protein digestibility test, a pepsin resistance test in the safety assessment of proteins.

EFSA will also address the main gaps in the allergenicity assessment and the protein safety assessment of novel proteins, highlighting key aspects that need additional work/discussion and formulating specific research needs on the topic.

Experts from Member States will be also involved in the consultation group. The group will be invited to online (owing to the current sanitary situation) meetings of the Allergenicity Working Group and to a workshop that is scheduled to take place in spring 2021.

EFSA’s Panel on Genetically Modified Organisms will task the Allergenicity Working Group to produce two deliverables: a Statement on the usefulness of *in vitro* protein digestion in risk assessment; and a scientific opinion providing recommendations for future developments, including research needs, in the field of allergenicity assessment, and protein safety in general.

EFSA is expected to deliver the statement by the end of this year and the scientific opinion on recommendations by summer 2021.

Pesticides and bees: evidence on mortality rates reviewed

EFSA has completed a comprehensive analysis of the available scientific evidence on bee mortality, as part of its ongoing review of the guidance for assessing risks to bees from pesticides.

The report published today is based on the largest systematic collection of evidence on mortality rates ever carried out, and covers the three bee groups – honey bees, bumble bees and solitary bees. Establishing reliable figures on bee mortality rates is a crucial component of the guidance review.

The report aims to strengthen existing knowledge by adopting a more systematic approach than used previously, and widening the scope of the analysis beyond mortality of forager bees. The main sources of information were a systematic literature review and a survey of beekeepers from several EU countries.

Szerzőink / Authors

AKULOVA, Elena Dr. Dél-uráli Állami Egyetem (nemzeti kutatóegyetem), Cseljabinszk, Oroszország
South Ural State University (national research university), Chelyabinsk, Russian Federation

ALKHAMOVA, Guzel Dr. Dél-uráli Állami Egyetem (nemzeti kutatóegyetem), Cseljabinszk, Oroszország
South Ural State University (national research university), Chelyabinsk, Russian Federation

BOGNÁR Lajos Dr. Agrárminisztérium, Élelmiszerlánc-felügyeletért Felelős Államtitkárság
Ministry of Agriculture, State Secretariat for Food Chain Supervision

CSAPÓ János Prof. Dr. Debreceni Egyetem és Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem,
Csíkszeredai Campus
University of Debrecen, Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental Management and Sapientia
Hungarian University of Transylvania, Campus of Miercurea Ciuc

DORKÓ Annamária Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal
National Food Chain Safety Office

DUDÁS Gyula Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Agrárgazdasági Kutatóintézet
National Agricultural Research and Innovation Center, Research Institute of Agricultural Economics

FEKETE László Állatorvostudományi Egyetem, Törvényszéki Állatorvostani, Jogi és Gazdaságtudományi
Tanszék
University of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Forensics, Law and Economics

JAKAB Ivett Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar Gabona- és Iparinövény Technológiai Tanszék
Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Grain and Industrial Plant Processing

JUHÁSZNÉ TÓTH Réka Dr. Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet; Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Technology; University of Debrecen Doctoral School of Animal Science

KASZA Gyula Dr. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal
National Food Chain Safety Office

KISS Dóra Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet; Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Technology; University of Debrecen Doctoral School of Animal Science

KÓCZÁN-MANNINGER Katalin Dr. Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar Gabona- és Iparinövény Technológiai Tanszék
Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Grain and Industrial Plant Processing

LUKIN, Aleksandr Dr. Dél-uráli Állami Egyetem (nemzeti kutatóegyetem), Cseljabinszk, Oroszország
South Ural State University (national research university), Chelyabinsk, Russian Federation

MEDNYÁNSZKY Zsuzsanna Dr. Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék
Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Food Chemistry and Nutrition

SZAKOS Dávid Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal; Állatorvostudományi Egyetem, Törvényszéki Állatorvostani, Jogi és Gazdaságtudományi Tanszék
National Food Chain Safety Office; University of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Forensics, Law and Economics

SZALAY Anna Magyar Szabványügyi Testület / Hungarian Standards Institution

SZIGETI Tamás Dr. WESSLING Hungary Kft. / WESSLING Hungary Ltd.

SZUNYOGH Gábor WESSLING Hungary Kft. / WESSLING Hungary Ltd.

SZŰCS Viktória Dr. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara / Hungarian Chamber of Agriculture

TÖLGYESI Ádám Dr. ÉMI-TÜV SÜD Kft. / ÉMI-TÜV SÜD Ltd.

ZURBÓ Zsófia Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszer-tudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertechnológiai Intézet
University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Technology

Kiadó / Publisher: Wessling Nemzetközi Kutató és Oktató Központ Nonprofit Kft. / Wessling International Research and Educational Centre Nonprofit Ltd. / **HU ISSN 2676-8704**

