

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

LXV. ÉVFOLYAM 1. SZÁM
VOL. 65, 2019 NO. 1

SCIENCE – LIFE – QUALITY – SAFETY

2019. MÁRCIUS 31.
31. MARCH 2019

Funkcionális élelmiszerek Functional foods

Kávéminták eredetazonosítása FT-NIR-eljárással

**A zöldség- és gyümölcsfogyasztás vizsgálata
COM-B modell alapján**

**Az ásványianyag-tartalom alakulása a
Jubilejnaja 50 őszi búzafajtában (*T. aestivum* L.)**

Palládium vizsgálata élelmiszerekből

FT-NIR origin identification of coffee samples

- *Analysis of fruit and vegetable consumption based on the COM-B model*
- *Mineral content of the Jubilejnaja 50 winter wheat (*T. aestivum* L.)*
- *Palladium contents in food*



www.eviko.hu

TARTALOM – CONTENTS

Funkcionális élelmiszerek (Csapó János, Albert Csilla, Szigeti Tamás János) <i>Functional foods</i> (János Csapó, Csilla Albert, Tamás János Szigeti)	2340
Kávéminták eredetazonosítása FT-NIR-eljárással (Jesztl Brigitta, Benes Eszter Luca, Fodor Marietta) <i>FT-NIR origin identification of coffee samples</i> (Brigitta Jesztl, Eszter Luca Benes, Marietta Fodor)	2360
A zöldség- és gyümölcsfogyasztás vizsgálatának lehetősége az elméleteken átívelő dinamikus COM-B modell alapján (Sipos László, Nyitrai Ákos, Mohamed Ali Ketata, Tóth Arnold) <i>Possibilities for the analysis of fruit and vegetable consumption based on a transtheoretical dynamic COM-B model</i> (László Sipos, Ákos Nyitrai, Mohamed Ali Ketata, Arnold Tóth)	2378
Az ásványianyag-tartalom alakulása a Jubilejnaja 50 őszi búzafajtában (<i>Triticum aestivum</i> L.), különböző termesztési években és termőterületeken, Magyarországon (Ungai Diána, Kovács Béla, Győri Zoltán) <i>Mineral content of the Jubilejnaja 50 winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) in different growing years and areas in Hungary</i> (Diána Ungai, Béla Kovács, Zoltán Győri)	2396
Élelmiszerek ásványianyag-tartalma – Palládium az élelmiszerekben (Szabó S. András) <i>Mineral content of foodstuffs – Palladium in food</i> (András S. Szabó)	2406
Nemzeti szabványosítási hírek (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization</i> (Csilla Kurucz)	2412
Hazai körkép (Szunyogh Gábor) <i>Domestic panorama</i> (Gabor Szunyogh)	2416
Kitekintő (Szunyogh Gábor) <i>Outlook</i> (Gabor Szunyogh)	2426



Kedves Olvasóink!

„A mi üdvünk a változás, A mi imánk: mindig előre.”¹ – írja versében Ady Endre. Ennek szellemében most, hogy az ÉVIK új kiadásának 6. évébe léptünk, Szerkesztőbizottságunk néhány apró, remélhetően a folyóirat megjelenését javító változtatást vezetett be. Tudományos periodikánk belső szerkezetét az eddighez képest kissé puritánabb formájúra alakítottuk ki. Elhagyjuk a szövegtömbök közötti helykitöltő illusztrációkat. Az egyes dolgozatok szakaszainak, alfejezeteinek decimális számozása helyett az alkalmazott Helvetica betűtípus módozatainak és méretének beállításával kívánunk elegánsabb írásképet nyújtani. Az irodalmi hivatkozásokat a szövegben továbbra is szögletes zárójelek közé illesztett számokkal jelezzük, de az egy tartalmi egységhez tartozó forrásmegjelöléseket az eddiginél tömörebb tipográfiával, egyben jelenítjük meg.

2019. első lapszámának vezető anyaga egy irodalmi összefoglaló, amelyben **Csapó János** és munkatársai a korunkban egyre szélesebb körben fogyasztott, növekvő népszerűségű, az életminőséget a normál élelmiszerekhez képest hatékonyabban javító, illetve betegség-megelőző hatású funkcionális élelmiszerek kémiai összetevői közül tárgyalnak néhányat. A szerzők egy későbbi időpontban az élőflórás termékek jellemzőit összefoglaló dolgozat közzétételét is tervezik.

2019. első lapszámának vezető anyaga egy irodalmi összefoglaló, amelyben **Csapó János** és munkatársai a korunkban egyre szélesebb körben fogyasztott, növekvő népszerűségű, az életminőséget a normál élelmiszerekhez képest hatékonyabban javító, illetve betegség-megelőző hatású funkcionális élelmiszerek kémiai összetevői közül tárgyalnak néhányat. A szerzők egy későbbi időpontban az élőflórás termékek jellemzőit összefoglaló dolgozat közzétételét is tervezik.

Jesztli Brigitta és szerzőtársai a Fourier-transzformációs közeli infravörös spektroszkópia (FT-NIR) élelmiszer eredetazonosításra való alkalmazásról írnak. Ez a műszeres analitikai technika hatékony segítséget nyújthat a hamisított élelmiszerek felderítése érdekében végzett laboratóriumi vizsgálatokhoz is, hiszen az egyes élelmiszerek infravörös spektruma egyedi „ujjlenyomat”-ként jellemezheti egy élelmiszerkészítmény összegparamétereit.

Tudományos szakfolyóiratunk témái között gyakran szerepelnek az érzékszervi vizsgálatok műszeres és matematikai algoritmusok használatával kiegészített módszereiről szóló beszámolók. **Sipos László** szerzőtársaival a COM-B modell alkalmazásával azt tanulmányozzák, hogy az egyes élelmiszer-fogyasztók milyen gondolati és motivációs mechanizmusok alapján vállalnak tudatosan egészségügyi kockázatot fogyasztói magatartásukkal.

Ungai Diána szerzőtársaival a világviszonylatban a legnagyobb területen termesztett kultúrnövény, az őszi búza egyik fajtája, a Jubilejnaja ásványianyag-tartalmának változását vizsgálták a 2003. és 2004. évben 16 termőhelyről betakarított terményekből. Úgy találták, hogy a mikroelemek között a cink és a réz mennyiségének volt a legnagyobb szórása.

Szabó S. András, a palládiumról szóló dolgozata a több évvel ezelőtt megkezdett, a periódusos rendszer néhány elemének az élelmiszerekben való megjelenését tárgyaló sorozat része.

Bízunk benne, hogy szakfolyóiratunk apró változtatásai megnyerik Olvasóink tetszését. Véleményüket, építő javaslataikat, tudományos kézírataikat továbbra is várjuk. Jó olvasást, a közelgő húsvétra reményteljes tavaszi készülődést, majd áldott ünnepeket kívánok:

Dr. Szigeti Tamás János
főszerkesztő

Dear Readers,

„Our salvation is change, Our prayer is always forward.” – wrote Endre Ady in his poem. In this spirit, now that we have entered the sixth year of the new edition of ÉVIK, our editorial board has decided on some small changes that will hopefully improve the appearance of our journal. The internal structure of our scientific periodical has been made somewhat more puritanical than before. We leave the placeholder illustrations out from between the text blocks. Instead of the decimal numbering of the sections and subchapters of the individual papers, we wish to present a more elegant image by adjusting the modes and size of the Helvetica font used. References in the text are still indicated by numbers in square brackets, but sources belonging to the same content unit are presented together, with a more compact typography.

The leading material of the first issue of 2019 is a literature review in which some of the chemical ingredients of functional foods that are consumed more and more widely in our time, gaining popularity, improving the quality of life more effectively than normal foods and having a disease preventing effect, are discussed by **János Csapó** and his colleagues. At a later date, the authors plan to publish a paper summarizing the characteristics of products with microbiological live cultures.

Jesztli Brigitta et al. describe the use of Fourier transform near infrared spectroscopy (FT-NIR) in food origin identification. This instrumental analytical technique can also provide effective support for laboratory tests aimed at the detection of counterfeit foods, since the sum parameters of a food product can be characterized by the infrared spectrum of the individual food as a unique “fingerprint”.

The topics of our scientific journal often include reports on methods of sensory testing supplemented with the use of instrumental and mathematical algorithms. Using the COM-B model, **László Sipos** and his colleagues study on the basis of which thinking and motivation mechanisms the individual food consumers consciously take health risks with their consumer behavior.

Diána Ungai et al. investigated the changes in the mineral content of the Jubilejnaja 50 winter wheat harvested in 2003 and 2004 in 16 growing areas. It was found that among microelements, the amount of zinc and copper had the greatest standard deviation.

The work of **András S. Szabó** on palladium is part of a series that started years ago, discussing the appearance of some elements of the periodic table in foods.

We hope that the small changes in our journal will meet with our Readers approval. Your opinion, constructive suggestions and scientific manuscripts are still highly appreciated. Wishing you a good reading, hopeful spring preparation for the upcoming Easter, and blessed holidays:

Dr. Tamás János Szigeti
editor-in-chief

¹ Ady Endre: A papok istene

¹ Endre Ady: The God of priests



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

Funkcionális élelmiszerek

KULCSSZAVAK: funkcionális élelmiszerek, étrend-kiegészítők, prebiotikumok, fitokemikálium, ADI-érték, LDL- és HDL-koleszterin, funkcionális élelmiszerek gyártási technológiája, élelmiszer-biztonság, mikrorizikó, fortification (növelés), restoration (helyreállítás), enrichment (gazdagítás), standardization (standardizáció), substitution (helyettesítés), vitaminok, mikroelemek, mikrotápanyagok, hiánybetegségek, polifenolok, flavonoidok, esszenciális zsírsavak, többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFAs), konjugált linolsavak (CLAs).

ÖSSZEFOGLALÁS

A funkcionális élelmiszerek olyan készítmények, amelyek az alkotóelemeket megfelelő mennyiségben tartalmazzák, ám a hagyományos élelmiszerekhez képest nagyobb mértékben hatnak az életfunkciókra, hozzájárulnak a betegségek megelőzéséhez, egészségvédő hatásúak, összességében tehát kiemelten előnyös hatást fejtenek ki az emberi szervezetre. A funkcionális élelmiszerek előállításánál lényeges kérdés az, hogy milyen kiegészítő komponenst kell adni a termékhez, hogy a kívánt funkcionális – az életfolyamatokat különösen támogató – hatás kialakulhasson az emberi szervezetben. A közfogyasztásra bocsátás előtt tisztázni kell a funkcionális élelmiszerek fiziológiás hatását, a termék előállításának helyes gyakorlatát, a fogyasztói igényeket, a funkcionális élelmiszerekkel kapcsolatos élelmiszerbiztonságot, és a törvényi szabályozást. A funkcionális élelmiszerek előállítása egy olyan, viszonylag új terület, ahol a technológia kidolgozása, a vásárlók részéről történő elfogadás napjainkban is folyik, így az előállítók és a fogyasztók akár együtt is irányíthatják azokat a folyamatokat, amelyek néhány év múlva beépülhetnek a hagyományos élelmiszer-előállítási gyakorlatba.

Közleményünk első felében a funkcionális élelmiszerekkel kapcsolatos alapfogalmakat tárgyaljuk, majd az élelmiszerek kémiai jellegű anyagokkal való kiegészítésével előállított, néhány funkcionális élelmiszer jellemző tulajdonságait ismertetjük. A dolgozat terjedelmi korlátai miatt a mikrobiológiai kultúrákkal (élőflórával) előállított termékek tárgyalását egy későbbi munkánkban tervezzük.

BEVEZETÉS

A funkcionális élelmiszerek olyan termékek, amelyek megfelelő – általában az átlagosnál nagyobb mennyiségben – tartalmaznak olyan alkotóelemeket, amelyek egy vagy több életfunkcióra kiemelten előnyös hatást gyakorolnak, hozzájárulnak a mentális jólét állapotához, rendszeres fogyasztással a helytelen táplálkozás hatására kialakuló betegségek kockázata csökkenthető. A hagyományos élelmiszerek energia- és tápértéke mellett egészségvédő hatást fejtenek ki [1].

A szakirodalomban azokat az élelmiszereket is *funkcionálisnak* nevezik, amelyek valamely összetevőből a szokásosnál kisebb mennyiséget tartalmaznak. Ilyenek például a csökkentett zsír-, szénhidrát-, illetve fehérje-tartalmú készítmények.

A funkcionális élelmiszerek körén belül az olyan élelmiszereket, amelyek a gyógyszerkészítményekhez közeli mennyiségben tartalmaznak gyógyszerhatóanyagokat, *nutraceutikumoknak* nevezik. Fontos megjegyeznünk, hogy az Európai Unióban jelenleg érvényes szabályozás szerint a *nutraceutikumok* étrend-kiegészítő termékeknek minősülnek. A *gyógyhatású készítmény* megnevezés nem használható [2].

A szintén funkcionális élelmiszerek közé tartozó *prebiotikus* termékek *prebiotikumai* a tápcsatornába jutva elősegítik az ember számára kedvező mikroorganizmusok szaporodását, ugyanakkor visszaszorítják a káros mikroorganizmusokat, ezzel elősegítve a kedvezőbb összetételű mikrobiom kialakulását a tápcsatornában. Maga a *probiotikum*

¹ Debreceni Egyetem, Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
² Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
³ Wessling Hungary Kft. Budapest

élő mikroorganizmusokat tartalmazó kultúra. A probiotikus élelmiszerek egy csoportjánál maga a kultúra az élelmiszer alapanyaga (hordozója), vagy az aktív kultúrát nem probiotikus termékhez utólag adják hozzá [3, 4].

A FUNKCIONÁLIS ÉLELMISZEREK FOGYASZTÁSÁNAK SZÜKSÉGESSÉGE – HIÁNYBETEGSÉGEK

Az ásványi anyagok közül a leggyakrabban a cink, a szelén, a vas, a jód és a kalcium, a vitaminok közül pedig az A- és a D-vitamin, valamint a folsavhiány fordul elő, de a kukoricát fogyasztó társadalmakban gyakori a niacin hiánya is. A tiaminhiány a rizsfogyasztó populációkban, a C-vitamin hiányából következő skorbut pedig azokban a populációkban jellemző, amelyekben kevés friss gyümölcsöt vagy zöldséget fogyasztanak [5]. Napjainkban kétmilliárd ember szenved vashiányban, 1,9 milliárd jódhiányban. Az A-vitamin hiánya miatt 250 millió iskolás korú gyermeket veszélyeztet a vakság [6]. A hiánybetegség ott fordul elő legnagyobb mértékben, ahol a táplálkozás gabonán és hüvelyeseken alapul, és nem fogyasztanak elegendő mennyiségben állati eredetű élelmiszereket, főként húst, valamint friss gyümölcsöt és zöldséget. Az élelmiszerek alacsony szelén- és jódtartalma, amely úgy a növényi, mint az állati eredetű élelmiszerekben is észlelhető, ezen elemek talajban lévő alacsony koncentrációjával magyarázható [83]. Az alábbiakban – a teljesség igénye nélkül – néhány, a táplálkozás hiányosságaiából adódó hiánybetegség jellemzőinek rövid összefoglalásával világítunk rá a funkcionális élelmiszerek fogyasztásának jelentőségére.

A VASHIÁNY ÉS KÖVETKEZMÉNYEI

A világ lakosságának mintegy 30%-a vashiányos (ID – Iron Deficiency). Közülük egymilliárd ember szenved vashiányos anémiában (IDA – Iron Deficiency Anaemia), másik egymilliárd ember pedig anémia nélküli vashiányban. Utóbbit a klinikai terminológia látens vashiánynak (LID) vagy vashiányos erythropoiesis-nek (IDE) nevezi. Szervezetünkben az összes vas mennyiségének 95%-a a hemoglobinhoz és mioglobinhoz kötve található. Jelentős mennyiségű vasat tartalmaznak még a citokróm és a NADH dehidrogenáz enzimek is [8].

Néhány vastartalmú enzim az immunvédekezés eszköze; vashiány következtében fáradtság, gyengeség alakul ki, csökken az ellenállás a fertőzésekkel szemben, csökken a munkakapacitás, növekszik a mortalitás, alacsonyabb tömegű csecsemők születnek, csökken a gyermekek tanulási és felfogó képessége. Jelentős vasforrások a hús és a húskészítmények, mert bennük a vas hemhez kötött formában fordul elő. A hemhez kötött vas felszívódását az élelmiszerek összetevői lényegében nem befolyásolják. A nem a hemhez kötött vas felszívódása ugyanakkor számottevően függ a vas oxidációs fokától és az élelmiszer összetevőitől [9].

A vashiány csökkentése végett vassal kiegészített lisztet, rizst, hal- és szójaszószot, kukoricát, megnövelt vastartamú tejet és tejterméket is forgalomba hoztak [10].

A JÓDHIÁNY ÉS KÖVETKEZMÉNYEI

A táplálkozás hiányosságai miatt előálló jódhiány szinte egész világon előfordul. Európában a gyermekek mintegy 60%-a jódhiányban szenvedett egészen addig, amíg a jódzott konyhasó használata el nem terjedt a gyakorlatban. A jód esszenciális komponense a pajzsmirigy által termelt hormonoknak, amelyek a méhen belüli életben és a születés utáni időszakban az idegszövet és az agy kifejlődéséhez szükségesek. A hiányos jódbevitel funkcionális élettani zavarokat eredményez, amelyeket összefoglalóan jódhiányos rendellenességnek neveznek. Az alacsony jódbevitel miatti állapotot súlyosbítja a szelén és a vas hiánya, mert mindkét mikroelem szükséges a pajzsmirigy hormonjainak szintéziséhez. A jódhiány megszüntetésére kézenfekvő megoldás a jódzott konyhasó fogyasztása. A jódzott konyhasó mellett a jódzott víz, a különféle jódzott szószok és a jódzott búzaliszt is alkalmas jódforrásként szolgálhatnak az ember számára [11].

AZ A-VITAMIN-HIÁNY ÉS KÖVETKEZMÉNYEI

A gyermekkori vakság kialakulásáért többek között az A-vitamin-hiány a felelős [12]. Évente mintegy 500 ezer gyerek vakul meg A-vitamin-hiány következtében, és közülük 50% egy éven belül meghal. A-vitamin szükséges a látóbíbor, a rodopszin képződéséhez, a látórendszer kialakulásához, a retinasav szükséges a csontvelőben, az immunrendszer működésében lényeges szerepet játszó mieloid sejtek képződéséhez, a növekedéshez, a fejlődéshez és a szaporodáshoz. Nagyobb mennyiségű A-vitaminbevitel esetén a fölösleges mennyiség elraktározódik a májban, ahonnan vitaminhiányos táplálkozás során felszabadul, és a szervezet anyagcseréjének rendelkezésére áll [13]. A tej és tejtermékek, valamint a máj a legjelentősebb A-vitamin-források. A gabonafélék és a hüvelyesek A-vitamin-tartalma csekély, ezért az A-vitamin hiánya azoknál az egyéneknél gyakori, akik gabonára és hüvelyesekre alapozzák táplálkozásukat. Az A-vitamin-szükséglet kielégítésére a margarin, az egyéb növényi olajok és a főzőolajok A-vitaminnal kiegészített készítményeit szokás alkalmazni [14].

A CINKHIÁNY ÉS KÖVETKEZMÉNYEI

A cink mintegy 100 enzim működéséhez szükséges, amelyek részt vesznek a metabolizmusban, a növekedésben, az immunrendszer kialakulásában, a reprodukcióban és az idegrendszer kifejlődésében. Cinkhiány elsősorban a gabonafélékre és a hüvelyesekre alapozott táplálkozás során fordul elő, ami a csekély hús, valamint tej és tejtermék-fogyasztással párosul. Ennek ellenére az élelmiszerek cinkkel történő kiegészítése nem terjedt el a gyakorlatban [15].

A KALCIUMHIÁNY ÉS KÖVETKEZMÉNYEI

A kalciumhiány azokban a populációkban fordul elő világszerte, ahol nincsenek hagyományai a tej és a tejtermékek fogyasztásának. Az emberi szervezet saját kalciumtartalmát hatékonyan képes szabályozni. Hiány esetében a szervezet a csontokból pótolja a szükséges mennyiséget. Gyermekes esetében a hiányos kalcium- és D-vitamin-ellátás nem teszi lehetővé az erős csontok kifejlődését, amely az élet későbbi szakaszában csonttrikuláshoz vezethet [16]. Egy felnőtt ember napi kalciumszükséglete életkortól függően 1000-1200 mg, amelynek legnagyobb részét tej és tejtermékek fogyasztásával fedezni lehet. Ahol minimális a tej és tejtermékfogyasztás, ott kalciumhiánnyal lehet számolni [17].

A kalciumabszorpció szoros összefüggésben van az optimális D-vitamin-bevitellel, mert ahol alacsony az élelmiszerek D-vitamin-tartalma, ott kalciumfelszívódási zavarral kell számolni. A kalciummal és a D-vitaminnal dúsított élelmiszerek segítenek abban, hogy a fiatal szervezet elérje a csontokban a genetikailag meghatározott maximális kalciumtartalmát, ami a későbbiekben mérsékli az osteoporózis veszélyét [18].

A FOLSAVHIÁNY ÉS KÖVETKEZMÉNYEI

Folsavhiány azokban az esetekben alakulhat ki, amikor finomított alapanyagokból készült élelmiszereket fogyasztanak, illetve nem fogyasztanak elegendő mennyiségben leveles zöldségeket. A folátok a B-vitamin komplex részeiként hozzájárulnak a szervezetben a koenzim-A szintéziséhez. Hiányában számos biokémiai folyamat gátlódhat az emberi szervezetben [19]. A nem megfelelő folsavellátás vagy a folsav anyagcsere zavara a nyitott gerinccel születő csecsemők számának növekedéséhez, megaloblasztikus anémiához, neurológiai degenerációhoz, daganatos betegségekhez és szív-érrendszeri panaszokhoz vezethet. Az élelmiszerek, elsősorban a liszt folsavval történő kiegészítése jelentősen hozzájárult a korábban folsav hiánynak tulajdonított betegségek visszaszorulásához [86].

A FUNKCIONÁLIS ÉLELMISZEREK ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

A funkcionális élelmiszerek kiemelkedően kedvező élettani hatását és alkalmasságát többek között az alábbi szempontok szerint lehet megítélni [20]:

- Hozzáadott funkcionális összetevők kémiai, mikrobiológiai tulajdonságai;
- A funkcionális hatást hordozó összetevők mennyisége;
- A funkcionális összetevők tényleges fiziológiás hatása;
- A készítmények gyártási technológiai lépései, a termelési folyamat kritikus pontjai;

- A funkcionális összetevőkkel dúsított élelmiszerek érzékszervi tulajdonságai;
- A termékek élelmiszer-biztonsági jellemzői (eltarthatóság, az összetevők túladagolásának kockázata, veszélye).

Néhány, gyakoribb funkcionális összetevő [21, 22]:

- Diétás rostok (vízben oldhatatlan és vízben oldható élelmi rostok);
- Természetes vegyületek – fitokemikáliumok – antioxidánsok, melyek esetenként a daganatos megbetegedések kialakulása ellen is hatásosak lehetnek (polifenolok, antociánok, kisebb molekulatömegű szerves vegyületek, vitaminok);
- Az anyagcsere enzimeinek proszitetikus csoportjához kötődő mikroelemek;
- Többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFAs – Poly Unsaturated Fatty Acids), amelyek az idegrendszer membránjainak fontos alkotóelemei, gyökfogó (scavenger) hatásúak;
- Speciális fehérjék, amelyek a funkcionális élelmiszert fogyasztó egyének nitrogén-ellátottságát, vázrendszerének erősítését szolgálják (pl. sütőipari termékek tejjel, tejsavóval, kazeinnel dúsíthatók, de alkalmaznak peptidekkel való dúsítást is);
- Élőflórás kultúrák (tejsavbaktériumokkal, kefirgombákkal stb.);
- Vitaminok (vízben, vagy zsírban oldódó vitaminok);

Több olyan egészségvédő komponens ismert, amelyeket kolosztrumból vagy tejből állítanak elő, és amelyeket bizonyos betegségek megelőzésére vagy gyógyítására használnak [18].

Bizonyos oligoszacharidok prebiotikumként működhetnek, mert kedvezően befolyásolják a bélcsatornában élő mikroorganizmusok fejlődését [23, 24]. A funkcionális élelmiszereket gyakran egészítik ki vitaminokkal. Ugyanakkor – különösen a zsírban oldódó vitaminok – túladagolása veszélyes lehet, ezért a dozírozásnál az adott élelmiszere vonatkozó fogyasztási szokások ismeretében az ADI-értéknek (ADI - Acceptable Daily Intake) megfelelő mennyiségű vitamint szabad a technológia során a készítményekhez adni. A funkcionális élelmiszer-készítményekhez gyakran használnak természetes édesítőszeret az energiában gazdag cukrok helyettesítésére (energia-szegényített termékek) [25].

A FUNKCIONÁLIS ÉLELMISZEREK FIZIOLÓGIÁS HATÁSA

A funkcionális élelmiszerek fogyasztásával többek között az ember szervezetét érő oxidatív (szabadgyökös) károsodások gátlása [26], antimutagén

hatás [27], antikarcinogén hatás [28, 29, 30], diétásrost-hatás [31, 24], immunomodulátor hatás [32, 85], ösztrogén hatás [33], antioxidáns hatás [34], antihipertenzív (vérnyomáscsökkentő) hatás [35, 26], hasnyálmirigy gyulladás ellenes hatás [36] és allergén mentesítő hatás várható [37]. A szív- és keringési betegségek megelőzésére „szívbarát” élelmiszereket fejlesztettek ki, melyek pl. LDL-koleszterin-szintet (LDL – Low Density Lipoprotein) csökkentő hatással rendelkeznek [38, 39].

A FUNKCIONÁLIS ÉLELMISZEREK BIZTONSÁGA, ÉLELMISZERJOGI HELYZETE

Az Európai Unióban a funkcionális élelmiszerekre ugyanaz a jogi előírásrendszer vonatkozik, mint a hagyományos élelmiszerekre [40]. Ugyanakkor az élelmiszer-gazdaság részleteit érintő szabályozás egyelőre nem teljesen egységes. A tagállamok saját előírásokat is alkalmaznak, de az élelmiszerek címkéjén feltüntethető – az egészségi állapotot érintő – állításokra vonatkozó előírásokat („health claims”) az Unióban egységesen szabályozták [41]. A funkcionális élelmiszerekkel kapcsolatos egységesítés jelenleg van a folyamatban. A hazai felügyeletben az Országos Gyógyszerészeti és Élelmezés-egészségügyi Intézet (OGYÉI) játszik központi szerepet. Jelenleg az étrend-kiegészítők és tápszerek témakörében az OGYÉI látja el a szakmai koordinációs és szakértői feladatokat. A hazai jogrendszerben az egykori Egészségügyi, Szociális és Családügyi Minisztérium 37/2004 számú rendelete az irányadó [42]. Az élelmiszerlánc ellenőrzése (összetétel, biztonság, dokumentáció, jelölés, gyártás, forgalmazás stb.) a NÉBIH és a megyei kormányhivatalok hatáskörébe tartozik.

Az élelmiszer-minőség az élelmiszer azon tulajdonságainak összessége, amelyek alkalmassá teszik a rá vonatkozó előírásokban rögzített és a fogyasztók által elvárt igények kielégítésére. Alapvető követelmény, hogy az élelmiszer fogyasztása nem járhat az elfogadható mértéknél nagyobb kockázattal. Ennek megfelelően az az élelmiszer tekinthető biztonságosnak, amelynek tartós fogyasztása nem jelent kimutatható egészségügyi kockázatot. Ugyanakkor *teljesen kockázatmentesen* fogyasztható élelmiszer fizikailag elképzelhetetlen, de a közfogyasztásra szánt élelmiszerek által okozott ártalom nem lehet nagyobb, mint a társadalom által elfogadott – természetesen jogszabályokkal is alátámasztott – *mikrorizikó* négyszeres szintje. A mikrorizikó olyan károsító hatást jelent, amely egy életen át való fogyasztás során egymillió lakosból álló populációnál egy többlethalalozást okoz [43].

A különböző összetételű funkcionális élelmiszerek hatásának vizsgálata, a termékek élelmiszer-biztonságának köteleme a mindenkor gyártót és/vagy forgalmazót terheli [44]. Az újonnan kifejlesztett készítményeknél általában vizsgálják, hogy az élelmiszer túladagolása milyen kockázattal jár, a

hozzáadott funkcionális összetevő kifejti-e a kívánt táplálkozás-élettani hatást, fennáll-e a veszélye annak, hogy az összetevők és a normál élelmiszerek komponensei toxikusak-e, illetve mekkora a valószínűsége a nemkívánt keresztreakcióknak.

A FUNKCIONÁLIS ÉLELMISZEREK GYÁRTÁSI TECHNOLÓGIÁJA, BIZTONSÁGA

FUNKCIONÁLIS ÉLELMISZEREK ELŐÁLLÍTÁSA ÉLELMISZER-KIEGÉSZÍTÉSSEL

Az élelmiszerek kiegészítése különféle mikrotápanyagokkal több évszázados múltra tekinthet vissza. A régi időkben a vashiány pótlására vasszőgöt szűrtak az almába, a nagyobb kalcium-bevitel érdekében a kukoricát meszes vízben áztatták, a konyhasót pedig jóddal egészítették ki a golyva megelőzésére [45]. Az A-vitamin-hiányt a margarin A-vitaminnal való kiegészítésével próbálták kiküszöbölni, és a búzalisztet tiaminnal, niacinnal és vassal egészítették ki [46], valamint kalciummal kiegészített lisztet is forgalomba hoztak [47].

Az élelmiszerek funkcionális komponensei mennyiségének növelése

A funkcionális összetevők a helyes gyártási gyakorlatnak megfelelő adagolása nem változtathatja meg az élelmiszer érzékszervi tulajdonságait.

A Debreceni Egyetem kutatócsoportja búzaliszthez adagolt lizin aminosavval javították a táplálkozási hiányosságokból eredő esszenciális aminosavhiányt. Az aminosav-kiegészítéssel a készítmény táplálkozás-biológiai értéke nőtt, és a legfeljebb 1,5%-os lizin hozzáadásával a lisztből sült termékek érzékszervi tulajdonságai nem változtak meg [48].

A közismert kiegészítéseken túl (jódozott só, a margarin kiegészítése A- és D-vitaminnal, vagy a liszt helyreállítása és megerősítése), módszereket dolgoztak ki az angolkór megelőzésére a tej D-vitamin-tartalmának megnövelésével. Niacint, tiamint és folsavat adtak a lisztbe a beriberi és a pellagra megelőzésére, a vérszegénység megelőzésére pedig búzalisztbe vasat adagoltak. A fejlődő országokban a legfontosabb népelelmezési cikkeket egészítik ki főként vitaminokkal és ásványi anyagokkal (mikrotápanyagokkal). A burgonyából, gabonafélékből és gyümölcsökből készült élelmiszereket mikrotápanyagokkal, mikroelemekkel és C-vitaminnal egészítik ki. A mikro-tápanyagok közül leggyakrabban a folsav-kiegészítés emberi egészségre gyakorolt hatását tanulmányozták. Megállapították, hogy a folsavhiányos táplálkozás növelheti a nyitott gerinccsővel született csecsemők arányát, ezért az Egyesült Államokban folsavval egészítették ki a gabonából készült élelmiszereket. Az ilyen megnövelt folsavtartalmú élelmiszerek fogyasztását javasolták az áldott állapotban lévő kismamáknál [49].

A folsav kiegészítés idősebb embereknél B₁₂-vitamin hiányhoz vezetett. Ebből következik, hogy esetenként valamely mikrotápanyaggal végzett kiegészítés egy másik funkcionális összetevő hiányát okozhatja. Ilyenformán a kiegészítésnek a hasznos hatáson kívül esetleg káros következményei is lehetnek [50].

Az élelmiszerek bizonyos komponenseinek helyettesítése

A zsírszegény étrendet igénylő fogyasztók számára készített termékekben nehézséget okoz a zsíros tejek és tejtermékek helyettesítése más, zsírszegény élelmiszer-alapanyagokkal. A zsíros tej ugyanis jelentős mennyiségű zsírolékony vitamint tartalmaz, és a zsír kivonásával a vitaminok számottevő részét is eltávolítják a technológiában. Hasonló a helyzet a hús helyettesítése esetén, valamely növényi eredetű alapanyaggal, például szójával. A zsírban oldódó vitaminok mennyiségének megtartása érdekében mindkét esetben vitamin-, ásványianyag- és esszenciális aminosav-kiegészítést kell alkalmazni [51]. A zsír helyettesítő margarinok elterjedésekor azokat A- és D-vitaminnal, valamint karotinnal egészítették ki.

Az élelmiszerek funkcionális komponenseinek dúsítása, kiegészítése

A dúsítás olyan speciális terméket eredményez, amely egy vagy több élelmiszer-komponensből jelentős mennyiséget tartalmaz, és a fogyasztói populáció szűk csoportját célozza meg. A legismertebb dúsított termékek a multivitaminok, az ásványi anyagokkal kevert vitaminok, illetve a különböző mennyiségű C-vitamint tartalmazó kapszulák. A kiegészítőket a biztonságos táplálkozás okán, valamint terápiás célból fogyasztják. A fogyasztók esetenként kifejezett gyógyhatást is várnak ezektől a készítményektől. Idős embereknél csonttrikulás ellen a főleg kalciumot és D-vitamint tartalmazó étrend-kiegészítők alkalmazása célszerű.

Élelmiszerek vitaminokkal történő dúsítása, kiegészítése

A vitaminok a kevésbé stabil élelmiszer-komponensek közé tartoznak. A stabilitás változik a vitamin fajtájától függően; vannak, amelyek stabilabbak (niacin) és vannak olyanok, amelyek kevésbé stabilak (B₁₂-vitamin). A vitaminok stabilitását leginkább a hőmérséklet, a nedvesség, az oxigén, a fény, a pH, az oxidációs vagy redukciós komponensek jelenléte, a nehézfém-ionok (réz, vas) jelenléte, a kén-dioxid mennyisége, más vitaminok jelenléte, ill. a felsorolt hatások kombinációja befolyásolja. E tényezők közül legfontosabbak a hőmérséklet, a nedvesség, az oxigén, a pH és a fény. Különösen nagy vitaminvesztéssel kell számolni ott, ahol jelentős hőkezelést is alkalmaznak. A vitamintartalom időről időre változhat [52]. A deklarált vitamintartalom betartása nehéz, mert a vitaminok

egymástól különböző dinamikával bomlanak. A termékek jelölésén ennek ismeretében kell azok vitamintartalmát feltüntetni: a minőségmegőrzési idő első napján sem lehet a vitamintartalom nagyobb, mint a rá vonatkozó ADI-érték, de a lejárati utolsó napján is meg kell, hogy legyen a funkcionalitáshoz szükséges vitamintartalom [53, 54].

A vitaminok a késztermékekben egymással is reakcióba léphetnek, aminek következtében bomlást szenvedhetnek. Folyékony multivitamin preparátumokkal kapcsolatban végzett kutatások során 13 vitaminnal mutatták ki, hogy kölcsönhatásukkal gyorsítják más vitaminok bomlását. A legfontosabbak ezek közül az aszkorbinsav, a tiamin, a riboflavin, és a ciano kobalamin. Az aszkorbinsav növeli a folsav és a ciano kobalamin instabilitását, a tiamin a folsavét és a ciano kobalaminét, a riboflavin pedig a tiaminét, a folsavét, és aszkorbinsavét. A vitaminok csökkentik vagy növelik a másik vitamin oldhatóságát is [55]. Az élelmiszerek vitamintartalma csökken a besugárzás hatására, amelynek mértéke egyértelműen összefügg a besugárzás erősségével. 3-10 kGy besugárzás hatására, levegő jelenlétében, már vitaminvesztés léphet fel, mely tovább növekszik a tárolás során. A zsírolékony vitaminok közül az A, az E és a K-vitamin érzékeny a besugárzásra, míg a vízzeloldékonyak közül a tiamin a legérzékenyebb, a niacin, a riboflavin és a D-vitamin pedig nem érzékeny rá [56].

Polifenolok – az élelmiszerek antioxidáns tulajdonságainak kialakításához

A polifenolok, vagy más néven flavonoidok a növények másodlagos anyagcsere termékei, amelyek közül napjainkig több mint hatezret azonosítottak [57]. A fenolos gyűrűhöz kapcsolódó hidroxil-csoportok biztosítják a molekulák intenzív antioxidáns tulajdonságait. A flavonoidok szerkezetük alapján hat csoportba oszthatók: flavonolok, flavonok, catechinek, flavononok, antocianidinek és izoflavonok. E vegyületek, mint antioxidánsok, képesek módosítani a kulcsenzimek aktivitását, értágító, daganatellenes, gyulladáscsökkentő és az immunrendszert erősítő hatással rendelkeznek. Legfontosabb flavonoid források a gyümölcslevek, a kávé, a tea, a vörösbor, a hagyma, az alma és a bogysós gyümölcsök, a fekete ribizli és az áfonya. Az élelmiszerekben előforduló fő flavonoidok a catechin és a catechin-gallátok, valamint a kvercetin és a kampferol, valamint ezek glikozidjai [84].

Élelmiszerek karotinoidokkal történő kiegészítése

A karotinoidok a természetes növényi pigmentek nagy csoportját alkotják. Színük sárgától a vörösre változhat a természetben. Az élelmiszerek kb. 50-60 különböző karotinoidot tartalmaznak. A β -karotin az A-vitamin provitaminja, amelyből a karotinázenzim segítségével két molekula A-vitamint tud a szervezet szintetizálni. A β -karotinnal történő élelmiszer-

kiegészítés hosszú múltra tekint vissza, mert pl. a gyümölcsleveket már régóta kiegészítik β -karotinnal, tehát korábban a karotinoidokat leginkább élelmiszer színezékként alkalmazták. A sok karotinoid közül a legfontosabbak a β -karotin, az α -karotin, a β -kriptoxantin, a lutein, amely nem A-provitamin, a zeaxantin és a likopin [58].

A karotinoidok egészségvédő hatását kiemelkedő antioxidáns hatásuknak tulajdonítják. A β -karotin két A-vitamin molekulává alakul át, a lutein és a zeaxantin hozzájárul a szem egészséges működéséhez, a likopin pedig segíthet a prosztatatarak megelőzésében. A hozzáadott karotin mennyiségét elsősorban a kívánt szín elérése és az egészségügyi szempontból való hatásosság szabja meg. Napjainkban a β -karotint és a likopint az élelmiszeriparban széles körben alkalmazzák élelmiszerek színezésére. A β -karotint nagy mennyiségben alkalmazzák margarínok, vaj, sajt, joghurt és a fagyalt színezésére, alkalmazzák sütőipari termékeknek, leveseknek, szósoknak, salátaönteteknek és édességeknek is, valamint nagy mennyiségben használják a multivitamin italok előállításánál [59].

Élelmiszerek esszenciális zsírsavtartalmú olajokkal történő kiegészítése

Néhány lipidről kiderült, hogy egészségvédő hatással rendelkeznek, és esetenként esszenciálisak az emberi szervezet számára. Ilyenek például az LDL-koleszterinszintet csökkentő szteroidok (kémiai szerkezetük tekintetében nagy hasonlóságot mutatnak a koleszterin szerkezetével), illetve bizonyos zsírsavak, amelyek gyulladást csökkentő hatással bírnak. A növényi szteroidok kémiai szerkezetüket tekintve nagyon hasonlóan a koleszterinhez. Legfontosabb képviselőik a szitoszterol, a kampszterol és a sztigmaszterol. A növényi sztanolok telített növényi szterolok, mivel nincs a szteroid gyűrűben kettős kötés. A növényi szteroidok nincsenek hatással a HDL koleszterin szintre, de mivel javítják az LDL/HDL arányt, ezért egészségvédő hatással rendelkeznek [60].

Többszörösen telítetlen zsírsavak

A többszörösen telítetlen zsírsav (PUFAs – Poly Unsaturated Fatty Acids) kifejezést mindazon zsírsavak esetében használják, amelyek legalább két telítetlen kötést tartalmaznak. Közöttük a linolsav (C18:2) és a linolénsav (C18:3) az ember számára esszenciális, mert a szervezetünk nem tudja előállítani azokat, ugyanakkor nélkülözhetetlenek az idegrendszer és általában a sejtmembránok felépítéséhez. A szervezet mindkét zsírsavból többek között hormonszerű eikozanoid típusú vegyületeket állít elő, amelyek a szív- és érrendszert, a légzőrendszert, az immunrendszert és a reprodukciós funkciókat modulálják, valamint kulcsszerepet játszanak a gyulladások megelőzésében [61]. Az eikozanoidok szintézise az emberi szervezetben a

rendelkezésre álló zsírsavak típusától függ, ezért az elfogyasztott élelmiszerek ω -3/ ω -6 aránya megszabja a belőlük előállítható eikozanoidok mennyiségét [62]. Egyes szerzők úgy vélik, hogy a 4:1 ω -3/ ω -6 arány az optimális az emberi szervezet számára, de több országban mértek 7:1 és 14:1 arányokat is, amelyek messze eltérnek az optimálistól [63].

A többszörösen telítetlen zsírsavak forrásai

A PUFA-val való kiegészítés optimális nyersanyagait a különféle növényi olajok, mint pl. a ligetszépe olaj és a lenmagolaj, amelyek karakterisztikus ω -3/ ω -6 aránnyal jellemezhetők. A halolajok különösen nagy mennyiségű eikozapentaénsavat (EPA – C20:5 n-3) és dokoza-hexaénsavat (DHA – C22:6 n-3) tartalmaznak. Általánosságban véve a növényi olajok sok n-3 PUFA zsírsavat tartalmaznak linolénsav formában [64]. Mivel ugyanaz az enzimszisztéma alakítja tovább a linolsavat és a linolénsavat hosszabb szénláncú telítetlen zsírsavakká, a két zsírsav egymás kompetitív inhibitoraként működik, ezért a linolénsavnak csak egy része képes EPA-vá és arachidonsavvá konvertálódni [65]. Az EPA és a DHA fő forrásai a halolajok, amelyek a halliszt-gyártás „melléktermékei”. A halolaj zsírsavösszetétele függ a halak által elfogyasztott takarmány összetételétől, ezért a különböző helyekről származó halolajok zsírsavösszetételében jelentős különbségek is lehetnek. A halolajok EPA tartalma 5-18% között, DHA tartalma pedig 6-13% közötti érték. A tengeri mikroalgák tűnnek a legjobb n-3 zsírsavforrásnak, mert ezek képesek a hosszúláncú n-3-as zsírsavakat szervezetükben akkumulálni [66].

Konjugált linolsavak

A konjugált linolsavak (CLA – Conjugated Linoleic Acids) is két kettős kötést tartalmaznak, azonban azok konjugált pozícióban vannak a molekulában. A CLA az étkezést követően csökkenti a zsírraktározást, csökkenti a zsírsavak összes mennyiségét, és növeli a zsírok bekapcsolódását az energiatermelő folyamatokba [67]. A CLA vegyületek immunmodulátor-hatással is rendelkeznek, befolyásolják a sejtek immunválaszát a vakcinákra, a szervezet citokinszintjét, és így szerepük lehet a gyulladások kezelésében is. A sok CLA-izomer közül a *cisz-9,transz-11* és a *transz-10,cisz-12* izomer rendelkezik biológiai aktivitással. A kereskedelmi forgalomban lévő CLA-készítményeket safrányos szeklice olajból állítják elő, amely mindkét izomert 50:50 százalékos arányban tartalmazza [7].

A lipidekkel kapcsolatos technológiai szempontok

A CLA előállításánál alapvető követelmény, hogy a legnagyobb koncentrációban a biológiai aktivitással rendelkező izomerek keletkezzenek. A sok telítetlen zsírsavat tartalmazó készítmények érzékenyek az oxidációra, ezért az ilyen készítményekben gyakran olyan antioxidánsokat alkalmaznak, mint a tokoferol-

keverékek, az aszkorbil-palmitát, a rozmarying extraktum vagy a citromsav. A lipidoxidáció alapvegyületei a kettős kötést tartalmazó zsírsavak. Minél több a kettős kötés egy molekulában, annál fogékonyabb az oxidációra; így a DHA ötször fogékonyabb az oxidációra, mint a linolsav. Az autooxidációt iniciátorok indítják be, aminek hatására a telítetlen zsírsavakból a szénatomon lokalizált szabad gyökök keletkeznek. Ezek a további bomlást követően illékony vagy nem illékony másodlagos termékeket alkotnak [68].

Az illékony komponensek közé tartoznak az aldehidek, a ketonok, az alkoholok és bizonyos szénhidrogének, amelyek az avas szag és íz kialakulásáért felelősek. A fotooxidáció nemgyökös reakció, amely hidroperoxidok és illó komponensek képződéséhez vezet, olyanokhoz, mint amilyenek a gyökös reakciókban is keletkeztek. Fényérzékenyítő vegyületek az élelmiszerekben a klorofill, a riboflavin és a hem fehérjék. A lipid oxidációt néhány esetben antioxidánsok adagolásával meg lehet akadályozni. Az elsődleges antioxidánsokat szabad gyök befogóknak is nevezik, mert a szabad gyökök semlegesítésével megállítják a gyökös reakciókat. A mesterségesen előállított antioxidánsok fenolos szerkezetű vegyületek, mint amilyen pl. a BHA (butil-hidroxianizol), a BHT (butil-hidroxitoluol) és a propil-gallát, a természetes antioxidánsok pedig a tokoferolok és a növényi polifenolok [2], [69].

A fentebb leírt kémiai tulajdonságok miatt a gyártási technológiában figyelembe kell venni a vegyületek érzékenységét. Körültekintően kell beállítani az étrend-kiegészítők hőkezelési paramétereit (hőmérséklet, hőntartási idő). Esetenként a technológiai folyamatból a levegő oxigénjét is ki kell zárni.

Az élelmiszerek kiegészítése biológiai aktivitású lipidekkel

A hosszú szénláncú PUFA-kat és a CLA-t általában észterezett formában, szagtalanítás után adják az élelmiszerekhez. Az olajokhoz mindig célszerű emulgeáló szert is adagolni, amely növeli a diszperzitást, stabilitást biztosít az élelmiszereknek, megakadályozva a különböző fázisok szétválását. A gyártási technológiai folyamatban általában homogénezést is közbeiktatnak a kellő diszperzitás fok és stabilitás elérése miatt [68]. A funkcionális lipid-komponensek hozzáadásának megkönnyítésére különböző, porlasztva szárított termékeket állítottak elő, amelyek vizes közegben is könnyen és homogéneen elkeverhetők. Eredeti állapotú szterolokat nehéz a vizes közegben egyenletesen elosztatni, mert ezek a vegyületek erősen hidrofóbok, és az egyszerű hozzákeverést követően azonnal elválnak a vizes közegtől [69].

Napjainkban a szterolokkal kiegészített italok és gabonafélék a legnépszerűbbek az Egyesült Államok fogyasztói között. Ugyancsak közkedveltek a

kistérfogatú tejes italok, amelyeknek 100 grammja 2-3 g növényi szterolt tartalmaz. Szívesen fogyasztják a növényi szterollal kiegészített joghurtot, tejet, tejport és a kenhető sajtokat is [70]. Az utóbbi években csecsemők és idős emberek számára készült, PUFA-kkal, eikozapentaénsavval (EPA) és dokoza-hexaénsavval (DHA) adalékolt étrend-kiegészítőket is gyártanak és forgalmaznak. A tej és tejtermékeken kívül számos un. omega-kenyér van kereskedelmi forgalomban, melyekben a PUFA koncentrációja átlagosan 80 mg/100 g [71].

Flavonoidok, mint funkcionális élelmiszer-komponensek

A flavonoidok a növényi metabolizmus másodlagos anyagcseretermékei, amelyek főként a gyümölcsök héjában, magjában és kocsányában találhatóak meg. Mint pigmentképzők szerepük van az UV-fény, a mikroorganizmusok és egyéb növényi kártevők elleni védelemben, az enzimreakciók szabályozásában, emellett szignálfunkcióval is bírnak a nitrogénmegkötő baktériumok számára. Élelmiszerként a növényi anyagokban színezőanyagok, ízkomponensek és antioxidánsok. Alapvázukban az aglikon cukormolekulához kapcsolódik, ezért a flavonoidok valójában glikozidok. A flavonoidok 1,3-difenilpropán, az izoflavonoidok 1,2-difenilpropán, a neoflavonoidok pedig 1,1-difenilpropán-származékok, és ebbe a csoportba tartoznak még az antocianidin, a cianidin, az antocianin és a cianin is [72].

A flavonolok csoportjának jellegzetes képviselői a katechinek, a proantocianidinek az oligomer katechinek, a flavonoké a quercetin és a kampferol, a biflavonoké az amentoflavon és a bilobetin, a flavononoké a heszperidin és a naringin, a flavononoloké a taxifolin, az antocianinoké a cianidin, a delphinidin, a malvidin és a petunidin, a flavonolignanoké a szilmarin, az izoflavonoké pedig a genistein és a diadzein [73].

2001-ben Magyarországon a felnőttek 18,8 mg/fő/nap (0,5-309,7 mg), a gyerekek pedig 19,5 mg/fő/nap (0-179,3 mg) flavonoidot fogyasztottak, míg az ajánlott bevétel összesen 1000 mg/fő/nap. A fenti adatok azt mutatják, hogy Magyarországon a zöldség- és gyümölcsfogyasztás messze elmarad a kívánatostól [1].

A flavonoidok felszívódása és metabolizmusa

A flavonoidok felszívódása azok kémiai szerkezetétől, a molekula méretétől, a polimerizáció fokától, a glikozidációtól és a vegyületek oldhatóságától függ. A flavonoid típusú molekulák általában rosszul szívódnak fel, az összes elfogyasztott mennyiség 0,2-0,5%-a hasznosul a szervezetben [74]. Ezek a vegyületek dekarboxilációval, demetilációval, a kettős kötések telítődésével átalakulnak, majd az aglikonok a vékonybélben keresztül szívódnak fel. A glikozidokat a felszívódás előtt hidrolizálni kell, azonban az emberben hiányzik a β -glükozidáz enzim, ezért a

vastagbél mikrobiomja hidrolizálja a glikozidokat, ezt követően a metabolitok a vérrel eljutnak a májba, ahol metilálás és szulfonálás következik be, majd a származékok a vérrel eljutnak a vesébe, ahol a vizelettel választódnak ki [75].

A flavonoidok legfontosabb biokémiai tulajdonságai az antioxidáns hatás szabadgyökbefogással, a gyulladáscsökkentő hatás, az asztma ellenes és antiallergén hatás, az enzimek aktiválásának módosítása, általában azok gátlása, az antivirális, antibakteriális hatás, az ösztrogén aktivitás, a mutagenezist és karcinogenezist befolyásoló hatás, a hepatoprotektív hatás, valamint a véredényrendszer működését befolyásoló hatás [76].

Mai ismeretink szerint a rosszindulatú daganatos megbetegedések semmilyen étrenddel, étrendkiegészítő fogyasztásával nem előzhetőek meg, viszont e betegségek kockázata alacsonyabb azokban a népcsoportokban, akik sok zöldséget és gyümölcsöt fogyasztanak [77].

Mediterrán országokban a szív- és érrendszeri megbetegedésekben szenvedők száma kisebb, amely feltételezések szerint a fogyasztott vörösbor flavonoid-tartalmának köszönhető (Francia paradoxon: a sok zsiradékot tartalmazó francia étrend ellenére a szív- és érrendszeri megbetegedések száma Franciaországban alacsonyabb, mint más, átlagosan kevesebb zsírt fogyasztó országokban.) [78]. A flavonoidok csökkentik a fibrinogén és emelik a plazminogén koncentrációt, növelik a védő hatású HDL (High Density Lipoprotein), míg ezzel párhuzamosan csökkentik a káros LDL szintjét. A vörösbor azért tekinthető „funkcionális étel”-nek, mert a vizes, alkoholos folyadékból a flavonoidok nagyobb arányban szívódnak fel, mint más ételismiszerből [79]. Mindazonáltal valószínűsíthető, hogy Franciarszószágban nemcsak a vörösbor, hanem életmódbeli és genetikai különbségek is eredményezhetik a szív- és érrendszeri megbetegedések alacsonyabb gyakoriságát [80].

A flavonoidok hatásáról megállapították, hogy csontritkulásos, osteogenesises betegségekben helyreállítják a csontok fiziológiás anyagcseréjét, a cukorbetegségben szenvedőknél növelik az inzulintermelést, nőgyógyászati bántalmakban elősegítik az ösztrogénhormonok termelését, szerepet játszanak az Alzheimer-kór megelőzésében, és elősegítik a gyógyszerek felszívódását [81]. A kvercetin gátolja a húgysavképződéshez szükséges xantinoxidáz-enzim működését, ezzel hatékonyan csökkentheti a köszvény kialakulásának veszélyét [82].

MEGBESZÉLÉS

A funkcionális ételismiszerek kapcsán az ételismiszerek előállítás egy olyan új területről írtunk, amely technológiájának kidolgozása, a vásárlók részéről történő megismerése és elfogadása napjainkban is zajlik, ezért az előállítók és a fogyasztók együtt irányítják azokat a folyamatokat, amelyek a hagyományos ételismiszerek előállítás részei lesznek. E rövid közleményben természetesen csak érinteni tudtuk a funkcionális ételismiszerekkel kapcsolatos legfontosabb ismereteket, ezen belül azokat a definíciókat, amelyek leírják, hogy milyen feltételek teljesülése esetén tekinthető egy ételismiszerek funkcionálisnak, mi a funkcionális ételismiszerek fiziológiás hatása, melyek a funkcionális ételismiszerek gyártásának peremfeltételei, melyek a fogyasztók által támasztott követelmények a funkcionális ételismiszerekkel kapcsolatban. Röviden érintettük az ételismiszerek-biztonság és a törvényi szabályozás kérdéseit is.

Közleményünk második felében az ételismiszerek funkcionális komponensei mennyiségének növeléséről, a helyettesítésről, a dúsításról és a kiegészítésről írtunk. Ezen belül bővebben tárgyaltuk az ételismiszerek vitaminnal és ásványi anyaggal történő kiegészítését, a polifenolokkal és az esszenciális és egészségvédő zsírsavakkal történő dúsítását. Cikkünk terjedelmi korlátai nem tették lehetővé, hogy a tej bioaktív komponenseiről, azok kinyeréséről, dúsításáról és előállításáról, a bioaktív fehérjéről, lipidekről és szénhidrátokról, a prebiotikumokról, probiotikumokról és a szinbiotikumokról, valamint olyan funkcionális, vagy funkcionálissá tehető ételismiszerekről értekezzünk, mint a hús, a tojás, a szója, a különféle gabonák, zöldségek és gyümölcsök, a táplálkozási csírák és a vörösbor. Terveink szerint erre egy későbbi időpontban készített irodalmi összefoglalónkban lesz lehetőség.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

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

Functional foods

KEYWORDS: functional foods, dietary supplements, prebiotics, phytochemicals, ADI value, LDL and HDL cholesterol, functional food production technology, food safety, microrisk, fortification, restoration, enrichment, standardization, substitution, vitamins, microelements, micronutrients, deficiency diseases, polyphenols, flavonoids, essential fatty acids, polyunsaturated fatty acids (PUFAs), conjugated linoleic acids (CLAs).

SUMMARY

Functional foods are products that contain the ingredients in sufficient quantities, but have a greater impact on vital functions than traditional foods, contribute to the prevention of diseases, have a health protection effect, and thus overall they have a particularly beneficial effect on the human body. The key question in the production of functional foods is to determine what additional component should be added to the product so that the desired functional effect, especially supportive of life processes, can develop in the human body. Before being released for public consumption, the physiological effects of functional foods, the good manufacturing practice of the product, consumer needs, food safety related to functional foods and legal regulation should be clarified. The production of functional foods is a relatively new area where technology development and consumer acceptance are still taking place today, so producers and consumers can even co-manage processes that will be incorporated into traditional food production practices in a few years' time.

In the first half of our article, the basic concepts of functional foods are discussed, then the characteristic properties of some functional foods produced by supplementing foods with chemical substances are described. Due to the length limitations of the article, discussion of products manufactured with microbiological live cultures is planned for a later time.

INTRODUCTION

Functional foods are products that contain sufficient, generally above average, quantities of constituents that have an especially beneficial effect on one or more vital functions, contribute to mental well-being, and their regular consumption can reduce the risk of illnesses caused by malnutrition. In addition to having the energy content and nutritional value of traditional foods, they have a health protection effect [1].

In the scientific literature, foods that contain less than usual amounts of a certain ingredient are also called *functional*. Examples include reduced fat, carbohydrate or protein products.

Among functional foods, foods that contain drug active ingredients in amounts close to pharmaceutical formulations are called nutraceuticals. It is important

to note that, according to the current regulations in the European Union, nutraceuticals are considered dietary supplements. The term *medicinal product* cannot be used [2].

The *prebiotics* of *prebiotic* products, also considered functional foods, facilitate the growth of microorganisms that are beneficial to humans in the gastrointestinal tract, while at the same time reducing the number of harmful microorganisms, thereby facilitating the formation of a microbiome of more favorable composition in the gastrointestinal tract. *Probiotics* are cultures that contain living microorganisms. In the case of a certain group of probiotic foods, the culture itself is the raw material (carrier) of the food, while in other cases the active culture is added to the non-probiotic product subsequently [3, 4].

¹ University of Debreceni, Sapientia Hungarian University of Transylvania

² Sapientia Hungarian University of Transylvania

³ WESSLING Hungary Kft., Budapest

THE NECESSITY OF CONSUMING FUNCTIONAL FOODS – DEFICIENCY DISEASES

Among minerals, the deficiency of zinc, selenium, iron, iodine and calcium, while in the case of vitamins, that of vitamin A and D, as well as of folic acid is most common, but in corn-consuming societies, niacin deficiency is quite frequent as well. Thiamine deficiency is characteristic of rice-consuming populations, while scurvy due to vitamin C deficiency is typical in populations that consume small amounts of fresh fruits and vegetables [5]. Today, two billion people suffer from iron deficiency, 1.9 billion from iodine deficiency. Due to the lack of vitamin A, 250 million children of school age are at risk of blindness [6]. Deficiency diseases are most prevalent where the diet is based on cereals and legumes, and not enough food of animal origin is consumed, especially meat, as well as fresh fruits and vegetables. The low selenium and iodine content of foods, which can be observed in foods of both plant and animal origin, can be explained by the low concentration of these elements in the soil [83]. In the following, the importance of consuming functional foods will be illustrated with a brief summary of the characteristics of some deficiency diseases that occur because of shortcomings in the diet, without being exhaustive.

IRON DEFICIENCY AND ITS CONSEQUENCES

Roughly 30% of the world's population has iron deficiency (ID). One billion of them suffer from iron deficiency anemia (IDA), while the other billion people have iron deficiency without anemia. The latter is called latent iron deficiency (LID) or iron-deficient erythro-poiesis (IDE) in clinical terminology. In our body, 95% of the total iron is bound to hemoglobin and myoglobin. Significant amounts of iron are also present in the cytochrome and NADH dehydrogenase enzymes [8].

Some iron-containing enzymes are tools of the immune defense; iron deficiency leads to fatigue and weakness, the resistance to infections is reduced, work capacity is reduced, mortality is increased, babies are born with lower weight, the learning and perception ability of children is reduced. Significant sources of iron include meat and meat products, because they contain iron in a hem-bound form. The absorption of iron bound to hem practically not affected by food ingredients. However, the absorption of iron not bound to hem depends significantly on the oxidation state of iron and on food ingredients [9]. To reduce iron deficiency, flour, rice, fish and soy sauce, as well as corn supplemented with iron have been marketed, and also milk and dairy products with an increased iron content [10].

IODINE DEFICIENCY AND ITS CONSEQUENCES

Iodine deficiency due to shortcomings in the diet occurs almost all over the world. In Europe, roughly

60% of children had suffered from iodine deficiency until the use of iodinated salt became common practice. Iodine is an essential component of the hormones produced by the thyroid, which are necessary for the development of nerve tissue and the brain during intrauterine life and the postpartum period. Reduced iodine intake results in functional physiological disorders, which are generally referred to as iodine deficiency disorders. The condition due to a low iodine intake is exacerbated by the lack of selenium and iron, because both microelements are required for the synthesis of thyroid hormones. An obvious solution for iodine deficiency is the consumption of iodized salt. In addition to iodized salt, iodized water, various iodized sauces and iodized wheat flour can also serve as suitable sources of iodine for humans [11].

VITAMIN A DEFICIENCY AND ITS CONSEQUENCES

Among other things, vitamin A deficiency is responsible for the development of childhood blindness [12]. About 500,000 children become blind every year as a result of vitamin A deficiency, and 50% of them die within a year. Vitamin A is required for the development of rhodopsin, also called visual purple, the development of the visual system, retinoic acid is required in the bone marrow, for the development of myeloid cells that play an essential role in the functioning of the immune system, for growth, development and reproduction. In the case of a higher vitamin A intake, the excess amount is stored in the liver, from which it is released during a vitamin deficient diet, and becomes available to the metabolism of the body [13]. The most important sources of vitamin A are milk and dairy products, as well as liver. The vitamin A content of cereals and legumes is low, therefore, vitamin A deficiency is common in individuals whose diet is based on cereals and legumes. To satisfy vitamin A requirements, margarine and other vegetable oils and cooking oils supplemented with vitamin A are commonly used [14].

ZINC DEFICIENCY AND ITS CONSEQUENCES

Zinc is required for the functioning of about 100 enzymes involved in metabolism, growth, the development of the immune system, reproduction and the development of the nervous system. Zinc deficiency occurs primarily in the case of a diet based on cereals and legumes, coupled with low meat, milk and dairy product consumption. Nevertheless, supplementation of foods with zinc has not become a common practice [15].

CALCIUM DEFICIENCY AND ITS CONSEQUENCES

Calcium deficiency occurs in populations worldwide where there is no tradition of consuming milk and dairy products. The human body can regulate its own calcium content effectively. In the case of a deficiency, the required amount is replenished by the body from the bones. In children, a deficient

supply of calcium and vitamin D does not allow the development of strong bones, which can lead to osteoporosis later in life [16]. Depending on age, the daily calcium requirement of an adult is 1000 to 1200 mg, most of which can be covered by the consumption of milk and dairy products. Where milk and dairy product consumption is minimal, calcium deficiency can be expected [17].

Calcium absorption is closely related to optimal vitamin D intake, because where the vitamin D content of foods is low, calcium absorption disorders are common. Foods enriched with calcium and vitamin D help the young body reach the genetically determined maximum calcium content in the bones, which later reduces the risk of osteoporosis [18].

FOLIC ACID DEFICIENCY AND ITS CONSEQUENCES

Folic acid deficiency can occur in cases when foods made from refined ingredients are consumed or leafy vegetables are not consumed in sufficient quantities. Folates, as part of the vitamin B complex, contribute to the synthesis of coenzyme A in the body. In their absence, many biochemical processes can be inhibited in the human body [19]. Inadequate folic acid supply or problems in the folic acid metabolism can lead to an increase in the number of babies born with split spine, megaloblastic anemia, neurological degeneration, cancer and cardiovascular problems. Addition of folic acid to foods, especially flour, has significantly contributed to the reduction of diseases previously attributed to folic acid deficiency [19].

GENERAL CHARACTERIZATION OF FUNCTIONAL FOODS

The highly beneficial physiological effects and suitability of functional foods can be judged by the following criteria, among others [20]:

- Chemical and microbiological properties of added functional ingredients;
- Quantity of ingredients with a functional effect;
- Actual physiological effect of functional ingredients;
- Manufacturing technological steps of the products, critical points in the production process;
- Sensory properties of the foods enriched with functional ingredients;
- Food safety characteristics of the products (shelf life, risk and danger of overdose of ingredients).

Some common functional ingredients [21], [22]:

- Dietary fibers (water-insoluble and water-soluble dietary fibers);
- Natural compounds (phytochemicals), antioxidants, which may sometimes be

effective against the development of cancer (polyphenols, anthocyanins, low molecular weight organic compounds, vitamins);

- Microelements linked to the prosthetic group of metabolic enzymes;
- Polyunsaturated fatty acids (PUFAs), which are important components of the membranes of the nervous system, having a scavenger effect;
- Special proteins that serve to increase the nitrogen supply and to strengthen the skeletal system of individuals consuming the functional foods (e.g., bakery products can be enriched with milk, whey or casein, but enrichment with peptides is also used);
- Microbiological live cultures (with lactic acid bacteria, kefir fungi, etc.);
- Vitamins (water-soluble or fat-soluble vitamins).

There are several health protection components known that are produced from colostrum or milk, and are used to prevent or cure certain diseases [18].

Certain oligosaccharides may act as prebiotics, because they have a beneficial effect on the development of microorganisms living in the intestinal tract [23, 24]. Functional foods are often supplemented with vitamins. However, especially in the case fat-soluble vitamins, an overdose can be dangerous, therefore, when determining the dosage, knowing the consumption habits of the given food, only the amount of vitamin corresponding to the ADI value (ADI - Acceptable Daily Intake) should be added to the product in the technology. Natural sweeteners are often used in functional food products to replace energy-rich sugars (energy-depleted products) [25].

PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF FUNCTIONAL FOODS

By consuming functional foods, inhibition of oxidative (free radical) damage to the human body [26], an antimutagenic effect [27], an anticarcinogenic effect [28, 29, 30], a dietary fiber effect [31, 24], an immunomodulatory effect [18, 32], an estrogenic effect [33], an antioxidant effect [34], an antihypertensive effect [35, 26], an antiinflammatory effect on the pancreas [36] and an anti-allergenic effects [37] can be expected. To prevent heart and cardiovascular diseases, "heart-friendly" foods have been developed, which lower LDL cholesterol (LDL – Low Density Lipoprotein) levels, for example [38, 39].

SAFETY OF FUNCTIONAL FOODS, THEIR LEGAL STATUS

In the European Union, functional foods are subject to the same legal framework as traditional foods [40]. At the same time, the regulation regarding the details of the food economy is not yet fully uniform. Member

states also apply their own regulations, but the health claims that can be included on the food label are regulated uniformly in the Union [41]. Standardization regarding functional foods is currently under way. In Hungarian supervision, the National Institute of Pharmacy and Nutrition (OGYÉI) plays a central role. Currently, OGYÉI performs professional coordination and expert tasks in the field of dietary supplements and formulas. The Hungarian legal system is governed by decree 37/2004 of the former Ministry of Health, Social and Family Affairs [42]. Supervision of the food chain (composition, safety, documentation, labeling, manufacture, distribution, etc.) is within the competence of NÉBIH and the county government offices.

Food quality is the sum of those properties of food that make it suitable for meeting the requirements prescribed by the law and the demands of the customers. It is a basic requirement that the consumption of the food is not accompanied by a risk that exceeds acceptable levels. Accordingly, foods whose long-term consumption does not present a detectable health risk can be considered safe. At the same time, the existence of foods that can be consumed *completely risk-free* is physically inconceivable, but the harm caused by foods intended for public consumption must not be greater than four times the *microrisk* level accepted by society, also supported by laws. A microrisk represents a damaging effect that causes an additional death in a population of one million in case of a lifetime consumption [43].

Examination of the effect of functional foods of different compositions, the food safety obligation of the products is always the responsibility of the manufacturer and/or the distributor [44]. Newly developed products are generally tested to determine what the risks of an overdose are, whether the added functional ingredient exerts the desired nutritional physiology effect, whether there is a risk that the ingredients and the components of normal foods are toxic, and what the likelihood is of unwanted cross-reactions.

MANUFACTURING TECHNOLOGY AND SAFETY OF FUNCTIONAL FOODS

PRODUCTION OF FUNCTIONAL FOODS BY FOOD SUPPLEMENTATION

Supplementing foods with various micronutrients goes back to several centuries. In the old days, to cure iron deficiency, iron nails were pushed into an apple, for a greater calcium intake corn was soaked in lime water, and salt was supplemented with iodine to prevent goiter [45]. Margarine was supplemented with vitamin A to try to eliminate vitamin A deficiency, wheat flour was supplemented with thiamine, niacin and iron [46], and calcium supplemented flour was also marketed [47].

Increasing the amount of functional ingredients in foods

The addition of functional ingredients in accordance with good manufacturing practice should not alter the sensory properties of the food.

The research team at the University of Debrecen added the amino acid lysine to wheat flour to treat the essential amino acid deficiency resulting from nutritional deficiencies. The amino acid supplementation increased the nutritional biology value of the product, and the sensory properties of products baked from flour containing no more than 1.5% added lysine did not change [48].

In addition to well-known supplements (iodized salt, supplementation of margarine with vitamins A and D, or the restoration or fortification of flour), methods have been developed for the prevention of rickets by increasing the vitamin D content of milk. Niacin, thiamine and folic acid were added to flour to prevent beriberi and pellagra, and iron was added to wheat flour to prevent anemia. In developing countries, the most important staple foods are supplemented primarily with vitamins and minerals (micronutrients). Foods made from potatoes, cereals and fruits are supplemented with micronutrients, microelements and vitamin C. Of micronutrients, the effect of folic acid supplementation on human health has been studied most often. It was found that a folic acid-deficient diet could increase the proportion of babies born with a split spine, so foods made from cereals were supplemented with folic acid in the United States. The consumption of such foods with an increased folic acid content has been recommended to pregnant mothers [49].

Folic acid supplementation has led to vitamin B₁₂ deficiency in elderly people. It follows that supplementation with a micronutrient may occasionally cause the deficiency of another functional ingredient. Thus, in addition to the beneficial effect, supplementation may also have harmful consequences [50].

Replacing certain components of foods

It is difficult to replace whole milk and dairy products with other, low-fat food ingredients in products intended for consumers who require a low-fat diet. The reason for this is that whole milk contains significant amounts of fat-soluble vitamins, and the removal of fat also removes considerable amounts of the vitamins in the technology. The situation is similar in the case of meat replacement with a plant-based raw material, such as soy. In both cases, to maintain the amount of fat-soluble vitamins, vitamin, mineral and essential amino acid supplements should be used [51]. When margarines replacing fat have gained acceptance, they were supplemented with vitamins A and D, as well as carotene.

Enrichment and supplementation of the functional components of foods

Enrichment results in a special product that contains significant amounts of one or more food components and is targeted at a narrow group of consumer populations. The most well-known enriched products are multivitamins, vitamins mixed with minerals, and capsules containing various amounts of vitamin C. These supplements are consumed for safe nutrition and for therapeutic purposes. In some cases, consumers also expect a pronounced healing effect from these products. In the case of elderly people, to prevent osteoporosis, dietary supplements containing mainly calcium and vitamin D should be used.

Enrichment and supplementation of foods with vitamins

Vitamins are among the less stable food components. Stability varies with the type of vitamin; there are more stable vitamins (niacin) and there are less stable ones (vitamin B₁₂). The stability of vitamins is mainly influenced by the temperature, humidity, oxygen, light, pH, the presence of oxidation and reduction components, the presence of heavy metal ions (copper, iron), the amount of sulfur dioxide, the presence of other vitamins, or the combination of the above effects. The most important of these factors are temperature, humidity, oxygen, pH and light. Particularly high levels of vitamin loss can be expected where a significant heat treatment is applied. Vitamin content may also change from time to time [52]. Adhering to the declared vitamin content is difficult, because vitamins decompose with different dynamics. On the product label, their vitamin content should be indicated with this in mind: the vitamin content should not exceed the relevant ADI value on the first day out of the plant, but the vitamin content necessary for functionality should still exist on the date of expiration [53, 54].

Vitamins can also react with each other in the finished products, which can result in decomposition. Research on liquid multivitamin preparations has shown about 13 vitamins that their interactions accelerate the decomposition of other vitamins. The most important of these were ascorbic acid, thiamine, riboflavin and cyanocobalamin. Ascorbic acid increases the instability of folic acid and cyanocobalamin, thiamine increases the instability of folic acid and cyanocobalamin, while riboflavin increases the instability of thiamine, folic acid and ascorbic acid. Vitamins may also reduce or increase the solubility of other vitamins [55]. The vitamin content of foods decreases as a result of irradiation, the extent of which is clearly related to the intensity of the irradiation. Exposure to an irradiation of 3 to 10 kGy in the presence of air already may result in vitamin loss, which increases further during storage. Of fat-soluble vitamins, vitamins A, E and K are sensitive to

irradiation, while of water-soluble vitamins, thiamine is the most sensitive, niacin, riboflavin and vitamin D are not sensitive to it [56].

Polyphenols to develop antioxidant properties of foods

Polyphenols, also known as flavonoids, are the secondary metabolic products of plants, of which more than six thousand have been identified to date [57]. The intense antioxidant properties of these molecules are provided by the hydroxyl groups attached to the phenolic ring. Based on their structure, flavonoids can be divided into six groups: flavonols, flavones, catechins, flavonones, anthocyanidins and isoflavones. These compounds, as antioxidants, are capable of modifying the activity of key enzymes, they possess vasodilatory, antitumor, antiinflammatory and immune-enhancing effects. The most important flavonoid sources are fruit juices, coffee, tea, red wine, onions, apples and berries, black currant and blueberries. The main flavonoids present in foods are catechin and catechin gallates, as well as quercetin and campferol, and their glycosides [84].

Food supplementation with carotenoids

Carotenoids are a large group of plant pigments. Their color may vary from yellow to red in nature. Foods contain approximately 50 to 60 different carotenoids. β -Carotene is the provitamin of vitamin A, from which the body can synthesize two molecules of vitamin A with the help of the carotenase enzyme. Food supplementation with β -carotene has a long history, for example, fruit juices have been supplemented with β -carotene for a long time, so previously carotenoids were mostly used as food colorants. Of the many carotenoids, the most important are β -carotene, α -carotene, β -cryptoxanthin, lutein, which is not a provitamin of vitamin A, zeaxanthin and lycopene [58].

The health effect of carotenoids is attributed to their outstanding antioxidant effect. β -Carotene is converted into two molecules of vitamin A, lutein and zeaxanthin contribute to the healthy functioning of the eye, and lycopene can help in the prevention of prostate cancer. The amount of added carotene is primarily determined by the desired color and its health efficiency. Nowadays, β -carotene and lycopene are widely used in the food industry for coloring foods. β -Carotene is used in large quantities for coloring margarines, butter, cheese, yogurt and ice cream, it is also used in bakery products, soups, sauces, salad dressings and desserts, and is used in large quantities in the production of multivitamin drinks [59].

Food supplementation with oils containing essential fatty acids

Some lipids have been shown to have health effects and occasionally they are essential for the human

body. They include steroids that lower LDL cholesterol levels (their chemical structure showing a high degree of similarity to the structure of cholesterol), and certain fatty acids that possess antiinflammatory effects. Plant steroids are very similar to cholesterol in their chemical structure. Their most important representatives are sitosterol, campesterol and stigmasterol. Plant stanols are saturated plant sterols that contain no double bonds in the steroid rings. Plant steroids have no effect on HDL cholesterol levels, but as they improve the LDL/HDL ratio, they have a health effect [60].

Polyunsaturated fatty acids

The term polyunsaturated fatty acid (PUFA) is used for all fatty acids that contain at least two unsaturated bonds. Among them, linoleic acid (C18:2) and linolenic acid (C18:3) are essential for humans, because our bodies cannot produce them, and at the same time they are indispensable for the construction of the nervous system and cell membranes in general. From both fatty acids, the body produces hormone-like eicosanoid compounds, among other things, that modulate the cardiovascular, respiratory and immune systems, as well as reproductive functions, and play a key role in preventing inflammation [61]. The synthesis of eicosanoids in the human body depends on the type of available fatty acids, therefore, the ω -3/ ω -6 ratio of the foods consumed determines the amount of eicosanoids that can be produced from them [62]. Some authors believe that the 4:1 ω -3/ ω -6 ratio is optimal for the human body, but ratios of 7:1 and 14:1 have been measured in several countries, which are far from optimal [63].

Sources of polyunsaturated fatty acids

The optimal raw materials for supplementing with PUFA are various vegetable oils, such as primrose oil and linseed oil, characterized by a typical ω -3/ ω -6 ratio. Fish oils contain particularly high amounts of eicosapentaenoic acid (EPA – C20:5 n-3) and docosahexaenoic acid (DHA – C22:6 n-3). In general, vegetable oils contain many n-3 PUFA fatty acids in the form of linolenic acid [64]. Since it is the same enzyme system that converts linoleic acid and linolenic acid into longer chain unsaturated fatty acids, the two fatty acids act as competitive inhibitors of each other, therefore, only a part of linolenic acid is capable of being converted into EPA and arachidonic acid [65]. The main sources of EPA and DHA are fish oils, which are the “byproducts” of fish meal production. The fatty acid composition of fish oil depends on the composition of the feed consumed by the fish, so there may be significant differences in the fatty acid composition of fish oils coming from different locations. The EPA content of fish oils ranges from 5 to 18%, while their DHA content is between 6 and 13%. Marine microalgae appear to be the best sources of n-3 fatty acids, because they are able to accumulate long chain n-3 fatty acids in their bodies [66].

Conjugated linoleic acids

Conjugated linoleic acids (CLA) also contain two double bonds, but they are in conjugated positions in the molecule. CLA reduces fat storage after meals, reduces the total amount of fat cells, and increases the involvement of fats in energy-producing processes [67]. CLA compounds also have an immunomodulatory effect, they influence the immune response of the cells to vaccines, the body's cytokine levels, and thus may play a role in the treatment of inflammations. Of the many CLA isomers, the *cis*-9,*trans*-11 and *trans*-10,*cis*-12 isomers possess significant biological activities. Commercially available CLA products are made from safflower oil, containing both isomers in 50% ratios [7].

Technological aspects of lipids

In the production of CLA, it is a basic requirement that the isomers with biological activity are produced in the highest concentrations. Products that contain large amounts of unsaturated fatty acids are susceptible to oxidation, therefore, antioxidants, such as tocopherol mixtures, ascorbyl palmitate, rosemary extract or citric acid are often used in these products. The basic compounds of lipid oxidation are fatty acids containing double bonds. The more double bonds there are in a molecule, the more susceptible it will be to oxidation, thus DHA is five times more susceptible to oxidation than linoleic acid. Autooxidation is started by initiators, resulting in the formation of free radicals localized on carbon atoms from the unsaturated fatty acids. After further decomposition, they form volatile or non-volatile secondary products [68].

Volatile components include aldehydes, ketones, alcohols and certain hydrocarbons, which are responsible for the development of rancid odor and taste. Photooxidation is a non-radical reaction that leads to the formation of hydroperoxides and volatile components, such as those formed in the radical reactions. Chlorophyll, riboflavin and hem proteins are photosensitizing compounds in foods. In some cases, lipid oxidation can be prevented by the administration of antioxidants. Primary antioxidants are also called free radical scavengers, because they stop radical reactions by the neutralization of free radicals. Artificially produced antioxidants are phenolic compounds, such as BHA (butylhydroxyanisole), BHT (butylhydroxytoluene) and propyl gallate, while tocopherols and plant polyphenols are natural antioxidants [2, 69].

Due to the chemical properties described above, the sensitivity of the compounds must be taken into account in the manufacturing technology. Heat treatment parameters (temperature, holding time) of dietary supplements have to be adjusted carefully. Occasionally, the oxygen in the air should be excluded from the technological process.

Food supplementation with lipids that possess biological activity

Long chain PUFAs and CLAs are usually added to foods in an esterified form after deodorization. It is always advisable to add an emulsifier to oils, which increases dispersion, provides stability to the food, and prevents the separation of the different phases. Generally, a homogenization step is also included in the manufacturing process to reach the necessary degree of dispersity and stability [68]. To facilitate the addition of functional lipid components, various spray-dried products have been prepared which can be mixed easily and homogeneously in aqueous media. Sterols in their original state are difficult to disperse uniformly in an aqueous medium, because these compounds are highly hydrophobic and, after simple mixing, they separate immediately from the aqueous medium [69].

Today, sterol-supplemented drinks and cereals are the most popular among the consumers in the United States. Also popular are small volume milk drinks, 100 grams of which contain 2 to 3 g of plant sterols. Also readily consumed are yogurt, milk, milk powder and spreadable cheeses supplemented with plant sterols [70]. In recent years, dietary supplements for infants and elderly people have been manufactured and marketed with PUFAs, eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA). In addition to milk and dairy products, numerous so-called omega breads are available commercially, in which the PUFA concentration is 80 mg/100 g on average [71].

Flavonoids as functional food components

Flavonoids are the secondary metabolic products of plant metabolism, and they are found primarily in the skin, seed and stalk of the fruits. As pigments, they play a role in the protection against UV light, microorganisms and other plant pests, in the regulation of enzyme reactions, and also have a signaling function for nitrogen-binding bacteria. In foods they are coloring agents, flavor components and antioxidants. In their basic skeleton, the aglycone is attached to a sugar molecule, so flavonoids are actually glycosides. Flavonoids are 1,3-diphenylpropane, isoflavonoids are 1,2-diphenylpropane and neoflavonoids are 1,1-diphenylpropane derivatives, and this group also includes anthocyanidine, cyanidine, anthocyanin and cyanin [72].

Characteristic representatives of the flavonol group are catechins, of proanthocyanidins are oligomeric catechins, of flavones are quercetin and campferol, of biflavones are amentoflavone and bilobetin, of flavonones are hesperidine and naringin, of flavononols is taxifoline, of anthocyanins are cyanidine, delphinidin, malvidin and petunidin, of flavonolignans is silmarin, and of isoflavones are genistein and daidzein [73].

In 2001, the flavonoid consumption in Hungary was 18.8 mg/person/day (0.5-309.7 mg) for adults and 19.5 mg/person/day (0-179.3 mg) for children, while the recommended intake is 1,000 mg/person/day. The above data show that in Hungary the consumption of vegetables and fruits is far below the desired level [1].

Absorption and metabolism of flavonoids

The absorption of flavonoids depends on their chemical structure, the size of the molecule, the degree of polymerization, glycosidation and the solubility of the compounds. Flavonoid-type molecules are generally poorly absorbed, only 0.2 to 0.5 percent of the total amount consumed is utilized by the body [74]. These molecules are transformed by decarboxylation, demethylation, the saturation of the double bonds, and then the aglycons are absorbed through the small intestine. Glycosides must be hydrolyzed prior to absorption, but the β -glucosidase enzyme is absent in humans, so glycosides are hydrolyzed by the microbiome of the colon, then the metabolites reach the liver through the bloodstream where they are methylated and sulfonated, then they reach the kidneys with the blood and excreted in the urine [75].

The most important biochemical properties of flavonoids are the antioxidant effect by capturing free radicals, the antiinflammatory effect, the antiasthma and antiallergic effect, modification of enzyme activation, usually their inhibition, the antiviral and antibacterial effect, estrogen activity, the effect influencing mutagenesis and carcinogenesis, the hepatoprotective effect, and the effect on the functioning of the blood vessel system [76].

Based on our current knowledge, malignant tumors cannot be prevented by any diet or the consumption of any dietary supplement, but the risk of these diseases is lower in those populations that consume large amounts of fruits and vegetables [77].

In Mediterranean countries, the number of people suffering from cardiovascular disease is smaller, which is believed to be due to the flavonoid content of the red wine consumed (French paradox: despite the high fat French diet, the number of cardiovascular diseases in France is lower than in other countries that consume less fat on average.) [78]. Flavonoids reduce the fibrinogen concentration and increase the plasminogen concentration, increase the levels of protective HDL (High Density Lipoprotein), while reducing the levels of harmful LDL. Red wine can be considered a "functional food", because flavonoids are absorbed to a higher degree from an aqueous, alcoholic liquid than they do from other foods [79]. Nevertheless, it is likely that the lower incidence of cardiovascular diseases in France is not only the result of red wine consumption, but also of lifestyle and genetic differences [80].

Flavonoids have been found to restore bone physiological metabolism in the case of osteoporosis and osteogenesis disorders, to increase insulin production in diabetic patients, to promote estrogen hormone production in the case of gynecological problems, to play a role in the prevention of Alzheimer's disease, and to promote the absorption of drugs [81]. Quercetin inhibits the functioning of the xanthin oxidase enzyme required for uric acid formation, thereby effectively reducing the risk of developing gout [82].

DISCUSSION

In connection with functional foods, we intended to write about a new area of food production whose technology is still being developed, made known and accepted by customers these days, that is why producers and consumers together manage the processes that will be part of traditional food production. Naturally, in this brief communication we could only touch on the most important knowledge regarding functional foods, including definitions describing the conditions under which a food can be considered functional, the physiological effects of functional foods, the basic conditions of the production of functional foods, and consumer requirements for functional foods. We also briefly touched upon the issues of food safety and legal regulation.

In the second half of our article, we have written about increasing the amount of functional components of food, about substitution, enrichment and supplementation. Within this part, we discussed in more detail the supplementation of foods with vitamins and minerals, and their enrichment with polyphenols and essential and health-enhancing fatty acids. The length limitations of our article did not allow us to discuss the bioactive components of milk, their extraction, enrichment and production, bioactive proteins, lipids and carbohydrates, prebiotics, probiotics and synbiotics, as well as functional foods or foods that can be made functional such as meat, eggs, soy, various cereals, fruits and vegetables, nutritional sprouts and red wine. According to our plans, these will be covered in a literature review at a later date.

ACKNOWLEDGEMENT

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

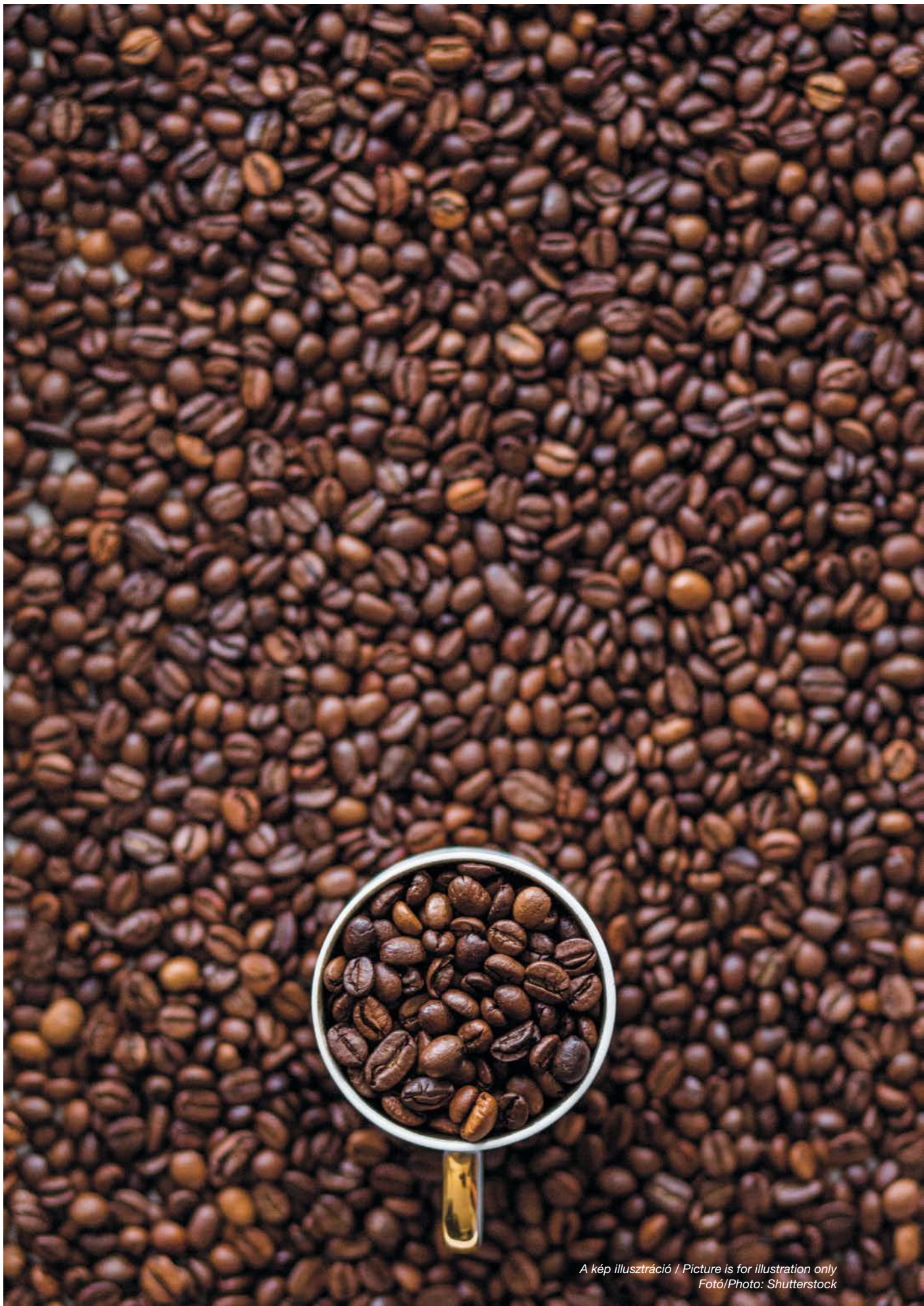
REFERENCES

- [1] Csapó J., Albert Cs., Csapóné Kiss Zs. (2015): *Funkcionális élelmiszerek*. Scientia Kiadó, Kolozsvár. 1-180.
- [2] Csapó J., Albert Cs. (2017): *Funkcionális élelmiszerek*. Debreceni Egyetem Kiadó. Debrecen University Press. 1-354.
- [3] Shahidi F. (2009): Nutraceuticals and functional foods: whole versus processed foods. *Trends in Food Science and Technology* **20** (9) 376-387.
- [4] Gibson G.R., Saavedra J.M., Macfarlane S., Macfarlane G.T. (1996): *Probiotics and intestinal infection*. In: Probiotics: Therapeutic and other beneficial effects. (Eds.: Fuller R.) Chapman and Hall, London. 10-39.
- [5] Prokisch J. (2010): *Funkcionális élelmiszerek hatóanyagai. I. Vitaminok*. Center Print Kft, Debrecen. 1-59.
- [6] Cook J.D., Skikne B.S., Baynes R.D. (1994): *Iron deficiency: the global perspective*. In: Progress in iron research. (Eds.: Hershko C., Konijn A.N., Aisen P.) Plenum Press, New York. 219-228.
- [7] Csapó J., Vargáné Visi É. (2014): Fermented foods and health. 4. Conjugated linoleic acid (CLA) production in fermented foods. *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition* 75-105.
- [8] Looker A.C., Dallman P.R., Carroll M.D., Gunter E.W., Johnson C.L. (1997): Prevalence of iron deficiency in the United States. *Journal of the American Medical Association* **277** (12) 973-976.
- [9] West A.R., Oates P.S. (2008): Mechanism of heme iron absorption: Current questions and controversies. *World Journal of Gastroenterology* **14** (26) 4101-4110.
- [10] Lee S.H., Song K.B. (2009): Purification of iron-binding non-peptide from hydrolysates of porcine blood plasma protein. *Process Biochemistry* **44** 378-381.
- [11] Vitti P., Rago T., Aghini-Lombardi F., Pinchera A. (2001): Iodine deficiency disorders in Europe. *Public Health Nutrition* **4** (2) 529-535.
- [12] Gilbert C., Foster A. (2001): Childhood blindness in the context of VISION 2020 – The Right to Sight. *Bulletin of the World Health Organization* **79** (3).
- [13] Senoo H., Yoshikawa K., Morii M., Imai K., Mezaki Y. (2010): Hepatic stellate cell (vitamin A storing cell) and its relative - past, present and future. *Cell Biology International* **34** (12) 1247-1272.
- [14] Palace V.P., Khaper N., Qin Q., Singal P.K. (1999): Antioxidant potentials of vitamin A and carotenoids and their relevance to hearth disease. *Free Radical Biology and Medicine* **26** 746-761.

- [15] Jayawardena R., Ranasinghe P., Galappatthy P., Malkanthi P., Constantine R.G., Katulanda P. (2012): Effect of zinc supplementation on diabetes mellitus, a systematic review and meta analysis. *Diabetology and Metabolic Syndrome* **4** 13.
- [16] Nordin B.E. (1997): Calcium and osteoporosis. *Nutrition*. **7-8** 664-686.
- [17] Manango K.M., Walsh S.J., Insogna K.L., Kenny A.M., Kerstetter J.E. (2011): Calcium intake in the United States from dietary and supplemental sources across adult age groups: New estimates from the national health and nutrition examination survey: 2003–2006. *Journal of the American Dietetic Association* **111** (5) 687-688.
- [18] Walker G., Cai F., Shen P., Reynolds C., Ward B., Fone C., Honda S., Koganei M., Oda M., Reynolds E. (2006): Increased remineralisation of tooth enamel by milk containing added casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Journal of Dairy Research* **73** 74-78.
- [19] Ifergan I., Assaraf Y.G. (2008): Molecular mechanism of adaptation to folate deficiency. *Vitamins and Hormones* **79** 99-143.
- [20] Farnworth E.R. (2005): The beneficial effects of fermented foods: potential probiotics around the world. *Journal of Nutraceuticals, Functional and Medical Foods* **4** 3-4.
- [21] Hilliam M. (2000): Functional food – How big is the market? *The World Food Ingredients* **12** 50-52.
- [22] Higdon J.V., Frei B. (2003): Tea catechins and polyphenols: Health effects, metabolism, and antioxidant functions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **43** 89-143.
- [23] Barreteau H., Delattre C., Michaud P. (2006): Production of oligosaccharides as promising new food additive generation. *Food Technology and Biotechnology* **44** 323-333.
- [24] Mussamatto S.I., Mancilha I.M. (2007): Non digestive oligosaccharides: a review. *Carbohydrate Polymers* **68** 587-597.
- [25] Holdt S.L., Kraan S. (2011): Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology* **23** 543-597.
- [26] Sheela C.G., Kumud K., Augusti K.T. (1995): Anti-diabetic effect of onion and garlic sulfoxide amino acids in rats. *Planta Medica* **61** 356-357.
- [27] Amagase H., Milner J.A. (1993): Impact of various source of garlic and their constituents on 7,12-dimethylbenz(a)anthracene binding to mammary cell DNA. *Carcinogenesis* **14** 1627-1631.
- [28] Block G., Patterson B., Subar A. (1992): Fruit, vegetables and cancer prevention: A review of the epidemiologic evidence. *Nutrition and Cancer* **18** 1-29.
- [29] Dorant E., Van-den-Brandt P.A., Goldbohm R.A, Hermus R.J., Sturmans F. (1993): Garlic and its significance for prevention of cancer in humans: A critical view. *British Journal of Cancer* **67** 424-429.
- [30] Femia A.P., Luceri C., Dolaro P., Biggeri A., Salvadori M., Clune Y., Collins K.J., Paglierani M., Caderni G. (2002): Antitumorogenic activity of the prebiotic inulin enriched with oligofructose in combination with the probiotics *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium lactis* on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats. *Carcinogenesis* **23** (11) 1953-1960.
- [31] Manthey F.A., Hareland G.A., Huseby D.J. (1999): Soluble and insoluble fiber content and composition in oat. *Cereal Chemistry* **76** (3) 417-420.
- [32] Nakamura Y., Nosaka S., Suzuki M., Nagafuchi S., Takahashi T., Yajima T., Takenouchi-Ohkubo N., Iwase T., Mora I. (2004): Dietary fructooligosaccharide up-regulate immunoglobulin A response and polymeric immunoglobulin receptor expression in intestines of infant mice. *Clinical Experimental Immunology* **137** (1) 52-58.
- [33] Doerge D.R., Sheehan D.M. (2002): Goitrogenic and estrogenic activity of soy isoflavones. *Environmental Health Perspectives* **110** (3) 349-353.
- [34] Kasote D.M., Hegde M.V., Desmukh K.K. (2011) Antioxidant activity of phenolic components from n-butanol fraction (PC-BF) of defatted flaxseed meal. *American Journal of Food Technology* **6** (7) 604-612.
- [35] Cicero A.F.G., Gerocarni B., Borghi C. (2011). Blood pressure lowering effect of lactotripeptides assumed as functional foods: a meta-analysis of current available clinical trials. *Journal of Human Hypertension* **25** 425-436.
- [36] Banerjee B., Baghci D. (2001): Beneficial effect of a novel IH636 grape seed proanthocyanidin extract in the treatment of chronic pancreatitis. *Digestion* **63** (3) 203-206.
- [37] Isolauri E., Salminen S., Mattila-Sandholm T. (1999): New functional foods in the treatment of food allergy. *Annals of Medicine* **31** (4) 299-302.
- [38] Fiordaliso M., Kok N., Desager J.P., Goethals F., Deboyser D., Robertfroid M., Delzenne N. (1995): Dietary oligofructose lowers triglycerides, phospholipids and cholesterol in serum and very low density lipoproteins of rats. *Lipids* **30** (2) 163-167.

- [39] Delzenne N.M., Kok N. (2001): Effects of fructan-type prebiotics on lipid metabolism. *American Journal of Clinical Nutrition* **73** (2) 456-458.
- [40] Az Európai Parlament és a Tanács 178/2002/EK rendelete (2002. január 28.) az élelmiszerjog általános elveiről és követelményeiről, az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság létrehozásáról és az élelmiszerbiztonságra vonatkozó eljárások megállapításáról. – Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety.
- [41] Az Európai Parlament és a Tanács 1924/2006/EK rendelete (2006. december 20.) az élelmiszerekkel kapcsolatos, tápanyagösszetételre és egészségre vonatkozó állításokról. – Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on Nutrition and Health Claims Made on Foods.
- [42] 37/2004. (IV. 26.) ESZCsM rendelet az étrendkiegészítőkről.
- [43] Hammond B.G., Jez J.M. (2011): Impact of food processing on the safety assessment for proteins introduced into biotechnology-derived soybean and corn crops. *Food and Chemical Toxicology* **49** (4) 711-721.
- [44] 1993. évi X. törvény a termékfelelősségről.
- [45] Zimmermann M.B., Zeder C., Chaouki N., Saad A., Torresani T., Hurrell R.F. (2003) Dual fortification of salt with iodine and microcapsulated iron: a randomized, double-blind, controlled trial in Moroccan schoolchildren. *American Journal of Clinical Nutrition* **77** (2) 425-432.
- [46] Klemm R.D.W., West K.P., Palmer A.C., Johnson Q., Randall P., Ranum P., Northrop-Clewes C. (2010): Vitamin A fortification of wheat flour: considerations and current recommendations. *Food and Nutrition Bulletin* **31** (1) S47-61.
- [47] Romanchic-Cerpovicz J.E., McKemie R.J. (2007): Fortification of all-purpose wheat flour with calcium lactate, calcium carbonate, or calcium citrate is acceptable. *Journal of the American Dietetic Association* **107** (3) 506-509.
- [48] Albert Cs., Gombos S., Salamon R.V., Prokisch J., Csapó J. (2017): Production of highly nutritious functional food with the supplementation of wheat flour with lysine. *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria* **10** 1-20.
- [49] Crider K.S., Bailey L.B., Berry R.J. (2011): Folic acid fortification – Its history, effect, concerns, and future. *Nutrients* **3** (3) 370-384.
- [50] O'Leary F., Samman S. (2010) Vitamin B₁₂ in health and disease. *Nutrients* **2** (3) 299-316.
- [51] Bucci L.R., Unlu L. (2000): *Protein and amino acid supplements in exercise and sport*. In (Eds.: Wolinsky I., Driskell J.A.) Energy yielding macronutrients and energy metabolism in sport nutrition. CRC Press, FL. 191-212.
- [52] Molto-Puigmarti C., Permanyer M., Castellote A.I., López-Sabater M.C. (2011): Effects of pasteurization and high-pressure processing on vitamin C, tocopherols and fatty acids in mature milk. *Food Chemistry* **124** (3) 697-702.
- [53] Csapó J., Albert Cs., Prokisch J. (2017): The role of vitamins in the diet of the elderly. I. Fat-soluble vitamins. *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria* **10** 127-145.
- [54] Csapó J., Albert Cs., Prokisch J. (2017): The role of vitamins in the diet of the elderly. II. Water-soluble vitamins. *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria* **10** 146-166.
- [55] Abudu N., Miller J.J., Attaelmannan M., Levinson S.S. (2004): Vitamins in human arteriosclerosis with emphasis on vitamin C and vitamin E. *Clinica Chimica Acta* **339** (1-2) 11-25.
- [56] Eidelman R.S., Hollar D., Hebert P.R. (2004): Randomized trials of vitamin E in the treatment and prevention of cardiovascular disease. *Archives of Internal Medicine* **164** 1552-1556.
- [57] Scalbert A., Williamson G. (2000): Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *The Journal of Nutrition* **130** 2073-2085.
- [58] Kurilich A.C., Juvik J.A. (1999): Quantification of carotenoids and tocopherol antioxidants in Zea mays. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **47** (5) 1948-1955.
- [59] Mozaffarieh M., Sacu S., Wedrich A. (2003): The role of the carotenoids, lutein and zeaxanthin, in protecting against age-related macular degeneration: a review based on controversial evidence. *Nutrition Journal* **2** (1) 20-28.
- [60] Howard B.V., Hannah J.S., Heiser C.C., Jablonski K.A., Paidi M.C., Alarif L., Robbins D.C., Howard W.J. (1995): Polyunsaturated fatty acids results in greater cholesterol lowering and less triacylglycerol elevation than do monosaturated fatty acids in a dose-response comparison in a multiracial study group. *American Journal of Clinical Nutrition* **62** (2) 392-402.
- [61] Shahar E., Folsom A.R., Melnick S.L. (1994): Dietary ω -3 polyunsaturated fatty acids and smoking-related chronic obstructive pulmonary disease. *New England Journal of Medicine* **331** 228-233.
- [62] Gogos C.A., Ginopoulos P., Sals B. (1998): Dietary omega-3 polyunsaturated fatty acids plus vitamin E restore immunodeficiency and prolong survival for severely ill patients with generalized malignancy. *Cancer* **82** 395-402.