Felelős kiadó / Director: Dr. ZANATHY László ügyvezető igazgató / CEO

Főszerkesztő / Editor in chief: Dr. SZIGETI Tamás János

Szerkesztő / Editor: KONECSNY Tímea, SZUNYOGH Gábor

Angol fordítás / English translation: Dr. HANTOSI Zsolt

Honlap adminisztrátor / web admin.: JUHÁSZ Péter

Szerkesztőbizottság / Editorial Board: AMBRUS Árpád Dr. (ny. egy. tanár, NÉBIH főtanácsadó / ret. univ. prof., NFC SO chief advisor) • BÁNÁTI Diána Dr. (egy. tanár, DE / univ. prof., UD) • BARNA Sarolta Dr. (ig., NÉBIH KÉI / dir. NFC SO 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. (üv. 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) • GAGÁN Anita (J.S. Hamilton Hungaria Kft.) • 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 lecturer, WESSLING Hungary Kft.) • HUSZTI Zsolt Dr. (Váli MEGÉR-TÉSZ / Prod. and Market. Cooperatives Vál) • KASZA Gyula Dr. (elnöki tanácsadó / presidential advisor, NÉBIH) • KONECSNY Tímea (szerkesztő, WESSLING Hungary Kft. / editor, WESSLING Hungary Kft.) • KOVÁCS Béla Dr. (egy. tanár, Debreceni Egyetem / univ. prof., Univ. Debrecen) • 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. (egyetemi adjunktus, Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar / senior lecturer, University of Óbuda, Keleti Károly Faculty of Economics) • 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) • SIMONNÉ SARKADI Livia Prof. Dr. habil. (egy. tanár, SZIE Élelmiszertudományi Kar / univ. prof., SZIU Faculty of Food Sci.) • SIPOS László Dr. (egy. docens, SZIE / univ. docent, SZIU) • SOHÁR Pálné Dr. (ny. főo. vez., NÉBIH / ret. head of dept., NFC SO) • SZABÓ S. András Dr. (tanár, Ward Mária Gimnázium / prof., Ward Mária High School) • SZALAY Anna (szabványosító menedzser, Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) / standardization manager, Hungarian Standards Institution (HSI)) • SZEITZNÉ SZABÓ Mária Dr. (ig., NÉBIH KÉI / deputy director, NFC SO Directorate of Risk Assessment) • SZIGETI Tamás János Dr. (főszerkesztő, Wessling Nonprofit Kft. / editor in chief, Wessling Nonprofit Ltd.) • SZUNYOGH Gábor (szerkesztő, Wessling Nonprofit Kft. / editor, Wessling Nonprofit Ltd.) • TÖMÖSKÖZI Sándor Dr. (egy. docens, BME / univ. docent, BTU) • VARGA László Dr. (egy. tanár, Ny-Mo Egy. Élelmiszertud. 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 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: Konecsny Tímea, Tel. +36 20 535-1160, E-mail: eviko@wirec.eu, Előfizetési díj egy évre/Subscription for one year: bruttó 4620 Ft. /15 €.

A lap negyedévente jelenik meg. / This journal appears quarterly in a year.

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

Tisztelt Olvasóink!

A WESSLING Hungary Kft. immáron több mint 25 éve biztosít innovatív megoldásokat, megbízható vizsgálatokat, személyre szabott tanácsadást a környezetvédelmi és az élelmiszerbiztonsági elemzésektől kezdve a munkahelyi- és a gyógyszervizsgálatokon, valamint a gyógyszer-felhasználáson át egészen a törvényi követelményeknek való megfelelésig.

A fenti szolgáltatások mellett Újpest szívében található laboratóriumunk Tudásközpontként is funkcionál, ahol a különböző vizsgálatok mellett nagy hangsúlyt fektetünk oktatói, kutatói tevékenységeinkre is. Figyelmükbe ajánljuk éppen ezért a WESSLING Hungary Kft. alábbi online kommunikációs csatornáit, amelyeket böngészve bővebb információkat, felvilágosítást, valamint érdekes és értékes cikkeket és tájékoztató anyagokat találnak.



laboratorium.hu



mikromuanyag.hu



doppingmentes.hu



eviko.hu



biomi.hu



elvalasztastechnika.hu



wirec.hu



hungalimentaria.hu



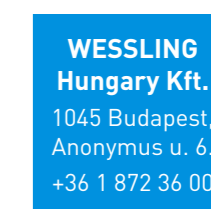
qualcoduna.hu



happyfishhungary.hu



wessling.hu



WESSLING
Hungary Kft.
1045 Budapest,
Anonymus u. 6.
+36 1 872 36 00

info@wessling.hu



Lépje át a határokat

eddig elérhetetlen LC/MS teljesítménnyel

Teljesen új lehetőségek nyíltak meg a komplex analitikai kihívások megoldásában, a kis- és nagymolekulák világában egyaránt. A Thermo Scientific™ Orbitrap™ Tribrid™ nagyfelbontású, nagy tömegpontosságú tömegspektrométerek ötvözik a kiemelkedő szelektivitást, érzékenységet, sebességet és kombinálhatóságot, ezzel lehetővé téve a kimutatási határokat, a mennyiségi meghatározás és az ismeretlen komponensek azonosításában eddig ismert korlátok jelentős túllépését. A Tribrid™ tömegspektrométerek három analizátor típus, a kvadrupol, a lineáris ioncsapda és az Orbitrap™ előnyeit kombinálva teljesen egyedi mérési üzemmódok alkalmazását teszik lehetővé.



Thermo Scientific™ Orbitrap
Eclipse™ Tribrid™ MS



Thermo Scientific™ Orbitrap
Fusion™ Lumos™ Tribrid™ MS



Thermo Scientific™ Orbitrap
ID-X™ Tribrid™ MS

További információk: thermofisher.com/tribrid

Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft.
1144 Budapest, Kőszeg utca 25.
Telefon: +36 1 221 5536
E-mail: unicam@unicam.hu
Web: www.unicam.hu

UNICAM