- [63] Christensen J.H. (2011): Omega-3 polyunsaturated fatty acids and heart rate variability. *Frontiers in Physiology* **2** 84.
- [64] Moffat C.F., McGill A.S., Hardy R., Anderson R.S. (1993): The production of fish oils enriched in polyunsaturated fatty acids containing triglycerides. *Journal of the American Oil Chemistry Society* **70** 133-138.
- [65] Gibson R.A., Muhlhausler B., Makrides M. (2011): Conversion of linoleic acid and alpha-linolenic acid to long-chain polyunsaturated fatty acids (LCPUFAs), with focus on pregnancy, lactation and the first 2 years of life. *Maternal and Child Nutrition* **2** 17-26.
- [66] Salamon R.V., Lóki K., Salamon Sz., Sára P., Albert B., Mándoki Zs., Csapó-Kiss Zs., Győri A., Győri Z., Csapó J. (2007): Changes in the fatty acid composition of different milk products caused by different technology. *Agriculture* **13** (1) 189-191.
- [67] Lehnen T.E., da Silva M.R., Camacho A., Marcadenti A., Lehnen A.M. (2015): A review on effect of conjugated linoleic fatty acid (CLA) upon body composition and energetic metabolism. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **12** 36.
- [68] Salamon R., Varga-Visi É., Sára P., Csapó-Kiss Zs., Csapó J. (2006): The influence of the season on the fatty acid composition and conjugated linoleic acid content of the milk. *Krmiva* **48** (4) 193-200.
- [69] Salamon R.V., Lóki K., Salamon Sz., Albert B., Sára P., Győri A., Győri Z., Csapó-Kiss Zs., Csapó J. (2007): Changes in fatty acid composition of foodstuffs during conventional and microwave heat treatment. *Krmiva* **49** (1) 23-28.
- [70] Kris-Etherton P.M., Harris W.S., Appel L.J. (2002): AHA Scientific Statement: Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Circulation* **106** 2747-2757.
- [71] Reisman J., Schachter H.M., Dales R.E. (2006): Treating asthma with omega-3 fatty acids: Where is the evidence? A systematic review. *BMC Complementary and Alternative Medicine* **6** 26.
- [72] Agati G., Azzarello E., Pollastri S., Tattini M. (2012): Flavonoids as antioxidants in plants: Location and functional significance. *Plant Science* **196** 67-76.
- [73] Peterson J., Dwyer J. (1998): Flavonoids: Dietary occurrence and biochemical activity. *Nutrition Research* **18** (12) 1995-2018.
- [74] Thilakarantha S.H., Rupasinghe H.P.V. (2013): Flavonoid bioavailability and attempts for bioavailability enhancement. *Nutrients* **5** (9) 3367-3387.
- [75] Knekt P.J., Kumpulainen R., Jarvinen H. (2002): Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *American Journal of Clinical Nutrition* **76** 560-568.
- [76] Pietta P.G. (2000): Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products* **63** (7) 1035-1042.
- [77] Rice-Ewans C.A., Miller N.J., Bolwell P.G., Bramley P.M., Pridham J.B. (1995): The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radical Research* **22** 375-383.
- [78] Miesan K.H., Mohamed S. (2001): Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **49** 3106-3112.
- [79] Christie S., Walker A.F., Hicks S.M., Abeyasekera S. (2004): Flavonoid supplement improves leg health and reduces fluid retention in premenopausal women in a double blind, placebo-controlled study. *Phytotherapy* **11** 11-17.
- [80] Hooper L., Kroon P.A., Rimm E.B. (2008): Flavonoids, flavonoid-rich foods and cardiovascular risk: A meta-analysis of randomized controlled trials. *American Journal of Clinical Nutrition* **88** 38-50.
- [81] Birt D.F., Hendrich S., Wang W.: (2001) Dietary agents in cancer prevention? Flavonoids and isoflavonoids. *Pharmacology & Therapeutics* **90** 157-177.
- [82] Mink P.J., Scrafford C.G., Barraj L.M., Harnack L., Hong C.P., Nettleton J.A., Jacobs D.R. (2007): Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality: A prospective study in postmenopausal women. *American Journal of Clinical Nutrition* **85** 895-909.
- [83] Csapó J., Holló I., Holló G., Salamon R.V., Salamon Sz., Vargáné Visi É., Csapóné Kiss Zs. (2014): Szelénnel dúsított tej és tejtermékek előállítása. (Production of milk and dairy foods enriched with selenium). *Tejgazdaság* **74** 35-45.
- [84] Mannach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C., Jimenez L. (2004): Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition* **79** (5) 727-747.
- [85] Hosono A., Ozawa A., Kato R., Ohnishi Y., Nakanishi Y., Kimura T., Nakamura R. (2003): Dietary fructooligosaccharide induce immunoregulation of intestinal IgA secretion by murine Peyer's patch cells. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* **67** 758-764.
- [86] Carrero J.J., Baró L., Fonollá J., González-Santiago M., Castillo R., Jiménez J., Boza J.J., López-Huertas E. (2004): Cardiovascular effects of milk enriched with omega-3 polyunsaturated fatty acids, oleic acid, folic acid and vitamins E and B6 volunteers with mild hyperlipidemia. *Nutrition* **20** (6) 521-527.



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

Jeszl Brigitta¹, Benes Eszter Luca¹, Fodor Marietta¹

Érkezett: 2018. február – Elfogadva: 2019. január

Kávéminták eredetazonosítása FT-NIR-eljárással

KULCSSZAVAK: kávécsesze, *Coffea arabica*, darált kávé, eredetazonosítás, spektroszkópia, FT-NIR, kemometria, gyors analitika, termőhely, pörkölés mód, szemeskávé-őrlemény, kávéital.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kávécsesze két alapvető változata ismert, az arabika (*Coffea arabica*) és a robuszta (*Coffea canephora*). A termesztési környezetére érzékenyebb arabika íze jobb, ugyanakkor a robuszta koffeintartalma körülbelül másfélszerese az arabikáénak. A robuszta kevésbé érzékeny a termesztésének körülményeire, így olcsóbban állítható elő, ennek ellenére a világ kávétermésének kétharmadát az arabikafajták adják.

A kereskedelemben kapható olcsóbb kávék elsősorban gyenge minőségű robusztából készülnek, minél olcsóbbak, annál gyengébb minőségű kávéból. A darált változatoknál még azt sem tudhatjuk, hogy kávéon kívül mi van a keverékben.

Méréseinkhez *Coffea arabica* nyerskávé-alapanyagot használtunk fel. A különböző termőterületről származó, többféle pörkölési móddal előkészített, azonos körülmények között őrölt mintákat Fourier-transzformációs közeli infravörös spektroszkópiai módszerrel (FT-NIR) vizsgáltuk, a spektrális eredményeket kemometriai módszerekkel értékeltük ki.

Eredményeink azt bizonyítják, hogy sikeresen alkalmaztunk egy minta-előkészítést nem igénylő, környezetet vegyszerrel nem terhelő, gyors analitikai módszert, kávéőrlemények pörkölési mód és termőhely szerinti azonosítására.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

KÁVÉTERMESZTÉS, KÁVÉFELDOLGOZÁS

A kávénövény ideális környezeti feltételeit a Ráktérítő és a Baktérítő között elhelyezkedő kávétermő öv határozza meg. A termesztéstechnológiák igazodnak a környezeti feltételekhez: árnyékolásos, félárnyékolásos, illetve árnyékolás nélküli. A kávécsesze talajigénye: zsíros, agyagos, nitrogénben és foszforban gazdag vulkanikus hamuból létrejött talaj. A zöld kávébabból fejlődő csemete 3-4 éves kora után fordul termőre. Az akár 50-60 éves ültetvények fenntartása is trágyázást, talajtakarást, metszést, permetezést igényel.

A kávécsesze fűrtökben virágzik, küllemében és illatában is a jázminra emlékeztet. A virágzás csak néhány napig tart, majd a beporzás után 9-10 hónap múlva sárga és piros szedhető cseresznyékké fejlődnek. Ugyanazon az ágon lehetnek érett, illetve éretlen gyümölcsök, ezért az azonos, megfelelő érettségi állapotú szemek szüretelése kézzel történik. Termőhelytől és fajtától függően egy vagy két

főszüretre, esetleg néhány kisebb szüretre kerülhet sor. A szüret időszaka általában 4-5 hónapig tart [1].

A kávécseszesznye húsát lefejtve megkapjuk a nyers zöldkávébabot. A kávé feldolgozása során termőhelytől és termesztőtől függően megkülönböztethetjük a nedves, a száraz és a félig mosott eljárásokat. A kávészem feldolgozásának végső lépése a malomban végzett száraz őrés, amely során az utolsó külső rétegeket is eltávolítják a babról, ezt követi a hibás szemek válogatása, a csomagolás és a szállítás [2].

A kávéitalra jellemző aromaanyagok a pörkölés során nyerik el végső formájukat. A zöldkávébab ízetlen mag, illata a szalmáé emlékeztet. A pörkölés során aromákban gazdag, pörkölési foktól függően több ezer illékony komponenssel jellemezhető terméké válik. A pörkölési fokot a pörkölt kávé színe alapján állapítják meg. A pörkölési folyamat során a bab színe a hőmérséklet emelésének hatására egyre mélyül. Az **enyhén pörkölt kávé (bécsi)** színe világos barna, a felszínére nem ül ki az olaj, jellegzetes savas íz dominancia határozza meg, a **közepesen pörkölt**

¹ Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Alkalmazott Kémia Tanszék

kávé (francia) sötétebb színű, itt sem jelenik meg olaj a bab felszínén, a savanyú és keserű íz aránya kiegyensúlyozottabb, míg az **erősen pörkölt kávé** (olasz) felszíne olajos, keserű ízdominanciával jellemezhető.

A pörkölés során bekövetkező legfontosabb változások a tömeg- és nedvességcsökkenés, a térfogat-növekedés, a széndioxid képződés, a babot körülvevő pergamenhártya leválása, az illat- és aromaanyagok keletkezése, valamint a színváltozás. A szénhidrátok elégeése során a cukrok lebomlanak, és láncreakcióval, kondenzációval új molekulákká egyesülnek. A cukrok és amino-csoportok között Maillard-reakció megy végbe, ennek köszönhetően alakul ki a barna szín.

A kávébabban csaknem kétezer összetevő van, ezek átalakulásával, illetve lebomlásával alkoholok, aromavegyületek, aldehidek, észterek, ketonok, gyűrűs nitrogén-vegyületek keletkeznek, amelyek hozzájárulnak a jellemző ízvilág kialakulásához. A pörkölés során, magas hőmérsékleten a zsírsavak illóolajokká alakulnak át, amelyek a kávé felszínén láthatók. A nyers kávéban a csersav a koffeinhez kötődik, nagy része a pörkölés közben szabaddá válik, így nő a mennyisége. Emellett csökken a trigonellin és a klorogénsav mennyisége, ezek a vegyületek ugyanis a hő hatására lebomlanak. A kávék fehérjetartalmát a pörkölés nem befolyásolja [2, 3].

NIR-KÖZELI INFRAVÖRÖS SPEKTROSKÓPIA

Az elektromágneses sugárzás 780 – 10⁶ nm tartományát nevezzük infravörös tartománynak, amelyen belül közeli – NIR (800 – 2500 nm), középső – MIR (2500 – 2,5·10⁴ nm) és távoli – FIR (2,5·10⁴ – 10⁶ nm) infravörös tartományt különítenek el. Az élelmiszerminták vizsgálata bonyolult mátrixuk miatt elsősorban a NIR-tartományban valósul meg.

Az infravörös fotonok és a minta között többféle kapcsolat alakulhat ki. Analitikai szempontból a transzmisszió, a diffúzió-reflexió és a kettő ötvözéséből kialakított transzreflexió a legelterjedtebben alkalmazott mérési módszer. Kávéval kapcsolatos kutatások során analitikai előnyei miatt gyakran alkalmazzák a NIR-technikát.

Huck és társai robusta és arabica pörkölt kávé három fő alkaloid vegyületének – koffein, teobromin, teofillin – meghatározására alkalmazta sikeresen a NIR-módszert. A referencia adatokat HPLC-MS

kapcsolt technikával nyerték [4]. Esteban-Díez és társai arabica, robusta kávéfajok valamint keverékek összetételének megkülönböztetésére alkalmazták sikeresen a NIR-technikát [5].

Akávéhamisítás felderítése kiemelt minőségbiztosítási cél az élelmiszeriparban, ugyanis a termőhely és fajta alapján nagy árkülönbségeket lehet elérni. Pizzaro és társai robusta kávék azonosítására, hamisítás vizsgálatára alkalmazták sikeresen a többváltozós regressziós eljárásokkal kombinált NIR-módszert [6].

Különböző adatelőkezelési módszereknek (ortogonális jelkorrekció – OSC, közvetlen ortogonális jelkorrekció DOSC) alávetett NIR-spektrumok részleges legkisebb négyzetek módszere (PLS) regresszióval történő kiértékelése lehetőséget adott pörkölt kávé minta hamu- és lipidtartalmának meghatározására [7].

A kávétermőhelyek elkülönítésére Várvolgyi és munkatársai sikeresen alkalmaztak gázkromatográfiás, elektronikus nyelv és képzett érzékszervi panel kombinálásával többváltozós kemometriai módszereket [8].

Kutatásunk célja a különböző termőterületről származó *Coffea arabica* kávéőrlemények és italok termőhely és pörkölési szint szerinti elkülönítése NIR-technikával.

ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

VIZSGÁLATI MINTÁK

A kutatás során különböző termőterületekről (Brazília, Guatemala, India és Kolumbia) származó arabica (*Coffea arabica*) zöldkávé mintákat használtunk fel. A brazil kávé jellemzője a lágy íz, alacsony savtartalom, míg a Guatemalában termesztett kávé erősen savas, telt, fűszeres ízű. Az Indiában termesztett kávéra jellemző az édes, lágy íz és az alacsony savtartalom. Kolumbia magasan fekvő ültetvényein lágy, telt ízű, alacsony savtartalmú kávé természetnek kifejezetten arabica fajtából.

MINTA-ELŐKÉSZÍTÉS - A KÁVÉ PÖRKÖLÉSE

A zöldkávé pörkölése a Gene Café cég (Genecafe, Dél-Korea) által forgalmazott zöldkávébab-pörköltő berendezéssel történt. A különböző pörkölési paramétereket az **1. táblázatban** foglaltuk össze.

1. táblázat. Pörkölési módok jellemző paraméterei
Table 1. Characteristic parameters of roasting methods

Pörkölési mód Roasting method	Hőmérséklet, °C Temperature, °C	Pörkölési idő, perc Roasting time, min
Bécsi pörkölés / Viennese roasting	230	15
Francia pörkölés / French roasting	240	17
Olasz pörkölés / Italian roasting	240	19.5

MÉRÉSI MÓDSZER - FT-NIR

A spektrumokat minden minta esetében a Bruker MPA™ típusú FT-NIR/NIT (Bruker Ettlingen, Németország) készülékel vettük fel. A készülék 12 500 – 4000 cm⁻¹ hullámszám tartományban működik. A spektrumok felvétele a készülék OPUS 7.2. (Bruker, Ettlingen, Németország) saját programjával történt. Minden mintáról három párhuzamos felvétel készült. A szilárd mintákról diffúz-reflexiós mérési móddal, a folyadékmintákról termosztálható átfolyós küvetta (l=1 mm) segítségével vettük fel a spektrumot.

STATISZTIKAI MÓDSZEREK

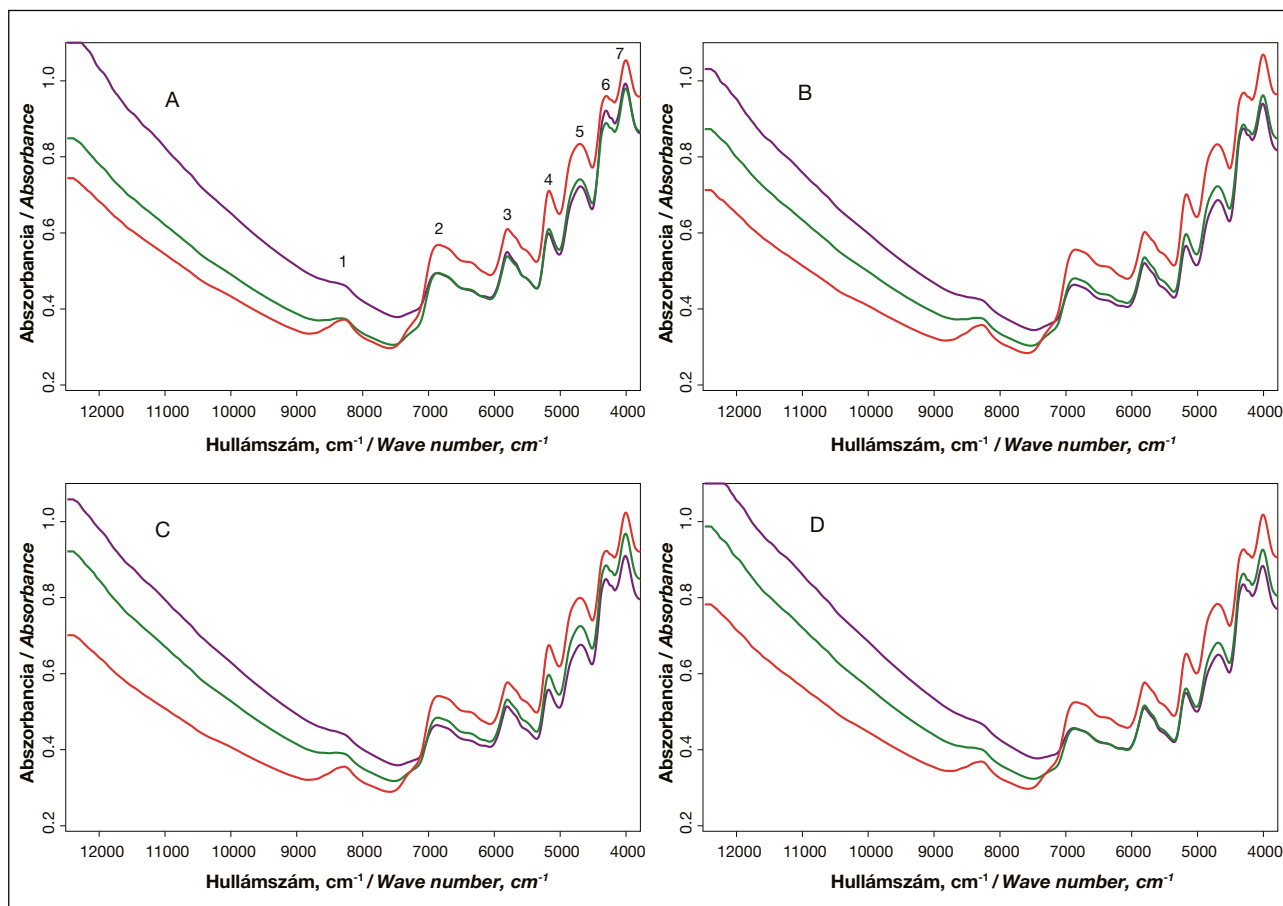
A minták elkülönítéséhez nem felügyelt és felügyelt statisztikai módszereket alkalmaztunk. Nem felügyelt módszer a főkomponens analízis (principal component analysis, PCA), amely segítségével azt vizsgáltuk, hogy 95%-os konfidencia intervallumot figyelembe véve egy mintahalmaznak tekinthetjük-e a mintáinkat. Így a későbbiek során a felügyelt lineáris diszkriminancia-analízis (linear discriminant analysis, LDA) elvégzésekor értelmezett csoportok valóban a sikeres mintázatfelismerés eredményének

köszönhetőek és nem az eltérő mintamátrixnak. Az LDA célja olyan diszkrimináns-függvények létrehozása, amelyek a független változók lineáris kombinációjaként a függő változó kategóriáit a legjobban szétválasztják. Első lépésként a változók csökkentése céljából főkomponens elemzést hajtottunk végre, amely segítségével az eredeti több mint ezer változó számát redukáltuk. Mind a szemes és őrölt, mind a kávéital vizsgálata esetén 20 faktort alakítottunk ki, amelyek segítségével a mintázat-felismerést végrehajtottuk. A PCA- és az LDA-vizsgálatokat Statistica 8.0 (StatSoft, Tulsa, Oklahoma, USA) szoftverrel végeztük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

FT-NIR-SPEKTRUMOK ÉRTÉKELÉSE

A négy termőhelyről származó (Kolumbia, Guatemala, India és Brazília) kávéminták mind a szemes, mind az őrölt és a főzött formájáról felvettük az FT-NIR spektrumokat. A **1. ábrán** mutatjuk be a különböző helyről származó szemeskávé minták pörkölési módtól függő spektrumait.



1. ábra. Különböző termőhelyekről származó, különböző módon pörkölt szemes kávéminták FT-NIR-spektruma (■ bécsi pörkölés, ■ francia pörkölés, ■ olasz pörkölés) (A = Kolumbia, B = Guatemala, C = India, D = Brazília)
 Figure 1 FT-NIR spectra coffee bean samples from different growing areas, roasted using different methods. (■ Viennese roast, ■ French roast, ■ Italian roast) (A = Colombia, B = Guatemala, C = India, D = Brazil)

Az **1. ábrán** számokkal jelöltük a jellegzetes elnyelési csúcsokat, amelyek minőségi kiértékelését a **2. táblázatban** foglaltuk össze. A csúcsok azonosításához irodalmi adatokat használtunk fel [9].

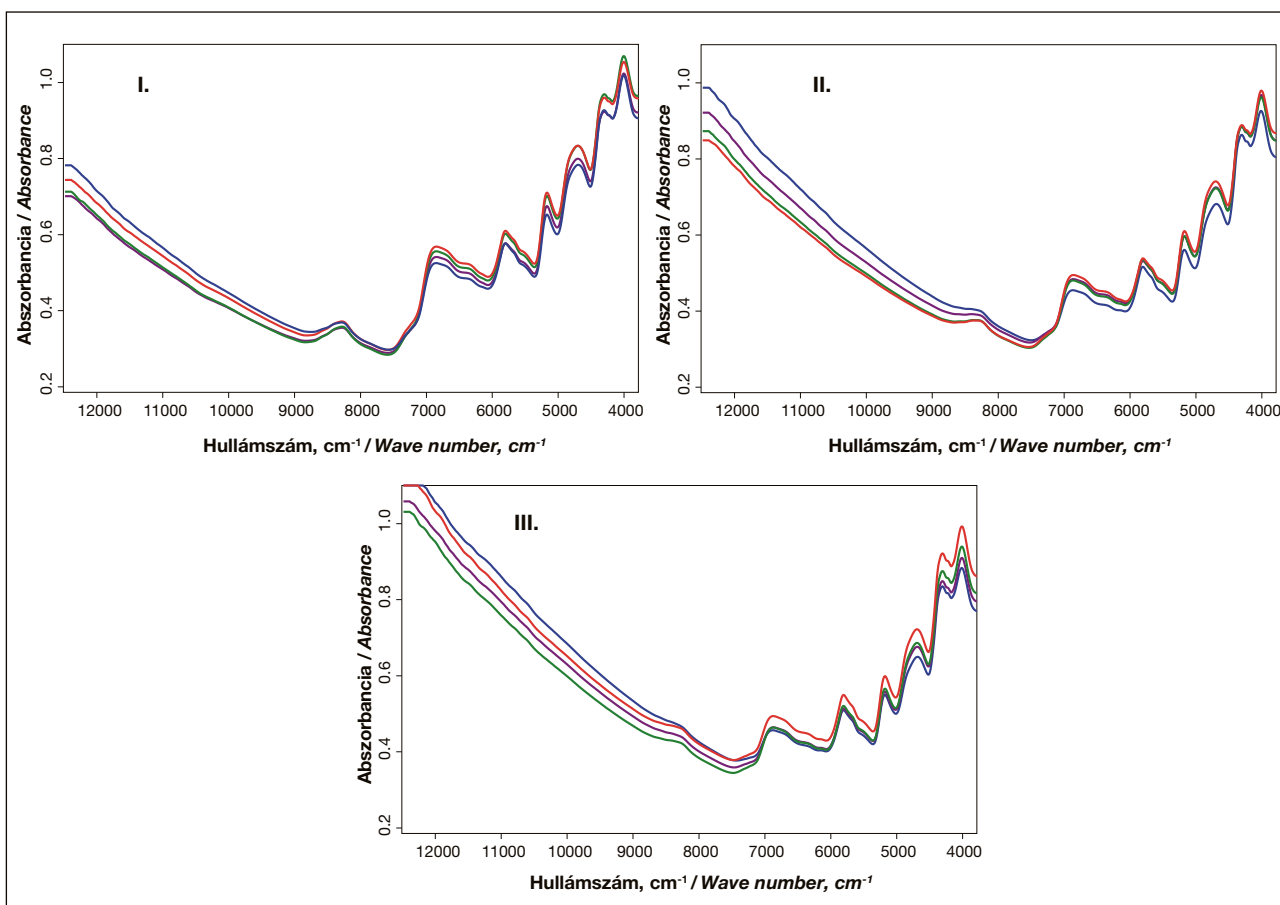
A spektrumokat összevetve látható, hogy jelentős az alapvonal-eltolódás. Ez elsősorban a szemcsék eltérő méretéből adódik, de érdemes megfigyelni, hogy mind a négy mintánál azonos a görbék sorrendje, a legmagasabban az olasz pörkölésű minta spektruma fut. Ez a jelenség már nem csak a szemcsemérettel van összefüggésben, hanem azzal a jelenséggel

is, hogy ennél a pörkölésnél a szemcsék felületén jelentős olajréteg található, emiatt fényszórás lép fel.

A pörkölési módok összehasonlításakor (**2. ábra**) a 8500 - 8200 cm^{-1} valamint a 7200 - 7100 cm^{-1} területek karakterisztikájában látható jelentős eltérés, amelyet az alifás szénhidrogének eltérő jelenlétével tudunk magyarázni. A bécsi pörkölés a legkíméletesebb eljárás, ez károsítja legkevésbé a szerves komponenseket, feltételezésünk szerint ez okozza a karakterisztikus eltérést. A 4700 - 4000 cm^{-1} területen jelentkező csúcsok a minta fehérje-,

2. táblázat. Jellegzetes elnyelési csúcsok azonosítása
Table 2. Identification of characteristic absorption peaks

	Hullámszám, cm^{-1} Wave number, cm^{-1}	Vegyület csoport/család Compound group/family
1	8300-8000	Szénhidrogének / Hydrocarbons
2	6900-6700	Víz, aromás amin, cukrok / Water, aromatic amines, sugars
3	5900-5700	Rost anyagok, ketonok / Fiber substances, ketones
4	5200-5000	Víz / Water
5	4700-4500	Lipidek, keményítő / Lipids, starch
6	4400-4200	Fehérje, olajok, zsírok / Proteins, oils, fats
7	4000	Poliszacharidok / Polysaccharides



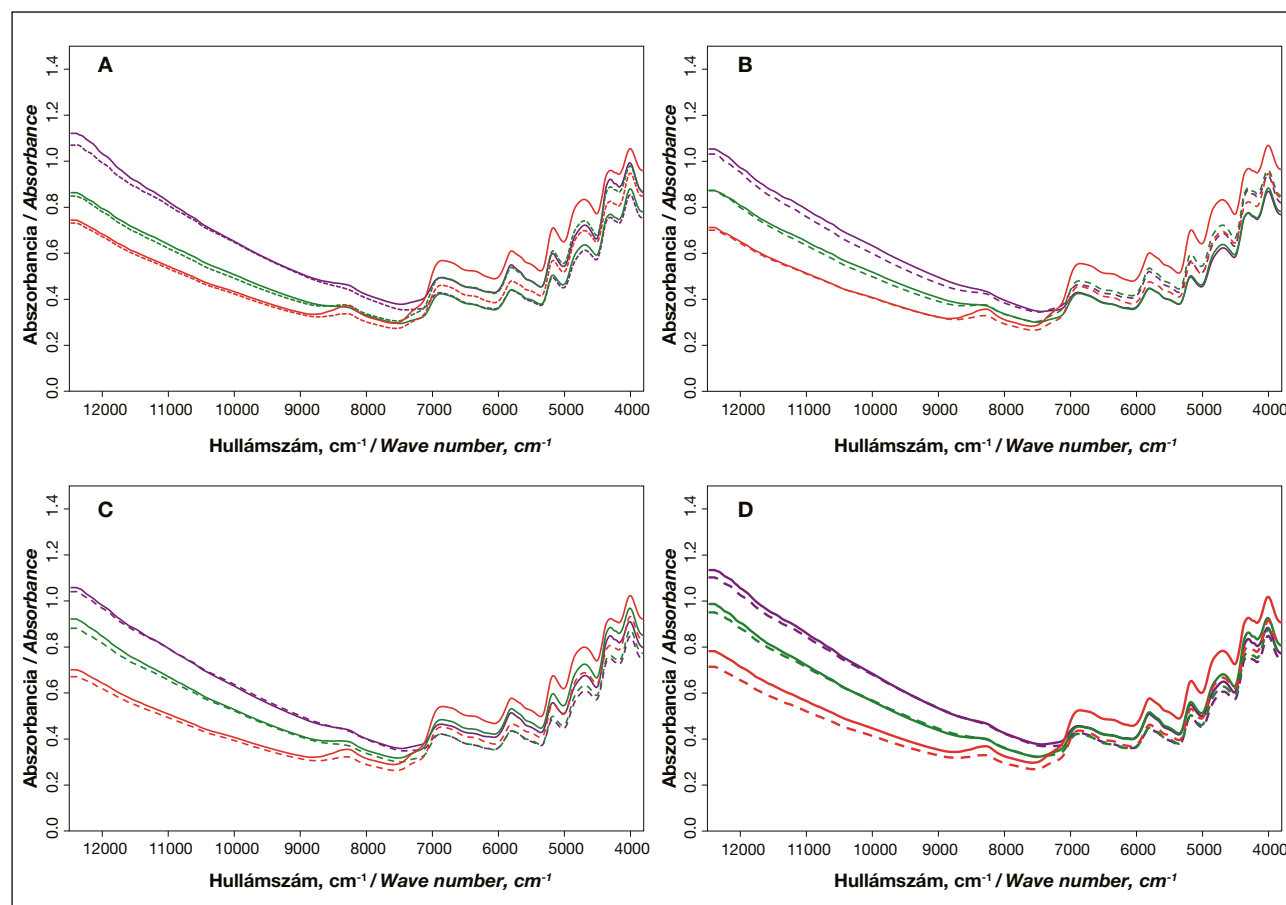
2. ábra. Különböző pörkölési technikával előkészített minták FT-NIR-spektruma.
(■ Kolumbia, ■ Guatemala, ■ India, ■ Brazília) (I = bécsi pörkölés, II = francia pörkölés, III = olasz pörkölés)
Figure 2 FT-NIR spectra of samples prepared using different roasting methods.
(■ Colombia, ■ Guatemala, ■ India, ■ Brazil) (I = Viennese roast, II = French roast, III = Italian roast)

zsír/olaj-, szénhidrát- valamint rost- és cellulóz-tartalmával vannak összefüggésben. Éppen ez a terület az, amelyen jól látható eltérés tapasztalható a pörkölési módok között. A bécsi pörkölésű mintáknál elsősorban magasságbeli eltérés figyelhető meg, ez azonban már nem csak a szemcsemérettel van összefüggésben, hanem a koncentrációval is. Mennyiségi következtetéseket nem tudunk levonni a spektrumképből, de azt megállapíthatjuk, hogy a kolumbiai és guatemalai, illetve az indiai és brazil minták spektruma van együtt, feltételezhetjük ez alapján, hogy ezen mintákat hasonló fehérje- és zsírtartalom jellemzi.

A francia pörkölésű kávék esetében 8300-8100 cm^{-1} hullámszámhoz tartozó csúcs tompul, így arra következtethetünk, hogy az itt jelenlévő alifás

szénhidrogének már kevésbé detektálhatók. Az olasz pörkölés során éri a mintákat a legintenzívebb hőhatás. Hőmérsékletben nincs változás, viszont a pörkölés időtartamában igen. Az alifás szénhidrogének jele itt már szinte beleolvad a spektrumba. Az erőteljesebb pörkölési módok hatására jelentős minőségi és mennyiségi változás következik be a fehérje-, zsír/olaj- és szénhidrát-tartalomban. Ez a jellegzetes elváltozás a spektrumnál is látható 4700-4000 cm^{-1} hullámszám tartományban.

A szemes és őrölt minták FT-NIR spektrumait is összevetettük (3. ábra). A spektrumok karakterisztikája a vártnak megfelelően, hasonlóan alakulnak. Jellemzően alacsonyabban fut az őrölt minták spektruma, ami egyértelműen a szemcsemérettel függ össze.

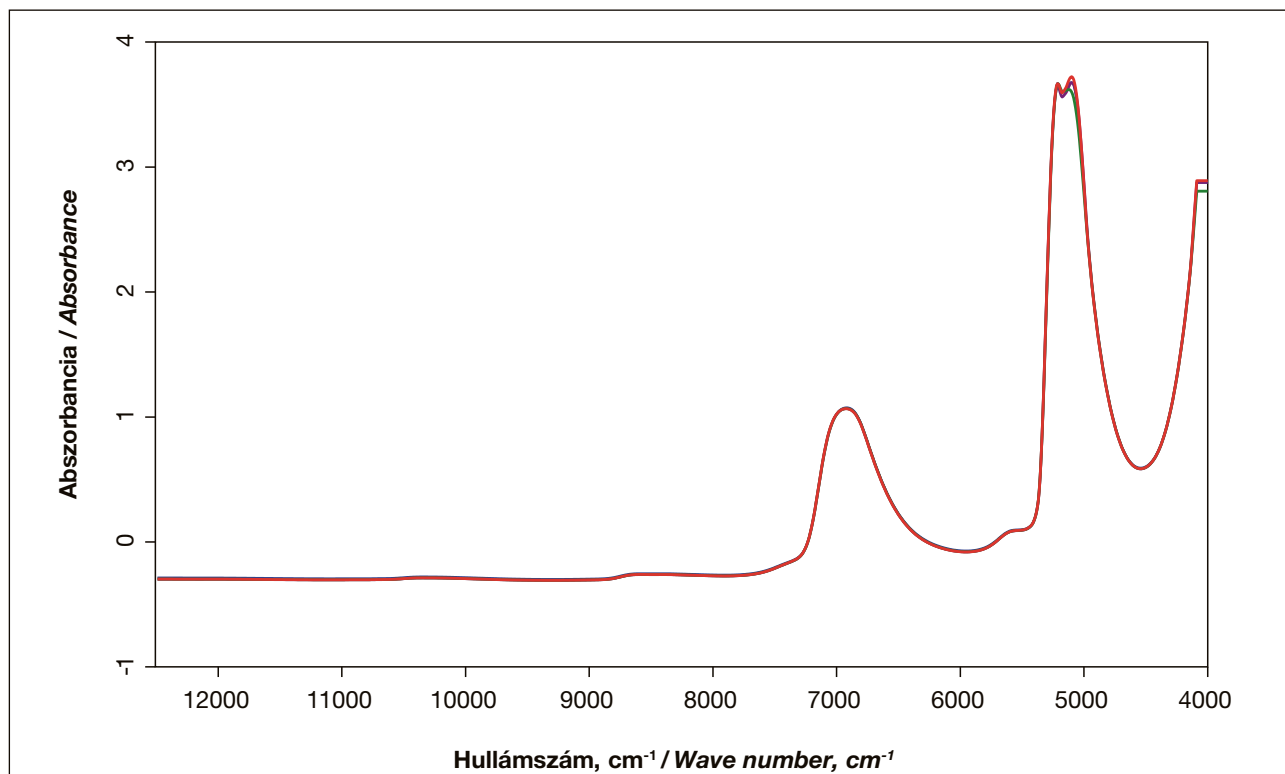


3. ábra. Különböző pörkölésű szemes (–) és őrölt (...) kávéminták FT-NIR-spektruma.
 (■ bécsi pörkölés, ■ francia pörkölés, ■ olasz pörkölés) (A = Kolumbia, B = Guatemala, C = India, D = Brazília)
 Figure 3 FT-NIR spectra of differently roasted coffee bean (–) and ground coffee (...) samples.
 (■ Viennese roast, ■ French roast, ■ Italian roast) (A = Colombia, B = Guatemala, C = India, D = Brazil)

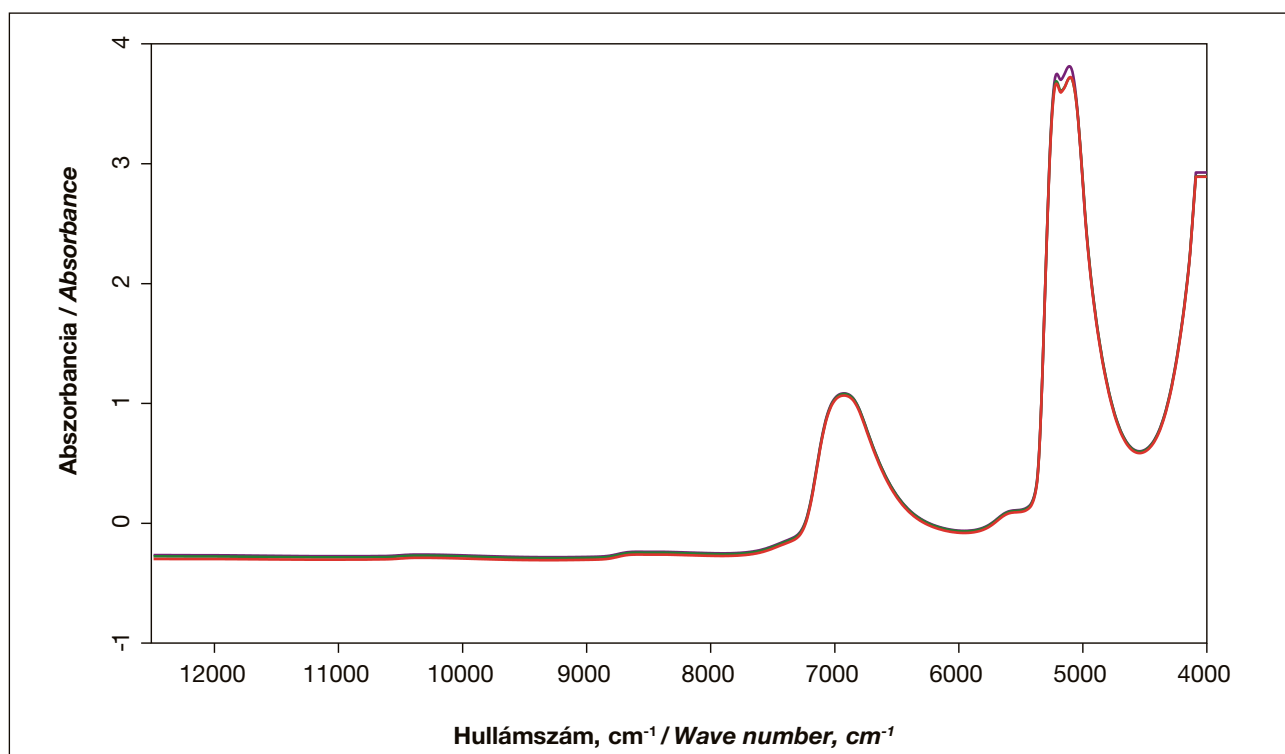
A kávéital FT-NIR-vizsgálata során a különböző eredetű és különböző pörkölésű mintákból azonos technológiai eljárással főzött kávéitalok pörkölési mód és termőhely szerinti ábráján (4. és 5. ábra) a transzmissziós mérési mód jellegzetes spektrumait

láthatjuk egy-egy példán bemutatva.

Ahogy az várható volt, a jellegzetes vízcsúcsok (7000–6800 illetve 5200–5150 cm^{-1}) gyakorlatilag minden egyéb információt letakarnak.



4. ábra. Különböző eredetű bécsi pörkölésű kávéitalok FT-NIR spektrumai
(■ Kolumbia, ■ Guatemala, ■ India, ■ Brazília)
Figure 4 FT-NIR spectra of Viennese roast coffee drinks of different origin.
(■ Colombia, ■ Guatemala, ■ India, ■ Brazil)



5. ábra. Kolumbiai kávéminták különböző pörköléséből származó kávéital FT-NIR-spektrumai.
(■ bécsi pörkölés, ■ francia pörkölés, ■ olasz pörkölés)
Figure 5 FT-NIR spectra of coffee drinks prepared from differently roasted Colombian coffee.
(■ Viennese roast, ■ French roast, ■ Italian roast)

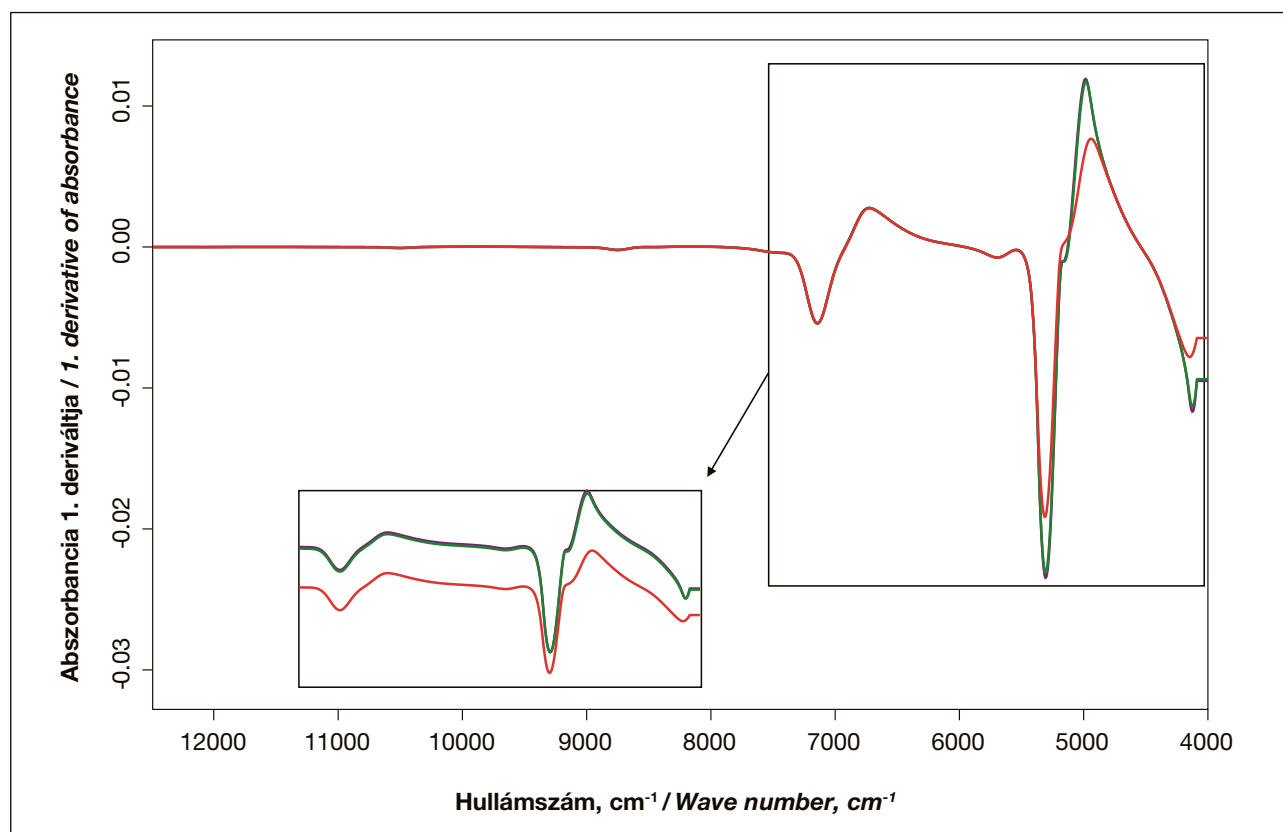
A hagyományos transzmissziós spektrumok alapján sem az azonos pörkölési módú, de eltérő származási helyű, sem az azonos származási helyű, de eltérő pörkölési módú minták spektrumai között nem észlelhető eltérés. A hagyományos spektrumok helyett ilyenkor érdemes azok deriváltját is megvizsgálni. A termőhelyek tekintetében az első derivált ábra sem mutatott eltérést, de a pörkölési módok esetében már látható különbség (6. ábra). Az enyhe mértékű bécsi és az erélyesebb körülményekkel jellemezhető francia és olasz pörkölési mód között

a 4900 - 5190 cm^{-1} területen jelentkező eltérés a vízdoldható poliszacharidokkal, valamint a fehérje- és zsírkomponensekkel van összefüggésben.

FT-NIR-ADATOK STATISZTIKAI ÉRTÉKELÉSE

Főkomponens elemzés - PCA

A szemes minták főkomponens-elemzése során megállapítottuk, hogy két főkomponens magyarázza a változók variációját (PC1=86,96%, PC2=12,2%).

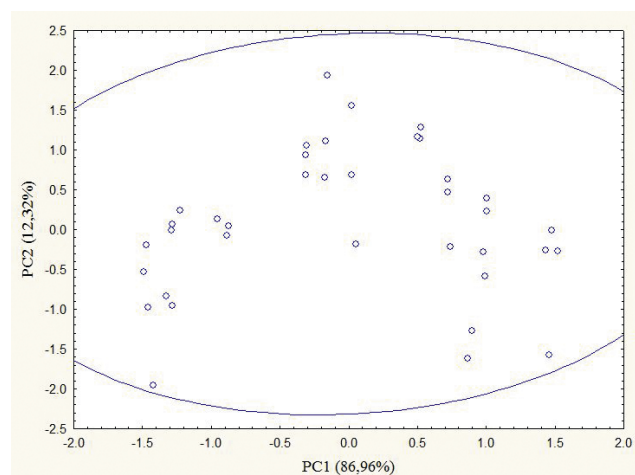


6. ábra. Guatemalai kávé különböző pörköléséből előállított kávéitalok első derivált FT-NIR-spektrumai.

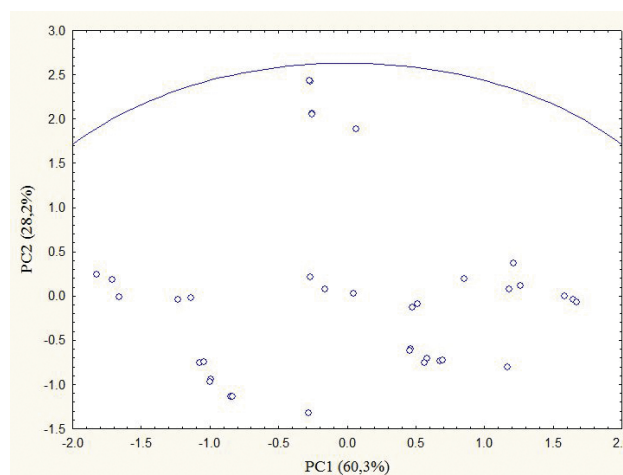
(■ bécsi pörkölés, ■ francia pörkölés, ■ olasz pörkölés)

Figure 6 First derivatives of FT-NIR spectra of coffee drinks prepared from differently roasted Guatemalan coffee.

(■ Viennese roast, ■ French roast, ■ Italian roast)



7. ábra. Szemes minták PCA-eredménye.
Figure 7 PCA result of coffee bean samples.



8. ábra. Őrölt minták PCA-eredménye.
Figure 8 PCA result of ground samples.

Az ellipszis a 95%-os konfidencia-intervallumot jelöli. Minden minta a konfidencia intervallumon belül található, ami azt jelenti, hogy a szemes minták, függetlenül a származási helytől és pörkölési módtól, egy mintamátrixnak tekinthetők (**7. ábra**).

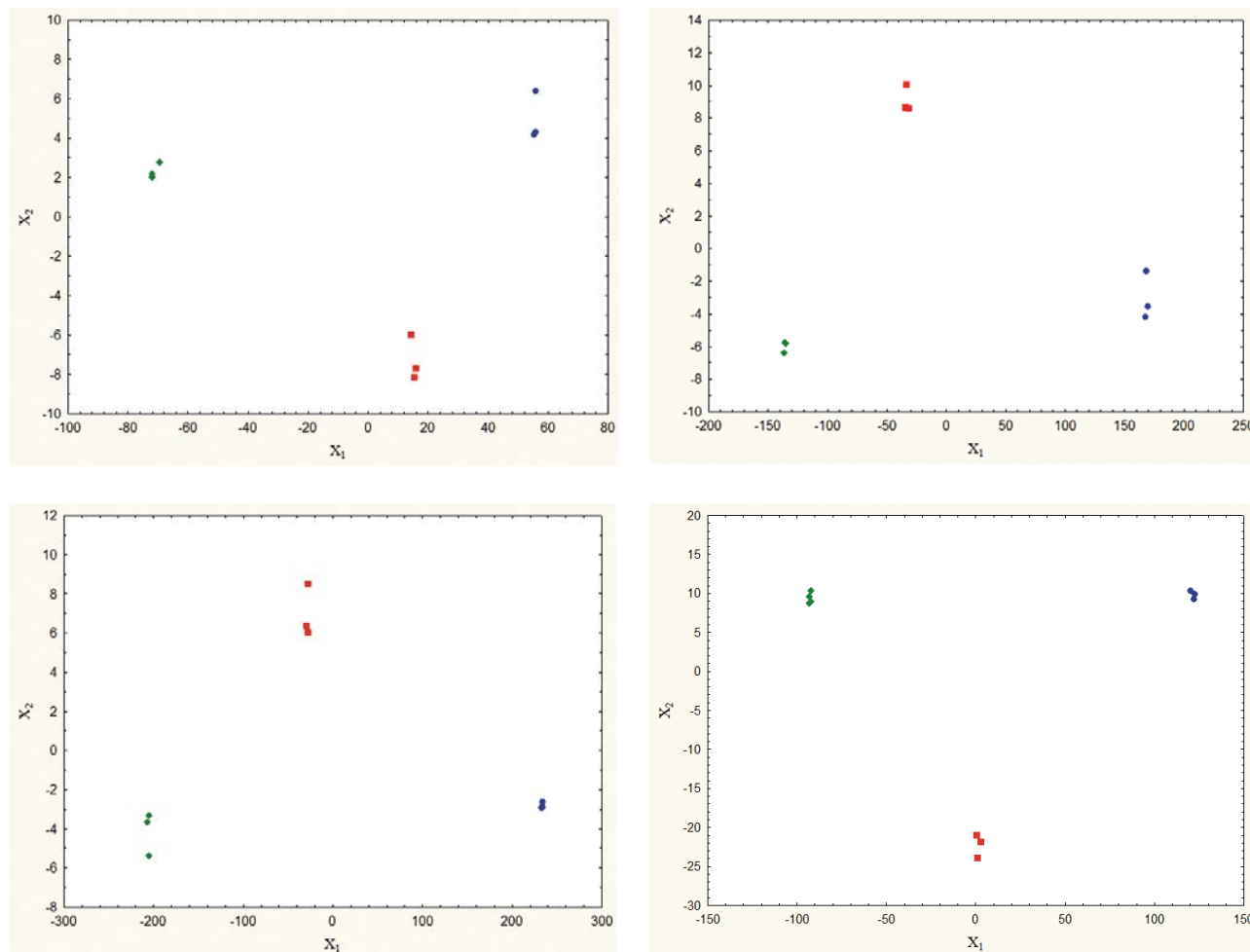
Őrölt minta esetében három főkomponenst határoztunk meg (PC1=60,3%, PC2=28,2%, PC3=6,2%), és ebben az esetben is megállapítható, hogy a 95%-os konfidencia intervallumot jelölő ellipszisen belül található minden minta. Ebben az esetben is igaz, hogy az őrölt minták – függetlenül a származási helytől és a pörkölési módtól – egy mintamátrixnak tekinthetők (**8. ábra**). Az őrölt minták esetében példaként a PC1 – PC2 összefüggést mutatjuk be.

Szemes minták csoportosítása - LDA

A lineáris diszkriminancia-elemzést (LDA) minden származási hely, minden pörkölési módjára vonatkozóan elvégeztük. A **9. ábrán** a szemes kávé elemzésének LDA-összefüggéseit mutatjuk be a különböző pörkölési módok alapján. Megállapíthatjuk, hogy a háromféle pörkölési mód tökéletesen elkülönül

egymástól (a 95%-os konfidencia intervallumot szemléltető ellipszist a jobb áttekinthetőség miatt itt nem ábrázoltuk). Az-LDA vizsgálatok minden esetben ellenőrzést igényelnek, ezt a legegyszerűbben egy véletlenszerű csoportosításon futtatott újbóli osztályozással lehet végrehajtani. Amennyiben a véletlenszerű besorolás összekeveredett pontokat eredményez, akkor kijelenthető, hogy az eredeti csoportosítás nem a véletlennek tudható be. Ezt az ellenőrzést minden esetben elvégeztük, s az eredmény alapján megállapíthattuk, hogy a mintázat-felismerés szemes minták vizsgálatánál a pörkölési módok vizsgálatában sikeres volt.

Az LDA-vizsgálatot elvégeztük a származási hely szempontjából is. A **10. ábra** eredményei azt mutatják, hogy a kolumbiai és a guatemalai minták 95%-os konfidencia szinten elkülönülnek egymástól, de az indiai és a brazil mintacsoportok átfedést mutatnak. Ebben az esetben is elvégeztük az LDA ellenőrzését az előzőekben bemutatott véletlen besorolással, amely eredményeként megállapítottuk, hogy a származási hely szerinti csoportosítás sikeresnek bizonyult.



9. ábra. Különböző termőterületről származó szemes kávéminták LDA vizsgálata a pörkölési mód szerint. (• bécsi pörkölés, ■ francia pörkölés, ◆ olasz pörkölés) (A = Kolumbia, B = Guatemala, C = India, D = Brazília)
Figure 9 LDA test of coffee bean samples from different growing areas by roasting method.
(• Viennese roast, ■ French roast, ◆ Italian roast) (A = Colombia, B = Guatemala, C = India, D = Brazil)

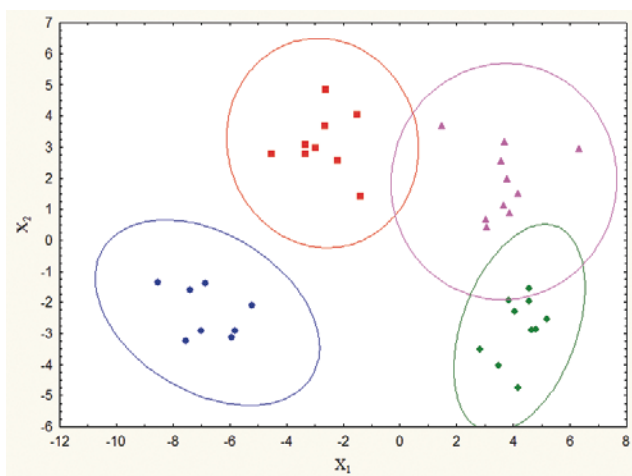
A pörkölési mód szerinti elkülönítéshez további LDA-vizsgálatokat végeztünk szemes mintákon, ezek alapján a minták tökéletesen elkülönültek a pörköltségi szintnek megfelelően (11. ábra). Az LDA-ellenőrzése ebben az esetben is alátámasztotta a sikeres mintázat-felismerést.

Őrölt minták csoportosítása - LDA

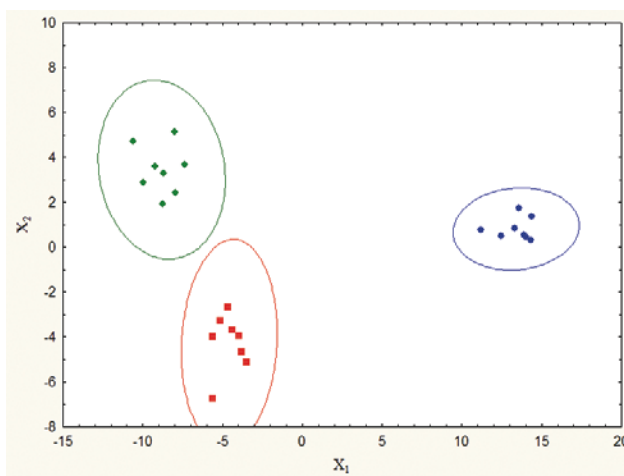
Az őrölt minták esetében is elvégeztük a pörkölési módtól (12. ábra) és a származási helytől (13. ábra) függő csoportosítást LDA-módszerrel. A pörkölési mód

alapján a szemes mintákhoz hasonlóan minden minta elkülönült, ezzel alátámasztottuk, hogy az FT-NIR-mérést nem befolyásolja a pörkölt kávé szemcsemérete (12. ábra). Mivel minden termőhely esetén hasonló eredményt kaptunk, a 12. ábrán csak a guatemalai őrölt kávé minták eredményeit mutatjuk be.

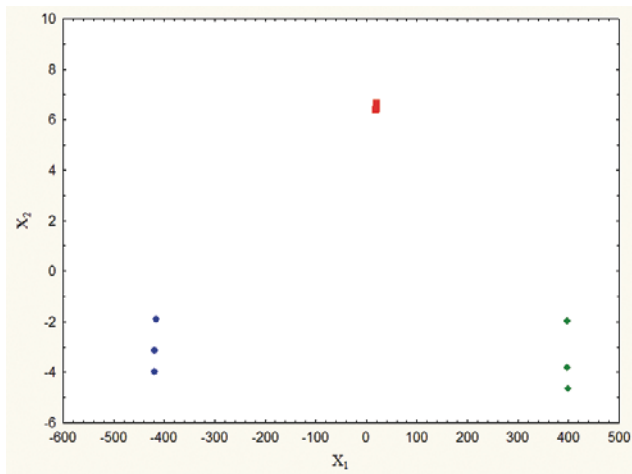
A termőterület szerint végzett LDA-vizsgálat őrölt minták alapján azt mutatta, hogy az egyes termőterületek 95%-os konfidencia-intervallumon teljesen elválaszthatók egymástól, hibás besorolás nincs (13. ábra).



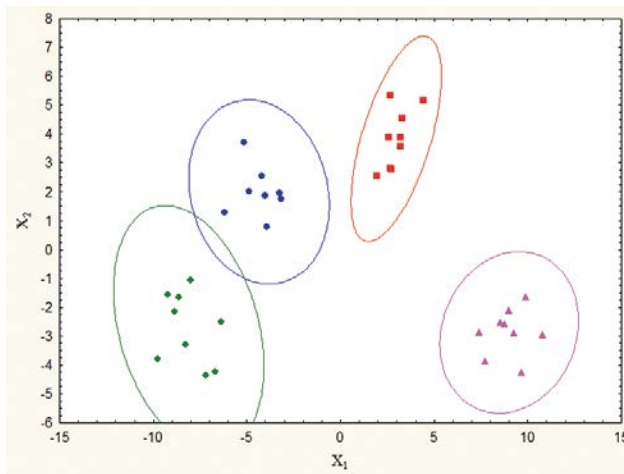
10. ábra. Szemes kávéminták LDA vizsgálata származási hely szerint.
 (• Kolumbia, ■ Guatemala, ▲ Brazília, ◆ India)
 Figure 10 LDA test of coffee bean samples by place of origin.
 (• Colombia, ■ Guatemala, ◆ Brazil, ▲ India)



11. ábra. Szemes kávéminták LDA vizsgálata pörkölési mód szerint.
 (• bécsi pörkölés, ■ francia pörkölés, ◆ olasz pörkölés)
 Figure 11 LDA test of coffee bean samples by roasting method.
 (• Viennese roast, ■ French roast, ◆ Italian roast)



12. ábra. Őrölt guatemalai kávé LDA-eredménye – pörkölési mód szerint.
 (• bécsi pörkölés, ■ francia pörkölés, ◆ olasz pörkölés)
 Figure 12 LDA test of ground Guatemalan coffee by roasting method.
 (• Viennese roast, ■ French roast, ◆ Italian roast)



13. ábra. Őrölt minták LDA vizsgálata származási hely szerint.
 (• Kolumbia, ■ Guatemala, ▲ India, ◆ Brazília)
 Figure 13 LDA test of ground samples by place of origin.
 (• Colombia, ■ Guatemala, ▲ India, ◆ Brazil)

Kávéitalok csoportosítása - LDA

A kávé főzése után az egyes pörkölési módok már nem választhatók szét 95%-os konfidencia szinten. Az LDA alapján (**14. ábra**) azonban az itt is látható, hogy a francia és olasz pörkölés mérési pontjai közelebb helyezkednek el egymáshoz, szinte átfednek. Ellenben a bécsi pörkölés mintái jobban elkülönülnek.

Az egyes termőhelyekről beszerzett kávék főzetének vizsgálati eredményei azt mutatják, hogy az indiai és guatemalai minta konfidencia-ellipszisei teljesen átlapolnak, vagyis ezek a csoportok nem különíthetők el egymástól (**15. ábra**). Ebből arra következtethetünk, hogy a két termőhely között nagy a hasonlóság, amit akár okozhat az azonos összetételű termőföld és hasonló feldolgozási mód is.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az eredményeink alapján megállapítható, hogy az FT-NIR-módszer alkalmas a különböző termőterületről származó *Coffea arabica* szemeskávé-őrlemények és italok termőhely és pörkölési mód szerinti elkülönítésére. A spektrumok alapján illesztett lineáris diszkriminancia-elemzés modellek a pörkölési módokat tökéletesen, a termőhelyet kis hibával különítették el szemes és őrölt minták esetében. A kávéital elemzése során azonban csak a két szélső

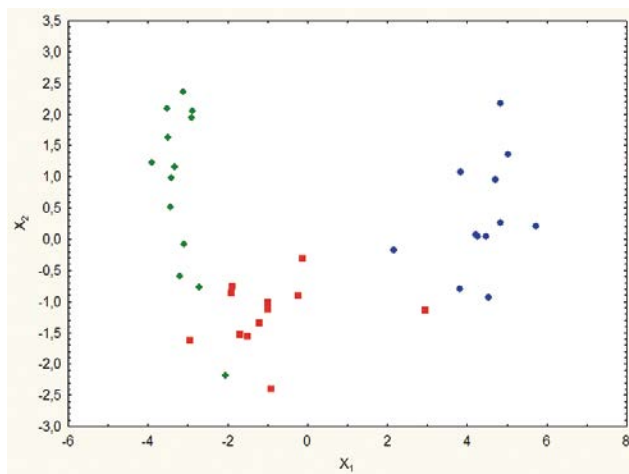
pörkölési szintet tudtuk elkülöníteni, a termőhely szerint futtatott vizsgálat alapján több átfedés is tapasztalható. Feltételezhető, hogy minél inkább feldolgozott az adott termék, annál nehezebben működik a munkánk során alkalmazott technika, amely így további vizsgálatokat igényel. Kávéitalok esetében számolnunk kell azzal, hogy az FT-NIR vízre való érzékenysége jelentősen befolyásolhatja a mérés eredményeit.

A kávéitalok pontos elemzéséhez célszerű nagyműszeres analitikai mérések alkalmazása, pl.: GC-MS [10, 11, 12]. A kávéitalok érzékszervi minősítése további információkkal szolgálhat akár képzett [13, 14], akár fogyasztói érzékszervi bírálatokkal [15, 16], vagy a műszeres és érzékszervi adatok kombinált értékelésével [17].

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

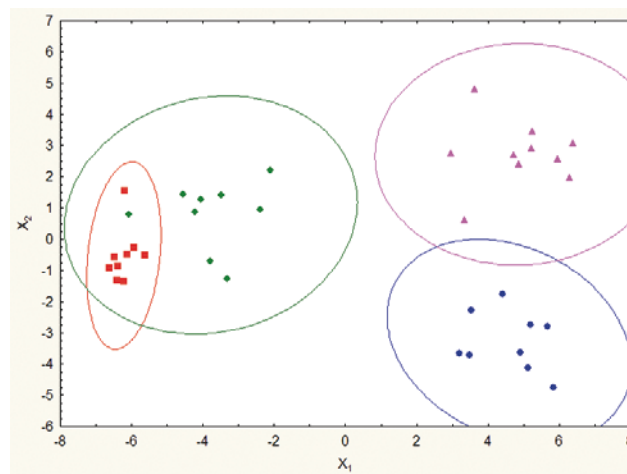
A szerzők köszönetüket fejezik ki a Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola támogatásáért, valamint Szongoth Jánosnak és a Semiramis Kft.-nek a zöldkávéminták biztosításáért és szakmai tanácsaikért.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósult meg (a támogatási szerződés száma: EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005).



14. ábra. Kávéital LDA-vizsgálata pörkölési mód szerint.

(• bécsi pörkölés, ■ francia pörkölés, ◆ olasz pörkölés)
Figure 14 LDA test of coffee drinks by roasting method.
(• Viennese roast, ■ French roast, ◆ Italian roast)



15. ábra. Kávéital LDA-vizsgálata származási hely szerint.

(• Kolumbia, ■ Guatemala, ▲ Brazília, ◆ India)
Figure 15 LDA test of coffee drinks by place of origin.
(• Colombia, ■ Guatemala, ▲ India, ◆ Brazil)



AZ ÖN BORÁSZATI LABORATÓRIUMÁNAK ÚJ MUNKATÁRSA: LYZA 5000 WINE

- Egy méréssel több, mint 13 paraméter meghatározása
- Önállóan működő, nagyfelbontású érintőképernyővel rendelkező műszer
- Automatizálható, a mérési idő kevesebb, mint egy perc
- Összekapcsolható az Anton Paar sűrűség- és alkohommérőkkel

Brigitta Jesztl¹, Eszter Luca Benes¹, Marietta Fodor¹

Received: February 2018 – Accepted: January 2019

FT-NIR origin identification of coffee samples

KEYWORDS: coffee shrub, *Coffea arabica*, ground coffee, origin identification, spectroscopy, FT-NIR, chemometry, rapid analytics, growing area, roasting method, whole coffee grist, coffee drink.

SUMMARY

Two basic variants of the coffee plant are known: arabica (*Coffea arabica*) and robusta (*Coffea canephora*). Arabica, with a higher sensitivity to its growing environment, tastes better, while the caffeine content of robusta is about 1.5 times higher than that of arabica. Robusta is less sensitive to its growing conditions, so it can be produced at a lower cost, yet arabica varieties account for two thirds of the world's coffee production.

Commercially available cheaper coffees are primarily made from low quality robusta, the cheaper they are, the lower the quality of the coffee is. In the case of the ground versions, we cannot even be sure what else there is in the blend besides coffee.

For our measurements, *Coffea arabica* raw coffee was used as the starting material. Samples from different growing areas, roasted using different methods, and ground under identical conditions were analyzed by Fourier transform near infrared spectroscopy (FT-NIR), and spectral results were evaluated using chemometric methods.

Our results demonstrate that a rapid analytical method, requiring no sample preparation and not polluting the environment with chemicals, was successfully used to identify ground coffees by roasting method and growing area.

LITERATURE REVIEW

COFFEE GROWING AND PROCESSING

Ideal environmental conditions for the coffee plant are found in the coffee growing belt between the Tropic of Cancer and the Tropic of Capricorn. Cultivation techniques are adapted to the environmental conditions: shielded, partially shielded or without shielding. The coffee plant requires heavy, clay soil from volcanic ash rich in nitrogen and phosphorus. The seedling developing from the green coffee bean starts producing after 3 or 4 years. Maintenance of plantations that are up to 50 or 60 years old also requires fertilization, mulching, pruning and spraying.

The coffee plant blooms in bunches, resembling jasmine in appearance and smell. Blooming lasts only a few days and 9 to 10 months after pollination the flowers develop into yellow and red cherries that can be picked. There may be mature and immature

fruit on the same branch, therefore, beans of the same, adequate maturity are harvested manually. Depending on the growing area and the variety, one or two major harvests, and possibly some minor ones may take place. Typically, the harvest period lasts 4 to 5 months [1].

By removing the flesh of the coffee cherry, raw green coffee beans are obtained. During the processing of the coffee, depending on the growing area and the producer, wet, dry and semi-dry processes are distinguished. The final step in the processing of coffee beans is dry grinding in a mill, during which the last outer layers are removed from the beans, followed by removal of faulty beans, packaging and shipping [2].

Flavoring substances characteristic of coffee drinks obtain their final form during roasting. A green coffee bean is a tasteless seed with a straw-like smell that turns into a product rich in flavors during roasting,

¹ Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Applied Chemistry

which can be characterized by thousands of volatile components, depending on the degree of roasting. The degree of roasting is determined by the color of the roasted coffee. During the roasting process, the color of the bean becomes deeper as the temperature rises. **Lightly roasted coffee (Viennese)** has a light brown color, with no oil on its surface, dominated by a characteristic acid flavor, **medium roasted coffee (French)** is darker in color, with no oil on the surface of the beans either and a more balanced ration of sour and bitter taste, while the surface of **heavily roasted coffee (Italian)** is oily, it can be characterized by the dominance of bitter taste.

The most important changes during roasting are loss of weight and moisture, volume growth, carbon dioxide formation, detachment of the parchment membrane surrounding the bean, formation of fragrances and aromas, as well as color change. When carbohydrates are burned, sugars are broken down and united into new molecules by chain reactions and condensations. Maillard reactions take place between sugars and amino groups, resulting in a brown color.

There are almost two thousand ingredients present in the coffee beans, they are transformed and degraded into alcohols, aroma compounds, aldehydes, esters, ketones and cyclic nitrogen compounds, contributing to the development of the characteristic flavor. During roasting, at high temperatures, fatty acids are converted into essential oils that are visible on the surface of the coffee beans. In raw coffee, tannic acid is bound to caffeine, and most of it becomes free during roasting, thus its amount increases. In addition, the amount of trigonelline and chlorogenic acid decreases, because they are decomposed under the influence of heat. The protein content of coffee is not affected by roasting [2, 3].

NIR – NEAR INFRARED SPECTROSCOPY

The 780 to 10^6 nm range of electromagnetic radiation is referred to as the infrared range, within which near (NIR, 800 – 2,500 nm), mid (MIR, 2,500 – $2.5 \cdot 10^4$ nm) and far (FIR, $2.5 \cdot 10^4$ – 10^6 nm) infrared ranges are distinguished. Because of their complex matrices, food samples are primarily analyzed in the NIR range.

There are several interaction that might occur between infrared photons and the sample. From an analytical point of view, transmission, diffuse reflection and the combination of the two, transfection are the most widely used measurement methods. In the course of coffee-related research, due to its analytical advantages, the NIR technique is most often used.

The NIR method was successfully used by Huck et al. to determine the three major alkaloid compounds of robusta and arabica roasted coffees, caffeine, theobromine and theophylline. Reference data were obtained by an HPLC-MS coupled technique [4].

Esteban-Díez et al. have successfully applied the NIR technique to distinguish between arabica and robusta coffee varieties and the compositions of blends [5].

The detection of coffee counterfeiting is a high priority quality management objective in the food industry, because of the high price differences between growing areas and varieties. Pizzaro et al. used the NIR method combined with multivariate regression procedures to identify robusta coffees and to investigate counterfeiting [6].

Evaluation of NIR spectra subjected to different data treatment methods (orthogonal signal correction, OSC, direct orthogonal signal correction, DOSC) using partial least squares (PLS) regression made the determination of the ash and lipid content of given roasted coffee samples possible [7].

To distinguish between coffee growing areas, multivariate chemometric methods combining gas chromatography, electronic language and a trained sensory panel were successfully used by Várvoölgyi et al. [8].

The objective of our research is to distinguish between *Coffea arabica* ground coffees and coffee drinks from different growing areas by growing area and roasting method using the NIR technique.

MATERIALS AND METHODS

TEST SAMPLES

In the research, arabica (*Coffea arabica*) green coffee samples from different growing areas (Brazil, Guatemala, India and Colombia) were used. Brazilian coffee is characterized by its soft taste and low acid content, while the coffee grown in Guatemala is highly acidic with a full, spicy taste. The coffee grown in India is characterized by a sweet, soft taste and a low acid content. At the higher altitude plantations of Colombia, soft, full-bodied coffee with a low acid content is grown, especially of the arabica variety.

SAMPLE PREPARATION – THE ROASTING OF COFFEE

Green coffee was roasted using the green coffee bean roasting equipment marketed by the company Gene Café (Genecafe, South Korea). The different roasting parameters are summarized in **Table 1**.

MEASUREMENT METHOD - FT-NIR

For each sample, spectra were recorded using a Bruker MPA™ FT-NIR/NIT instrument (Bruker Ettlingen, Germany). The instrument operates in the $12,500 - 4,000 \text{ cm}^{-1}$ wave number range. Spectra were recorded using the proprietary OPUS 7.2. (Bruker, Ettlingen, Germany) program of the instrument. Three parallel spectra of each sample were taken. Spectra were recorded in the diffuse reflection measurement

mode in the case of solid samples, and with the help of a temperature-regulated flow-through cuvette ($l=1$ mm) in the case of liquid samples.

STATISTICAL METHODS

To distinguish between the samples, unsupervised and supervised statistical methods were used. An unsupervised method is principal component analysis (PCA), with which it was examined whether our samples could be considered a set of samples taking into account a 95% confidence interval. Thus, the groups later found during the performance of supervised linear discriminant analysis (LDA) could really be considered the result of a successful pattern recognition and were not due to the different sample matrices. The purpose of LDA is to create discriminant functions that, as a linear combination of independent variables, best distinguish between the categories of dependent variables. As a first step, to reduce the number of variables, principal component analysis was performed, reducing the original number of variables of more than one thousand. For the examination of both coffee bean samples and ground coffee samples, as well as coffee drink samples, 20 factors were developed, with the help of which pattern recognition was carried out. PCA and LDA analyses were performed using the Statistica 8.0 (StatSoft, Tulsa, Oklahoma, USA) software.

RESULTS AND EVALUATION

EVALUATION OF FT-NIR SPECTRA

The FT-NIR spectra of both the coffee bean samples and the ground coffee samples, as well as the brewed versions of the coffee samples from the four growing areas (Colombia, Guatemala, India and Brazil) were recorded. **Figure 1** shows the spectra of the coffee bean samples from the different areas as a function of the roasting method.

Characteristic peaks are marked with numbers in **Figure 1**, the qualitative evaluation of which is summarized in **Table 2**. For the identification of the peaks, literature data were used [9].

Comparing the spectra, it can be seen that there is a significant baseline shift. This is primarily due to the different particle size, but it is worth noting that the order of the curves is the same for all four samples, with the spectrum of the Italian roast being the highest. This phenomenon is not only related to the particle size, but also to the fact that, in the case of this roasting method, there is a significant oil layer on the surface of the particles, which results in light scattering.

When comparing the roasting methods (**Figure 2**), significant differences can be seen in the characteristics of the 8,500 – 8,200 cm^{-1} and 7,200 – 7,100 cm^{-1} ranges, which can be explained by

the different presence of aliphatic hydrocarbons. Viennese roasting is the most gentle process, the least damaging to organic components, and it is supposed that this is the cause of the characteristic difference. The peaks in the 4,700 – 4,000 cm^{-1} range are related to the protein, fat/oil, carbohydrate, fiber and cellulose content of the sample. It is exactly this area where there is a clear difference between the roasting methods. In Viennese roasted samples, primarily a difference in height could be observed, which is not only related to particle size but also to the concentration. Quantitative conclusions cannot be drawn from the spectral image, but it can be concluded that the spectra of the Colombian and Guatemalan samples coincide, and the same is true for the Indian and Brazilian samples, so it is assumed that these samples are characterized by similar protein and fat content.

In the case of French roasted coffees, the peak belonging to the 8,300-8,100 cm^{-1} wave number flattens out, so it can be concluded that the aliphatic hydrocarbons present are less detectable. Samples are subjected to the most intense heat during Italian roasting. There is no change in temperature, but there is a change in roasting time. In this case, the signal of aliphatic hydrocarbons almost blends into the spectrum. As an effect of heavier roasting methods, significant qualitative and quantitative changes take place in the protein, fat/oil and carbohydrate content. This characteristic change can also be seen in the spectrum in the 4,700-4,000 cm^{-1} wave number range.

FT-NIR spectra of coffee bean samples and ground coffee samples were also compared (**Figure 3**). The characteristics of the spectra are similar, as expected. The spectra of the ground coffee samples are typically lower, which is clearly related to the particle size.

During the FT-NIR analysis of coffee drinks, for beverages brewed from samples of different origin and of different roasting methods using the same technological procedure, samples of characteristic spectra in the transmission measurement mode are shown by roasting method and growing area (**Figures 4. and 5**).

As expected, virtually all other information is hidden by the characteristic water peaks (7,000 – 6,800 and 5200 – 5150 cm^{-1}).

Based on traditional transmission spectra, there is no difference between the spectra of samples of different places of origin roasted using the same method, or between samples of the same place of origin but using different roasting methods. In this case, instead of the traditional spectra, it is worth examining their derivatives. In terms of growing areas, there was no difference between the first derivatives either, but differences could be observed for the different roasting methods (**Figure 6**). The difference between

the mild Viennese roasting and the more vigorous French and Italian roasting in the 4,900 – 5,190 cm^{-1} range is related to water-soluble polysaccharides, as well as protein and fat components.

STATISTICAL EVALUATION OF FT-NIR DATA

Principal component analysis – PCA

During the principal component analysis of coffee bean samples it was determined that the variance of the variables is explained by two principal components (PC1=86.96%, PC2=12.2%). The ellipse represents the 95% confidence interval. All samples are within the confidence interval, which means that the coffee bean samples, regardless of place of origin or roasting method, can be considered as a single sample matrix (**Figure 7**).

For ground samples, three principal components were determined (PC1=60.3%, PC2=28.2%, PC3=6.2%), and it can also be stated that all samples are within the ellipse representing the 95% confidence interval. It is also true in this case that the ground samples, regardless of place of origin or roasting method, can be considered a single sample matrix (**Figure 8**). In the case of ground samples, the PC1 – PC2 relationship is shown as an example.

Grouping of coffee bean samples – LDA

Linear discriminant analysis (LDA) was performed for all places of origin and each roasting method. **Figure 9** shows the LDA correlations of coffee bean analysis for the different roasting methods. It can be concluded that the three roasting methods are perfectly separated (for clarity, the ellipse representing the 95% confidence interval is not shown here). LDA tests always need to be checked, and the easiest way to do this is to run a reclassification on a random grouping. If random classification results in jumbled points, then it can be stated that the original grouping is not due to chance. This check was carried out in all cases and based on the results it can be stated that pattern recognition in the case of coffee bean samples was successful for the analysis of roasting methods.

The LDA test was also performed for places of origin. The results of **Figure 10** show that Colombian and Guatemalan samples can be distinguished from each other at the 95% confidence level, but the Indian and Brazilian sample groups overlap. This means that certain Indian samples were incorrectly classified as Brazilian by the method. In this case, LDA was also checked using the above-mentioned random classification, as a result of which it was found that classification by place of origin had been successful, with the exception of the two samples in question.

For separation by roasting method, further LDA tests were carried out on the coffee bean samples, which

resulted in the perfect separation of the samples based on the roasting level (**Figure 11**). Successful pattern recognition was again supported in this case by the LDA check.

Grouping of ground coffee samples – LDA

In the case of ground samples, grouping according to the roasting method (**Figure 12**) and place of origin (**Figure 13**) was also carried out by the LDA method. Based on the roasting method, similarly to the coffee bean samples, each sample was separated, thereby confirming that the FT-NIR measurement was not affected by the particle size of roasted coffee (**Figure 12**). Since similar results were obtained for each growing area, only the results of the Guatemalan ground coffee samples are shown in **Figure 12**.

In the case of ground samples, LDA testing performed according to the growing area showed that the individual growing areas could be completely separated from each other at the 95% confidence level, there was no faulty classification (**Figure 13**).

Grouping of coffee drinks – LDA

After brewing the coffee, the different roasting methods cannot be distinguished at the 95% confidence level. However, based on the LDA (**Figure 14**) it can be seen here as well that the measurement points of French and Italian roasting are closer to each other, they almost overlap. In contrast, samples of Viennese roasting are more separated.

Test results of brews of coffees obtained from different growing areas show that the confidence ellipses of the Indian and Guatemalan samples completely overlap, i.e., these groups cannot be distinguished from each other (**Figure 15**). From this it can be concluded that there is a great similarity between the two growing areas, which can be caused by the same soil composition and similar processing methods.

CONCLUSIONS

Based on the results, it can be stated that the FT-NIR method is suitable for distinguishing between *Coffea arabica* coffee bean samples, ground coffee samples and coffee drinks from different growing areas by place of origin and roasting method. Linear discriminant analysis models fitted to the spectra distinguished between the roasting methods perfectly and between the growing areas with a small error in the case of coffee bean samples and ground coffee samples. However, during the analysis of coffee drinks, it was only possible to distinguish between the two extreme roasting levels, and there were several overlaps when running the test on the basis of growing areas. It can be assumed that the more processed the given product is, the more difficult it is for the technique used in our research to work, thus

requiring further tests. In the case of coffee drinks, it should also be taken into account that the sensitivity of FT-NIR to water may significantly influence measurement results.

For accurate analysis of coffee drinks, it is advisable to use more complex analytical techniques, e.g., GC-MS [10, 11, 12]. Sensory qualification of coffee drinks may provide additional information using either trained [13, 14], or consumer sensory panels [15, 16], or by the combined evaluation of instrumental and sensory data [17].

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their thanks to János Szongoth and Semiramis Kft. for supplying the green coffee samples and their professional advice.

The publication is supported by the EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 project. The project is cofinanced by the European Union and the European Social Fund.

REFERENCES

- [1] Wintgens J.N.: *Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production*. Wiley-VCH (2012).
- [2] Spiller A.M.: „The Coffee Plant and Its Processing” in *Caffeine*. Spiller G.A., Ed., CRC Press, 22–28 (1997).
- [3] Clarke R., Vitzthum O.G.: *Coffee: Recent Developments*. Wiley-Blackwell (2001).
- [4] Huck C.W., Guggenbichler W., Bonn G.K.: Analysis of caffeine, theobromine and theophylline in coffee by near infrared spectroscopy (NIRS) compared to high-performance liquid chromatography (HPLC) coupled to mass spectrometry. *Anal. Chim. Acta* **538** (1-2), 195–203 (2005).
- [5] Esteban-Díez I., González-Sáiz J.M., Sáenz-González C., Pizarro C.: Coffee varietal differentiation based on near infrared spectroscopy. *Talanta* **71** (1), 221–229 (2007).
- [6] Pizarro C., Esteban-Díez I., González-Sáiz J.M.: Mixture resolution according to the percentage of robusta variety in order to detect adulteration in roasted coffee by near infrared spectroscopy. *Anal. Chim. Acta* **585** (2), 266–276 (2007).
- [7] Pizarro C., Esteban-Díez I., Nistal A.J., González-Sáiz J.M.: Influence of data pre-processing on the quantitative determination of the ash content and lipids in roasted coffee by near infrared spectroscopy. *Anal. Chim. Acta* **509** (2), 217–227 (2004).
- [8] Várvoölgyi E. *et al.*: Application of Sensory Assessment, Electronic Tongue and GC-MS to Characterize Coffee Samples. *Arabian Journal for Science and Engineering* **40** (1), 125–133 (2014).
- [9] Workman J., Weyer L.: *Practical Guide and Spectral Atlas for Interpretive Near-Infrared Spectroscopy*. 2nd ed. CRC Press (2012).
- [10] Radványi D., Gere A., Jókai Z., Fodor P.: Rapid evaluation technique to differentiate mushroom disease-related moulds by detecting microbial volatile organic compounds using HS-SPME-GC-MS. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **407** (2) 537–545 (2015).
- [11] Radványi D., Gere A., Sipos L., Kovács S., Jókai Z., Fodor P.: Discrimination of mushroom disease-related mould species based solely on unprocessed chromatograms. *Journal of Chemometrics* (2016).
- [12] Bernhardt B. *et al.*: Comparison of different *Ocimum basilicum* L. gene bank accessions analyzed by GC-MS and sensory profile. *Industrial Crops and Products* **67** 498–508 (2015).
- [13] Sipos L., Ladányi M., Kókai Z., Gere A.: Leíró vizsgálatot végző érzékszervi bírálók teljesítményértékelési módszereinek felülvizsgálata. *Élelmiszervizsgálati közlemények – Journal of Food Investigation* **63** (1) 1435–1451 (2017).
- [14] Sipos L., Ladányi M., Gere A., Kókai Z., Kovács S.: Panel performance monitoring by Poincaré plot: A case study on flavoured bottled waters. *Food Research International* **99** (1), 198–205 (2017).
- [15] Gere A., Szabó Z., Pásztor-Huszár K., Orbán C., Kókai Z., Sipos L.: Use of JAR-Based Analysis for Improvement of Product Acceptance: A Case Study on Flavored Kefirs. *Journal of Food Science* **82** (5), 1200–1207 (2017).
- [16] Gere A., Sipos L., Héberger K.: Generalized Pairwise Correlation and method comparison: Impact assessment for JAR attributes on overall liking. *Food Quality and Preference* **43**, 88–96 (2015).
- [17] Gere A. *et al.*: Applying parallel factor analysis and Tucker-3 methods on sensory and instrumental data to establish preference maps: case study on sweet corn varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **94** (15), 3213–3225 (2014).

Quadrupole Time-of-Flight
Liquid Chromatograph Mass Spectrometer
LCMS-9030



Erőfeszítés nélküli teljesítmény

Az LCMS-9030 Q-TOF tömegspektrométer a leggyorsabb és legérzékenyebb kvadrupól technológiát kombinálja a TOF architektúrával. Nagy érzékenységű és pontosságú mérést biztosít elképzelhetetlenül gyors adatgyűjtéssel a rutin felhasználók számára.

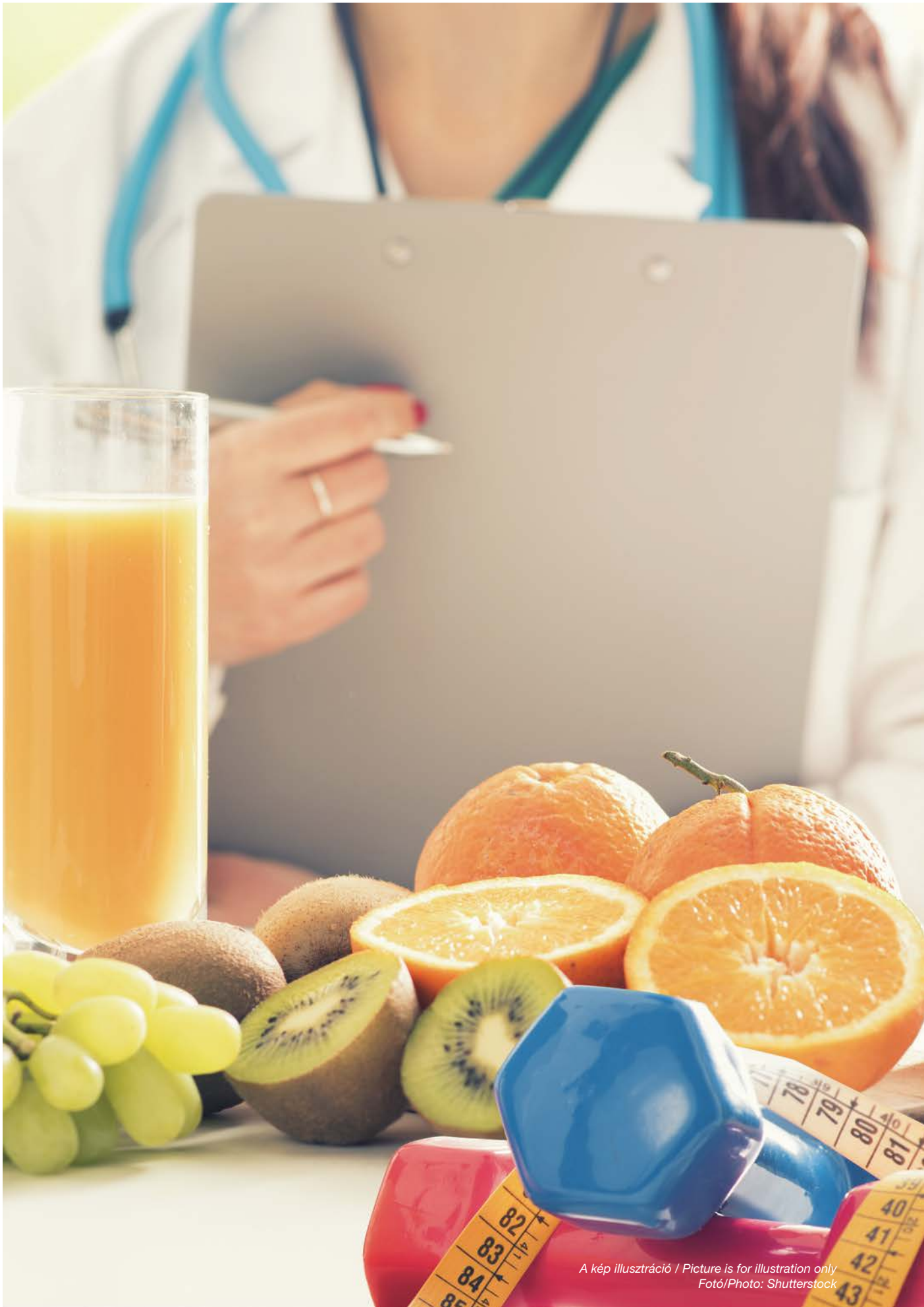
Nagyobb pontosság és érzékenység
a szabadalmaztatott "Ultra-Fast" technológia segítségével

Több komponens azonosítása nagyobb biztonsággal
az élelmiszerbiztonság, az igazságügyi orvostan, a kábítószer vizsgálat, a proteomika és a metabolomika területén

Erőfeszítés nélküli teljesítmény
kevesebb recalibrálással és egyszerű ionforrások közötti váltással

Kis méret
az egyszerű és kompakt földön álló kialakítással





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

Sipos László¹, Nyitrai Ákos¹, Mohamed Ali Ketata², Tóth Arnold³

Érkezett: 2018. november – Elfogadva: 2019. január

A zöldség- és gyümölcsfogyasztás vizsgálatának lehetősége az elméleteken átívelő dinamikus COM-B modell alapján

KULCSSZAVAK: COM-B (Capability, Opportunity, Motivation – Behaviour), BCW (Behaviour Change Wheel), HKF (Háztartási Költségvetési Felvételek), KASA (Knowledge, Aspirations, Skills, Attitudes), NOA (Needs, Opportunities, Abilities), Albert Bandura féle négy-lépéses modell

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elméleteken átívelő és dinamikus COM-B (Capability, Opportunity, Motivation – Behaviour - Képességek, Lehetőségek, Motiváció – Viselkedés) modell célja, hogy megérthessük, miért vállalnak az emberek kockázatot, amikor az egészségükről van szó, illetve miért nem követik az előírásokat az egészségük védelme érdekében. A modellt egy viselkedésváltoztatási keréknek (BCW – Behaviour Change Wheel) nevezett nagyobb viselkedési rendszer középpontjaként fejlesztették ki, amelynek célja, hogy tényadatokkal segítse egy adott beavatkozás tervezőit a probléma viselkedési elemzésétől a beavatkozás megtervezése felé vezető folyamat során. Számos esetben alkalmazták sikeresen a COM-B modellt. A gyümölcs- és zöldségfogyasztás növelése során a viselkedés megváltoztatásának elengedetlen feltétele az, hogy az embereknek meglegyenek a képességeik, a lehetőségeik és a motivációjuk a változtatáshoz. A viselkedést zöldségre, burgonyára és gyümölcsre fordított éves egy főre jutó kiadással mértük a HKF (Háztartási Költségvetési Felvételek) alapján, ez utóbbi a Központi Statisztikai Hivatal által közzétett STADAT-ban jelent meg. Feltételeztük, hogy ezt a képességeket a „Felsőfokú oktatás”-ra, a lehetőségeket a „Kertek, növények és virágok”-ra, és a motivációkat a „Sport, kempingcélú javak”-ra, a „Szobai sporteszközök”-re és a „Sportszerek, kempingcikkek”-re költött kiadással szimbolizálhatjuk. Korrelációt mutattunk ki a zöldségekre, gyümölcsökre és burgonyára, illetve a virágokra, kertészkedésre és a sportra költött kiadások között, viszont nem adódott korreláció a felsőfokú oktatás esetében.

BEVEZETÉS

A viselkedésváltoztatás COM-B modell (Képességek, Lehetőségek, Motiváció, Viselkedés) megalkotásának célja annak megértése, hogy az emberek miért vállalnak kockázatot, vagy hanyagolják el a megfelelő viselkedést, amikor az egészségükről van szó [1, 2]. Egy brazil állami egyetemen 2011-ben végzett tanulmányban megfigyelték, hogy még a táplálkozástudománnyal foglalkozó diákok 38,1%-ának ételmiszer-fogyasztása sem volt a kívánalmaknak megfelelő, mivel étrendjük rostban és vitaminban meglehetősen szegény volt [3]. A

WHO becslései szerint a hosszú távú betegségben szenvedők átlagosan ötven százaléka követi teljes mértékben az előírtakat [4]. Az is köztudott, hogy a gyümölcsök és a zöldségek fogyasztása kedvezően hat az egészségre, számos fogyasztása mégsem felel meg a jelenlegi irányelveknek [5].

Az egészségügyi viselkedéssel kapcsolatos korai vizsgálatok elsősorban az orvos-páciens kommunikáció szerepére összpontosítottak a gyógyszeres kezelés előírásainak követése/nem követése esetében. Továbbá a páciens elégedettségére, tisztánlátására és felelősségére, mint a

¹ Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék

² Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Kertészeti Gazdaságtan Tanszék

³ Budapesti Gazdasági Egyetem, Pénzügyi és Számviteli Kar, Közgazdasági Intézeti Tanszéki Osztály

kommunikációt követő kezelésben való részvétel kulcsfontosságú tényezőire [6]. Azonban az egészségi viselkedéskutatások következetesen bizonyították, hogy az információs szolgáltatás önmagában nem hatékony módja a viselkedés megváltoztatásának. Ezért a kutatás olyan megközelítésekre és modellekre tért át, amelyek a legfontosabb magyarázó változónak az emberek meggyőződését, motivációját és tervezési képességeit tekintik. A beavatkozások valószínűleg nem lesznek hatékonyak mindaddig, amíg meg nem értjük a viselkedés azon jellegét, amely a változáshoz vezet [7]. John Dewey filozófus már 1916-ban megemlíttette, hogy az egyes elméletek megválasztásának és felhasználásának indoklása gyakran a „vizsgálat homályzójában” marad [8].

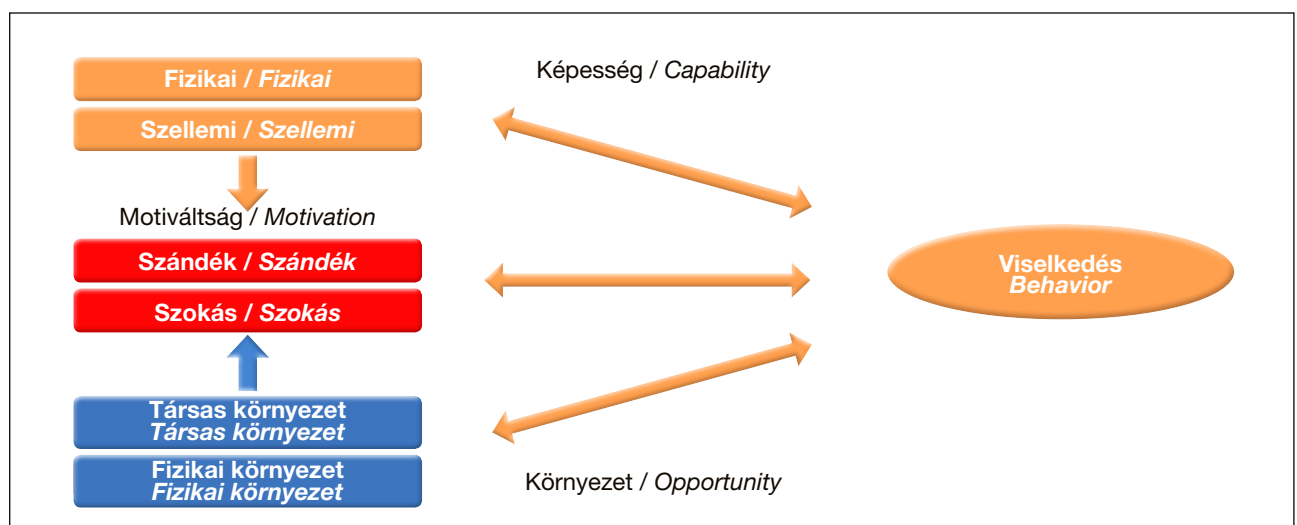
A VISSELKEDÉS ELMÉLETEKEN ÁTIVÉLŐ (TRANSZTEORETIKUS) COM-B MODELLJE

A magatartás-változási technikák osztályozásának fejlődése újfajta koncepciót eredményezett azon tényezők megfogalmazásában, amelyek magyarázzák, vagy meghatározzák az egészséggel kapcsolatos egyéni magatartást. Ennek az új megközelítésnek az alapja az emberi viselkedés megismerésére kidolgozott pszichológiai modell, amelynek az a célja, hogy megragadja a változásokban résztvevő mechanizmusok összességét. A COM-B modell célja, hogy átfogó, egyszerűen kezelhető és sokféle viselkedésre alkalmazható legyen. Áthidalja azt a hiányt, amely azokra a társadalmi kognitív és ökológiai modellekre jellemző, amelyek nem vesznek figyelembe automatikus folyamatokat. Ilyen „tényezőket” - például az impulzusokat és az érzelmeket – ezek a modellek „rendszerszinten” hagynak figyelmen kívül [4]. A COM-B modellt a jelenlegi viselkedéstani elméletekre és magatartáselméleti szakemberek által elfogadott konszenzusára alapozva dolgozták ki [7]. A COM-B egy elméleteken átnyúló, a változtatások elemeire épülő modell, amely két társadalmi, azaz makroszintű/kontextuális tényezőt magában foglaló elméletre

épül. Az egyik a Benett, korábbi KASA (*Knowledge, Aspirations, Skills, Attitudes: Ismeretek, Törekvések, Jártasságok, Attitűdök*) hierarchiája, amely szerint a KASA kapacitásváltozása vezet a tevékenységekben tapasztalható változásokhoz [9]. Továbbá a NOA (*Needs: szükségletek, Opportunities: lehetőségek és Abilities: képességek*) modelljét szintén figyelembe veszi. Érvelésük alapján a szükségletek és lehetőségek vezetnek a motivációhoz, ami a képességekkel kombinálva hozza létre a magatartásváltozást [10]. Az egyéni szintű modellek a szándékon és az elvárt eredményre épülő viselkedésen alapulnak és az egyéni lélektani tényezőkre koncentrálnak. A standard gazdasági elméletekre alapozva vizsgálják a viselkedési preferenciák eredetét. Jól ismert példája Ajzen tervezett cselekvés modellje [11].

A társadalmi modellek a makroszintű/környezeti tényezőkre is kiterjednek, és arra törekednek, hogy kezeljék a viselkedési lehetőségeket korlátozó környezeti tényezőket is. Ez inkább a döntéshozók számára fontos. Jól ismert példája a NOA modell. A változtatáselméleti modelleket a változások komplex folyamatainak megértése céljából hozták létre, például ilyenek a transzleméleti (*változtatás szakaszai*) modellek. Előnyük, hogy meg tudják magyarázni, hogy egy kezdeményezés miért működött vagy miért nem működött, és pontosan mi a baj vele, viszont a hátrányuk az, hogy sok munkát és időt igényelnek.

A COM-B modellt egy viselkedésváltoztatási keréknek (*BCW*) nevezett nagyobb viselkedési rendszer (**2. ábra**) középpontjaként fejlesztették ki [7], amelynek az a célja, hogy a szükséges tényadatokkal segítse a beavatkozás tervezőit a probléma viselkedési elemzésétől a beavatkozás megtervezése felé vezető úton [12]. A BCW a viselkedési változások korábban már meglévő 19 keretrendszerét szintetizálja, amely így egy viselkedési elméletet, a beavatkozási funkciókat és a kapcsolódó vezérelveket kategóriáit foglalja egységbe [13, 14]. A COM-B modell kiindulási pontként szolgál a hatékony és konkrét beavatkozások



1. ábra. A viselkedés változtatás COM-B modellje [1].
Figure 1 The COM-B model of behavior change [1].

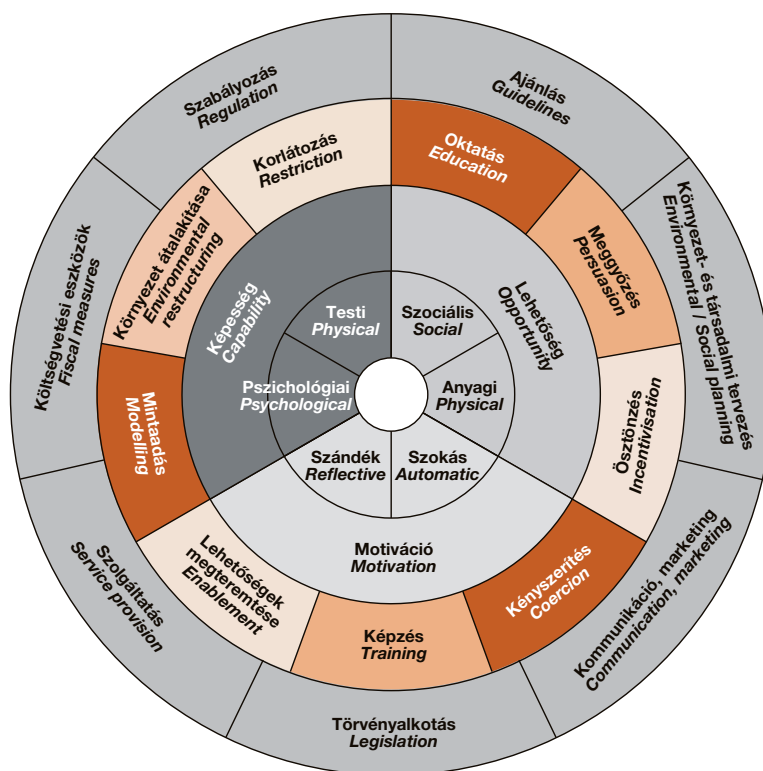
kiválasztásához annak érdekében, hogy a javasolt komponensek valamelyikét kezelni tudjuk [7]. A modell adott esetben ráirányíthatja a figyelmet egyes speciális lélektani elméletekre (például a motivációra), ha a magatartás szemléletesebb elméleti megértése szükséges [12], és számos esetben már sikeresen szerepelt a gyakorlatban [4, 12, 15]. A COM-B modellt alkalmazták többek között az okostelefon-alapú táplálkozási beavatkozás tesztelésének megtervezése során, és használhatóan találták az egészséges étkezés elősegítésében [8], [16]. Továbbá a modellt alapul véve kérdőíveket fejlesztettek ki, amelyeket sikeresen alkalmaztak statisztikailag is stabil klaszterek előállítására Magyarországon, az egészséggel kapcsolatos életstílusok azonosítása érdekében [14].

A DINAMIKUS COM-B MODELL NÉGY ÖSSZETEVŐJE

A zöldség- és gyümölcsfogyasztás esetében a viselkedés (*Behavior*) megváltoztatásához alapvető, hogy az embereknek legyenek képességeik, lehetőségeik és motivációjuk a változtatásra. A képességek (*Capability*), vagyis az egyén adottságai, más szóval a pszichológiai és fizikai kapacitásai lehetővé teszik, hogy részt vegyen az érintett tevékenységben. A környezet nyújtotta lehetőségek (*Opportunity*) minden tényezőre kiterjednek, amelyek kívül esnek az egyénen, és amelyek lehetővé teszik vagy ösztönzik a viselkedést (1. ábra) [1]. A mi esetünkben ez azt jelenti, hogy „normálisnak” látszik, ha több zöldséget és gyümölcsöt eszünk, és úgy tűnik, mintha mindenki ezt tenné.

A jóléti közgazdaságtanban kifejlesztett képesség alapú megközelítés (*Capability Approach*) a szubjektív jólét elemző kerete, amely az emberek által fontosnak tartott célok elérését lehetővé tevő környezetre (*gyakorlati lehetőségekre*) és képességekre koncentrálnak. Ezt a két, nagymértékben összefüggő szempontot mégis meg kell különböztetni. A képességek, vagyis a működési szempont jelenti az erőt, hogy az ember saját döntéseket hozhasson, és a környezeti szempont a megfelelő alkalmat jelenti a választáshoz [17]. Az embernek lehet elegendő és megfelelő minőségű étele, de lehet, hogy mégsem fogyasztja el kulturális vagy vallási okokból, vagy azért, mert nem szereti az ízet vagy, illetve egyszerűen nem szokta enni az adott ételt [16].

A zöldség és gyümölcs fogyasztási szintje erősen összefügg a társadalmi-gazdasági státusszal, amelyet a jövedelemmel, a foglalkozási besorolással, a képzettséggel, vagy a vagyoni helyzettel mérnek [19]. Az étrend változatos jellege is összefüggésbe hozható társadalmi-gazdasági tényezőkkel [20], [21]. Az iskolai végzettséget a társadalmi-gazdasági státusz mérésére használták egy nemrégiben készült tanulmányban, amely az Egyesült Államokban az élelmiszeradók és támogatások lehetséges hatásait vizsgálta a szív- és érrendszeri betegségek, valamint a cukorbetegség okozta terhekre és egyenlőtlenségekre [22]. A motiváció (*Motivation*) magában foglal minden olyan mentális folyamatot, amely energizálja és irányítja a viselkedést, pl. „Azt hiszem, érdemes, de jelenleg nem elsődleges fontosságú.” [2]. Ez a tényező automatikus és



2. ábra. A viselkedésváltási kerék (*Behavior Change Wheel*) [23].
Figure 2 The Behavior Change Wheel [23].

reflektív motivációra osztható tovább. Esetünkben a motiváció az emberek vágyaira utal, vagyis arra, hogy igyekezzenek most megtenni valamit.

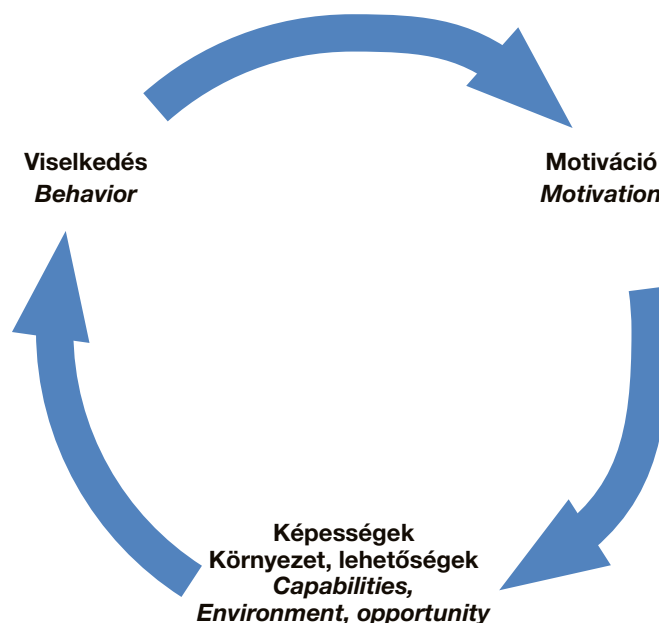
Mindegyik COM-B-összetevő közvetlenül befolyásolhatja a viselkedést, ráadásul a környezet és a képességek befolyásolhatják a motivációt, amely ezáltal hatással van a viselkedésre. Tehát ez egy dinamikus modell [4] - egy adott viselkedés elvégzése befolyásolhatja a képességeket, a környezetet és a motivációt (**2. ábra**) – , amelynek az alapja az Albert Bandura féle négy-lépéses modellfolyamat [25]. A dohányosok esetében kevésbé valószínű, hogy kitartanak egy testmozgásprogram során [26]. Ráadásul egy alacsony önértékelésű – gyenge önbizalmú, bizonytalan, negatív gondolkodású – és rossz testfelépítésű személy nagyobb valószínűséggel morzsolódik le ilyen esetben [27]. Ugyanakkor, egy írországi tanulmányban az erős motivációs csoportba tartozó fogyasztók 57%-a teljesítette az ajánlásokat a zsírok esetében, viszont a napi gyümölcs- és zöldségfogyasztásra vonatkozóan mindössze 31%-uk érte el ugyanezt [28]. Egy 1081 főből álló, 13-18 éves, dél-kaliforniai tinédzserekre kiterjedő felmérés során a magasabb fizikai aktivitásúak, a BMI értéküktől függetlenül, emelkedettebb zöldségfogyasztásról számoltak be. Míg a túlsúlyosak jelentősen magasabb gyümölcsfogyasztást jelentettek, a fizikai aktivitásuktól függetlenül [29]. A viselkedésváltozás bizonyítékokon alapuló elvei komplex és dinamikus kapcsolatban vannak a COM-B modell elemeivel (**3. ábra**), és ez indokolja a háztartásstatisztikai adatok alapján végzett vizsgálatunkat.

A COM-B modell az alapja annak az Egészségügyi Kommunikációs Felmérésnek, amelyet a Nemzeti

Egészségfejlesztési Intézet 2015-ben végzett Magyarországon [1]. Felméréseik alapján zöldséget és gyümölcsöt a felnőtt lakosságnak mindössze 26,5%-a fogyaszt legalább egyszer egy nap, míg naponta többször csupán a 7,5%-a. Mind a három mért COM-B tényező: a képességek, a környezet és a motiváció fontos szerepet játszott a zöldség- és gyümölcsfogyasztásban. A válaszadók 30%-a nem rendelkezett elegendő ismerettel a zöldség- és gyümölcsfogyasztás előnyeiről, 30%-uknak nem volt elegendő lehetősége arra, hogy többet fogyasszon, és csaknem 80%-a nem volt motivált rá. A megfelelő tudással és lehetőségekkel rendelkezők csak 41%-ánál észlelték a kellő motivációt.

KÉPESSEGEK - KÉPZETTSÉG

A képességek az egyén személyes lélektani és fizikai kapacitását, vagy egyes esetekben gátló tényezőit jelentik az adott tevékenységben való részvétellel kapcsolatban. Még az üzleti életben is sok stratégiai tervező feltételezi, hogy ha a stratégia logikus, akkor a kollégák tudni fogják, hogy mit kell tenniük, ezért egyáltalán nem építenek be képességfejlesztést a terveikbe. Természetesen vannak olyan emberek, akik nagyon alkalmazkodók, gyorsan tanulnak és megfelelően cselekednek az ilyen helyzetben. Sajnálatos módon ezek gyakran kis csoportot alkotnak, és a beavatkozás tervezői túlságosan ezekre a „szokásos kiemeltekre” támaszkodnak. Mivel ez a kevés ember nem képes mindent megoldani, a fáradozás hiábavalónak bizonyul. Az ilyen buktatók leküzdése érdekében szükséges az, hogy a képességeket a folyamatok szerves részeként vegyük figyelembe [31].



3. ábra. COM-B modell – a viselkedésváltoztatás dinamikus modellje [24].
Figure 3 COM-B model – the dynamic model of behavioral change [24].

1. táblázat. A viselkedésváltoztatás bizonyításon alapuló elveire épülő keretrendszer összekapcsolása a COM-B modellel
 Table 1 Linking the framework based on evidence-based principles of behavior change to the COM-B model [30].

A viselkedés változtatás tényeken alapuló elvei <i>Principles of behavior change based on facts</i>	Fizikai képességek <i>Physical abilities</i>	Pszichológia képességek <i>Psychological abilities</i>				Szociális lehetősége, környezet <i>Social opportunities, environment</i>	Fizikai lehetősége, környezet <i>Physical opportunities, environment</i>	Automatikus motiváció <i>Automatic motivation</i>		Reflektív motiváció <i>Reflective motivation</i>					
	Ügyesség / <i>Skill</i>	Tudás / <i>Knowledge</i>	Képzettség / <i>Education</i>	Memória, figyelem és döntéshozatali folyamatok <i>Memory, attention and decision-making processes</i>	Viselkedés szabályozása / <i>Behavior regulation</i>	Társadalmi hatások / <i>Social impacts</i>	Környezeti összefüggések és források <i>Environmental contexts and resources</i>	Érzelem / <i>Emotion</i>	Megerősítés / <i>Reinforcement</i>	Célok / <i>Goals</i>	Szándékok / <i>Intentions</i>	Következményekkel kapcsolatos meggyőződések <i>Convictions related to consequences</i>	Képességekkel kapcsolatos meggyőződések <i>Convictions related to abilities</i>	Optimizmus / <i>Optimism</i>	Társadalmi, szakmai szerep és azonosság <i>Social, professional role and activity</i>
Az elméleti értelmezési tartomány keretrendszere <i>Framework of the theoretical domain of interpretation</i>															
1. Tudás és az eredményekkel kapcsolatos elvárások <i>1. Knowledge and expectations regarding the results</i>		x										x			
2. Személyes relevancia <i>2. Personal relevance</i>															x
3. Pozitív érzelmi hozzáállás <i>3. Positive emotional attitude</i>								x	x						
4. Deskriptív normák <i>4. Descriptive standards</i>						x									
5. Szubjektív normák <i>5. Subjective standards</i>						x									

kulturális miliőre, amely azt határozza meg, hogy miként gondolkodunk adott dolgokról [7]. A legújabb kutatások alapján az elsődleges szupermarket fizikai távolsága nem volt összefüggésbe hozható a táplálkozás minőségével. A háztartás tagjainak étkezési ismeretei, kulturális tényezői, táplálkozási preferenciái és egészségi állapota fontosabbak az ételmiszer-vásárlást meghatározó viselkedés és az étkezés minősége esetében, még az alacsony jövedelmű városrészekben is [39, 40].

A környezet sokrétűségének figyelembevétele kritikus a siker szempontjából. A táplálkozást meghatározó erőforrások és a konverziós tényezők összefüggő jellege alátámasztja azt a feltételezést, hogy gyakran kimaradnak lehetőségek [39].

A lakókörnyezet esztétikai értéke, a társadalmi szerepvállalás és a részvétel a közösségi kertek művelésében számos esetben szignifikáns kapcsolatban állt a zöldség- és gyümölcsfogyasztással [41, 42]. Kaplan korábbi kutatása szerint számos előnnyel járhat a szoros kapcsolat a természettel. Többek között javítja az egyén szocializációs lehetőségeit, nem is beszélve a pszichológiai előnyökről, mint a figyelem funkcionális javítása és a stressz-csökkentés [43]. Egy új-zélandi tanulmány megállapításai szerint a kertészkedésben résztvevő középiskolás diákok csoportja valamivel alacsonyabb depressziós tünetet, és fokozottabb emocionális jólétet mutatott. Továbbá jobb családi, szomszédosági kapcsolatokról számoltak be, mint azok, akik nem vettek részt a kertészkedésben [44]. A másokkal való törődés a virág-termékek fogyasztási értékeinek egyik legfontosabb típusa volt Tajvanon, az érzékszervi örömszerzés, az érzelmi hatás, a kíváncsiság kielégítése és a pénzületi érték mellett [45]. A virágokat a társadalmi kapcsolatok erősítése céljából is vásárolják a kapcsolódó társadalmi szimbólum jellegük miatt. A fogyasztók azért vásárolnak virágokat a hagyományos ünnepekre, hogy megmutassák mások iránti törődésüket, és javítsák társadalmi kapcsolataikat [46].

MOTIVÁCIÓ – FIZIKAI TEVÉKENYSÉG ÉS SPORTOLÁS

Hippokratész szerint „ha minden embernek meg tudnánk adni a megfelelő táplálékot és testmozgást, nem túl keveset és nem túl sokat, megtalálhatnánk a legbiztonságosabb utat az egészséghez”. A motiváció nagymértékben befolyásolja az egyén teljesítményét olyan helyzetekben, amelyekben fizikailag képes a feladat elvégzésére, de bizonytalan a képességeivel kapcsolatban. A motiváció valójában az összes olyan agyi folyamatot jelenti, amely erősíti és irányítja a viselkedést. Például a fizikai tevékenységekben való részvétel jól ismert motivációja a vágy, hogy ne csak fizikailag egészségesek, erősek és energikusak legyünk, hanem javulás mutatkozzon egy kihívás teljesítését jelentő cselekvésben, továbbá új készségek elsajátítására irányuló tevékenységekben is, ami fokozza az önhatékonyt. Ezek a motivációs

tényezők húzódnak meg a „társadalmi” motiváció mögött, ami a barátokkal eltöltött időt, új emberek megismerését jelenti, továbbá az „élvezet” motiváció mögött, ami azt az érzést jelenti, hogy a tevékenység szórakoztató, érdekes, stimuláló és élvezetes [47].

A motiváció és a képességek összekeverése azzal a veszéllyel jár, hogy az alacsony vágyakra alapozott pusztán kifogások elhomályosítják a cselekvés tényleges korlátait, pedig egyébként a magas igény létezik. Az emberek általában úgy értelmezik a képességeiket, mint aminek az elvégzésére motiváltak, és nem úgy, mint a szó szerinti képességeiket, ami alapján egy adott viselkedést elvégezhetnek [48]. A motivációs tényező megértése átsegíti az egyéneket a szükségesség-aggodalmak keretrendszerén, többek között a gyógykezelés előírásainak követése esetében [49].

Annak ellenére, hogy az izmok mozgásának mentális egészségi (képesség) előnyeit és a mozgás-mentális egészség kapcsolatát egyre inkább nem lehet figyelmen kívül hagyni, a kutatók még mindig dolgoznak a részleteken, hogy mennyi gyakorlásra van szükség, milyen mechanizmusok vannak a fizikai gyakorlatok előnyei mögött, és mindennek mi lehet az oka [50]. Az aktívabb vagy fittebb egyének nagyobb figyelmet tudnak szentelni a környezetnek, és gyorsabban tudják feldolgozni az információkat [51]. Ezenkívül az aerobik bizonyítottan javítja az agy működését, különösen a gátlás és a figyelem kognitív kontrolljában részt vevő neurális hálózatokban [52]. A rendszeres testmozgás lehet az agy biológiai megerősítésének egyik útja, így csökkenhet a stressz hatása. Egy másik elmélet szerint a testmozgás elősegíti a normális alvást, amelyről közismert, hogy védőhatással van az agyra [53]. Idősebb korban a fizikai erőnlét a memória, a problémamegoldás és a döntéshozatali képességek javításával növelheti az agyi képességeket [54].

Új kutatások szerint a testmozgás és a táplálkozási tényezők kiegészítő szerepet játszanak a szervezet energia egyensúlya és a szinaptikus plaszticitás ellenőrzése során, ami fontos hatással van a kognitív képességek összehangolására. Úgy tűnik, hogy pozitív összefüggés van az egészséges táplálkozás és a rendszeres testmozgás között, és a testmozgás hatékonynak bizonyul az egészségtelen étrend hatásainak csökkentésében is [50]. Már korábban felmerült, hogy a testmozgás szerepet játszhat az ételmiszer-választás bizonyos aspektusaiban [55]. Kimutatták, hogy a fizikai aktivitás összefüggésbe hozható az étkezés jobb minőségével, és a magasabb gyümölcs- és zöldségfogyasztással. Az egészségügyi motiváció emelkedő mutatója szignifikánsan és pozitívan összefüggött az egészséges táplálkozással és testmozgással egy írországi tanulmányban. Emellett számos tanulmány is megállapította, hogy az emberek motivációja a testmozgás és az egészséges táplálkozás érdekében általában pozitív [28].

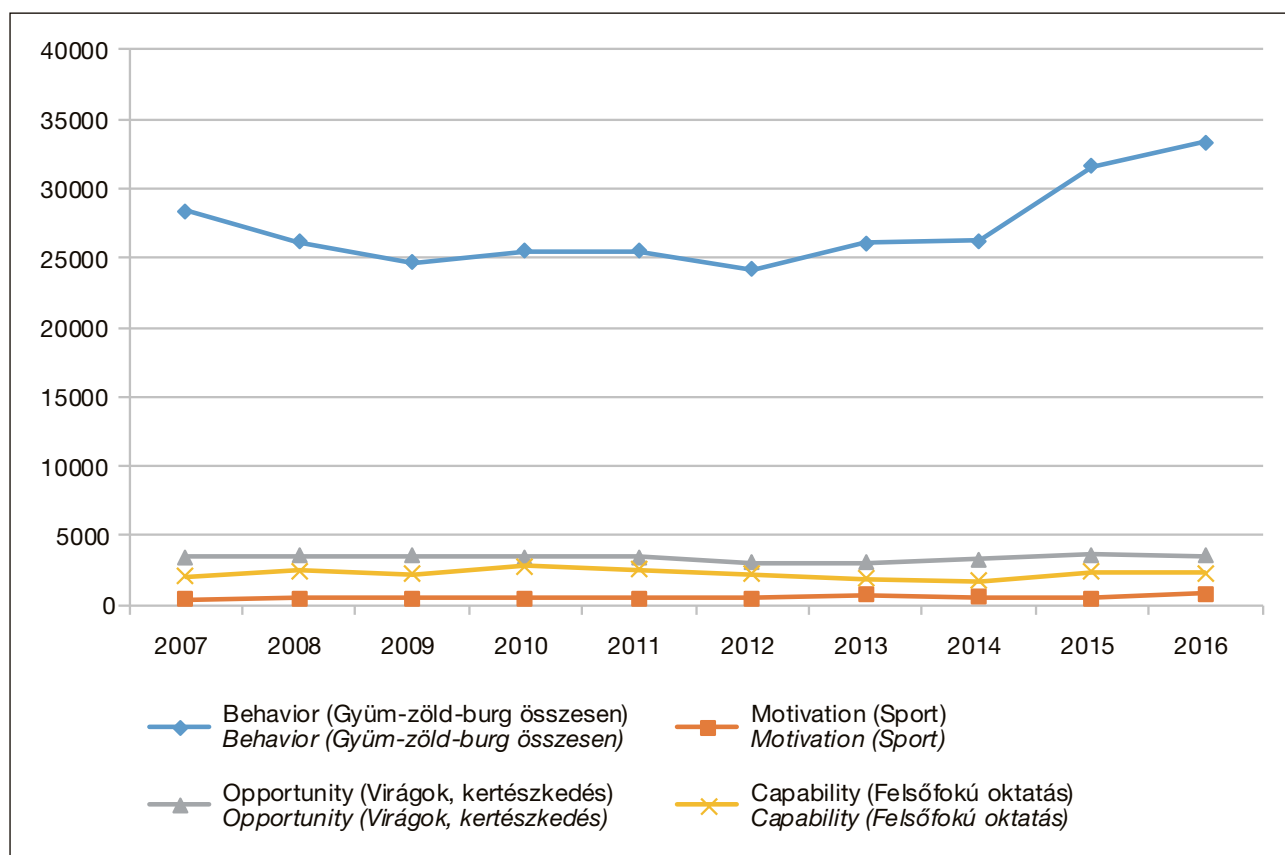
Azonban az továbbra sem világos, hogy az egészségesebb táplálkozási magatartás az általános egészségorientáltság következménye-e, vagy a testmozgás biológiai és pszichológiai eredményéhez köthető. Továbbra is nehéz meghatározni az egészséges táplálkozási motiváció és a testmozgás közötti ok-okozati összefüggést. Kiemelten figyelembe kell venni azt az optimista torzítást, amely az egészségesen táplálkozó, vagy a fizikailag aktív egyének esetében abból a meggyőződésből fakad, hogy így átlagemberekhez képest kevesebb kockázatnak teszik ki magukat [56].

HÁZTARTÁSI KÖLTSÉGVETÉSI FELVÉTELEK (HKF) ALAPJÁN VÉGZETT SZÁMÍTÁSOK

A nemzeti háztartásstatisztikai adatok felhasználásával csökkentettük a mintavételi hiba nagyságát [57]. A kutatók gyakran találkoztak az önkéntöltős kérdőívek esetében egyfajta optimista torzítással, a hamisan jó válaszokkal. Sokan még akkor is a társadalmilag kívánatos módon reagálnak, ha annak nincs nyilvánvaló előnye [58]. A viselkedést (*Behavior*) a zöldségre (benne burgonya) és gyümölcsre költött egy főre jutó éves kiadással mértük a HKF (Háztartási Költségvetési Felvételek) alapján, amit a STADAT-ban tett közzé a Központi Statisztikai Hivatal. Itt a kategorizálás COICOP csoportosítás alapján történt. Feltételeztük, hogy a képességek (*Capability*), vagyis az emberek szellemi és fizikai

jártassága, ereje és állóképessége a „felsőoktatásra költött kiadásaival” jellemezhető. A környezet (*Opportunity*), vagyis a társadalmi környezet, benne a szociális miliő, a társadalmi normák, társadalmi hatások, modellek és a fizikai környezeti források, lehetőségek, hely és idő, feltételezésünk szerint az embereknek a „virágokra, kertészkedésre” költött kiadásaival jellemezhető. A motiváció (*Motivation*) az automatikus folyamatok, mint a szokások, érzelmi állapotok és a reflex folyamatok, mind pedig a tudatos szándékok, meggyőzések és az azonosságtudat, feltételezéseink szerint a „sport és kempingcélú tartós javakra”, a „szobai sporteszközökre”, és a „sportszerekre, kempingcikkre” fordított kiadásokkal jellemezhető. A háztartások kiadási szerkezete nem változott a vizsgált időszakban (2007-2016) a vizsgált kategóriák esetében. A legtöbbet a „gyümölcs-zöldség-burgonya összesen” kategóriára költöttek a háztartások. Tanulságos, hogy a 2007-es kiinduló értékeket a 2015-ös évben érték el. A további sorrend a virágok és kertészkedés, a felsőfokú oktatás, végül a sport. (4. ábra)

Amennyiben a változásokat tovább elemezzük, elmondható, hogy a legnagyobb mértékű növekedés – nominális és reálértéken egyaránt – a gyümölcs-zöldség-burgonya összesen, valamint a sport kategóriákban mérhető. Utóbbi esetében a 2007-es bázison mért kiadás 28 427 forintról 33 381 forintra növekedett. A sport esetében a kiadás nagysága



4. ábra. A fogyasztói árindex alapján korrigált COM-B modell változóinak alakulása (2007-2016). Az egy főre jutó éves kiadások részletezése COICOP csoportosítás szerint (bázis év 2007, forrás: KSH alapján)
Figure 4 Changes in the variables of the COM-B model adjusted for the consumer price index (2007-2016).
Details of per capita annual expenditure by COICOP group (base year 2007, source: KSH)

ugyan alacsony, de a növekedés jelentős. A virágok, kertészkedés kategóriában a reálváltozás nem jelentős. Hasonló következtetések vonhatunk le a felsőfokú oktatásnál is. (4. ábra)

A Spearman-féle rangkorrelációs együtthatóval a COM-B modellben levő változók közötti együtt járás szorosságát mértük. Értéke független a mértékegységektől, és a két érték közötti kapcsolat nagyságát és irányát jelzi. A rangkorreláció értékéről elmondható, hogy minél távolabb van a zérustól, annál erősebb a kapcsolat. Ha az értéke -1, akkor tökéletes negatív korrelációról, és ha +1, akkor tökéletes pozitív korrelációról beszélhetünk. Az eredmények (2. táblázat) azt mutatják, hogy a „Zöldség, gyümölcs és burgonya összesen” változója erős pozitív szignifikáns kapcsolatban van a „Sport” és a „Virágok, kertészkedés” változóval. A „Sport” változó kapcsolata a „Virágok, kertészkedés” változóval is szignifikáns, szorosan együtt mozog. A „Felsőfokú oktatás” változója esetében nem adódott szignifikáns kapcsolat a többi változóval. Fontos kihangsúlyozni, hogy az együtt-járási szorossága nem interpretálható ok-okozati összefüggésként.

LIMITÁCIÓ

Az ételmiszer-fogyasztással kapcsolatos megkérdezést gyakran háztartási szinten végzik, míg a táplálkozás gyakran az egyén szintjén történik. Továbbá elmondható, hogy az otthon termesztett ételmiszert alulbecsülik a piacon vásárolttal szemben. Mindamellett, hogy a motiváció gyakran globális és egységes konstrukciónak tekinthető, az egyének különböző motivációs komponensekkel rendelkezhetnek a tevékenységek különböző formáiban való részvétel esetén [59, 60, 61].

ÖSSZEGRÉS

Annak ellenére, hogy a gyümölcs- és zöldségfogyasztás kedvezően hat az egészségre és a jólétre, kevés számú felnőtt követi a jelenlegi irányvonalat. A viselkedésváltozás COM-B (részletesen: Képességek, Lehetőségek, Motiváció és Viselkedés) modell megalkotásának célja az volt, hogy megérthessük, az emberek miért vállalnak kockázatot egészségükkel szemben, vagy miért viselkednek éppen ellenkezőleg. Feltételeztük, hogy a modell elemeit a HBS-változók szimbolizálhatják. Megállapítottuk, hogy a «Zöldségek, gyümölcsök és burgonya» egy főre eső éves háztartási kiadása erős pozitív korrelációt mutat a „Sport” és a „Virágok és kertészet” változók között Magyarországon a 2007-2016-os időszakban. A „Sport” változó is jelentős kapcsolatban állt a „Virágok és kertészet” változóval, és ezek szorosan együtt változtak. A „Felsőoktatás” változó esetében nem volt szignifikáns kapcsolat a többi változóval. Fontos hangsúlyozni, hogy az együttmozgás erőssége nem értelmezhető ok-okozati összefüggésként.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Bolyai János kutatási ösztöndíj támogatásával készült. A kutatást a VEKOP-2.3.3-15-2017-00022, és az EFOP-3.6.3 VEKOP-16-2017-00005 projektek támogatták. Nyitrai Ákos köszönetét fejezi ki a Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskolájának.



Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

2. táblázat. A COM-B modell változói közötti Spearman-féle korrelációs mátrix (az egy főre jutó éves kiadások részletezése COICOP csoportosítás szerint)
Table 2 The Spearman correlation matrix between the variables of the COM-B model (details of per capita annual expenditure by COICOP group)

Variables / Variables	B (Gyüm-zöld-burg összesen) B (Total fruits-vegetables-potatoes)	M (Sport) M (Sports)	O (Virágok, kertészkedés) O (Flowers, gardening)	C (Felsőfokú oktatás) C (Higher education)
B (Gyüm-zöld-burg összesen) B (Total fruits-vegetables-potatoes)	-	0.9030	0.7818	0.1758
M (Sport) M (Sports)	0.9030	-	0.7333	0.1273
O (Virágok, kertészkedés) O (Flowers, gardening)	0.7818	0.7333	-	0.4788
C (Felsőfokú oktatás) C (Higher education)	0.1758	0.1273	0.4788	-

Possibilities for the analysis of fruit and vegetable consumption based on a transtheoretical dynamic COM-B model

KEYWORDS: COM-B (Capability, Opportunity, Motivation – Behavior), BCW (Behavior Change Wheel), HKF (Household Budget Surveys), KASA (Knowledge, Aspirations, Skills, Attitudes), NOA (Needs, Opportunities, Abilities), Albert Bandura's four-step model

SUMMARY

The objective of the transtheoretical dynamic COM-B (Capability, Opportunity, Motivation - Behavior) model is to understand why people take risks when it comes to their health and why they do not follow the instructions to protect their health. The model has been developed as the central part of a larger behavioral system called the Behavior Change Wheel (BCW), the goal of which is to assist the designers of a given intervention with factual data during the process leading from the behavioral analysis of the problem to the planning of the intervention. The COM-B model has been successfully applied in many cases. When increasing the consumption of fruits and vegetables, an essential condition for behavior change is that people have the ability, opportunity and motivation to change. The behavior was measured by the annual per capita spending on vegetables, potatoes and fruits, based on HKF (Household Budget Surveys), the latter being published in the STADAT issued by the Hungarian Central Statistical Office. It was assumed that the capability can be approximated by the expenditure on "Higher education", the opportunity by the expenditure on "Gardens, plants and flowers, and motivation by the expenditure on "Sport, camping goods", "Indoor sports equipment" and "Sports equipment, camping equipment". A correlation was demonstrated between the expenditure on fruits, vegetables and potatoes and the expenditure on flowers, gardening and sports, however, there was no correlation in the case of money spent on higher education.

INTRODUCTION

The objective of the development of the COM-B model (Capability, Opportunity, Motivation – Behavior) of behavior change is to understand why people take risks or neglect to behave properly when it comes to their health [1, 2]. A study carried out at a Brazilian state university in 2011 showed that the food consumption of even 38.1% of nutrition science students was inadequate, because their diet was low in fibers and vitamins [3]. The WHO estimates that, on average, fifty percent of people suffering from long-term illnesses fully comply with the requirements [4].

It is also known that the consumption of fruits and vegetables has a beneficial effect on health, but the consumption of many people does not meet current guideline [5].

Early studies on health behavior focused primarily on the role of doctor-patient communication in following/not following the directions of medication. Other aspects included patient satisfaction, clarity and forgetfulness as key factors for participating in post-communication treatment [6]. However, it has been shown consistently by health behavior research that providing information in itself is not an effective way

¹ Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Cargo Handling and Sensory Analysis

² Szent István University, Faculty of Horticultural Science, Department of Horticultural Economics

³ Budapest Business School, Faculty of Finance and Accountancy, Department Section of the Economics Institute

to change behavior. Therefore, research has shifted to approaches and models that consider people's conviction, motivation and planning abilities as the most important explanatory variables. Interventions are unlikely to be effective until we understand the nature of behavior that leads to change [7]. It was mentioned by the philosopher John Dewey already in 1916 that the justification for choosing and using certain theories often remains in the „shadow zone of the investigation” [8].

THE TRANSTHEORETIC COM-B MODEL

The evolution of the classification of behavior change techniques has led to a new concept in the formulation of the factors that explain or define individual behavior related to health. The basis for this new approach is the psychological model developed for understanding human behavior, the objective of which is to capture all the mechanisms involved in change. The COM-B model is designed to be comprehensive, easy to handle and applicable to a wide range of behaviors. It bridges the gap typical of social cognitive and ecological models that do not take into account automatic processes. Such “factors”, such as impulses and emotions, are ignored by these models on a “systemic level” [4]. The COM-B model was developed on the basis of current behavioral theories and the consensus adopted by behavioral professionals [7]. COM-B is a transtheoretical model based on the elements of change, founded on two social theories that incorporate macro/contextual factors. One is the former KASA (*Knowledge, Aspirations, Skills, Attitudes*) hierarchy of Benett, according to which KASA's capacity change leads to changes seen in activities [9]. It also takes into account the NOA (*Needs, Opportunities and Abilities*) model. According to their arguments, needs and opportunities lead to motivation which, in combination with the abilities, creates behavior change [10]. Individual level models are founded on intent and behavior based on expected results and focus on individual psychological factors. Based on standard economic theories, the origins of behavioral preferences are examined. A well-known example is Ajzen's theory of planned behavior [11].

Social models also cover macro/environmental factors and seek to address environmental factors that restrict behavior. This is more important for decision makers. A well-known example of the NOA model. Change management models, such as transtheoretical models (*stages of change*), have been developed to understand the complex processes of change. Their advantage is that they can explain why an initiative worked or why it did not work, and know exactly what the problem with it was, but their disadvantage is that they require a lot of work and time.

The COM-B model was developed as the central part of a larger behavioral system called the Behavior Change Wheel (BCW, **Figure 2**) [7], the goal of

which is to assist the designers of an intervention with factual data during the process leading from the behavioral analysis of the problem to the planning of the intervention [12]. BCW synthesizes the 19 pre-existing frameworks of behavior changes, thus integrating a behavioral theory, intervention functions and the categories of related guiding principles [13] [14]. The COM-B model serves as the starting point for selecting effective and specific interventions in order to be able to handle one of the proposed components [7]. In certain cases, the model may point out some specific psychological theories (e.g., motivation), if a more expressive theoretical understanding of the behavior is required [12], and in many cases has already been used successfully in practice [4, 12, 15]. The COM-B model has been used, for example, during the design of the testing of smartphone-based dietary intervention and has been found to be useful in promoting healthy eating [8, 16]. Furthermore, based on the model, questionnaires have been developed that were successfully used to create statistically stable clusters in Hungary to identify health-related lifestyles [14].

THE FOUR COMPONENTS OF THE DYNAMIC COM-B MODEL

In the case of fruit and vegetable consumption, to change behavior it is essential for people to have the ability, opportunity and motivation to change. Capabilities, that is, the individual's abilities, in other words, their psychological and physical capacities allow them to participate in the activity concerned. Opportunities provided by the environment include all the factors that are outside the individual and allow or encourage the behavior (**Figure 1**) [1]. In our case, this means that it seems “normal” to eat more fruits and vegetables, and it seems like everyone is doing it.

The capability approach developed in welfare economics is an analytical framework of subjective well-being that focuses on the environment (practical opportunities) and capabilities that enable people to achieve goals they consider important. However, these two highly related aspects need to be distinguished. Capabilities, that is, the operational aspect are the power to make one's own decisions, and the environmental aspect is the adequate occasion to choose [17]. People may have sufficient food of adequate quality, but may not consume it for cultural or religious reasons, or because he does not like its taste or simply because he usually does not eat the given food [16].

The level of fruit and vegetable consumption is strongly related to the socio-economic status, which is measured by income, occupational classification, qualification or wealth [19]. The varied nature of the diet can also be linked to socio-economic factors [20, 21]. The level of education was used to measure socio-economic status in a recent study on the potential effects of food taxes and subsidies in the

United States on cardiovascular diseases and the burdens and inequalities caused by diabetes [22]. Motivation includes all the mental processes that energize and control behavior, e.g., “I think it’s worth it, but it’s not a priority right now.” [2]. This factor can be further divided into automatic and reflective motivation. In our case, motivation refers to people’s desires, that is, to trying to do something now.

Each COM-B component can directly affect behavior, and the environment and capabilities can influence motivation, thus affecting behavior. This way, it is a dynamic model [4], performing a particular behavior can affect capabilities, the environment and motivation (Figure 2), and it is based on Albert Bandura’s four-step model process [25]. Smokers are less likely to stick to an exercise program [26]. In addition, a person with a low self-esteem (with weak self-confidence and who is uncertain and negative-minded) and a weakly built body is more likely to drop out in such a case [27]. At the same time, in a study in Ireland, 57% of strongly motivated consumers met the recommendations for fats, but only 31% achieved the same regarding daily fruit and vegetable consumption [28]. In a survey that included 1,031 13 to 18 years old teenagers in South Carolina, higher levels of vegetable consumption were reported by those with higher physical activity, regardless of their BMI value. In the meantime, significantly higher fruit consumption was reported by overweight people, regardless of their physical activity [29]. Evidence-based principles of behavior change have a complex and dynamic relationship with the elements of the COM-B model (Figure 3), which justifies our analysis based on household statistics.

The COM-B model is the basis for the Health Communication Survey conducted by the National Institute for Health Development in Hungary in 2015 [1]. Based on their survey, only 26.5% of the adult population consumes fruits and vegetables at least once a day, while only 7.5% does so several times a day. All three measured COM-B factors (capabilities, the environment and motivation) played important roles in fruit and vegetable consumption. 30% of the respondents did not have enough knowledge about the benefits of fruit and vegetable consumption, 30% did not have the opportunity to consume more, and almost 80% were not motivated. Only 41% of those with the right knowledge and opportunity had adequate motivation.

CAPABILITIES -EDUCATION

Abilities mean the individual’s personal psychological and physical capacity or, in some cases, their inhibiting factors regarding participation in a given activity. Even in business, many strategic planners assume that if the strategy is logical, then colleagues will know what to do, that is why they do not incorporate any capability development into their plans. Of course, there are people who adapt

very well, learn quickly and act properly in such a situation. Unfortunately, they often form a minority group, and the planners of the intervention rely too heavily on these „usual seniors”. Since these few people are unable to solve everything, the efforts will prove unsuccessful. To overcome such pitfalls, it is necessary to consider capabilities as an integral part of the process [31].

The systematic assessment of abilities can also help explain and treat frequent unhealthy behavior [17]. The psychological abilities of a given person in the case of a proper diet cover their knowledge of the quality and variety of meals [32]. The varied nature of fruit and vegetable consumption hinders the development of chronic diseases and is widely recommended as a critical factor in healthy eating [21].

Better education enhances the more efficient use of the given health resources by improving the individual’s abilities in obtaining and processing health information. Even one more year of education has a beneficial effect on people’s nutrition, but does not necessarily have a positive effect on avoiding health risks or on taking part in preventive health check-ups [33]. Based on the latest results, the longer duration of education has no general effect on the abilities, but it may increase the special cognitive abilities of the individual [34].

The proportion of people consuming fruits and vegetables at least five times a day was higher among highly educated people than among those with low levels of education in EU Member States in 2014 [35]. Even the higher and more frequent fruit and vegetable consumption of children could be correlated to the higher levels of education of their parents in the European population [36, 37], but the same could not be demonstrated in Malaysia [38].

ENVIRONMENT (OPPORTUNITIES) – FLOWERS, GARDENING

The environment encompasses all the factors that are outside the individual and that allow for the stimulation of behavior. The environment can be further divided into a tangible „physical” environment and a “social” environment, the cultural milieu that determines how we think about certain things [7]. According to the latest research, the physical distance of the primary supermarket could not be correlated to the quality of the diet. The nutritional knowledge, cultural factors, nutritional preferences and health status of household members are more important in the behavior determining food purchases and in the quality of meals, even in low income areas [39, 40].

Taking environmental diversity into account is critical to success. The interconnected nature of the resources and conversion factors determining the diet supports the assumption that opportunities are often missed [39].

In many cases, the aesthetic value of the living environment, social responsibility and participation in the cultivation of community gardens are significantly related to fruit and vegetable consumption [41] [42]. According to the earlier research of Kaplan, there are many advantages of a close relationship with nature. Among other things, it improves the individual's socialization opportunities, not to mention the psychological benefits, such as functional improvement of attention and stress reduction [43]. According to the findings of a New Zealand study, a group of high school students participating in gardening exhibited somewhat fewer depression symptoms and an increased emotional well-being. In addition, they reported better family and neighborhood relationships than those who did not participate in gardening [44]. Caring for others was one of the most important types of consumption values of flower products in Taiwan, in addition to sensory pleasure, emotional impact, satisfying curiosity and monetary value [45]. Flowers are also purchased to strengthen social relationships because of their associated social symbolic nature. Consumers buy flowers for traditional holidays to show their concern for others and to improve their social relationships [46].

MOTIVATION – PHYSICAL ACTIVITY AND SPORTS

According to Hippocrates, „if we could give every individual the right amount of nourishment and exercise, not too little and not too much, we would have found the safest way to health”. Motivation greatly influences the individual's performance in situations where he or she is physically capable of performing the task, but is uncertain about his or her abilities. In fact, motivation means all brain processes that strengthen and control behavior. For example, the well-known motivation for participating in physical activities is the desire not only to be physically healthy, strong and energetic, but also to improve in pursuits that present a challenge, as well as in activities aimed at acquiring new skills, which enhances self-efficacy. These motivational factors lie behind “social” motivation, which means spending time with friends and getting to know new people, and behind “enjoyment” motivation, which means the feeling that the activity is fun, interesting, stimulating and enjoyable [47].

Confusing motivation with capabilities has the risk that mere objections based on low desires obscure the actual limitations of the action, even though there is a high demand. People usually interpret their capabilities as being motivated to do something, not as their literal capabilities, on the basis of which a given behavior can be performed [48]. Understanding the motivation factor helps individuals in the framework of necessities and concerns, to follow treatment requirements, among other things [49].

Despite the fact that the mental health (*capabilities*) benefits of muscular movement and the exercise-

mental health relationship cannot be ignored, researchers are still working on the details to determine how much exercise is needed, what the mechanisms are behind the benefits of physical exercise and what may be the reason for this [50]. More active or fitter individuals can pay more attention to the environment and can process information faster [51]. In addition, aerobics has been shown to improve brain function, especially in neural networks participating in the cognitive control of inhibition and attention [52]. Regular exercise can be one of the ways of biological reinforcement of the brain, which can reduce the effect of stress. According to another theory, physical exercise promotes normal sleep, which is known to have a protective effect on the brain [53]. In older age, physical fitness may improve brain capabilities by improving memory, problem-solving and decision-making abilities [54].

New research suggests that exercise and nutritional factors play a complementary role in controlling the body's energy balance and synaptic plasticity, which has an important impact on the coordination of cognitive abilities. There seems to be a positive correlation between healthy eating and regular exercise, and exercise is also effective in reducing the effects of an unhealthy diet [50]. It has already been suggested that exercise may play a role in certain aspects of food selection [55]. It has been shown that physical activity can be associated with a higher diet quality and with a higher fruit and vegetable consumption. The rising indicator of health motivation was significantly and positively correlated to healthy eating and exercise in an Irish study. In addition, many studies have found that people's motivation for exercise and healthy eating is generally positive [28].

However, it is still unclear whether a healthier eating behavior is the result of a general health orientation or it can be linked to the biological and psychological results of exercise. It is still difficult to determine a causal relationship between healthy eating motivation and exercise. Particular account should be taken of the optimistic bias in the case of individuals who eat healthy or are physically active, who believe that they are less exposed to risks than average people [56].

CALCULATIONS PERFORMED ON THE BASIS OF HOUSEHOLD BUDGET SURVEYS (HKF)

The magnitude of the sampling error was reduced by using the national household statistics data [57]. Researchers have often met a certain optimistic bias in the case of self-filled questionnaires, with false positive answers. Many people respond in a socially desirable way, even if this has no obvious advantages [58]. Behavior was measured by the annual per capita spending on fruits and vegetables (including potatoes) on the basis of HKF (Household Budget Surveys), published in the STADAT by the Hungarian Central Statistical Office. Here, categorization was

carried out on the basis of COICOP grouping. It was assumed that capabilities, i.e., the mental and physical skills, strength and endurance of people can be characterized by their „*expenditure on higher education*”. Opportunity, i.e., the social environment, including the social milieu, social standards, social influences, models and physical environmental resources, opportunities, place and time can be characterized, in our assumption, by the expenditure of people on „*flowers, gardening*”. Motivation, i.e., automatic processes such as habits, emotional states and reflex processes, as well as conscious intentions, beliefs and sense of identity can be characterized by the expenditure on „*sport and camping goods*”, „*indoor sports equipment*” and „*sports equipment, camping equipment*” in our assumption. The expenditure structure of households did not change in the period under review (2007-2016) in the case of the categories examined. Households spent the most on the category „*total fruits-vegetables-potatoes*”. It is instructive that the baseline values of 2007 were reached again in 2015. The further order was flowers and gardening, higher education, and finally sports (**Figure 4**).

If changes are analyzed further, it can be stated that the highest growth, both nominal and real, could be measured in the categories total fruits-vegetables-potatoes and sports. In the case of the latter, the 2007 base value of 28,427 HUF increased to 33,381 HUF. In the case of sports, the absolute value of the expenditure is low, but the growth is significant. The real change in the category flowers and gardening category is not significant. Similar conclusions can be drawn for the category higher education as well (**Figure 4**).

The closeness of interaction between the variables of the COM-B model was measured with the Spearman rank correlation coefficient. Its value is independent of the units of measure and indicates the magnitude and direction of the relationship between the two values. It can be said about the value of the rank correlation that the farther away it is from zero, the stronger the relationship is. If its value is -1, it is a perfect negative correlation, and if it is +1, then it is a perfect positive correlation. Results (**Table 2**) show that the variable of „*total fruits-vegetables-potatoes*” has a strong positive relationship with the variables of „*Sport*” and „*Flowers, gardening*”. The relationship between the „*Sport*” variable and the „*Flowers, gardening*” variable is significant, they are closely intertwined. In the case of the variable of „*Higher education*”, no significant relationship was found with the other variables. It is important to emphasize that the closeness of the interaction cannot be interpreted as a causal relationship.

LIMITATIONS

Questions related to food consumption are often asked at the household level, while eating is frequently carried out at the individual level. In addition, it can be said that home-grown food is underestimated when compared to food bought at the market. While motivation is often considered to be a global and unified construction, individuals may have different motivational components when participating in different forms of activities [59, 60, 61].

SUMMARY

Despite the fact that fruit and vegetable consumption has a positive effect on health and well-being, few adults follow current guidelines. The objective of the development of the COM-B (Capability, Opportunity, Motivation – Behavior) model of behavior change was to understand why people take risks against their health or behave the opposite way. It was assumed that elements of the model could be symbolized by HBS variables. We found that there is a strong positive correlation between the per capita annual expenditure on “Fruits, vegetables and potatoes” and the variables “Sports” and “Flowers and gardening” in Hungary in the period 2007-2016. The variable “Sports” also had a significant relationship with the variable “Flowers and gardening”, and they are closely intertwined. In the case of the variable “Higher education”, there was no significant relationship with the other variables. It is important to emphasize that the closeness of the interaction cannot be interpreted as a causal relationship.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the János Bolyai research scholarship. The research was supported by the VEKOP-2.3.3-15-2017-00022 and EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 projects. Ákos Nyitrai expresses his gratitude to the Doctoral School of Food Science of Szent István University.



Prepared with the support of the New National Excellence Program of the Ministry of Human Capacities, code no. ÚNKP-17-4.

REFERENCES

- [1] Balku E., Berki J., Csizmadia P., Csohán Á., Horváth G., Kurcz A., Melles M., Bakacs M., Boros J., Györke J., Pásztorné Stokker E., Szabó K.Zs. (2015): *Egészségjelentés 2015*. Varsányi P., Vitrai J. (szerk.). Nemzeti Egészségfejlesztés Intézet, Budapest.
- [2] Stevens C., Shahab L., West R. (2016): Evaluating the Risk Acceptance Ladder (RAL) as a basis for targeting communication aimed at prompting attempts to improve health related behaviours: A pilot randomised controlled trial.
- [3] Pereira-Santos M., da Mota Santana J., Neves de Carvalho A.C., Freitas F. (2016): Dietary patterns among nutrition students at a public university in Brazil. *Revista chilena de nutrición* **43** (1) 39-44.
- [4] Jackson C., Eliasson L., Barber N., Weinman J. (2014): Applying COM-B to medication adherence. *The European Health Psychologist* **16** (1) 7-17.
- [5] Székely G., Losó V., Tóth A. (2015): Nemzetközi és hazai zöldség-gyümölcs fogyasztás, módszertani kérdések. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, **61** (1) 456-483.
- [6] Ley P. (1988): *Communicating with patients: Improving communication, satisfaction and compliance*. New York, NY: Croom Helm, USA.
- [7] Michie S., van Stralen M.M., West R. (2011): The behaviour change wheel: a new method for characterizing and designing behaviour change interventions. *Implementation Science* **6**:42.
- [8] Watt R.G., Draper A.K., Ohly H.R., Rees G., Pikhart H., Cooke L., Moore L., Crawley H., Pettinger C., McGlone P., Hayter A.K. (2014): Methodological development of an exploratory randomised controlled trial of an early years' nutrition intervention: the CHERRY programme (Choosing Healthy Eating when Really Young). *Maternal & Child Nutrition* **10** (2) 280-294.
- [9] Bennett C. (1975): Up the hierarchy. *Journal of Extension* **13** (2) 7-12.
- [10] Gatersleben B., Vlek C. (1998): *Household consumption, quality of life and environmental impacts, in Noorman and Schoot-Uiterkamp* (Eds.) Green Households.
- [11] Ajzen I. (1991): *The theory of planned behavior, Organisational Behavior and Human Decision Processes*. 179-211.
- [12] Barker F., Atkins L., de Lusignan S. (2016): Applying the COM-B behaviour model and behaviour change wheel to develop an intervention to improve hearing-aid use in adult auditory rehabilitation. *International Journal of Audiology* **55** (3) S90-S98.
- [13] Lefevre C.E. (2016): *The Behaviour Change Wheel in Action – applying behaviour change methods and techniques to environmental issues*. Centre for Behaviour Change, University College London.
- [14] Balku E., Tóth G., Nárai E., Zsíros E., Varsányi P., Vitrai J. (2017): Methodology for identification of healthstyles for developing effective behavior change interventions. *Journal of Public Health* **25** (4) 387-400.
- [15] Alexander K.E., Brijnath B., Mazza D. (2014): Barriers and enablers to delivery of the Healthy Kids Check: an analysis informed by the Theoretical Domains Framework and COM-B model. *Implementation Science* **9**:60 1-14.
- [16] Robinson E., Higgs S., Daley A.J., Jolly K., Lycett D., Lewis A., Aveyard P. (2013): Development and feasibility testing of a smart phone based attentive eating intervention. *BMC Public Health*, **13** (1) 639-646.
- [17] Ferrer R.L., Cruz I., Burge S., Bayles B., Castilla M.I. (2014): Measuring Capability for Healthy Diet and Physical Activity. *Annals of Family Medicine* **12** (1) 46-56.
- [18] Crocker D.A. (2008): *Ethics of Global Development Agency, Capability, and Deliberative Democracy*. Cambridge University Press, New York, NY.
- [19] Darmon N., Drewnowski A. (2008): Does social class predict diet quality? *The American Journal of Clinical Nutrition* **87** (5) 1107-1117.
- [20] Ahn B.C., Engelhardt K., Joung H. (2006): Diet variety is associated with socio-economic factors. *Ecology of Food and Nutrition* **45** (6) 417-430.
- [21] Conklin A.I., Forouhi N.G., Suhrcke M., Surtees P., Wareham N.J., Monsivais P. (2014): Variety more than quantity of fruit and vegetable intake varies by socioeconomic status and financial hardship. Findings from older adults in the EPIC cohort. *Appetite* **83** 248-255.
- [22] Peñalvo J.L., Cudhea F., Micha R., Rehm C.D., Afshin A., Whitsel L., Wilde P., Gaziano T., Pearson-Stuttard J., O'Flaherty M., Capewell S., Mozaffarian D. (2017): The potential impact of food taxes and subsidies on cardiovascular disease and diabetes burden and disparities in the United States. *BMC Medicine* **15** (1) 208.
- [23] Járomi É., Szűcs E., Vitrai J. (2016): Egészség stílusokhoz illesztett, viselkedés változást célzó beavatkozások tervezése. *Egészségfejlesztés*, **57** (2) 34-50.
- [24] Wildman M. (2014): Quality improvement in Cystic Fibrosis. *MCA Showcase Day*, 1st April 2014, Senior Lecturer, SchARR University of Sheffield – Health Services Research

- [25] Székely G., Sipos L., Kiss O.Zs., Kocsis M. (2006): *Basic Marketing*. Aula Kiadó, Budapest.
- [26] Trost S.G., Owen N., Bauman A.E., Sallis J.F., Brown W. (2002): Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **34** (12) 1996-2001.
- [27] Huberty J.L., Ransdell L.B., Sigman C., Flohr J.A., Schult B., Grosshans O., Durrant L. (2008). Explaining long-term exercise adherence in women who complete a structured exercise program. *Research Quarterly for Exercise and Sport* **79** (3) 374-384.
- [28] Naughton P., McCarthy S.N., McCarthy M.B. (2015): The creation of a healthy eating motivation score and its association with food choice and physical activity in a cross sectional sample of Irish adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* **12** (1) 74.
- [29] Fuller S., Levy S., Dehamer, R., Hong M.Y. (2014): Relationships between physical activity, food choice, gender, and BMI in Southern California teenagers. *The FASEB (Federation of American Societies for Experimental Biology) Journal* **28** (1) Supplement 811.11
- [30] Tombor I., Michie S. (2017): Methods of Health Behavior Change. *Oxford Research Encyclopedia of Psychology*, on-line publication date: July of 2017
- [31] Ashkenas R., Chandler L. (2017): Your Strategy Won't Work If You Don't Identify the New Capabilities You Need. *Harvard Business Review*, on-line publication date: November of 2017
- [32] Drèze J, Sen A. (1989): *Hunger and Public Action*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- [33] Li J., Powdthavee N. (2015): Does more education lead to better health habits? Evidence from the school reforms in Australia. *Social Science & Medicine* **127** 83-91.
- [34] Ritchie S.J., Bates T.C., Deary I.J. (2015): Is Education Associated With Improvements in General Cognitive Ability, or in Specific Skills? *Developmental Psychology* **51** (5) 573-582.
- [35] Eurostat (2016): Consumption of fruit and vegetables in the EU. *Eurostat Newsrelease*, Eurostat Press Office **197** – on-line publication date: October of 2016
- [36] Fernández-Alvira J.M., Mouratidou T., Bammann K., Hebestreit A., Barba G., Sieri S. Reisch L., Eiben G., Hadjigeorgiou C., Kovacs E., Huybrechts I., Moreno L.A. (2013): Parental education and frequency of food consumption in European children: the IDEFICS study. *Public Health Nutrition* **6** (3) 487-498.
- [37] Lehto E., Ray C., TeVelde S., Petrova S., Duleva V., Krawinkel M., Behrendt I., Papadaki A., Kristjansdottir A., Thorsdottir I. et al. (2015): Mediation of parental educational level on fruit and vegetable intake among school children in ten European countries. *Public Health Nutrition* **18** 89-99.
- [38] Chong K.H., Lee S.T., Ng S.A., Khouw I., Poh B.K. (2017): Fruit and Vegetable Intake Patterns and Their Associations with Sociodemographic Characteristics, Anthropometric Status and Nutrient Intake Profiles among Malaysian Children Aged 1-6 Years. *Nutrients* **9** (8) 723.
- [39] Gustafson A., Christian J.W., Lewis S., Moore K., Jilcott S. (2011): Food venue choice, consumer food environment, but not food venue availability with in daily travel pattern sare associated with dietary intake among adults, Lexington Kentucky 2011. *Nutrition Journal* **12**:17.
- [40] Aggarwal A., Cook A. J., Jiao J., Seguin R.A., Moudon A.V., Hurvitz P.M., Drewnowski A. (2014): Access to Supermarkets and Fruit and Vegetable Consumption. *American Journal of Public Health* **104** (5) 917-923.
- [41] Litt J.S., Soobader M.J., Turbin M.S., Hale J.W., Buchenau M., Marshall J.A. (2011): The Influence of Social Involvement, Neighborhood Aesthetics, and Community Garden Participation on Fruit and Vegetable Consumption American. *Journal of Public Health* **101** (8) 1466-1473.
- [42] Barnidge E.K., Baker E.A., Schootman M., Motton F., Sawicki M., Rose F. (2015): The effect of education plus access on perceived fruit and vegetable consumption in a rural African American community intervention. *Health Education Research* **30** (5) 773-785.
- [43] Grygorczyk A., Jenkins A., Bowen A.J. (2017): Exploring approaches for classifying ornamental garden plant purchasers. *Journal of Sensory Studies* **32** (3) 1-6.
- [44] Lier L.E., Utter J., Denny S., Lucassen M., Dyson B., Clark T. (2017): Home Gardening and the Health and Well-Being of Adolescents. *Health Promotion Practice* **18** (1) 34-43.
- [45] Yeh T.F., Huang L.Ch. (2009): An Analysis of Floral Consumption Values and Their Difference for Genders and Geographic Regions. *HortTechnology* **19** (1) 101-107.
- [46] Libbon R.P. (2000): Dear data dog: What does my mother expect for Mother's Day? *American Demographics* **22** (5) 25.
- [47] Ryan R.M., Frederick C.M., Lepes D., Rubio N., Sheldon K.M. (1997): Intrinsic motivation and exercise adherence. *International Journal of Sport Psychology* **28** 335-354.

- [48] Brawley L.R., Martin K.A., Gyurcsik N.C. (1998): Problems in assessing perceived barriers to exercise: Confusing obstacles with attributions and excuses. In: Duda J.L. (Ed.), *Advances in sport and exercise psychology measurement*. Morgantown: Fitness Informations 337–350.
- [49] Jones S., Babiker N., Gardner E., Royle J., Curley R., Hoo Z.H., Wildman M.J. (2015): Promoting adherence to nebulized therapy in cystic fibrosis: poster development and a qualitative exploration of adherence. *Patient Preference and Adherence* **9** 1109–1120.
- [50] Martynoga B. (2016): How physical exercise makes your brain work better. *The Guardian*, on-line publication date: June of 2016
- [51] Gomez-Pinilla F., Hillman C.H. (2013): The Influence of Exercise on Cognitive Abilities. *Comprehensive Physiology* **3** (1) 403–428.
- [52] Colcombe S.J., Kramer A.F., Erickson K.I., Scalf P., McAuley E., Cohen N.J., Webb A., Jerome G.J., Marquez D.X., Elavsky S. (2004): Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **101** (9) 3316–3321.
- [53] Otto M.W., Smits J.A. .J. (2011): *Exercise for Mood and Anxiety: Proven Strategies for Overcoming Depression and Enhancing Well-Being*. Oxford University Press.
- [54] Ginis K.A.M. et al. (2017): Formulation of evidence-based messages to promote the use of physical activity to prevent and manage Alzheimer's disease. *BMC Public Health* **17**:209, 4090–5.
- [55] King N.A. (1998): The relationship between physical activity and food intake. *Proceedings of the Nutrition Society* **57** (1) 77–84.
- [56] Shepherd G.J. (1999): Advances in communication theory: a critical review. *Journal of Communication* **49** (3) 156–164.
- [57] Liberato S.C., Bailie R., Brimblecombe J. (2014): Nutrition interventions at point-of-sale to encourage healthier food purchasing: a systematic review. *BMC Public Health* **14** (1) 919–933.
- [58] Seol H. (2007). A psychometric investigation of the Marlowe-Crowne social desirability scale using Rasch measurement. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development* **40** (3) 155–168.
- [59] Burchi F., De Muro P. (2016): From food availability to nutritional capabilities: Advancing food security analysis. *Food Policy* **60** 10–19.
- [60] Balku E., Vitrai J. (2016): Results of the Health Communication Survey I. – Adult Survey. Egészség kommunikációs Felmérés Eredményei I. Felnőttfelmérés. Egészségfejlesztés **57** (2) 2–18.
- [61] Székely G., Szakács G. (2003): *Kertészeti és élelmiszeripari marketing*. Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Budapest.

HUNGALIMENTARIA 2019

Hungalimentaria konferencia
a NÉBIH és a WESSLING Hungary Kft. közös szervezésében

Időpont: 2019. április 24–25.
Helyszín: Aquaworld Resort Budapest

Fővédnök: ZSIGÓ Róbert élelmiszerlánc-biztonságért felelős államtitkár
Védnökök: Dr. BOGNÁR Lajos országos főállatorvos, helyettes államtitkár
és Dr. ORAVECZ Márton NÉBIH-elnök

www.hungalimentaria.hu

nébih
termőföldtől
az asztalig

WESSLING
Életünk minősége



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

Ungai Diána¹, Kovács Béla¹, Győri Zoltán²

Érkezett: 2018. szeptember – Elfogadva: 2019. január

Az ásványianyag-tartalom alakulása a Jubilejnaja 50 őszi búzafajtában (*Triticum aestivum* L.), különböző termesztési években és termőterületeken, Magyarországon

KULCSSZAVAK: gabona, őszi búza, *Triticum aestivum* L., Jubilejnaja 50, intenzív agrotechnika, termesztési évek, termőterületek, teljes kiőrlésű termékek, ásványianyag-tartalom, cink, réz, magnézium, kalcium, foszfor, kálium, mangán, vas, táplálkozás-élettan.

ÖSSZEFOGLALÁS

A búzát Magyarországon, és világviszonylatban is a legnagyobb mennyiségben termesztett gabonanövények között tartják számon. Hazánkban vetésterülete 1,0-1,2 millió hektár között változik, így összességében a megtermelt növényi termékek meghatározó hányadát teszi ki. Az őszi búza termése jelentős szerepet tölt be táplálkozásunkban. Fontos ásványianyag-forrás az emberiség számára, hiszen szerves és szervetlen makro- és mikroelem-tartalma kiemelt fontosságú szervezetünk napi tápanyag-felvételében, ez különösen igaz a teljes kiőrlésű termékek fogyasztása esetén.

Szakirodalmi forrásokat elemezve is meglehetősen változatosak azok az adatok, melyek a búza ásványianyag-tartalmára vonatkoznak. Mindez napjainkban pedig kiegészül a következő kérdéssel is: vajon az intenzív agrotechnika alkalmazásával változik-e valamilyen módon a termesztett fajták táplálkozás-élettani értéke?

Vizsgálatunk tárgyául a Jubilejnaja 50 fajtát választottuk, és két évben, valamint több magyarországi termőterületen vizsgáltuk az ásványi anyagok (P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu, Fe) alakulását, összevetve ezeket a rendelkezésre álló hazai irodalmi adatokkal, és vizsgálva a lehetséges változások irányát.

Mérési eredményeink alapján megállapítható, hogy a vizsgált ásványi anyagok esetében – figyelembe véve az egyes termőhelyek közötti szórásértékeket – a kapott értékek megfelelnek az irodalmi adatoknak, azok sorába jól illeszthetőek. A jobb összevethetőség érdekében relatív szórásértékeket is figyelembe vettünk. A vizsgált elemeket tekintve mindkét vizsgált évben a cink és a réz esetében kaptuk a legkiemelkedőbb szórásértékeket a vizsgált termőhelyek között. A szórások a cink esetében 2003-ban 33%, 2004-ben 21,2%, míg a réz esetében 2003-ban 23,6%, 2004-ben pedig 22,2%. A legalacsonyabb relatív szórás a magnézium esetében volt megfigyelhető, 2003-ban 9,8%, míg 2004-ben 8,6%-os értékeket határoztunk meg.

Összességében megállapíthatjuk, hogy megbízható következtetések levonásához több kísérleti helyről és különböző évekből származó adatokat kell összesíteni, amelyeket megfelelő statisztikai módszer segítségével célszerű feldolgozni.

¹ Debreceni Egyetem, Élelmiszertudományi Intézet

² Debreceni Egyetem, Táplálkozástudományi Intézet

BEVEZETÉS

Az őszi búza a hazai vetésterület meghatározó hányadát foglalja el. Nagysága évjárattól függően 1,0 és 1,2 millió hektár között ingadozik [22]. A búza úgy Magyarországon, mint a világ számos országában meghatározó szerepet tölt be a táplálkozásunkban, alapélelmiszernek számít. Ezért a búzaszem kémiai összetétele, szerves és szervetlen makro- és mikroelem-tartalma kiemelt fontosságú szervezetünk napi tápanyag-felvételében [6, 17, 26]. Az őszi búza ásványi anyag tartalmával kapcsolatban többek között Dworak, Pais, Győri, Oury és munkatársai, valamint Sipos, Zhao és munkatársai, illetve Burján és Győri alapadatokat adnak meg [5, 20, 9, 11, 19], [23, 26, 3]. Az elmúlt éveket tekintve az őszi búza természetesen jelentős változásokon ment keresztül az alkalmazott intenzív agrotechnikai eljárások következtében. Felmerül ugyanakkor a kérdés, hogy a rendelkezésre álló fajták ilyen körülmények között történő termesztése hogyan befolyásolja a minőségi mutatók alakulását, azaz mind a táplálkozás-élettani, mind pedig a takarmányozási értéküket, amely természetesen magában foglalja az őszi búzaszem kémiai összetételének alakulását is [2]. A különböző vizsgálatok kiterjedtek a fajták természetstabilitásának meghatározására [21], valamint azok különböző minőségi paramétereinek megállapítására is [10], [18]. Ezek az eredmények rámutathatnak arra, hogy a fajták között évről évre jelentős eltérések lehetnek.

A búza szemtermése összességében jelentős ásványianyag-, és tápanyagforrás az emberiség számára [26]. Számos kutató kimutatta, hogy az emberi szervezetbe bekerülő ásványi anyagok jelentős része gabonafélékből származik [12]. Természetesen ennek megítélésében azt is figyelembe kell venni, hogy az ásványi anyagok megoszlása a búzaszemben nem egyenletes. Habár a legtöbb ásványi anyagot a búzaszem héjrésze (korpa) tartalmazza, számos országban emberi fogyasztásra a búzaszem ásványi elemekben jóval szegényebb endospermium részét hasznosítják [16, 24].

A búzaszemben számos kémiai elem megtalálható, azonban a szakirodalmi adatokat tekintve meglehetősen változatos képet kapunk az ásványi anyagok összetétele tekintetében, az ezzel kapcsolatos adatokat és irodalmi forrásokat a következő táblázatban szemléltjük (1. táblázat).

A táblázat adataiból megállapítható, hogy nehéz egységes következtetést levonni az elem-összetétele vizsgálatok terén, hiszen az agrotechnika egyes elemei és a termőhelyi adottságok is jelentős mértékben képesek befolyásolni az ásványi anyag-tartalom alakulását.

A termésátlagok növelésére irányuló – az előbbieken is említett – intenzív agrotechnika alkalmazásával az elemösszetétel-vizsgálatok pedig újra előtérbe kerültek. A kutatók számos közleményben [1, 25], különböző megfontolások – eltérő búzafajok, valamint táplálkozás-élettani szempontok – alapján határozták meg az őszi búza ásványianyag-tartalmát.

Éppen ezért a rendelkezésre álló mérési eredményeink alapján két termesztési évben, különböző termesztési területekről származó fajta, a Jubilejnaja 50 esetében vizsgáltuk az elemösszetétel alakulását. Az elemzés során a kapott ásványi anyagok – úgy mint a P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu és Fe – adatait vetettük össze a rendelkezésre álló irodalmi adatokkal.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatok alapját képező őszi búza minták két termesztési évből (2003 és 2004), valamint 16 különböző termesztési területről származtak. A vizsgálati minták elsődlegesen olyan agrotechnikai kísérletből kerültek ki, amelyeknél eltérő ökológiai viszonyok között (eltérő talajtípuson), különböző termőtájak hatását vizsgálták, valamint értékelték az elért terméseredményeket. A vizsgált őszi búza fajta a Jubilejnaja 50 volt.

1. táblázat. Az őszi búza ásványianyag-tartalmának alakulása különböző irodalmi forrásokat figyelembe véve
Table 1 Mineral content of winter wheat according to various literature sources
[5, 20, 7, 9, 11, 24, 8, 4, 13, 19, 23, 26].

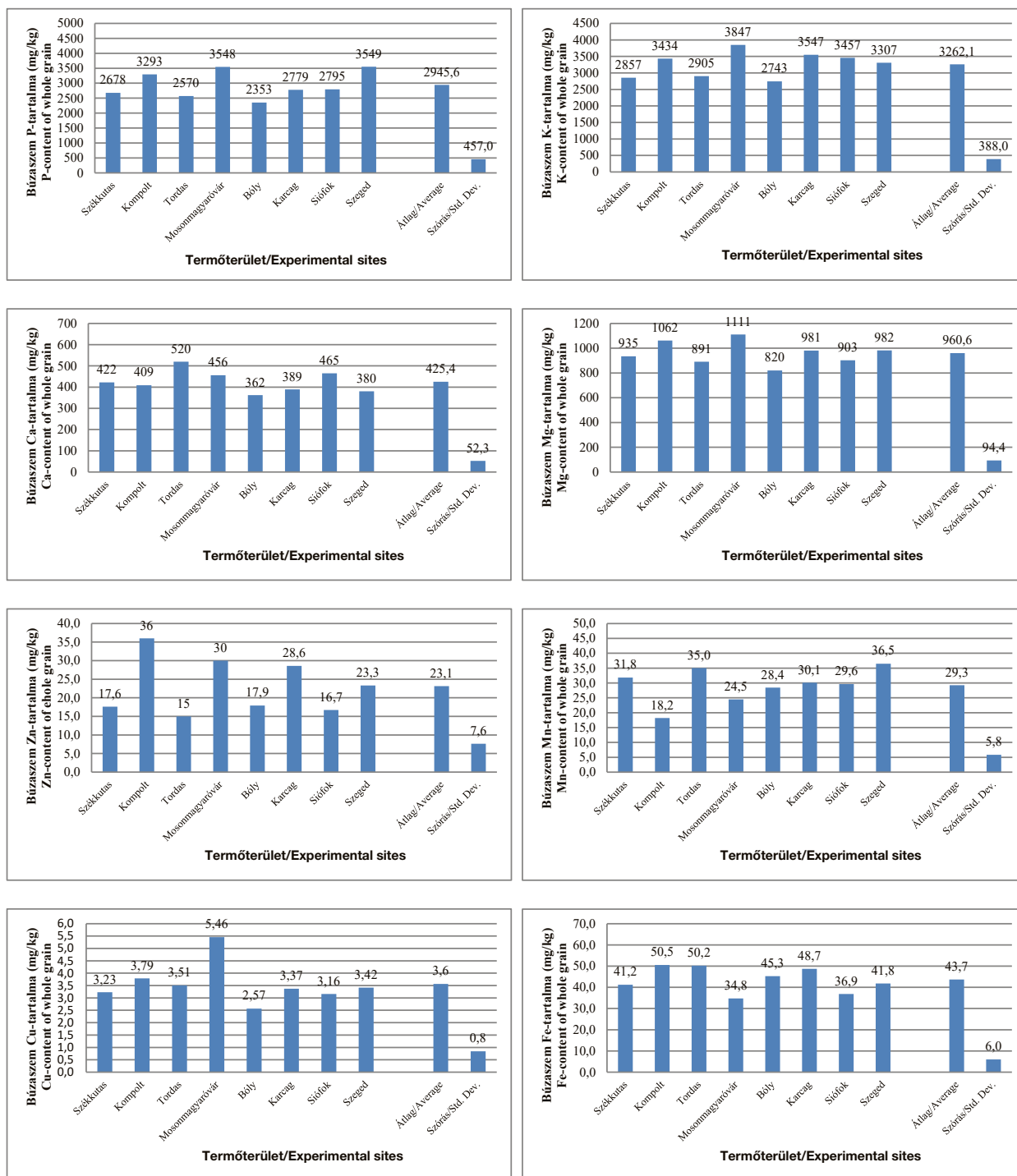
Ásványianyag Mineral	Búzaszem ásványianyag-tartalma (mg/kg) Mineral content of wheat grain (mg/kg)
P	2279.00 - 4704.00
K	1524.00 - 4500.00
S	1211.00 - 1960.00
Mg	700.00 - 2410.00
Ca	237.00 - 1000.00
Fe	18.00 - 165.00
Mn	19.70 - 88.00
Zn	12.00 - 74.00
Cu	3.00 - 10.00
Sr	1.10 - 6.78

A mintákat Retsch Sk-3 típusú készüléssel daráltuk, majd az aprítást, homogenizálást követően Kovács és munkatársainak módszere alapján nedves roncsolási eljárást alkalmaztunk [14, 15]. A módszer szerint a mintából 1 g mennyiséget mértünk be roncsolócsövekbe, ezt követően salétromsavval és hidrogén-peroxiddal végeztük el az elő- és a főroncsolást. A roncsolást követően szűrőpapíron szűrtük a mintákat, majd a szűletből 25 ml mennyiséget szcintillációs edénybe mértünk. A roncsolt minták elemtartalmának meghatározására Optima 3300 DV (Perkin-Elmer Ltd., UK) típusú ICP-OES (Induktív Csatlósú Plazma Optikai Emissziós

Spektrométer) készüléket használtunk. A méréseket a Debreceni Egyetem Műszerközpontjában végeztük. Eredményeinket szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva adtuk meg. A kapott eredmények kiértékelését SPSS 22.0 statisztikai programcsomaggal végeztük. Átlag, abszolút- valamint relatív szórásértékeket számítottunk ki.

EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

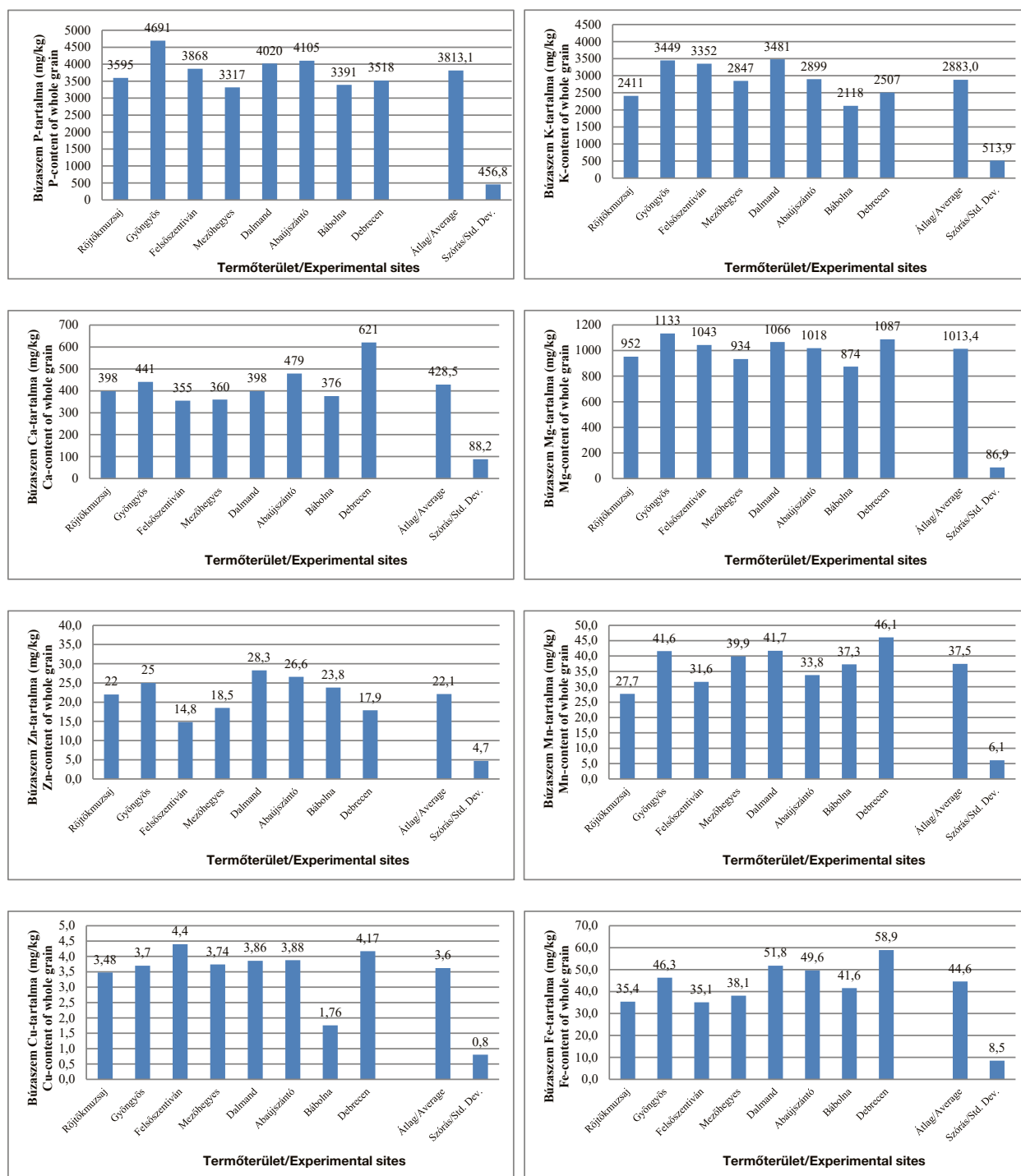
Vizsgálati eredményeinket tekintve, megállapítható, hogy mindkét vizsgált év és valamennyi vizsgált termőhely esetében mért értékeink minden esetben



1. ábra. A Jubilejnaja 50 őszi búzafajta ásványianyag-tartalma különböző termőhelyeken 2003-ban
 Figure 1 Mineral content of the Jubilejnaja 50 winter wheat variety in the different growing areas in 2003

jól illeszthetők a szakirodalomban fellelhető értékek sorába (**1. táblázat**). Ugyanezen irodalmi adatokkal összhangban megállapítható, hogy az egyes vizsgált évek és termőhelyek között jelentős szórásértékek figyelhetők meg. Az irodalmi forrásokban – az egyes elemeket tekintve – jól látható, hogy ennyiségük széles tartományban mozog. Hiszen az adott év ökológiai viszonyai, a rendelkezésre álló termőterület tulajdonságai, valamint az alkalmazott agrotechnikai elemek kombinációi változatos módon képesek befolyásolni a búzaszem ásványianyag-tartalmát, általában a búza minőségi jellemzőit. Ennek

megfelelően az általunk vizsgált két évben és különböző termőterületek között a foszfor esetében 2300 és 4700 mg/kg közötti értékeket határoztunk meg, míg a kálium esetében 2100 és 3800 mg/kg között szórtak a mérési eredményeink. A minták kalcium-tartalmát tekintve mindkét vizsgált évben, átlagértékben, nagyjából hasonló értékek voltak meghatározhatók, 2003-ban 425,4 mg/kg, 2004-ben pedig 428,5 mg/kg értékeket mértünk, amelyek szintén jól illeszkednek az irodalomban fellelhető adatokhoz. Az egyes termesztési években a termőterületek közötti szórásértékek megfelelő megítélése céljából relatív



2. ábra. A Jubilejnaja 50 őszi búzafajta ásványianyag-tartalma különböző termőhelyeken 2004-ben
Figure 2. Mineral content of the Jubilejnaja 50 winter wheat variety in the different growing areas in 2004

szórásértéket is számoltunk. Azt tapasztaltuk, hogy úgy 2003-ban, mint 2004-ben a legmagasabb relatív szórásérték a cink-tartalom, valamint a réz-tartalom esetében volt mérhető. A cink esetében – figyelembe véve a termőhelyek átlagát (23,1 mg/kg) – 2003-ban a relatív szórásérték 33% volt. A réz esetében pedig 23,6% volt ugyanezen mutató értéke. Ugyanennél az ásványi anyagnál az egyes termőhelyek átlagában 3,6 mg/kg értéket határoztunk meg. A következő termesztési évben (2004-ben) a cinknél 21,2%, míg a réznél 22,2% volt a relatív szórásértéket találtunk. A termőhelyek átlagában előbbi elemnél 22,1 mg/kg, míg utóbbinál 3,6 mg/kg értékeket mértünk.

A legalacsonyabb relatív szórásértékek a magnézium esetében adódtak, mindkét vizsgált évben. Ennél az elemnél a 2003-as termesztési évben az egyes termőterületek között 9,8% volt a relatív szórás alakulása az átlaghoz képest, 2004-ben pedig 8,6% volt az értéke. A termőterületek átlagát tekintve, ezen ásványi anyag esetében 2003-ban 960,6 mg/kg, míg 2004-ben 1013,4 mg/kg értékeket határoztunk meg.

Vizsgálati eredményeink a Jubilejnaja 50 őszi búzafajtára vonatkoztatva a 2003-as termesztési év esetében az **1. ábrán**, míg a 2004-es évből származó mintáknál a **2. ábrán** láthatók.

KÖVETKEZTETÉSEK

A búza, világviszonylatban is meghatározó gabonanövényünk, a megtermelt növényi termékek meghatározó hányadát teszi ki, összességében pedig nagyon fontos ásványi anyagokat biztosít az emberi szervezet számára. Ez különösen igaz a teljes kiőrlésű termékek fogyasztása esetén, hiszen ez esetben a gabona ásványi anyagokban kifejezetten gazdag héjrészét is elfogyasztjuk. Felmerül a kérdés, hogy napjainkban az intenzív növénytermesztési technológiák és fajták esetében változik-e valamilyen módon a táplálkozási értékük.

Vizsgálati eredményeink két termesztési évből és 16 különböző termesztési helyről származtak, amely területeken a jellemzően eltérő ökológiai viszonyok között intenzív agrotechnikai kezelések eredményességét vizsgáltuk. A vizsgált őszi búzafajta a Jubilejnaja 50 volt, amelynek ásványi anyag-tartalmát határoztuk meg. Mérési eredményeink jelentős mértékű szórást mutattak a termőhelyek átlagát tekintve, hiszen a termőterület ökológiai viszonyai alapvetően meghatározzák a termés ásványi anyag tartalmát. Továbbá a kapott értékek az irodalmi eredményektől nem térnek el, azok sorába jól illeszthetők. Legnagyobb mértékű relatív szórás mindkét vizsgált évben és a termőhelyek átlagában a réz és a cink esetében mutatkozott. A réz esetén 2003-ban 23,6%, 2004-ben 22,2% relatív szórásértékeket mértünk, míg a cinknél 2003-ban a termőhelyek átlagát alapul véve 33%-os, 2004-ben pedig 21,2%-os eltéréseket határoztunk meg. A legalacsonyabb relatív szórásértékekkel a

magnézium rendelkezett, 2003-ban 9,8%, míg 2004-ben 8,6%-os értékeket állapítottunk meg. Az adatok alapján érdemes arra is gondolni, hogy a táplálkozás-élettani szempontból kiemelt jelentőségű cink magas relatív szórásértéke új megvilágításba helyezheti a termékek cink tartalmának kiegészítését, illetve a kevert, különböző búzafajtákból készült termékek fogyasztásának szükségességét.

Végezetül, a rendelkezésre álló adatok feldolgozása során is megerősítést nyert az az állítás, hogy messzemenő következtetéseket az ásványianyag-tartalom alakulásáról és annak közvetett hatásairól, csak több éves és több termőterületről származó idősorokat alapul véve tudunk levonni.

Diána Ungai¹, Béla Kovács¹, Zoltán Győri²

Received: September 2018 – Accepted: January 2019

Mineral content of the Jubilejnaja 50 winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in different growing years and areas in Hungary

KEYWORDS: cereal, winter wheat, *Triticum aestivum* L., Jubilejnaja 50, intensive agrotechnology, growing years, growing areas, whole grain products, mineral content, zinc, copper, magnesium, calcium, phosphorus, potassium, manganese, iron, nutrition physiology.

SUMMARY

Wheat is considered to be among the most widely grown cereal crops both in Hungary and worldwide. In Hungary, its acreage varies from 1.0 to 1.2 million hectares, thus making up a major portion of the total crop production. The crop of winter wheat plays a significant role in our diet. It is an important source of minerals for mankind, since its organic and inorganic macro- and microelement content are of paramount importance to the daily nutrient uptake of our bodies, and this is especially true in the case of consuming whole grain products.

Analyzing literature sources, data regarding the mineral content of wheat are quite diverse. Nowadays, this is also supplemented by the following question: Is the nutrition physiological value of the cultivated varieties somehow affected by the use of intensive agrotechnology?

The Jubilejnaja 50 variety was chosen as the subject of our investigation and the evolution of the mineral content (P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu, Fe) was analyzed over two years and in several Hungarian growing areas, comparing these to available Hungarian literature data and examining the directions of possible changes.

Based on our measurement results, it can be stated that in the case of the minerals examined, taking into account the variations between the different growing areas, the values obtained correspond to the literature data, they align with them well. For better comparability, relative standard deviation values were also taken into consideration. Regarding the elements analyzed, the largest variations between the growing areas examined were obtained in both years examined in the case of zinc and copper. The standard deviations in the case of zinc were 33% in 2003 and 21.2% in 2004, while in the case of copper it was 23.6% in 2003 and 22.2% in 2004. The lowest relative standard deviation was observed in the case of magnesium, with values of 9.8% in 2003 and 8.6% in 2004.

In summary, it can be stated that to be able to draw reliable conclusions, data from a number of experimental sites and from different years need to be compiled, and these should be processed using an appropriate statistical method.

¹ University of Debrecen, Institute of Food Science

² University of Debrecen, Institute of Nutrition Science

INTRODUCTION

Winter wheat makes up a major portion of the total crop production in Hungary. From year to year, its acreage varies from 1.0 to 1.2 million hectares [22]. Wheat plays a decisive role in our diet in Hungary as well as in many countries around the world, it is considered a staple food. This is why the chemical composition of the wheat grain, its organic and inorganic macro- and microelement content are of paramount importance in the daily nutrient uptake of our bodies [6, 17, 26]. Basic data regarding the mineral content of winter wheat are given by Dworak, Pais, Győri, Oury et al., Sipos, Zhao et al., as well as Burján and Győri, among others [5, 20, 9, 11, 19, 23, 26, 3]. In recent years, the production of winter wheat has undergone significant changes as a result of the intensive agrotechnical procedures applied. However, the question arises as to how the cultivation of available varieties under these conditions influences the development of quality indicators, that is, their nutrition physiological and animal nutrition values which, of course, also includes the changes in the chemical composition of the winter wheat grain [2]. Various studies included the determination of the yield stability of the varieties [21], as well as the determination of their different quality parameters [10, 18]. These results may indicate that there may be significant differences between the varieties from year to year.

All in all, wheat grain is a significant source of minerals and nutrients for mankind [26]. A number of researchers have shown that a significant proportion of minerals entering the human body comes from cereals [12]. Of course, in assessing this, it should also be taken into account that the distribution of minerals in the wheat grain is not uniform. Although most of the minerals are contained in the husk of the wheat grain (bran), in many countries, the endosperm part of the wheat grain, which is much poorer in minerals, is used for human consumption [16, 24].

There are many chemical elements that can be found in the wheat grain, however, looking at literature data, the picture is rather varied regarding the composition of minerals, related data and literature sources are shown in the following table (**Table 1**).

From the data in the table it can be concluded that it is difficult to draw a uniform conclusion regarding elemental composition studies, since the development of the mineral content can be influenced significantly by certain elements of agrotechnics and the conditions of the growing area.

Using the above-mentioned intensive agrotechnics to increase crop yields has again placed great emphasis on elemental composition studies. The mineral content of winter wheat has been determined by researchers in a number of publications [1, 25], based on different considerations, such as various wheat varieties and nutrition physiological aspects.

Therefore, based on our available measurement results, changes in the elemental composition were investigated for the Jubilejnaja 50 variety grown in different areas over two years. During the analysis, data obtained for the minerals, namely P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu and Fe, were compared to available literature data.

MATERIALS AND METHODS

Winter wheat samples on which the investigations were based originated from two growing years (2003 and 2004) and 16 different cultivation areas. Test samples were primarily derived from an agrotechnical experiment where the effects of various growing areas were investigated under different ecological conditions (different soil types), and the yields achieved were evaluated. The winter wheat variety investigated was Jubilejnaja 50.

Samples were ground with a Retsch Sk-3 mill and, following size reduction and homogenization, a wet digestion procedure according to the method of Kovács et al. was used [14, 15]. According to the method, 1 g portions of the samples were weighed into the digestion tubes, and then predigestion and main digestion were carried out using nitric acid and hydrogen peroxide. Following the digestion, samples were filtered through filter paper, and 25 ml of the filtrate was transferred into a scintillation vial. To determine the element content of the digested samples, an Optima 3300 DV (Perkin-Elmer Ltd., UK) ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer) was used. Measurements were carried out at the Instrument Center of the University of Debrecen. Our results are given on a dry matter basis. The results obtained were evaluated using the SPSS 22.0 statistical program package. Average, absolute and relative standard deviation values were calculated.

RESULTS AND EVALUATION

In terms of our analytical results, it can be stated that the values measured align well with the values found in the literature in the case of both years examined and all of the growing areas investigated (**Table 1**). Also in accordance with the same literature data, it can be stated that significant variations can be observed between the years and growing areas examined. It is clear in the literature sources that the amounts of the individual elements vary over a wide range. This is not surprising, since the ecological conditions of the given year, the properties of the available growing area, as well as the combinations of the agrotechnical elements applied can influence the mineral content of the wheat grain and, in general, the quality parameters of the wheat in various ways. Accordingly, in the two years examined values between 2,300 and 4700 mg/kg were determined for phosphorus for the different growing areas, while measurement results ranged between 2,100 and 3,800 mg/kg in the case

of potassium. In terms of the calcium content of the samples, similar average values were obtained for the two years examined, the measured values being 425.4 mg/kg in 2003 and 428.5 mg/kg in 2004, which again align well with available literature data. To assess the variation properly between the growing areas in each year of cultivation, relative standard deviations were also calculated. We found that both in 2003 and 2004, the highest relative standard deviation values were measured in the case of the zinc content and the copper content. In the case of zinc, taking into account the average value for the growing areas (23.1 mg/kg), the relative standard deviation in 2003 was 33%. The value of the same indicator was 23.6% in the case of copper. For this mineral, the average value for the different growing areas was 3.6 mg/kg. In the next growing year (2004), the relative standard deviations were 21.2% for zinc and 22.2% for copper, respectively. The average value for the different growing areas was 22.1 mg/kg for the former element and 3.6 mg/kg for the latter one.

The lowest relative standard deviation values were obtained in the case of magnesium in both years examined. For this element, in the growing year 2003, the relative standard deviation between the different growing areas was 9.8% relative to the average, while the value was 8.6% in 2004. In terms of the average value for the different growing areas, 960.6 mg/kg was found in 2003 and 1013.4 mg/kg in 2004, respectively.

Our analytical results for the Jubilejnaja 50 winter wheat variety are shown in **Figure 1** for the growing year 2003 and in **Figure 2** for the growing year 2004.

CONCLUSIONS

Wheat, one of our major global cereal crops, accounts for a significant proportion of the plant products grown and, on the whole, it provides very important minerals to the human body. This is especially true for the consumption of whole grain products, since in this case the husk of the grain, which is very rich in minerals, is also consumed. The question arises as to whether their nutritional value changes in some way these days in the case of the intensive cultivation technologies and the different varieties.

Our analytical results came from samples obtained over two growing years and from 16 different growing areas, where the effectiveness of intensive agrotechnical treatments was examined under typically different ecological conditions. The winter wheat variety examined was Jubilejnaja 50, whose mineral content was determined. Our measurement results showed a significant standard deviation compared to the average of the different growing areas, since the mineral content of the crop is fundamentally determined by the ecological conditions of the growing area. Furthermore, the values obtained do not differ from literature results,

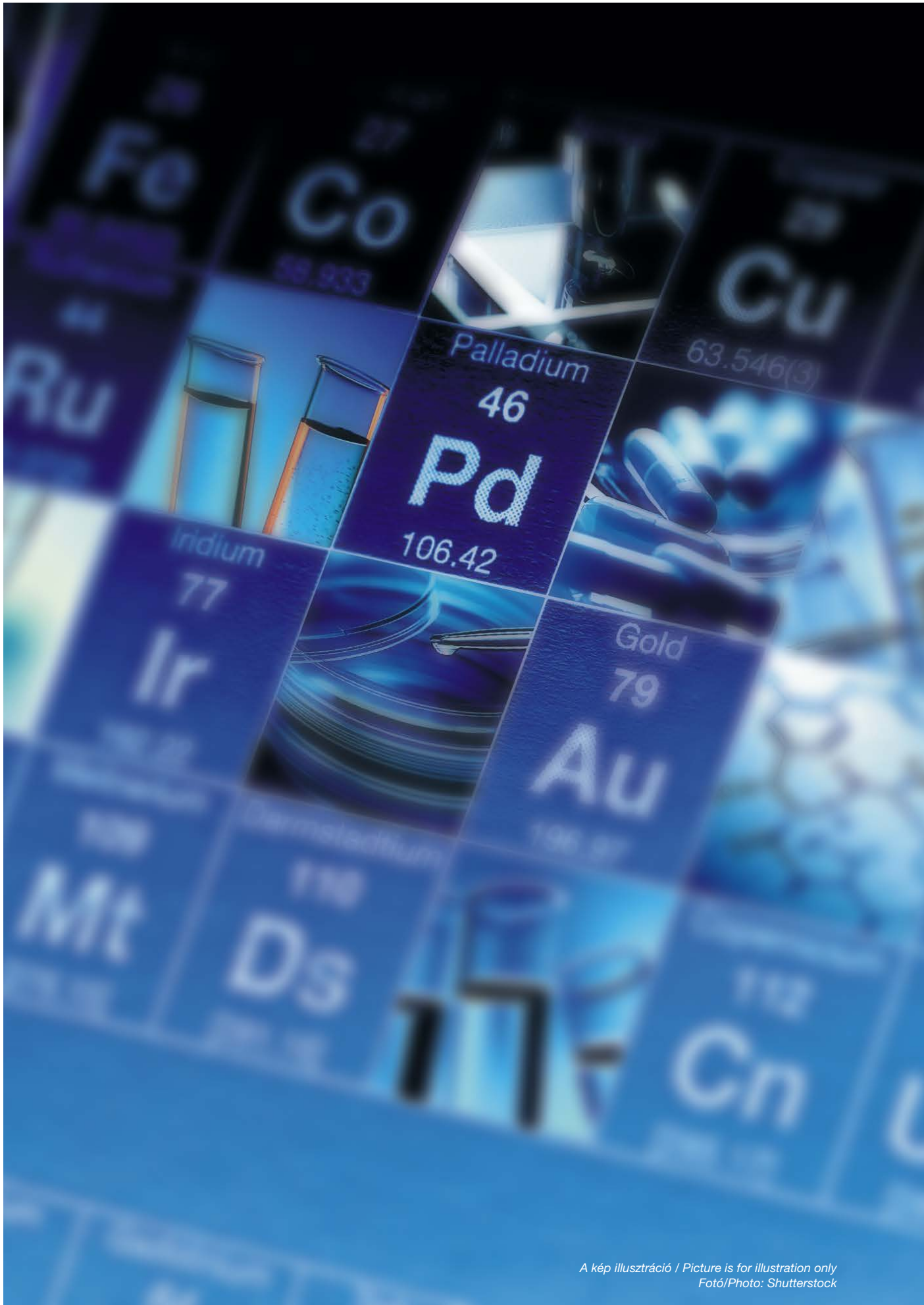
they align with them well. The highest relative standard deviation was observed in both years examined in the case of copper and zinc, relative to the average of the growing areas. The relative standard deviations were 23.6% in 2003 and 22.2% in 2004 for copper, while the values were 33% in 2003 and 21.2% in 2004 for zinc, based on the average for the growing areas. Magnesium had the lowest relative standard deviations with values of 9.8% in 2003 and 8.6% in 2004. Based on these data, it is worth considering that the high relative standard deviation of zinc, an element of major importance in terms of nutrition physiology, may shed new light on the zinc supplementation of products and the need to consume mixed products made from different wheat varieties.

Finally, when processing the available data, the assumption has been confirmed that far-reaching conclusions regarding the evolution of mineral content and its indirect effects can only be drawn if taking into account data collected over several years from a number of growing areas.

REFERENCES

- [1] Bálint A.F., Kovács G., Erdei L., Sutka J. (2001): Comparison of the Cu, Zn, Fe, Ca and Mg contents of the grains of wild, ancient and cultivated wheat species. *Cereal Research Communications* **29** (3-4) 375-382.
- [2] Bocz E., Győri Z. (1978): *Az öntözés és trágyázás hatásának vizsgálata a különböző növények minőségére*. OMFB Tanulmány, Budapest.
- [3] Burján Z., Győri Z. (2013): A termőhelyek hatása a búzaszem és a liszt ásványianyag és fehérjetartalmára. *Agrokémia és Talajtan* **62** (2) 387-400.
- [4] Dániel P., Győri Z., Szabó P., Kovács B., Prokisch J., Phillips C. (1998): A sertések ásványianyag ellátottságával összefüggő vizsgálatok. 1. Közlemény: Sertéstakarmányok ásványianyag-tartalma. *Állattenyésztés és takarmányozás* **47** 277-286.
- [5] Dworak L. (1942): *A talajból felvett táplálóanyagok mennyisége a fontosabb gazdasági növényekben*. In: *Köztelek Zsebnaptár* (Szerk.: Szilassy Z. – Budai B.) 389. OMGE, Budapest.
- [6] Galand P., Preciozi P., Durlach J., Valeix P., Ribas L., Bouzid D., Favier A., Hercberg S. (1997): Dietary magnesium intake in a French adult population. *Magnesium Res* **10** 321-328.
- [7] Győri Z. (1983): *Mezőgazdasági termékek tárolása és feldolgozása*. Egyetemi jegyzet, Debreceni Agrártudományi Egyetem, Debrecen.

- [8] Győri Z., Győriné M.I. (1998): *A búza minősége és minősítése*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
- [9] Győri Z. (2002): *Tápanyag-gazdálkodás és minőség*. In: Győri Z., Jávora A. (Eds.): *Az agrokémia időszerű kérdései*. Debreceni Egyetem ATC, MTA Talajtani és Agrokémiai Bizottsága, Debrecen. 79-89.
- [10] Győri Z. (2006): Effect of minereal fertilization on the Mn, Zn, Cu and Sr content of winter wheat. *Cereal Research Communications* **34** (1) 461-464.
- [11] Győri Z. (2017): Az őszi búza ásványianyagtartalmának értékelése az új vizsgálatok tükrében/eredményeként. *Élelmiszervizsgálati Közlemények* **63** (2) 1519-1534.
- [12] Henderson L., Irving K., Gregory J., Bates C.J., Prentice A., Perks J. (2003): The national diet & nutrition survey: adults aged 19-64 years. *Her Majesty's Stationery Office*, London.
- [13] Kincses S.-né (2002): *Az NPK-trágyázás hatása az őszi búza és kukorica szemtermésének mennyiségére és ásványianyag-tartalmára*. In: Győri Z., Jávora A. (Eds.): *Az agrotechnika időszerű kérdései*. Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Mezőgazdaságtudományi Kar. MTA Talajtani és Agrokémiai Bizottsága, Debrecen. 163-171.
- [14] Kovács B., Győri Z., Prokisch J., Loch J., Dániel P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communications in soil Science and Plant Analysis* **27** 1177-1198.
- [15] Kovács B., Prokisch J., Győri Z., Balla A., Kovács A., Palencsár J. (2000): Studies on soil sample preparation for inductively coupled plasma atomic emission spectrometry analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **31** 1949-1963.
- [16] Kutman U.B., Yildiz B., Cakmak I. (2011): Improved nitrogen status enhances zinc and iron concentrations both in the whole grain and endosperm fraction of wheat. *Journal of Cereal Science* **53** 118-125.
- [17] McKeivith B. (2004): Nutritional aspects of cereals. *Nutrition Bulletin* **29** 111-142.
- [18] Mezei Z., Sipos P., Győri Z. (2007): Variations in quality parameters of forage and meium quality witer wheat varieties in storage. *Agriculturae Conspecticus Scientificus* **72** (3) 221-225.
- [19] Oury F.X., Leenhardt F., Rémésy C., Chanliaud E., Duperrier B., Balfourier F., Charmet G. (2006): Genetic variability and stability of grain magnesium, zinc and iron concentrations in bread wheat. *European Journal of Agronomy* **25** 177-185.
- [20] Pais I. (1980): *A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- [21] Pepó P. (2007): The Role of Fertilization and Genotype in Sustainable Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production. *Cereal Research Communications* **35** (2) 917-921.
- [22] Pepó P., Győri Z. (2005): Study of the yield stability of winter wheat varieties. *Cereal Research Communications* **33** (4) 769-776.
- [23] Sipos P. (2009): *Az őszi búza minőségére ható tényezők számszerűsítése*. Doktori értekezés, Debreceni Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, Debrecen.
- [24] Szabó S.A., Regiusné M.Á., Győri D., Szentmihályi S. (1987): *Mikroelemek a mezőgazdaságban: I. Esszenciális mikroelemek*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- [25] Szira F., Monostori I., Galiba G., Rakszegi M., Bálint A.F., (2014): Micronutrient contents and nutritional values of commercial wheat flours and flours of field – grown wheat varieties – A survey in Hungary. *Cereal Research Communications* **42** (2) 293-302.
- [26] Zhao F.J., Shu Y.H., Dunham S.J., Rakszegi M., Bedo Z., McGrath S.P., Shewry P.R. (2009): Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lives of diverse origin. *Journal of Cereal Science* **49** 290-295.



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

Szabó S. András¹

Érkezett: 2017. november – Elfogadva: 2019. február

Élelmiszerek ásványianyag-tartalma – Palládium az élelmiszerekben

KULCSSZAVAK: palládium, mikroelem, ásványi anyagok, Wollaston, palládium a litoszférában, palládium-felvétele, palládium-kibocsátás.

ÖSSZEFOGLALÁS

A palládium a platinafémekhez tartozó nehézfém, mikroelem. A platinafémeken belül a könnyű platinafémek csoportjába sorolható. Nem esszenciális és nem is stimulatív hatású elem. Az élelmiszerláncban meglehetősen kicsi, $\mu\text{g}/\text{kg}$ koncentrációban fordul elő, ezért – bár létezik néhány határozottan toxikus vegyülete – toxikus hatásának gyakorlati (a mezőgazdasági termelés, a környezetvédelem vagy a humán táplálkozás szempontjából) jelentősége nincs. A palládiummal kapcsolatos ismeretanyag tárgyalására egy évvel ezelőtt megkezdett közleménysorozat kiegészítése végett vállalkoztam.

BEVEZETÉS

Az ásványi anyagok témakörét az egykori Élelmezési Ipar c. tudományos szakfolyóirat hasábjain 2005 és 2009 között, a folyóirat megszűnéséig egy 48 részből álló cikksorozatban ismertettem. A tanulmányorozatban a makroelemek, az esszenciális mikroelemek, a stimulatív elemek, valamint a toxikus elemek egy csoportjának élelmiszerkémiai jellemzőit ismertettem. A teljes periódusos rendszer tárgyalására – természetesen a 4 biogén elem és a 6 nemes gáz kivételével, hiszen ezek nem ásványi elemek – azonban nem tértem ki. Az Élelmiszervizsgálati Közlemények Szerkesztősége nemrég lehetőséget kínált arra, hogy a még hiányzó elemekről is készülhessen összeállítás, és ezáltal az élelmiszerek ásványi anyagait ismertető kollekciónak teljes legyen. Így a korábbi cikksorozathoz kapcsolódóan ezen új sorozatban folytatjuk a toxikusnak vagy gyengén toxikusnak ítélt mikroelemek jellemzését. Jelen dolgozat a platinafémekhez tartozó mikroelemhez, a palládiumhoz (Pd) kapcsolódó témakörrel nyújt rövid információt.

A PALLÁDIUM ÉLETTANI SZEREPE

A palládium a platinafémekhez tartozó nehézfém mikroelem, a periódusos rendszerben a VIII. oszlop második triádjának tagja, a ruténiumhoz és ródiomhoz hasonlóan a könnyű platinafémek (Ru, Rh és Pd) csoportjába sorolt elem. Fizikai és kémiai jellemzői jól ismertek [1, 2], biológiai, ezen belül elsősorban toxikológiai szerepéről kevesebbet tudunk.

A palládium a természetben ritkán előforduló elem. A fémet nyers platinában a brit orvos és kémikus William Hyde Wollaston fedezte fel 1803-ban, és a Pallas kisbolygóról nevezte el [3]. Van önálló ásványa is, ez a palladit (PdO). Kémiaileg a platinafémeken belül elsősorban a platinához hasonló. Vegyületeiben általában 2 vegyértékű, de ismeretesek három és négy vegyértékű palládium-vegyületek is. Vegyületei sárga, barna, piros vagy fekete színűek, egyszerű sói könnyen hidrolizálnak, komplex vegyületei stabilabbak.

Iparilag ötvözetekben – pl. az ún. „fehér aranyban” 10% palládium van – autók katalizátoraként is használják, de a környezetbe, mint szennyező komponens csak nagyon kis mennyiségben jut, annak ellenére, hogy természetes viszonyok között a platinafémek közül a palládium fordul elő a legnagyobb mennyiségben. A litoszférában mintegy $4 \mu\text{g}/\text{kg}$ az átlagos előfordulási aránya, a kőzetekben, talajokban viszont ennél általában kisebb a jellemző koncentráció [4, 5].

A palládium élettani szerepe nem ismert, jellegzetesen a nem létfontosságú elemek közé sorolható. Esetleges biopozitív hatásáról sincs megbízható irodalmi adat. Ezért a Pd szerepe biológiai, ill. élettani szempontból csak a toxikusság oldaláról ítélt meg. A fémnek van ugyan néhány toxikus hatású vegyülete, viszont a nagyon alacsony előfordulási koncentrációk miatt ennek gyakorlati jelentősége nincs, hiszen a bioszférában való előfordulási aránya többnyire jelentősen elmarad a tipikus, fiziológiailag fontosnak ítélt mikroelemekétől. Elvi szempontból így

¹ Élelmiszerfizikai Közhasznú Alapítvány

vita tárgyát képezheti, hogy a palládiumot a toxikus elemek, vagy pedig inkább a biológiai-életteni hatással nem rendelkező mikroelemek közé soroljuk-e. A létfontosságú és a nem esszenciális elemek között egyébként van egy jellemző tulajdonság, amely alapvetően eltér: ez a koncentráció-eloszlás [6].

Palládium-forgalom az emberi szervezetben

Az emberi szervezetbe naponta bejutó Pd mennyisége meglehetősen kis érték, bár általában meghaladja a többi platinafémre jellemző értéket. A felvett napi Pd teljes mennyisége valószínűleg jóval 0,1 mg alatti érték, és ez főleg az élelmiszerekből, illetve kisebb részben az ivóvízből származik. Az Egyesült Királyságban mért adatok alapján az 1990-es években a lakosság 98%-ának napi palládium felvétele jellemzően 0,002 mg-nál kisebb érték volt, s az átlagos napi Pd-felvételt 0,001 mg-ra becsülték [7]. A felszívódásról kevés ismeret áll rendelkezésre, az viszont köztudott, hogy a felszívódás aránya, ezáltal a vizelettel és a széklettel ürített palládium mennyisége erősen függ az elem kémiai formájától is, azaz a speciációtól.

ÉLELMISZEREK PALLÁDIUM-TARTALMA

A növények - és ezáltal a növény-állat-ember tápláléklánc - Pd-koncentrációját természetes viszonyok között döntően a talaj Pd-szolgáltató képessége határozza meg, ha speciális kontaminációs forrással nem kell számolni. Mivel a talaj és a talajvíz Pd-koncentrációja többnyire kis érték - bár a talaj geológiai eredete meghatározó szereppel bír - az élelmiszerekben mérhető Pd-tartalom is többnyire elég alacsony. Inkább a $\mu\text{g}/\text{kg}$, mint a mg/kg koncentrációtartományba tartozik. A platinafémeket - bár jelenlegi ismereteink szerint növényfiziológiai szempontból sem esszenciálisak - a növények viszonylag könnyen fel tudják venni a talajból, ennek köszönhetően a Pd aránya a növényi hamuban jóval nagyobb, mint a talajban [8]. Az élelmiszernövények átlagosnak vehető Pd-tartalma mintegy $30 \mu\text{g}/\text{kg}$ szárazanyag, az analitikában referenciaanyagként használatos Bowen-féle kelkáposztapor Pd-tartalma pedig $25 \mu\text{g}/\text{kg}$ érték volt [9]. Frazzoli és munkatársai közlése szerint Olaszországban a legalacsonyabb Pd-tartalmat tojásban ($2,8 \mu\text{g}/\text{kg}$), a legmagasabbat zöldségfélékben ($47,8 \mu\text{g}/\text{kg}$) mérték. Az értékeket szárazanyag-tartalomra vonatkoztatták [10].

Az állati eredetű élelmiszerekben a növényi eredetűekhez képest még kisebb Pd-koncentrációk mérhetők, Bowen szerint az állati izomszövetek átlagosnak vehető Pd-tartalma csupán $2,0 \mu\text{g}/\text{kg}$ szárazanyag [4, 5]. Reilly [11] szerint az Egyesült Királyságban a hústermékek átlagosnak tekinthető Pd-tartalma $0,6 \mu\text{g}/\text{kg}$, halaknál $2,0 \mu\text{g}/\text{kg}$ eredeti anyagra vonatkoztatva. Nordberg és munkatársai [7] a könyvükben néhány élelmiszer palládium-tartalmát közlik:

- Tejtermékek és baromfi-hús: $0,3 \mu\text{g}/\text{kg}$
- Zöldségek, gyümölcsök, különböző italok: $0,4 - 0,9 \mu\text{g}/\text{kg}$

- Halak és kenyerek: $2,0 \mu\text{g}/\text{kg}$
- Diófélék: $3,0 \mu\text{g}/\text{kg}$

A palládiumnak vannak ugyan toxikus hatású vegyületei, de a csekély koncentrációk miatt a mezőgazdasági termelésben és a humán táplálkozásban a Pd esetleges toxikus hatásának nincs különösebb gyakorlati jelentősége. Olyan organizmusról, ami a palládiumot erősen dúsítaná, vagy olyan élelmiszerről, amelyben a Pd-koncentráció jelentős lenne, nem állt rendelkezésemre adat.

A KÖRNYEZET PALLÁDIUM-TERHELÉSE ÉS A KÖZLEKEDÉS ÖSSZEFÜGGÉSE

A gépjárművek katalitikus utóégetőjéből a környezetbe, ill. a légtérbe jut bizonyos mennyiségű palládium. Ez a terhelés egyelőre nem jelent számottevő környezetszennyezési vagy a melegvérűekre nézve valódi toxikológiai veszélyt [12]. Ugyanakkor a katalizátoros gépjárművek világméretű elterjedése révén jelentősen nőhet a Pd-kibocsátás a környezetbe. 2002 és 2010 között például Pekingben az autóutak melletti por átlagos palládium-koncentrációja 36 -ról $113 \mu\text{g}/\text{kg}$ értékre nőtt, Münchenben pedig az alagúti por Pd-tartalma 1994 és 2007 között 18 -ról $389 \mu\text{g}/\text{kg}$ értékre emelkedett [7].

KÖVETKEZTETÉSEK

Apalládiumnak-jelenlegi ismereteink alapján-nincsen számottevő biológiai és élelmiszer-toxikológiai jelentősége. A fém és vegyületei, mint nehézfémek a jelenleg tapasztalható koncentrációkhoz képest nagyobb mennyiségben az élelmiszerekbe kerülve természetesen toxikusak lennének, de ez a veszély egyelőre nem áll fenn. A környezetben mérhető palládium-tartalom csekély. Számolni kell azonban azzal, hogy a környezetvédelmi előírásoknak megfelelően működtetett belsőégésű motorok kipufogógázait utánégető katalizátoregységekből a füstgázokkal távozó palládium is a környezetbe kerül, így a forgalmasabb közutak közelében termesztett növényekbe akár a szállóporral, akár a talajon keresztül felszívódva is beépülhet. Az ilyen területeken előállított élelmiszer-alapanyagok palládium-tartalma ezért növekedhet, de az elektromos hajtású gépjárművek térhódítása miatt a környezetet várhatóan nem a kibocsátott palládium fogja veszélyes mértékben terhelni.

Analitikai szempontból a palládium kimutatása, mennyiségi mérése nem okoz nehézséget. 1 kg mintából induktív kapcsolású plazma-emissziós optikai spektrometriával (ICP-AES), vagy neutronaktivációs analízissel (NAA) már néhány nanogramm palládium is kimutatható.

Terveink szerint a cikksorozat folytatódik, a következő részek a további platinafémeket, a nehéz platinafémeket ismertetik, illetve ezeknek a nehézfém-mikroelemeknek az élelmiszerláncban való előfordulásairól nyújtanak információt.

András S. Szabó¹

Received: November 2017 – Accepted: February 2019

Mineral content of foodstuffs – Palladium in food

KEYWORDS: palladium, microelement, minerals, Wollaston, palladium in the lithosphere, palladium intake, palladium emission

SUMMARY

Palladium is one of the platinum group metals, a microelement. Within the platinum group metals, it belongs to the group of light platinum metals. It is not an essential element and not stimulative either. It is present in the food chain at very low, $\mu\text{g}/\text{kg}$ concentrations, therefore, even though it forms some decidedly toxic compounds, its toxic effect has no practical importance from an agricultural production, environmental protection or human nutrition point of view. The discussion of palladium-related knowledge was undertaken to complete a series of communications that started years ago.

INTRODUCTION

The topic of minerals was discussed in a series of 48 articles between 2005 and 2009 in the former scientific journal Food Industry until it was discontinued. In this series of papers, the food chemical characteristics of macroelements, essential microelements, stimulative elements, and a group of toxic elements were described. However, a discussion of the entire periodic table, with the exception of the 4 biogenic elements and the 6 noble gases which are not mineral elements, was not carried out, of course. An opportunity was recently offered by the editors of the Journal of Food Investigation to compile articles about the remaining elements, and to make the collection describing the minerals in foods complete. Thus, in connection with the previous series of articles, the characterization of microelements that are considered toxic or mildly toxic is continued in this new series. The present paper provides brief information on the topic related to palladium (Pd), a microelement of the platinum group metals.

THE PHYSIOLOGICAL ROLE OF PALLADIUM

Palladium is a heavy metal microelement belonging to the platinum group metals, a member of the second triad of group 8 of the periodic table, classified into the group of light platinum group metal (Ru, Rh and Pd), similarly to ruthenium and rhodium. Its physical and chemical characteristics are well known [1, 2], however, we are less familiar with its biological and, especially, toxicological role.

Palladium is an element that rarely occurs in nature. The metal was discovered in raw platinum by the British physician and chemist William Hyde Wollaston in 1803, and it was named after the asteroid Pallas [3]. It has its own mineral called palladite (PdO). Chemically, among platinum group metals it is primarily similar to platinum. In its compounds it is usually divalent, but trivalent and tetravalent palladium compounds are also known. Its compounds are yellow, brown, red or black in color, its simple salts hydrolyze easily, its complex compounds are more stable.

Industrially, its alloys are used in the catalysts in cars, e.g., the so-called “white gold” contains 10% palladium, but only very small amounts of it enter the environment as a pollutant, despite the fact that, under natural conditions, palladium is the platinum group metal that occurs in the highest amounts. In the lithosphere, it is present at a rate of about $4 \mu\text{g}/\text{kg}$ on average, but typical concentrations in rocks and soils are generally lower than this [4, 5].

The physiological role of palladium is not known, and can typically be classified as non-essential. There are no reliable literature data on its possible biopositive effects. Therefore, the role of Pd from a biological or physiological point of view can only be judged on the basis of its toxicity. Although the metal has several toxic compounds, this is of little practical significance, because its very low prevalence, since its prevalence in the biosphere is significantly lower than that of typical microelements considered to be physiologically important. From a theoretical point

¹ Food Physics Nonprofit Foundation

of view, it may be a subject of discussion whether palladium should be classified as a toxic element or rather a microelement with no biological-physiological effect. On the other hand, there is a characteristic property that exhibits a fundamental divergence between vital and non-essential elements, and this is the concentration distribution [6].

Palladium metabolism in the human body

The amount of Pd entering the human body daily is quite small, although it is generally higher than the values characteristic of other platinum group metals. The total daily Pd intake is likely to be well below 0.1 mg, and this comes mainly from food and, to a lesser extent, from drinking water. Based on data from the United Kingdom, in the 1990s, 98% of the population had a daily palladium intake of typically less than 0.002, and the average daily Pd intake was estimated to be 0.001 mg [7]. Little data is available on the absorption, but it is well known that the absorption ratio, and thus the amount of palladium excreted in urine and faeces, is strongly dependent on the chemical form of the element, i.e., the speciation.

THE PALLADIUM CONTENT OF FOODS

The palladium concentration of plants and, thus, of the plant-animal-human food chain, is mainly determined under natural conditions by the Pd-providing ability of the soil, if no special contamination source is expected. Since the Pd concentration of soil and groundwater is mostly low, although the geological origin of the soil plays a decisive role, the Pd content that can be measured in foods typically quite low. Mostly, it is in the $\mu\text{g}/\text{kg}$, rather than the mg/kg concentration range. Platinum group metals, even though they are not essential from a plant physiology point of view according to our current knowledge, can be taken up relatively easily by the plants from the soil, and thanks to this the ratio of Pd in plant ash is much higher than it is in the soil [8]. The average Pd content of food plants is roughly $30 \mu\text{g}/\text{kg}$ dry matter, and the Pd content of powdered Bowen's kale, used as an analytical reference material, was $25 \mu\text{g}/\text{kg}$ [9]. According to Frazzoli et al., the lowest Pd content in Italy was measured in eggs ($2.8 \mu\text{g}/\text{kg}$), while the highest value was obtained in vegetables ($47.8 \mu\text{g}/\text{kg}$). Values are based on dry matter content [10].

In foods of animal origin, Pd concentrations lower than in plant-based ones can be measured, and according to Bowen, the average Pd content of animal muscle tissue is only $2.0 \mu\text{g}/\text{kg}$ dry matter [4] [5]. According to Reilly [11], in the United Kingdom, the average Pd content of meat products is $0.6 \mu\text{g}/\text{kg}$, while it is $2.0 \mu\text{g}/\text{kg}$ in fish, on an as is basis. In the book of Nordberg et al. [7], the palladium content of several foods is published:

- Dairy products and poultry: $0.3 \mu\text{g}/\text{kg}$
- Fruits, vegetables, various drinks: $0.4 - 0.9 \mu\text{g}/\text{kg}$

- Fish and breads: $2.0 \mu\text{g}/\text{kg}$
- Nuts: $3.0 \mu\text{g}/\text{kg}$

Even though palladium has compounds of certain toxicity, because of their low concentrations the potential toxic effects of Pd are of little practical significance in the case of agricultural production or in human nutrition. There are no data available on organisms that would enrich palladium heavily or on foods with significant Pd concentrations.

RELATIONSHIP BETWEEN THE ENVIRONMENTAL PALLADIUM LOAD AND VEHICLE TRAFFIC

A certain amount of palladium is released into the environment and into the air from the catalytic afterburner motor vehicles. For the time being, this load does not pose a significant risk of environmental pollution or a real toxicological risk to warm-blooded animals [12]. At the same time, the worldwide spread of catalytic vehicles can significantly increase the Pd emission into the environment. For example, between 2002 and 2010, the average palladium concentration of roadside dust in Beijing increased from 36 to $113 \mu\text{g}/\text{kg}$, while in Munich the Pd content of tunnel dust increased from 18 to $389 \mu\text{g}/\text{kg}$ between 1994 and 2007 [7].

CONCLUSIONS

According to our present knowledge, palladium has no considerable biological or food toxicological significance. Of course, the metal and its compounds as heavy metals would be toxic were they to appear in foods in concentrations greater than the current ones, but this risk is not yet present. The palladium content in the environment is low. However, it should be taken into account that the palladium emitted by the catalytic afterburners of combustion engines operated in accordance with environmental regulations is also released into the environment with the exhaust gases thus, it can be incorporated into plants grown near busy roads with airborne dust or through absorption from the soil. The palladium content of food raw materials produced in such areas may therefore increase, but due to the spread of electric vehicles, the environment is not expected to be burdened by the palladium emitted.

From an analytical point of view, the detection and quantification of palladium do not present any difficulty. Even a few nanograms of palladium can be detected in 1 kg of sample by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-AES) or by neutron activation analysis.

We plan to continue this series of articles, the next installations will describe the remaining platinum group metals, heavy platinum group metals, and information will be provided about the presence of these heavy metal microelements in the food chain.

REFERENCES

- [1] Kőrös E. (1980): *Bioszervetlen kémia*. Gondolat Kiadó, Budapest. 36., 195.
- [2] Szabo A.S. (2016): *The essential and non-essential character of trace elements*. Scholars Press, Saarbrücken, Germany.
- [3] Fülöp J. (1998): *Rövid kémiai értelmező és etimológiai szótár*. Pautz-Westermann Könyvkiadó Kft., Celldömölk, 110.
- [4] Bowen H. J. M. (1979): *Environmental chemistry of the elements*. Academic Press, London, UK.
- [5] Bowen H.J.M. (1982): Environmental chemistry. **2 Specialist Periodical Report – Royal Society of Chemistry**, Burlington House, London, GB.
- [6] Szabó S. A. (2013): Mikroelemek esszencialitása és az élelmiszervizsgálat. *Élelmiszervizsgálati Közlemények* **59** (3) 95-105.
- [7] Nordberg G. F., Fowler B.A., Nordberg M. (Eds.) (2015): *Handbook on the toxicology of metals*. Elsevier, Amsterdam.
- [8] Szabó S.A., Regiusné Mócsényi Á., Győri D. (1994): *Mikroelemek a mezőgazdaságban. III. Toxikus mikroelemek. Platinafémek*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 165-168.
- [9] Heydorn K. (1984): *Neutron activation analysis for clinical trace element research*. CRC Press, Florida.
- [10] Frazzoli C., Cammarone R., Caroli S. (2007): Investigation of palladium and platinum levels in food by inductively coupled plasma mass spectrometry. *Food Additives & Contaminants* **24** (5) 546-552.
- [11] Reilly C. (2002): *Metal contamination of food. Its significance for food quality and human health*. Blackwell Science Ltd., Oxford.
- [12] Zereini F., Alt F. (Eds.) (2006): *Palladium emissions in the environment. Analytical Methods, Environmental Assessment and Health Effects*. Springer.

MINŐSÉG MEGFIZETHETŐSÉG EGYSZERŰSÉG SZERVIZELHETŐSÉG

SZOMATIKUS SEJTSZÁM
ÉS BAKTÉRIUM
SZÁMOLÁS

BENTLEY MŰSZEREK

BELTARTALMI VIZSGÁLATOK
zsírtartalom, fehérje, laktóz,
szárazanyag, kazein, fagyáspont

BENTLEY MŰSZEREK

SZERMARADVÁNY
ÉS TOXIN MEGHATÁROZÁS

UNISENSOR GYORSTESZTEK

RANDOX TESZTEK

ÁLLATDIAGNOSZTIKA,
DNA TESZTEK
masztitisz, karbamid meghatározás

DNA DIAGNOSTIC TESZTEK

BENTLEY MŰSZEREK

HIGIÉNYIA
ÉS ALLERGÉN VIZSGÁLATOK

HYGIENA GYORSTESZTEK



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



Kurucz Csilla¹

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

2018. év december – 2019. március hónapban bevezetett szabványok:

ICS 03.100.70 Irányítási rendszerek

MSZ EN ISO 22000:2018 Élelmiszer-biztonsági irányítási rendszerek. Az élelmiszerláncban részt vevő szervezetekre vonatkozó követelmények (ISO 22000:2018) (angol-magyar nyelven megjelent)

07.100.30 Élelmiszer-mikrobiológia

MSZ EN ISO 6888-1:1999/A2:2018 Élelmiszerek és takarmányok mikrobiológiája. Horizontális módszer a koagulázpozitív sztafilokokuszok (*Staphylococcus aureus* és más fajok) számának meghatározására. 1. rész: Baird–Parker-agar táptalajos eljárás. 2. módosítás: Kiegészítés egy lehetséges megerősítési eljárással (ISO 6888-1:1999/Amd 2:2018), amely az MSZ EN ISO 6888-1:2008 módosítása

65 Mezőgazdaság

65.020.20 Növénytermesztés

MSZ 20476:2008/1M:2019 Kispárcellás fajtaazonosító vizsgálat, amely az MSZ 20476:2008 módosítása

65.120 Takarmányanyagok

MSZ 12541:2019 Takarmánybúza

67 Élelmiszeripar

67.050 Élelmiszertermékek vizsgálatának és elemzésének általános módszerei

MSZ EN 16943:2017 Élelmiszerek. A kalcium, réz, vas, magnézium, mangán, foszfor, kálium, nátrium, kén és cink meghatározása ICP-OES-sel (magyar nyelven megjelent)

MSZ EN 17203:2019 Élelmiszerek. A citrinin meghatározása élelmiszerekben folyadékkromatográfiával és tandem-tömegspektrometriával (LC-MS/MS)

67.060 Gabonafélék, hüvelyesek és a belőlük származó termékek

MSZEN15587:2019 Gabonafélék és gabonatermékek. Az idegenanyag-tartalom meghatározása búzában (*Triticum aestivum* L.), durumbúzában (*Triticum durum* Desf.), rozsbán (*Secale cereale* L.), tritikáléban (*Triticosecale Wittmack* spp.) és takarmányárpában (*Hordeum vulgare* L.), amely visszavonta az MSZ EN 15587:2008+A1:2014-et

67.100.01 Tej és tejtermékek általában

MSZ ISO 22935-1:2019 Tej és tejtermékek. Érzékszervi vizsgálat. 1. rész: Általános útmutató a bírálók toborzásához, kiválasztásához, képzéséhez és folyamatos ellenőrzéséhez (magyar nyelven megjelent)

MSZ ISO 22935-3:2019 Tej és tejtermékek. Érzékszervi vizsgálat. 3. rész: Útmutató a termékleírásban szereplő érzékszervi tulajdonságoknak való megfelelés pontozásos értékelési módszerére (magyar nyelven megjelent)

67.140.20 Kávé és kávépótszerek

MSZ 20677:2019 Pörkölt kávé vizsgálati, amely visszavonta az MSZ 20677:1981-et, az MSZ 20689:1993-at és az MSZ 20700:1980-at

67.200.10 Állati és növényi zsírok és olajok

MSZ EN ISO 18363-2:2019 Állati és növényi zsírok és olajok. A zsírsavval kötésben lévő klórpropán-diolok (MCPD-k) és a glicidol meghatározása GC/MS-sel. 2. rész: Módszer a 2-MCPD, a 3-MCPD és a glicidol lassú lúgos átészterezésére és mérésére (ISO 18363-2:2018)

¹ Magyar Szabványügyi Testület (MSZT)

¹ Hungarian Standards Institution

2018. év december – 2019. március hónapban módosított szabvány:

MSZ 6380:2018 Szójabab élelmiszeripari célra

2018. év december – 2019. március hónapban helyesbített szabvány:

MSZ EN ISO 21528-2:2017 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer az *Enterobacteriaceae* kimutatására és számlálására. 2. rész: Telepszámlálós módszer (ISO 21528-2:2017)

2018. év december – 2019. március hónapban visszavont szabványok:

MSZ EN ISO 15141-1:2000 Élelmiszerek. Az ochratoxin A meghatározása gabonafélékben és gabonatermékekben. 1. rész: Szilikagéles tisztítást követő nagy felbontású folyadékkromatográfiás módszer (ISO 15141-1:1998)

MSZ EN ISO 15141-2:2000 Élelmiszerek. Az ochratoxin A meghatározása gabonafélékben és gabonatermékekben. 2. rész: Hidrogén-karbonátos tisztítást követő nagy felbontású folyadékkromatográfiás módszer (ISO 15141-2:1998)

MSZ 14474-3:1981 Élelmiszerek adalékanyag-tartalmának vizsgálata. A koffein meghatározása spektrofotometriás módszerrel

MSZ 14474-4:1983 Élelmiszerek adalékanyag-tartalmának vizsgálata. Butil-hidroxianizol (BHA) és butil-hidroxitoluol (BHT) meghatározása gázkromatográfiás eljárással

MSZ 14474-5:1984 Élelmiszerek adalékanyag-tartalmának vizsgálata. Kumarin meghatározása gázkromatográfiás módszerrel

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 December, 2018 to March, 2019*ICS 03.100.70 Management systems*

MSZ EN ISO 22000:2018 Food safety management systems. Requirements for any organization in the food chain (ISO 22000:2018) (published in Hungarian and English)

07.100.30 Food microbiology

MSZ EN ISO 6888-1:1999/A2:2018 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species). Part 1: Technique using Baird-Parker agar medium. Amendment 2: Inclusion of an alternative confirmation procedure (ISO 6888-1:1999/Amd 2:2018)

65 Agriculture*65.020.20 Plant growing*

MSZ 20476:2008/1M:2019 Small plot test for cultivar identification

65.120 Animal feeding stuffs

MSZ 12541:2019 Wheat for animal feeding stuffs

67 Food technology*67.050 General methods of tests and analysis for food products*

MSZ EN 16943:2017 Foodstuffs. Determination of calcium, copper, iron, magnesium, manganese, phosphorus, potassium, sodium, sulfur and zinc by ICP-OES (published in Hungarian)

MSZ EN 17203:2019 Foodstuffs. Determination of citrinin in food by liquid chromatography tandem mass spectrometry (LC-MS/MS)

67.060 Cereals, pulses and derived products

MSZ EN 15587:2019 Cereal and cereal products. Determination of *Besatz* in wheat (*Triticum aestivum* L.), durum wheat (*Triticum durum* Desf.), rye (*Secale cereale* L.), triticale (*Triticosecale Wittmack* spp.) and feed barley (*Hordeum vulgare* L.) which has withdrawn the MSZ EN 15587:2008+A1:2014

67.100.01 Milk and milk products in general

MSZ ISO 22935-1:2019 Milk and milk products. Sensory analysis. Part 3: Guidance on a method for evaluation of compliance with product specifications for sensory properties by scoring (published in Hungarian)

MSZ ISO 22935-3:2019 Milk and milk products. Sensory analysis. Part 3: Guidance on a method for evaluation of compliance with product specifications for sensory properties by scoring (published in Hungarian)

67.140.20 Coffee and coffee substitutes

MSZ 20677:2019 Test methods of roasted coffee which has withdrawn the MSZ 20677:1981, MSZ 20689:1993 and MSZ 20700:1980

67.200.10 Animal and vegetable fats and oils

MSZ EN ISO 18363-2:2019 Animal and vegetable fats and oils. Determination of fatty-acid-bound chloropropanediols (MCPDs) and glycidol by GC/MS. Part 2: Method using slow alkaline transesterification and measurement for 2-MCPD, 3-MCPD and glycidol (ISO 18363-2:2018)

Modified national standard from December, 2018 to March, 2019

MSZ 6380:2018 Soybean for food industrial processing

Corrected national standard from December, 2018 to March, 2019

MSZ EN ISO 21528-2:2017 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae. Part 2: Colony-count technique (ISO 21528-2:2017, Corrected version 2018-06-01)

Withdrawn national standards from December, 2018 to March, 2019

MSZ EN ISO 15141-1:2000 Foodstuffs. Determination of ochratoxin A in cereals and cereal products. Part 1: High performance liquid chromatographic method with silica gel clean up (ISO 15141-1:1998)

MSZ EN ISO 15141-2:2000 Foodstuffs. Determination of ochratoxin A in cereals and cereal products. Part 2: High performance liquid chromatographic method with bicarbonate clean up (ISO 15141-2:1998)

MSZ 14474-3:1981 Test of additive content in foodstuffs. Determination of caffeine content. Spectrophotometric method

MSZ 14474-4:1983 Test of additive content in foodstuffs. Determination of butyl-hydroxy-anisole (BHA) and butyl-hydroxy-toulene (BHT) by gas-chromatographic method

MSZ 14474-5:1984 Test of additive content in foodstuffs. Determination of coumarin by gas-chromatographic method

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

ÉLELMISZER-ANALITIKAI BERENDEZÉSEK

behr

Labor-Technik

Düsseldorf

Különféle mérések praktikusán:

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



AKTIV INSTRUMENT Kft.

AUTOMATA ANALIZÁTOROK, ANALITIKAI BERENDEZÉSEK

1145 Budapest Pétervárad u. 14.

Tel.: (1)-789-2778, Fax: (1)-785-8489

Mail: kozpont@aktivinstrument.hu

web: www.aktivinstrument.hu



HUNGALIMENTARIA 2019

2019-ben ismét – XII. alkalommal – megrendezik Magyarország egyik legfontosabb élelmiszerbiztonsági konferenciáját és kiállítását, a Hungalimentariát. Az esemény fővédnöke Zsigó Róbert, élelmiszerlánc-felügyeletért felelős államtitkár.

Az esemény legfőbb célja, hogy a vizsgálati eredményeket hasznosító, döntéshozó szakemberek, az élelmiszerek és takarmányok vizsgálatát végző laboratóriumok munkatársai, az élelmiszeripar képviselői és minden érdeklődő számára közel hozza az analitikai kémia, a mikrobiológia és a molekuláris biológia tudományos és gyakorlati aspektusait. Két évvel ezelőtt több, mint 300 résztvevő és 20 kiállító volt jelen.

A Hungalimentaria konferenciát 2019. április 24-25-én rendezik meg a budapesti Aquaworld Resort szállodában, mottója: „Ésszel a kosárba! – mit mond erről a labor?”

A rendezvényen több szekciót is szerveznek: élelmiszer-analitikai módszerek, élelmiszer- és takarmány mikrobiológiai módszerek, valamint jog- és minőségirányítás témakörében, mindemellett bemutatkozik a minőségi halhús kritériumainak meghatározását célul kitűző HappyFish projekt is.

Biztonságos és egészséges a magyar hal

Egy, a hazai halastavakban végzett felmérés megnyugtató eredménye, hogy a halakban szinte minden esetben csak az igen alacsony kimutatási határ körül alakult a vizsgált káros vegyületek koncentrációja.

Az “Új kockázatkezelési modellrendszer fejlesztése a víz- és élelmiszer-biztonság növelése érdekében a haltermékvonalon” elnevezésű, röviden csak HappyFishnek nevezett, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által támogatott projekt legfőbb célja, hogy megállapíthassa a minőségi halhús kritériumait, és a további jogi szabályozáshoz határértékeket javasoljon. Ez utóbbiak ugyanis a haltermékek, elsősorban az édesvízi haltermékek esetében sajnos hiányosak.

A konzorciumot vezető WESSLING Hungary Kft., a Szent István Egyetem Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézete (Gödöllő), Hűtő- és Állatiermék Technológiai Tanszéke (Budapest), a The Fishmarket Kft. és az SKC Consulting Kft. közös munkájuk eredményeképpen már a projekt félidejében fontos, hiánypótló tényekről számolnak be.

A vizsgált több, mint ötszázféle toxikus vegyületnek csak kevesebb, mint 10%-a volt kimutatható a projekt végrehajtása során vett hal-, iszap- és vízmintákban.

A legtöbb peszticid- és gyógyszermaradvány csak elvétve fordult elő a halak húsában. A kimutatható vegyületek mennyisége is kevesebb volt, más állati termékekre vonatkozó határértékeknél. A vizekből gyakran kimutatható gyomirtó szert, a glifozát maradványait, a halhúsban egy esetben sem találták meg.

A projektben gyűjtött vizsgálati eredmények azt bizonyítják, hogy hazai vizekből származó halak húsának fogyasztása biztonságos és egészséges.

Törvénybe foglalható a pálinka íze?

Milyen hatással vannak a pálinka ízére és élvezeti értékére a jogszabályi előírások? Másképp fogalmazva: előfordulhat-e, hogy egy párlat mindenben megfelel a törvényi előírásoknak, az ital érzékszervi tulajdonságai mégis rosszak? Hogyan segíthetnek ebben a vizsgálatok?

A Laboratorium.hu összeállításából kiderül, **hogy** milyen összefüggésben van a pálinka - érzékszervi úton megállapítható - minősége azokkal a követelményekkel, amelyeket a hatályos jogszabályok előírnak. Nagygyörgy László, a többek között pálinkavizsgálatokkal is foglalkozó független laboratórium, a WESSLING Hungary Kft. munkatársa elmondta, hogy a pálinka minőségéről elsősorban két fontos jogszabály rendelkezik. Az egyik az Európai Parlament és a Tanács 110/2008-as, szeszitalokról szóló EK-rendelete, a másik a Pálinkatörvénynek is nevezett 2008. évi LXXIII. törvény.

A laboratóriumi vizsgálatok során kiderült, hogy egy pálinka a jogszabályokban felsorolt mérhető paraméterek teljesülése esetén is lehet rossz ízű. Az erősen előpárlatos pálinkákban például olyan magas lehet az illó komponensek közé tartozó etilacetát koncentrációja, hogy a pálinka ettől teljesen élvezhetetlen lesz, annak ellenére, hogy a jogszabályi követelményeknek megfelel.

A szakember szerint esetleg elő lehetne írni az elválasztási hibákkal összefüggő etilacetát-

koncentráció maximális értékét. Az országos pálinkaversenyeken az érzékszervi bírálók által előpárlatosnak minősített pálinkák ismert etilacetát-koncentrációja alapján, ez nagyjából 900-1000 mg/l környékén várható.

Miért fontos az élelmiszer-higiénia?

A Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK) Élelmiszeripari Igazgatóságának januárban és februárban szervezett szakmai rendezvényén a közepes és nagy élelmiszeripari vállalatok tudás- és hatékonyságnövelését kívánta elősegíteni. A higiénia és élelmiszer-biztonság témakörében lapunk főszerkesztője is előadásokat tartott.

Dr. Szigeti Tamás János, a Wessling Hungary Kft. üzletfejlesztési igazgatója és az **Élelmiszervizsgálati Közlemények főszerkesztője** előadásának bevezető részében rámutatott, hogy csak a jó higiéniai gyakorlat szerint gyártott élelmiszereknél biztosítható, hogy előállított termék ne ártson, hanem tápláljon. Ezért a gyártástechnológia minden lépésénél meg kell vizsgálni, hogy milyen hibák fordulhatnak elő, amelyek a **gyártás során a késztermék biztonságát és minőségét befolyásolhatják. A technológia felügyeletével az előállított élelmiszer várhatóan megfelel a rá vonatkozó követelményeknek és kockázat nélkül kerülhet a fogyasztó asztalára. Ezen elvekről és a folyamatos ellenőrzések szükségességéről** részletesen is beszélt Dr. Szigeti Tamás János.

Növényvédő szereket már évtizedek óta mérnek az ivóvízben, és a mikrobiológiai, illetve kémiai vizsgálatokhoz hasonlóan ezekre a molekulákra is szigorú határértékeket jelölnek ki. Az agráriumban világszerte több ezer vegyületet használnak. Egy adott országban a törvényalkotó dolga meghatározni, hogy melyek legyenek a vizsgált célkomponensek - a teljes növényvédő szermaradék-spektrum vizsgálata ugyanis gyakorlatilag lehetetlen.

A nemrég hatályba lépett törvénymódosítás egyik legfontosabb eleme, hogy immár vizsgálni kell a gyakorlatilag az egész földgolyót beborító, szinte minden gazdaságban használatos gyomirtó szer, a glifozát maradékértékeinek, valamint annak bomlástermékét, az AMPA mennyiségét is.

A glifozát vizsgálatával kapcsolatban 2014. szeptember 30-án az Élelmiszervizsgálati Közleményekben is megjelent egy tudományos dolgozat „*A glifozát maradékainak jelenléte környezetünkben, és analitikai meghatározásának lehetőségei*” címmel.

Szerkesztette:

Szunyogh Gábor (WESSLING Hungary Kft.)

A glifozát maradékértékeit vizsgálni kell az ivóvizekben is

Számos más növényvédő szer mellett az idén januártól a szakemberek és civil szervezetek körében gyakran vitatott glifozátot is vizsgálni kell az ivóvízben. Mindez természetesen nem jelenti azt, hogy az ivóvízben a gyomirtó szer maradékainak jelenléte miatt bárkinek veszélyben lenne az egészsége, de a vizsgálólaboratóriumoknak mindenesetre több feladatot ad a kormányrendelet előírásai szerint végzett vízanalítika.

A Laboratorium.hu cikkéből kiderül, hogy az ivóvíz ellenőrzését rendkívül modern technológiákkal, módszerekkel végzik, a határértékeket pedig folyamatosan szigorítják, finomítják, és időről időre kiterjesztik a vizsgálandó vegyületek körét is.

Idén január elsejétől lépett hatályba az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Kormányrendelet módosítása, amelyben kibővítették az ivóvízben vizsgálandó peszticidek maradékainak listáját.

Nébih hírek



Több mint 8 millió forint bírsággal zárult a 2018-as téli szezonális élelmiszerlánc-ellenőrzés

Avas dióbelet és a megengedettnél magasabb morfin tartalmú étkezési mákot is találtak a Nébih szakemberei a téli szezonális ellenőrzés során. A szabálytalanságok többsége jellemzően enyhébb, írásos figyelmeztetést vont maga után. Országszerte összesen 3312 ellenőrzés, 117 figyelmeztetés, 14 tevékenység-korlátozás, valamint 125 darab – összesen 8.065.154 forintnyi – kiszabott bírság lett a téli szezonális ellenőrzési kampány mérlege.

A december 1-jétől 31-ig tartó összehangolt vizsgálatot ez alkalommal is Zsigó Róbert élelmiszerlánc-felügyeletért felelős államtitkár rendelte el, amit a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih) és a megyei kormányhivatalok szakemberei bonyolítottak le az élelmiszerlánc minden fontos területén.

A széles körű szemle a boroktól és pezsgőktől kezdve, a szaloncukrokon, édességeken át a hús- és haltermékekig terjedt, beleértve a füstölt húsokat és a virsliket is. A hatósági ellenőrök 471 élelmiszer-előállító helyen, 2079 élelmiszer-forgalmazónál, valamint 762 vendéglátóhelyen fordultak meg az országban.

Bár az ellenőrzések száma csaknem azonos volt a 2017. évvel, összességében emelkedett a szankcionált esetek száma. Ennek fő oka, hogy a kevésbé súlyos szabálytalanságok miatt csaknem kétszer annyi (117 db) írásos figyelmeztetés született. Bírságot a tavalyinál kevesebb esetben (125 db) kellett kiszabni, így annak összege (8.065.154 forint) is elmaradt az előző évtől. Tevékenység korlátozására 14 alkalommal volt szükség.

Az ellenőrök több mint 17 500 élelmiszertételt vizsgáltak. A tavalyihoz hasonló hibák fordultak elő, azonban nagyobb arányban. Leggyakrabban higiéniai hiányosságokat (4,2%), a termékek minőségével és összetételével kapcsolatos szabálytalanságokat (3%), nyomon követési problémákat (1,8%), illetve a dolgozók képzettségével, egészségügyi alkalmasságával összefüggő hiányosságokat (1,7%) észleltek a szakemberek.

Emelkedett a forgalomból kivont élelmiszertételek aránya is: 425 (2,4%). Ezen belül kifejezetten magas volt a piacokon, karácsonyi vásárokon eladásra kínált, lejárt szaloncukrok és más édességek aránya. A vizsgálat alá vont virslik, illetve borok és pezsgők esetében viszont nem volt szükség ilyen jellegű hatósági intézkedésre.

A Nébih borászati szakemberei fokozottan vizsgálták a budapesti karácsonyi vásárok forralt bor, pálinka és szeszes ital termékeit. Pozitív tapasztalat, hogy a 336 gyorsteszt alkalmával minden termék alkoholtartalma megfelelt a jelölésen feltüntetettnek. Általánosságban is elmondható, hogy az alkoholos italokat forgalmazó kitelepülők betartják a jogszabályokat és törekednek a jó minőségű termékek forgalmazására.

A Nébih laboratóriumaiba mintegy 80 minta érkezett. Érzékszervi vizsgálat alapján két dióbel termék bizonyult emberi fogyasztásra alkalmatlannak, az alkaloidok kimutatására irányuló laboratóriumi vizsgálat pedig két étkezési mák termékénél állapított meg a megengedett határértéknél magasabb morfin tartalmat. Ezen esetekben hatósági eljárás indult.

Mézelő méhek kezelésére szolgáló gyógyhatású készítményeket vont ki a hazai piacról a Nébih

Fipronil szennyezés miatt megtiltotta előbb az Oxxovar 5%-os, majd a Destruktor 3,2% oldatok összes gyártási tételének forgalmazását, felhasználását és felhasználói szintig kivonta a termékeket a piacról a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih). A készítmények a mézelő méhek varroa atka okozta fertőzésének kiegészítő kezelésre szolgálnak. Fontos, hogy a varroózis gyógykezelése, illetve kiegészítő kezelése más, hasonló javallatú állatgyógyászati készítményekkel és gyógyhatású termékekkel továbbra is megoldható.

A tavalyi év folyamán több alkalommal is Oxxovar oldattal kezelt méhek elhullását jelentették a méhészek. Az eset felderítését a Nébih komplex laborhálózata és vizsgálati rendszere tette végül lehetővé. A méhészek által leadott termékminták hatóanyagtartalma ugyanis megfelelő volt, a gyanú alapján vizsgált szennyezőanyag is negatív laboreredményt adott. Az egyik esetből származó méh hullákból viszont fipronilt mutatott ki az erre szakosodott laboratórium, így a kezelésre használt termékek is gyanúsak lettek a fipronil szennyezettségre. A szakemberek a méhészek által beküldött bontott és a kereskedelemben fellelhető bontatlan kisereléseket egyaránt vizsgáltak, és a gyógyhatású termék 4 gyártási tételében is kimutatták a fipronil jelenlétét.

Az eredmények alapján a Nébih megtiltotta az Oxxovar 5% oldat valamennyi gyártási tételének forgalmazását és felhasználását, valamint elrendelte a hazai piacról történő kivonást. A szakemberek vizsgálják, hogyan kerülhetett bele a méhekre veszélyes hatóanyag a gyógyhatású készítménybe. Ennek során a gyártó további készítményeit és termékeit is ellenőrizték. A vizsgálatokon a Destruktor 3,2% koncentrátum is szennyezettnek bizonyult, amit így szintén kivont a forgalomból a Nébih.

Az eljárás során érintetté vált termékek részletes listája megtekinthető az állatgyógyászati termékek jogsértés listáján: <https://portal.nebih.gov.hu/allatgyogyaszati-termek-jogsertesek>

A jelölési problémák miatt a 13 termékből 8-nál indult hatósági eljárás. A Nébih az élelmiszer-vállalkozókat figyelmeztetésben részesíti, és – intézkedési terv benyújtása mellett – kötelezi a hibák javítására.

A kedveltségi vizsgálaton ezúttal is szakértő és laikus kóstolók pontozhatták a termékeket „vak-kóstolásos” módszerrel. A citromlevek Szupermenta rangsora a külső megjelenés, az állomány, a szín, az illat és az íz összesített értékelésével alakult ki.

A tesztelt citromlevek közül a Limmi citromlé nyerte el a kóstolók tetszését. Második lett a Sweet Valley terméke, míg harmadikként a CBA „citromízestő”-nek nevezett 100%-os citromlé végzett.

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

Biztonságosak a 100%-os citromlevek

13 citromlé komplex vizsgálatát és ellenőrzését végezték el a szakemberek a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih) Szupermenta programjában. Bio és sűrítvényből készült gyümölcsle egyaránt akadt a tesztelt termékek között. A hivatal munkatársai laboratóriumában ellenőrizték többek között a növényvédő- és tartósítószer jelenlétét, a termékek vitamin- és citromsav-tartalmát, valamint pH értékét. A citromlevek élelmiszerminőségi- és biztonsági szempontból megfeleltek, de 8 esetben a kisebb súlyú jelölési hibák miatt hatósági eljárás indult.

Tizenhárom – köztük öt bio minősítésű és hét sűrítvényből készült – 100%-os citromlé komplex ellenőrzését végezték el a Nébih munkatársai. A szakemberek laboratóriumában vizsgálták a citromsav-, a kén-dioxid, valamint a C-vitamin tartalmát, de mérték a pH-t, a tartósítószer jelenlétét és a növényvédőszer-maradványokat is. Megnyugtató, hogy élelmiszerminőségi- és biztonsági szempontból minden termék megfelelt az előírásoknak.

A Nébih felügyelői ellenőrizték a termékspecifikációkat és a jelölések vizsgálata sem maradhatott el. Utóbbi során számos hibát tártak fel a teszt során, mint például az élelmiszercímke szövegére vonatkozó minimális betűméret be nem tartását. A szakemberek kifogásolták továbbá a magyar nyelvű tápérték adatok feltüntetésének hiányát, az energiatartalmat, a tápérték adatok szabálytalan megjelenítését, a tárolási feltétel elmulasztását és annak helytelen jelölését is. Egy terméknél a csomagoláson feltüntetett energiaérték és egyes tápanyagok mennyisége nem pontosan egyezett a termékspecifikációban megadott értékekkel.

Szupermenta majonéz teszt

A Szupermenta legújabb tesztjén egy sokoldalúan felhasználható mártást, a majonézeket vizsgálta a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih). A 22 ellenőrzött terméket ezúttal is „atomjaira” bontották a szakemberek. Megmérték – többek között – az erukasav növényi toxin és a PAH szennyezőanyagok, az allergének, de a tartósítószer jelenlétét is. A flakonos mártások élelmiszerbiztonsági szempontból megfeleltek, két majonéz tartósítószer tartalma azonban kis mértékben meghaladta az előírt határértéket.

A Nébih komplex tesztjeihez híven a flakonos majonézek esetében is számos laboratóriumi vizsgálatot végeztek a hivatal szakemberei. Amit mindenhol rendben találtak:

- nedvességtartalom,
- zsírtartalom,
- erukasav (növényi toxin) tartalom,
- jelölt omega-3 zsírsav mennyisége,
- növényi olaj összetétel,
- szorbinsav tartósítószer tartalom,
- EDTA antioxidáns tartalom,
- pH,
- PAH szennyezőanyagok jelenléte,
- kén-dioxid tartalom.

Megnyugtató, hogy a mustárt- vagy tojást nem tartalmazó majonézek valóban mentesek voltak ezen összetevőktől. Emellett az allergén anyagnak számító zellernek sem találták nyomát a szűrőpróbaszerűen

vizsgált termékekben a Nébih szakemberei. Négy, véletlenszerűen kiválasztott majonéz flakon esetében a kupakok összkiodódását is megvizsgálták, amelyek megfeleltek az uniós rendelet által meghatározott határértéknek.

Kifogásolási okok:

A majonézekben jelen lévő tartósítószer mennyiségét rendeletben szabályozzák. A 22 majonézből kettőnél a benzooesav – azaz a tartósítószer – tartalom kis mértékben meghaladta az előírt határértéket, így a felelős vállalkozásokkal szemben hatósági eljárás indult. Ezek a termékek nem kaphattak helyezést a kedveltségi vizsgálat rangsorában sem. Emellett szintén adódtak jelölési hibák.

A 22 majonézből összesen három terméknél adódott olyan probléma, ami miatt hatósági eljárás indult: az egyiknél jelölési hiányosságok, míg a másik két esetben minőségi és jelölési hiba miatt. A különböző, enyhébb jelölési hibák miatt az élelmiszer-vállalkozókat figyelmeztetésben részesítik a szakemberek, és intézkedési tervet kell benyújtaniuk azok kijavítására. A határérték feletti tartósítószer jelenléte, azaz minőségi hiba miatt a Nébih felügyelői a két termék esetében összesen 300.000 Ft élelmiszer-ellenőrzési bírságot szabnak ki az érintett vállalkozásokkal szemben.

A kedveltségi vizsgálaton ezúttal is szakértő és laikus kóstolók pontozhatták a termékeket „vak-kóstolásos” módszerrel. A majonézek Szupermenta rangsora a külső megjelenés, a szín, az illat és az íz értékelésével alakult ki. A vizsgált termékek közül az Univer majonéz nyerte el leginkább a kóstolók tetszését. Második lett a Penny terméke, míg harmadikként a Reál majonéz végzett.

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

If it's April, it's Hungalimentaria

HUNGALIMENTARIA 2019

One of Hungary's most important food safety conferences and exhibitions, Hungalimentaria will be organized again in 2019, for the 12th time. The event will take place under the auspices of Róbert Zsigó, State Secretary for Food Chain Supervision.

The main objective of the event is to bring the scientific and practical aspects of analytical chemistry, microbiology and molecular biology to the attention of decision-makers utilizing the analytical results, of employees of the laboratories performing the analysis of foods and feeds, of representatives of the food industry and of all interested parties. Two years ago there were more than 300 participants and 20 exhibitors.

The Hungalimentaria conference will be held on April 24-25, 2019 at the Aquaworld Resort Hotel in Budapest, with the motto: „Think about what you put in the basket – what does the lab has to say about it?”

There will be several sections organized at the event on the following topics: food analytical methods, food and feed microbiological methods, as well as law and quality management, and also debuts the HappyFish project, whose goal is to determine the criteria for quality fish meat.

Hungarian fish is safe and healthy

The reassuring result of a survey carried out in Hungarian fish ponds is that, in almost all cases, the concentrations of harmful substances analyzed in fish were around the very low detection limits.

The main objective of the project titled “Development of a new risk management model to improve water and food safety in the fish product line”, referred to in short as HappyFish, and supported by the National Research, Development and Innovation Office is to determine the criteria for quality fish meat, and to propose limit values for further legal regulation. The latter, unfortunately, are somewhat

lacking in the case of fish products, especially in the case of freshwater fish products.

As the result of the joint work of WESSLING Hungary Kft., the consortium leader, the Institute of Aquaculture and environmental Safety of Szent István University (Gödöllő), its Department of Refrigeration and Livestock Products Technology (Budapest), The Fishmarket Kft. and SKC Consulting Kft., important facts are already being reported at the mid-point of the project.

Less than 10% of the more than five hundred toxic compounds analyzed could be detected in fish, sediment and water samples taken during the project.

Most pesticide and drug residues were only occasionally found in fish meat. The amounts of the compounds detected were also lower than the limit values for other animal products. Residues of the herbicide glyphosate, which was often detected in water samples, have not once been found in fish meat.

The analytical results collected in the project prove that the consumption of the meat of fish coming from domestic waters is safe and healthy.

Can the taste of palinka be legally regulated?

What effect do legal regulations have on the taste and enjoyment value of palinka? In other words: is it possible that a distillate complies with all aspects of the law, but the sensory properties of the drink are still bad? How can analyses help in this matter?

The compilation of Laboratorium.hu reveals the correlation between the quality of palinka, which can be determined organoleptically, and the requirements prescribed by current regulations. László Nagygyörgy of WESSLING Hungary Kft., an independent laboratory performing palinka analyses, among other things, said that the quality of palinka is primarily regulated by two important laws. One is Regulation (EC) No 110/2008 of the European Parliament and of the Council on spirit drinks, and the other is Law LXXIII of 2008, also called the Palinka law.

Laboratory analyses have shown that a palinka may taste bad, even if its measurable parameters meet all the legal requirements. For example, palinkas with lots of heads may have such high

concentrations of ethyl acetate, one of the volatile components, that the palinka will be completely unpalatable, even though it complies with regulatory requirements.

According to the expert, maybe the maximum value of ethyl acetate concentration associated with separation errors could be prescribed. Based on the known ethyl acetate concentrations of palinkas deemed by the judges to contain lots of heads at the national palinka competitions, this value is expected to be around 900-1,000 mg/l.

Why is food hygiene important?

At the professional event of the Food Industry Directorate of the Hungarian Chamber of Agriculture (NAK) organized in January and February, the goal was to promote the improvement of knowledge and efficiency of medium and large food companies. On the topics of hygiene and food safety, our editor-in-chief also gave lectures.

Dr. Tamás János Szigeti, director of business development of WESSLING Hungary Kft. and editor-in-chief of the Journal of Food Investigation pointed out in the introductory part of his lecture that it can only be ensured in the case of foods produced in accordance with good hygiene practice that the product manufactured is not harmful, but nutritious. Therefore, at every step of the production technology, it is necessary to examine what kind of mistakes can occur, which may affect the safety and quality of the finished product during manufacture. By monitoring the technology, the food produced is expected to meet the relevant requirements and can be placed on the table of the consumer with no risk. Dr. Tamás János Szigeti spoke in detail about these principles and the necessity of continuous monitoring.

Glyphosate residues to be analyzed in drinking waters as well

Starting from this January, in addition to many other pesticides, glyphosate, often disputed by professionals and NGOs alike, also has to be analyzed in drinking water. Of course, this does not mean that anyone is at risk because of the presence of the residues of this pesticide

in the drinking water, but in any case, testing laboratories are faced with an additional task when carrying out water analysis according to the government decree.

The article of Laboratorium.hu reveals that drinking water is monitored using extremely modern techniques and methods, while limit values are constantly being refined and lowered, and the range of compounds to be tested is also extended from time to time.

On January 1 of this year, the latest modification of government decree 201/2001 (X. 25.) on the quality standards and monitoring of drinking water came into force, extending the list of pesticide residues to be analyzed in drinking water.

Pesticides have been measured in drinking water for decades and, similarly to microbiological and chemical analyses, strict limit values have been prescribed for these molecules as well. Thousands of compounds are used in agriculture worldwide. In a given country, it is the legislators' task to determine what the target components to be analyzed should be, since it is practically impossible to analyze the entire pesticide residue spectrum.

One of the most important elements of the amendment that came into force recently is that the residual amount of glyphosate, a herbicide used at virtually all farms and covering almost the entire globe, as well as that of its metabolite, AMPA, has to be measured now.

A scientific study related to the analysis of glyphosate and titled „*The presence of glyphosate residues in our environment and possibilities for their analytical determination*” has already been published in the *Journal of Food Investigation* on September 30, 2014.

Edited by:
Gábor Szunyogh (WESSLING Hungary Kft.)

National Food Chain Safety Office news



Winter seasonal food chain inspection ends with fines of more than 8 million HUF

Rancid walnut kernels and poppy seeds with higher-than-permitted morphine levels were found by the experts of National Food Chain Safety Office (NFCSO) during the winter seasonal inspection, among other things. Most of the irregularities typically resulted in a milder, written warning. The final count came in at 3,312 inspections, 117 warnings, 14 activity restrictions and 125 fines, totaling 8,065,154 HUF throughout the country.

The coordinated inspection from December 1 to December 31 was once again commissioned by Róbert Zsigó, State Secretary for Food Chain Supervision, and it was carried out by the experts of the National Food Chain Safety Office (NFCSO) and the county government offices in all important areas of the food chain.

The comprehensive inspection ranged from wines and sparkling wines, through fondant and sweets to meat and fish products, including smoked meats and frankfurters. Authority inspectors visited 471 food production sites, 2,079 food distributors and 762 catering establishments all over the country.

Although the number of inspections was almost the same as in 2017, the number of sanctioned cases increased overall. The main reason for this is that almost twice as many (117) written warnings were issued for less serious irregularities. Fines were imposed in fewer cases than last year (125), and so the total amount (8,065,154 HUF) was less than last year's. Activity restrictions were needed on 14 occasions.

More than 17,500 food items were examined by the inspectors. The irregularities found were similar to last year's, but their number was larger. Most often, hygienic deficiencies (4.2%), irregularities related to product quality and composition (3%), traceability problems (1.8%), and deficiencies related to the qualifications and medical fitness of employees (1.7%) were observed by the experts.

The proportion of withdrawn food items also increased to 425 (2.4%). Within this group, there was a particularly high proportion of expired fondant and other sweets offered for sale on markets or Christmas markets. However, in the case of the frankfurters, wines and sparkling wines, no such authority action was necessary.

The wine experts of NFCSO paid particular attention to the mulled wine, palinka and other alcoholic beverage products of the Christmas markets in Budapest. It was a pleasant surprise that the alcohol content of all the products that undergone the 336 rapid tests met the value indicated on their label. In general, it can be stated that on-site sellers of alcoholic beverages comply with the regulations and strive to market high quality products.

Approximately 80 samples were sent to the laboratories of NFCSO. Based on organoleptic tests, two walnut kernel products were found to be unsuitable for human consumption, and morphine contents higher than the permitted limit value were found by laboratory analyses aimed at the detection of alkaloids in two poppy products. In these cases, authority proceedings were initiated.

Medicinal products for the treatment of honey bees withdrawn from the domestic market by NFCSO

The marketing and use of all production batches of the 5% solution of Oxxovar, then of the 3.2% solution of Destruktor was banned due to fipronil contamination, and the products were withdrawn from the market to the user level by the National Food Chain safety Office (NFCSO). These products are used for the supplementary treatment of the varroa mite treatment of honey bees. It is important to note that the medical treatment of varroosis or its supplementary treatment can still be carried out using other veterinary drugs and medicinal products with similar indications.

Several times last year, the death of bees treated with Oxxovar was reported by beekeepers. Solving of the case was finally made possible by the complex laboratory network and analytical system of NFCSO. The active substance content of the samples submitted by the beekeepers was adequate, and the pollutant examined on suspicion also gave a negative laboratory result. However, in one of the cases, fipronil was detected in the dead bees by the laboratory specializing

in this substance, thus the products used for treatment had also become suspicious of fipronil contamination. Both open units submitted by the beekeepers and commercially available unopened units were analyzed by the experts, and the presence of fipronil was detected in four batches of the medicinal product.

Based on the results, the marketing and use of all batches of the 5% solution of Oxxovar was banned by NFCSO, and its withdrawal from the domestic market was ordered. The experts are still investigating how the active substance that is dangerous to bees could find its way into the medicinal product. During the investigation, other preparations and products of the manufacturer were also tested. The 3.2% concentrate of Destruktor was also found to be contaminated in the tests, and so it was also withdrawn by NFCSO.

The detailed list of the products that became affected during the procedure can be found on the list of veterinary drug infringements: <https://portal.nebih.gov.hu/allatgyogyszati-termek-jogsertesek>

100% lemon juices are safe

The complex analysis and checking of 13 lemon juices was carried out by the experts on the Supermint program of the National Food Chain Safety Office. The product tested included organic juices and juices made from concentrate. The presence of pesticides and preservatives, the vitamin and citric acid content of the products, as well as their pH value was checked by the staff of the office in the laboratory. From a food quality and safety point of view the lemon juices were satisfactory, but in 8 cases authority proceedings were initiated because of minor labeling errors.

The complex testing of thirteen lemon juices, including five organic ones and seven that had been prepared from concentrate, was carried out by the staff of NFCSO. The citric acid, sulfur dioxide and vitamin C content was analyzed by the experts in the laboratory, but the pH, as well as the presence of preservatives and pesticide residues were also measured. It is reassuring that all products have complied with the regulations from a food quality and safety point of view.

Inspectors of NFCSO checked the product specifications and they did not fail to inspect the labels either. The latter revealed a number of errors, such as non-compliance with the minimum

font size requirement for the test of the food label. Experts also found fault with the lack of nutrition data in Hungarian, the energy content, the irregular appearance of nutrition data, the lack of indicating the storage conditions and their incorrect marking. In the case of one product, the energy value and the amount of certain nutrients indicated on the packaging did not exactly match the values given in the product specification.

Because of the labeling problems, authority proceedings were initiated in the case of 8 out of 13 products. Warnings to the food businesses are issued by NFCSO, and they are obligated to correct the errors, while submitting an action plan.

The products were again scored by expert and lay judges in the popularity test, using the blind taste method. The Supermint ranking of lemon juices is based on a cumulative evaluation of appearance, texture, color, smell and taste.

Of the lemon juices tested, Limmi lemon juice was most preferred by the judges. Second was the product of Sweet Valley, while the 100% lemon juice of CBA called „lemon flavoring” finished third.

Further information, interesting tidbits and detailed test results are available on the NFCSO Supermint product test site: <http://szupermenta.hu/citromlevek-teszteltunk/>

Supermint mayonnaise test

In the latest Supermint test, a versatile sauce, mayonnaise was examined by the National Food Chain Safety Office (NFCSO). The 22 products checked were once again broken down to their “atoms” by the experts. The presence of the plant toxin erucic acid and PAH contaminants, allergens and preservatives was investigated, among other things. The bottles sauces passed the test from a food safety point of view, however, the preservative content of two mayonnaise was slightly above the prescribed limit value.

As is customary in the complex NFCSO tests, numerous laboratory tests have been carried out by the expert of the office in the case of bottles mayonnaises. What was alright in each case:

- moisture content,
- fat content,
- erucic acid (plant toxin) content,

- amount of omega-3 fatty acid on the label,
- vegetable oil composition,
- sorbic acid preservative content,
- EDTA antioxidant content,
- pH,
- presence of PAH contaminants,
- sulfur dioxide content.

It is reassuring that mayonnaise containing no mustard or eggs were really free from these ingredients. In addition, no traces of celery, considered to be an allergenic substance, were found in randomly selected products by the experts of NFCSO. The overall migration of the cap of four randomly selected mayonnaise bottles was also examined and they complied with the limit values set by the relevant EU regulation.

What was not alright:

The amount of preservatives in mayonnaise is regulated by a decree. In two of the 22 mayonnaise, the amount of benzoic acid, a preservative, slightly exceeded the prescribed limit value, and so authority proceedings were initiated against the responsible enterprises. These products could not be ranked in the popularity test either. In addition, there were some labeling errors as well.

Of the 22 mayonnaise, problems that led to the initiation of authority proceedings occurred in the case of three products: one of them had labeling deficiencies, while the other two had quality and labeling deficiencies. Because of the different milder labeling errors, warnings were issued to the food enterprises by the experts, and they have to submit an action plan to correct them. Because of the presence of a preservative in an amount exceeding the limit value, i.e., a quality defect, a food supervision fine totaling 300,000 HUF was imposed by the inspectors of NFCSO on the businesses concerned.

The products were again scored by expert and lay judges in the popularity test, using the blind taste method. The Supermint ranking of mayonnaise is based on the evaluation of appearance, color, smell and taste. Of the products tested, Univer mayonnaise was the most popular among the judges. Second was the products of Penny, while Reál mayonnaise finished third.

Further information, interesting tidbits and detailed test results are available on the NFCSO Supermint product test site: <http://szupermenta.hu/majonezek-teszteltunk/>



HappyFish-projekt a boldog halakért

Az „Új kockázatkezelési modellrendszer fejlesztése a víz- és élelmiszerbiztonság növelése érdekében a haltermékvonalon”, röviden HappyFish elnevezésű projekt **a tótól az asztalig végigkíséri a haltermék minőségét befolyásoló tényezőket.**

- **Káros vegyületek vizsgálata:** víz- és üledékvizsgálat, környezetbiztonsági és humán-egészségügyi szempontok, növényvédő-szerek, a gyógyszermaradványok és más szerves és szervetlen mikroszennyezők.
- **Biodetoxifikáció:** megoldások a szennyezőanyagok biológiai úton történő lebomlására, mérgező vagy káros végtermékek nélkül.
- **Stresszhatások mérése:** a legkorszerűbb molekuláris biológiai módszerek fejlesztésével mérik a halakat ért különböző stresszhatásokat.
- **A feldolgozási technológia vizsgálata:** a késztermék minőségét a termelésen túl nagyban befolyásolja a feldolgozási technológia.

A Happy Fish projekt legfőbb céljai:

- a minőségi halhús kritériumainak leírása,
- a halhús minőségét befolyásoló anyagok meghatározása tótól az asztalig,
- határérték-javaslatok kidolgozása a haltermékek jogi szabályozásához.

Konzorciumi tagok:

WESSLING Hungary Kft. független vizsgálólaboratórium (a konzorcium vezetője)

Szent István Egyetem Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézete

Szent István Egyetem Hűtő- és Állatitermék Tanszék

The Fishmarket Kft.

SKC Consulting Kft.

A Nemzeti Versenyképességi és Kiválósági Program pályázatot a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal írta ki, a vissza nem térítendő támogatást a Magyar Állam nyújtja.

A HappyFish projektről bővebben a **www.happyfishhungary.hu** honlapon tájékozódhat!

EFSA-hírek:

Ftalátok az élelmiszerekkel érintkezésbe kerülő anyagokban

Az EFSA nyilvános konzultációt indít öt olyan ftalátra vonatkozó 2005-ös kockázatértékelésének frissítési tervezetéről, melyek felhasználást engedélyezték élelmiszerekkel érintkezésbe kerülő műanyagokban.

Az aktualizált véleménytervezethez az EFSA Élelmiszerekkel érintkezésbe kerülő anyagok, enzimek és feldolgozási segédanyagok panelje (CEP Panel) egy 4 anyagra (dibutil-ftalát (DBP), butil-benzil-ftalát (BBP), bisz(2-etilhexil)-ftalát (DEHP) és diizononil-ftalát (DINP)) vonatkozó csoportos tolerálható napi beviteli értéket (TDI) állapított meg, ami 50 µg/ttkg per nap.

A csoportos TDI az ezen négy ftalát reprodukív hatásának alapját képező, valószínűsíthető közös hatásmechanizmuson alapul. Mindazonáltal a DINP esetében nem a reprodukív, hanem a májra vonatkozó toxicitást tekintik a legkritikusabb hatásnak.

A csoportos TDI-ben nem szereplő ötödik ftalátra, a diizodecil-ftalátra (DIDP) egy 150 µg/ttkg per napos TDI-t javasolnak annak májtoxicitása miatt.

Becslések szerint az európai fogyasztók kombinált DBP, BBP, DEHP és DINP étrendi expozíciója még a legrosszabb esetben is kevesebb, mint a csoportos TDI negyede, beleértve a legérzékenyebb lakossági csoportokat is. A DIDP esetében az étrendi expozíció körülbelül 1500-szor kisebb, mint az egyedi TDI.

Takarmány-adalékanyagok: frissített online eszköz a jobb expozícióbecslésekhez

Köszönhetően a Takarmány-adalékanyagok fogyasztói expozíciós (FACE) kalkulátora új verziójának, a mai naptól fogva a pályázók jobb expozícióbecsléseket készíthetnek a takarmány-adalékanyagok maradékaira vonatkozóan.

A FACE kalkulátor egy felhasználóbarát eszköz az állati eredetű élelmiszerekben jelen lévő takarmány-adalékanyagok és metabolitjaik maradékainak krónikus és akut étrendi expozíciója becslésére. Azt az expozíciós módszertant alkalmazza, melyet az Útmutató a takarmány-adalékanyagok fogyasztói biztonságosságának értékeléséhez (lásd a 4.3. fejezetet a fogyasztói expozícióról) ajánl.

A FACE legújabb verziója pontosabb becslésekkel szolgál az EFSA új, elsődleges nyersanyagokra (RPC, pl. tej, hús) vonatkozó adatainak beépítése miatt. Amikor a FACE 2018 májusában elindult, olyan élelmiszer-fogyasztási adatokra támaszkodott,

amelyek még finomításra szorultak. Az RPC modell minapi véglegesítésével ezek a fogyasztási adatok jelentősen javultak, és beépítették őket a FACE-be.

Salmonella által okozott emberi megbetegedések: az EU jelenlegi csökkentési célkitűzéseinek értékelése

Többévnnyi csökkenés után állandósult a szalmonellózis esetek száma az EU-ban. Az EFSA tudósai szerint szigorúbb Salmonella célok meghatározása tojtyúkokban a gazdaságok szintjén segíthet felére csökkenteni az ilyen eredetű esetek számát.

Az EU-országoknak jelenleg 2%-ra kell csökkenteniük az egyed Salmonella típusokkal fertőzött tojóállományok arányát. Az EFSA szakértőinek becslése szerint, amennyiben ezt a célt 1%-ra csökkentenék, a tojtyúkokon keresztül átadott szalmonellózis esetek száma az emberekben 50%-kal csökkenne.

1%-os cél van érvényben jelenleg öt, az emberi egészség szempontjából fontos Salmonella fajtára a tenyészttyúk esetében, melyek a baromfitermelési lánc elején állnak. Az EFSA azt javasolja, hogy a jelenlegi cél maradjon fenn három típusra ezek közül, a másik két típust viszont cseréljék le a mai közegészségügy szempontjából relevánsabb típusokra.

A szalmonellózis a második leggyakoribb élelmiszer eredetű megbetegedés az EU-ban a Campylobacter-fertőzés után, és a Salmonella az élelmiszer eredetű járványok fontos okozója. 2017-ben a tagállamok 91 662 emberi megbetegedést jelentettek.

Az EFSA nyílt hozzáférésű platformokon osztja meg adatait

Az EFSA jelentős lépést tett a teljes mértékben nyitott adatkezelő szervezetté válás felé azzal, hogy elkötelezte magát amellett, hogy közzéteszi azokat a tudományos adatokat, melyeket az egész EU-ra kiterjedő monitoring programokban és felmérésekben, valamint számos kockázatértékelésben használ.

Egy ma közzétett jelentésben az EFSA kifejti, hogyan tervezi megosztani az olyan területeken összegyűjtött adatokat, mint például az élelmiszer-fogyasztási szokások, növényvédőszer-maradékok az élelmiszerekben, kémiai szennyezőanyagok és adalékanyagok az élelmiszerekben, élelmiszer eredetű járványok és antimikrobiális rezisztencia.

Az adatok az EFSA Tudástárában (Knowledge Junction) lesznek elérhetőek, amely az EFSA válogatott, nyílt adat-

bázisa, melyet azzal a céllal hoztak létre, hogy javítsák az élelmiszer- és takarmánybiztonsági kockázat-értékelések során alkalmazott bizonyítékok átláthatóságát, reprodukálhatóságát és újrafelhasználhatóságát. Az első adathalmazt az idén teszik közzé.

Foodsafetynews.com:

Brucella Németországban

5 sajtból 1 pozitív Brucellára **Németországban**; 9 kereskedő értékesítette a szennyezett minták több mint felét.

200, endémiás országból származó minta közül, melyeket heti piacokon, szupermarketekben és berlini csemegeboltokban értékesítettek, 41-ben mutattak ki Brucellát, csakúgy, mint 15 előrecsomagolt sajtmintában, melyeket az eBay-en keresztül vásároltak.

Leggyakrabban a pasztörözött juhtejből készült, és a piaci forgalmazók által címke nélkül vagy ömlesztett formában értékesített sajtokhoz volt köthető a Brucella DNS jelenléte. A sajtminták között volt ömlesztett, címke nélküli és előrecsomagolt; címkével ellátott, sós lében érlelt, krém, lágy, félkemény és kemény sajtok; valamint szarvasmarha-, juh- és kecsketejéből készült sajtok.

A kutatók megállapították, hogy a Brucellára pozitív sajtok több mint 50 százalékát kilenc kereskedő értékesítette, heten közülük heti piacokon, ketten pedig szupermarketekben.

Az Európai Unióban a legtöbb tagállamban, köztük Németországban is, a brucellózist sikeresen felszámolták az állatállományból. A humán esetek legfőbb oka a juhok, kecskék és szarvasmarhák által továbbadott Brucella melitensis és Brucella abortus. Ez egy súlyos betegség, melynek következtében az EU-ban jelentett betegek többsége kórházi kezelésre szorul.

A kutatók által vizsgált sajtminták közel fele, 48 százalék főként juhtejből készült. Kecsketejet használtak 22,5 százalékhoz, tehéntejet 6,5 százalékhoz, míg 46 mintához a három különböző típusú tej keverékéből készítettek.

A kutatók főként rövid ideig érlelt sajtokat vizsgáltak, mint például a feta és a sós lében érlelt sajt, lágy és krémsajtokat, valamint rövid ideig érlelt félkemény sajtokat. Vizsgáltak továbbá 20 kemény sajtot, mint amilyen a Pecorino és a Manchego. A származási országok a következők voltak: Törökország, Franciaország, Bulgária, Görögország, Spanyolország, Olaszország, Belgium, Horvátország, Ciprus, Libanon, Csehország, Németország és Hollandia.

Az élelmiszer eredetű Salmonella fertőzés megelőzése

Brazil kutatók azt vizsgálják, mely gének fontosak a Salmonella túléléséhez, annak érdekében, hogy megelőzzék az élelmiszer eredetű megbetegedéseket embereken.

A São Paulo-i Állami Egyetem Mezőgazdasági és Állatorvos-tudományi Iskolájának (FCAV-UNESP) csapata a Salmonella baktériumfajok túlélését vizsgálja a baromfik bélrendszerében.

A Salmonella képes az által kiváltott gyulladáson keresztül energiatakarékosan használni a túléléshez és a szaporodáshoz a bélrendszerben. Ez a tetracionát (ttr), a gazdaszervezet gyulladáson keresztül melléktermékének felhasználásához kapcsolódik. A ttr előállítás után lehetővé válik a propándiol (PDU) energiatakarékosan történő alkalmazása.

Angelo Berchieri Junior, a FCAV-UNESP professzora felelős a São Paulo Kutatási Alapítvány (FAPESP) által finanszírozott projektért, amely annak hatását vizsgálja, hogy mi történik, ha törlik a ttrA és pduA géneket a Salmonella Enteritidis, Salmonella Typhimurium és Salmonella Heidelberg fajokból.

A baktérium túlélését lehetővé tevő gének azonosításával a kutatók vakcinaként alkalmazható mutáns formákat tudnak létrehozni.

Amikor az immunrendszer olyan fajtaval érintkezik, amely nem öli meg az állatot, de túlél egy bizonyos ideig, az állatban létrejön egy immunológiai memória. Amennyiben az állat később a baktérium káros verziójával találkozik, védelmi rendszere készen fog állni a támadásra.

Legionella: veszély a munkahelyen

Első alkalommal kerültek napvilágra olyan adatok Magyarországon, amelyekből következtetni lehet a Legionella okozta veszélyekre. Egy független laboratórium nemrég elvégzett több ezer vizsgálata alapján jelentős egészségügyi kockázatot jelenthet a hírhedt baktérium előfordulása - adta hírül a Laboratorium.hu tudományos portál. Különösen az ipari létesítmények ivóvízrendszerénél érdemes figyelni...

Elolvasom

A LABORATORIUM.HU:

- közérdekű, tudományos portál
- bemutatja a laboratóriumok világát
- felhívja a figyelmet a veszélyekre az...
- élelmiszer-biztonság, a környezetvédelem, a gyógyszer- és az egészségbiztonság területén
- érthetően beszél a kémiáról
- több, mint 300 cikket tartalmaz közel tíz érdekes témakörben

Olvassa hetente több alkalommal frissülő cikkeinket!

Beszélő baktériumok

Számos mikroorganizmus képes kommunikálni egymással a környezetben, a kommunikáció során jelanyagokat bocsát ki, amelyek az élettársaihoz megközelíthetők...

Elolvasom

Élelmiszer-utánozó modelloidak - Pom Pom új mesehősel?

Készítettek olyan modelloidakat, amelyek a természetes élelmiszerekhez hasonlítanak, de nem tartalmaznak semmilyen természetes anyagot...

Elolvasom

Édesített élet - kutatás az aszpartámról

Az aszpartám az egyik leggyakoribb édesítőszer. Sok édesítőanyagot tartalmaz, és a kutatások szerint az aszpartám használata növelheti a rák kockázatát...

Elolvasom

Csokoládé, a kedvenc képlet

Csak a csokoládé képes olyan ízű lenni, mint a csokoládé, és ez az oka annak, hogy a csokoládé olyan népszerű édesítőanyag, mint a csokoládé...

Elolvasom

Foodsafetynews.com:

Phthalates used in food contact materials

EFSA is launching a public consultation on the draft update of its 2005 risk assessments of five phthalates which are authorised for use in plastic food contact materials.

For the updated draft opinion, EFSA's Panel on Food Contact Materials, Enzymes and Processing Aids (CEP Panel) has established a group tolerable daily intake (TDI) of 50 µg/kg bw per day for four of the substances – di-butylphthalate (DBP), butylbenzylphthalate (BBP), bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), and di-isononylphthalate (DINP).

The group TDI is based on a plausible common mode of action underlying the reproductive effects of these four phthalates. For DINP, liver – rather than reproductive – toxicity was nevertheless recognised as the most critical effect.

For di-isodecylphthalate (DIDP), the fifth phthalate not included in the group TDI, an individual TDI of 150 µg/kg bw per day is proposed based on liver toxicity.

Combined dietary exposure to DBP, BBP, DEHP and DINP is estimated to be less than one quarter of the group TDI for all European consumers, including the most sensitive population groups, even in the worst-case scenario. For DIDP, dietary exposure is approximately 1,500 fold below the individual TDI.

Feed additives: online tool upgraded to improve exposure estimates

As of today applicants can make better estimates of exposure to residues of feed additives, thanks to a new release of the Feed Additives Consumer Exposure calculator (FACE).

The FACE calculator is a user-friendly tool for estimating chronic and acute dietary exposure to residues of feed additives and their metabolites present in food of animal origin. It implements the exposure methodology recommended by the Guidance on the assessment of the safety of feed additives for the consumer (see section 4.3 on Consumer exposure).

The latest version of FACE will provide more accurate estimates due to the incorporation of EFSA's new food consumption data on raw primary commodities (RPC, e.g. milk, meat). When FACE was launched in May 2018, it relied on food

consumption data that still required fine-tuning. With the recent finalisation of the RPC model, these consumption data have been significantly improved and integrated into FACE.

Salmonella cases in humans: assessing current EU reduction targets

After several years of decline, salmonellosis cases in the EU have flattened out. EFSA scientists say that setting stricter targets for Salmonella in laying hens at farm level could help reduce cases of this origin by a half.

EU countries are currently required to reduce the proportion of laying flocks infected with certain types of Salmonella to 2%. EFSA experts estimate that if this target was reduced to 1% salmonellosis cases in humans transmitted via laying hens would drop by 50%.

A target of 1% is currently in place for breeding hens – at the beginning of the poultry production chain – for five types of Salmonella that are of human health significance. EFSA recommends maintaining the existing target for three of these types and replacing the other two with types that are more relevant for public health today.

Salmonellosis is the second most common foodborne disease after campylobacteriosis in the EU and Salmonella is an important cause of foodborne outbreaks. In 2017, Member States reported 91,662 cases in humans.

EFSA to share data on open-access platform

EFSA has taken a major step towards becoming a fully open data organisation by committing to publish the scientific data it uses for EU-wide monitoring programmes and surveys and many of its risk assessments.

In a report published today, EFSA lays out how it intends to share data collected in areas such as: food consumption habits; pesticide residues in food; chemical contaminants and additives in food; foodborne disease outbreaks; and antimicrobial resistance.

The data will be made available on Knowledge Junction, EFSA's curated, open repository, which was set up to improve transparency, reproducibility and reusability of evidence in food and feed safety risk assessments. The first datasets will be published this year.

Food safety news:

Brucella in Germany

1 in 5 cheeses in Germany positive for *Brucella*; 9 vendors sold more than half of contaminated samples.

Brucella was detected in 41 of 200 samples from endemic countries sold at weekly markets, in supermarkets, and by delis in Berlin, as well as 15 prepacked cheese samples bought online via eBay.

Cheese made from pasteurized sheep's milk and sold unlabeled or loose by market vendors was the most frequent type associated with the presence of *Brucella* DNA. Cheese samples included loose, non-labelled and pre-packed; labelled samples of brine, cream, soft, semi-hard and hard cheeses; and cheese made from bovine, ovine and caprine milk.

Researchers determined nine vendors sold more than 50 percent of the *Brucella* positive cheese samples, including seven at weekly markets and two supermarkets.

In the European Union brucellosis has been successfully eradicated from livestock in most member states including Germany. The main burden of human disease is due to *Brucella melitensis* and *Brucella abortus* transmitted from sheep, goats and cattle. It is a severe disease with most of the patients reported in the EU needing to be hospitalized.

Almost half of the cheese samples, 48 percent, tested by the researchers were made predominantly with sheep's milk. Goat's milk was used for 22.5 percent and cow's milk for 6.5 percent, with 46 samples having been made with a mixture of the three different types of milk.

Researchers mainly investigated short ripened cheeses such as feta and brine cheese, soft and cream cheese, as well as short ripened semi-hard cheese. They also tested 20 hard cheeses, such as Pecorino and Manchego. Countries of origin were Turkey, France, Bulgaria, Greece, Spain, Italy, Belgium, Croatia, Cyprus, Lebanon, Czech Republic, Germany and The Netherlands.

Preventing foodborne Salmonella infection

Brazilian researchers are investigating which genes important for the survival of *Salmonella* to help prevent foodborne infections in humans.

The team from the School of Agricultural and Veterinary Sciences at the State University of São Paulo (FCAV-UNESP) are looking at survival of the bacterial species *Salmonella* in the intestinal tract of poultry.

Salmonella is able to use the inflammatory process it provokes as a source of energy to survive and multiply inside the gut. This is associated with the use of tetrathionate (ttr) as a by-product of the host inflammatory gut response. After production of ttr, it becomes possible to use propanediol (pdu) as an energy source.

Angelo Berchieri Junior, a professor at FCAV-UNESP, is responsible for a São Paulo Research Foundation (FAPESP) funded a project that will test the effects of deleting ttrA and pduA genes from *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium, and *Salmonella* Heidelberg.

By identifying the genes that allow the bacteria to survive, researchers are able to generate mutant forms that may be used as a vaccine.

When the immune system comes into contact with a variety that does not kill the animal but survives for a period of time, that animal establishes an immunological memory. If it is later exposed to a harmful version of the bacteria its defenses will be ready to attack it.



Agilent Bond Elut: Accuracy Starts Here

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

- **Minőség**

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

- **Kínálat**

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

További információért látogasson el a www.agilent.com/chem/spevideo oldalra.

Szerzőink / Authors

(The affiliation of authors in English can be find on the bottom of first page of relevant articles)

ALBERT Csilla Dr.

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Kar

BENES Eszter Luca

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Alkalmazott Kémia Tanszék

CSAPÓ János Prof. Dr.

Debreceni Egyetem, Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Kar

FODOR Marietta Dr.

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Alkalmazott Kémia Tanszék

GYŐRI Zoltán Prof. Dr.

Debreceni Egyetem, Táplálkozástudományi Intézet

JESZTL Brigitta

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Alkalmazott Kémia Tanszék

KETATA Mohamed Ali

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék

NYITRAI Ákos

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék

KOVÁCS Béla Prof. Dr.

Debreceni Egyetem, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Élelmiszertudományi Intézet

KURUCZ Csilla

Magyar Szabványügyi Testület

SIPOS László Dr.

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék

SZABÓ Sándor András Prof. Dr.

Budapest, Ward Mária Gimnázium

SZIGETI Tamás János Dr.

WESSLING Hungary Kft.

SZUNYOGH Gábor

WESSLING Hungary Kft.

TÓTH Arnold

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék

UNGAI Diána Dr.

Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma

Kiadó / Publisher: Wessling Nemzetközi Kutató és Oktató Központ Nonprofit Kft. / Wessling International Research and Educational Centre Nonprofit Ltd. / **HU ISSN 0422-9576**

Felelős kiadó / Director: Dr. ZANATHY László ügyvezető igazgató / CEO

Főszerkesztő / Editor in chief: Dr. SZIGETI Tamás János

Szerkesztő / Editor: GAGÁN Anita, 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., NFCSO chief advisor) • BÁNÁTI Diána Dr. (c. egy. tanár, SZIE; tud. igazgató, ILSI Brüsszel / hon. univ. prof., SZIU; sci. director, ILSI Bussels) • BARNÁ Sarolta Dr. (ig., NÉBIH KÉI / dir. NFCSO Directorate of Risk Assessment) • BÉKÉS Ferenc Dr. (az MTA külső tagja, igazgató, FBFD PTY LTD NSW Ausztrália / External Member of Hung. Acad. Sci., director of FBFD PTY LTD NSW Australia) • BIACS Péter Dr. (ny. egy. tanár, SZIE / ret. univ. prof. SZIU) • BIRÓ György Dr. (ny. egy. tanár, SOTE Egészségtudományi Kar / ret. univ. prof., SMU Faculty of Health Sci.) • BOROSS Ferenc Dr. (ív. 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 Universiti, Inst. of Oncology) • **FARKAS József Dr.** (ny. egy. tanár, akadémikus / ret. univ. prof., academician) • GAGÁN Anita, szerkesztő, WESSLING Hungary Kft. • GYIMES Ernő Dr. (egy. docens, Szegedi Egyetem Mémóki Kar / univ. docent, Univ. Szeged Faculty of Eng.) • GYŐRI Zoltán Dr. (ny. egy. tanár, Debreceni Egyetem / ret. univ. prof., Univ. Debrecen) • HANTOSI Zsolt Dr. (angol nyelvi lektor, WESSLING Hungary Kft. / english lector, WESSLING Hungary Kft.) • HUSZTI Zsolt Dr. (Váli MEGÉR-TÉSZ / Prod. and Market. Cooperatives Vál) • KASZA Gyula Dr. (elnöki tanácsadó / presidential advisor, NÉBIH) • KOVÁCS Béla Dr. (egy. tanár, Debreceni Egyetem / univ. prof., Univ. Debrecen) • KURUCZ Csilla (szabványosító menedzser, MSZT / standardization manager, HSI) • MARÁZ Anna Dr. (egy. tanár, SZIE / univ. prof., SZIU) • MOLNÁR Pál Dr. (egy. tanár, elnök, EOQ MNB / univ. prof., chairman, EOQ HNC) • NAGY Edit (főtitkár, MAVÍZ / secretary general, Hungarian Water Utility Association) • POPOVICS Anett Dr. (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) • SIPOS László Dr. (egy. docens, SZIE / univ. docent, SZIU) • SOHÁR Pálné Dr. (ny. fő. vez., NÉBIH / ret. head of dept., NFCSO) • SZABÓ S. András Dr. (tanár, Ward Mária Gimnázium / prof., Ward Mária High School) • SZEITZNÉ SZABÓ Mária Dr. (ig., NÉBIH KÉI / deputy director, NFCSO Directorate of Risk Assessment) • SZIGETI Tamás János Dr. (főszerkesztő, Wessling Közhasznú Nonprofit Kft. / editor in chief, Wessling Nonprofit Ltd.) • SZUNYOGH Gábor (szerkesztő, Wessling Közhasznú Nonprofit Kft. / editor, Wessling Nonprofit Ltd.) • TÖMÖSKÖZI Sándor Dr. (egy. docens, BME / univ. docent, BTU) • VARGA László Dr. (egy. tanár, Ny-Mo Egy. Élelmiszer-tud. Intézet / univ. prof., Univ. of West Hungary, Inst. for Food Sci.) • WESSLING, Diana (a családi vállalkozás képviselője, résztulajdonos / representative family business, share holder, WESSLING Holding GmbH & Co. KG, Altenberge, Germany) • ZANATHY László Dr. (felelős kiadó, ügyvezető ig., Wessling Közhasznú Nonprofit Kft. / CEO Wessling Nonprofit Ltd.)

Nyomdai előkészítés / Layout dtp: Adworks Kft., E-mail: info@adworks.hu

Nyomda / Press office: Készült a Possum Kft. gondozásában. (1093 Budapest, Lónyay utca 43.)

Elérhetőségeink / Contact: H-1045 Budapest, Anonymus utca 6., Telefon/Phone: +36 1 872-3600, +36 1 872 3621; Fax: +36 1 435 01 00, Mobil phone: +36 30 39 69 109, E-mail: eviko@wirec.eu; Web: www.eviko.hu

Előfizetés, hirdetés / subscription, advertising: Gagán Anita, Tel. +36 30 638 5584, E-mail: eviko@wirec.eu, *Előfizetési díj egy évre/Subscription for one year: bruttó 4200 Ft. /15 €.*

2015-től minden előfizetőnk grátisz lehetőséget kap a folyóirat digitális változatának letöltésére is. From 2015 the subscription includes both the printed and digital version (every subscriber will get the printed journal and additionally gratis a possibility to download the electronic version too).

A lap 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

 **WESSLING**

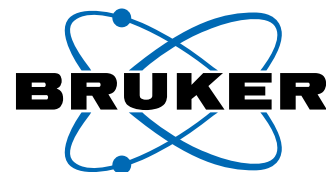
WESSLING Nemzetközi Kutató és Oktató
Központ Közhasznú Nonprofit Kft. (WIREC)

 **nébih**
termőföldtől
az asztalig

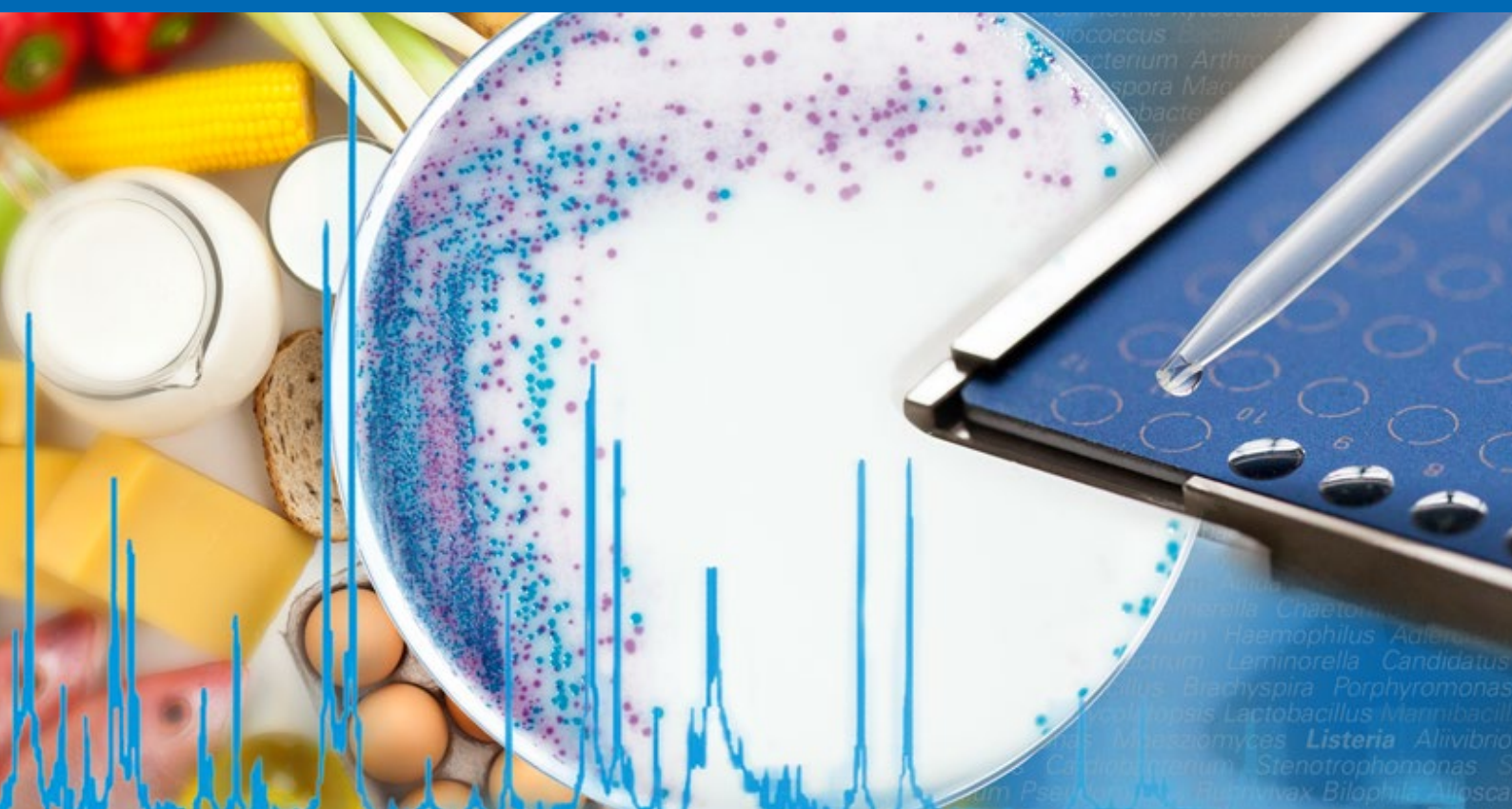
Hungalimentaria konferencia tervezett plenáris- és szekcióelőadásai

Antal Emese	Tudjuk-e, hogy élünk egészségesen?
Bánáti Diána Prof. Dr.	A jövő élelmiszerei
Bánhegyi Péter	Tárolási körülmények hatásának vizsgálata zselatin alapú édesipari termékre FT-IR technikával
Baranyi József Prof. Dr.	Az élelmiszer mikrobiológiai biztonsága és az élelmiszer-hálózat stabilitása a globalizáció és a "big data" korában
Barna Sarolta Dr.	A Nébih kockázatkommunikációja
Bázár György Dr.	Helyi, ökológiai, funkcionális és szokványos natúr joghurtok objektív és szubjektív érzékszervi vizsgálata
Bodor Zsanett	Gyors módszerek alkalmazhatósága paradicsom- és paprikaporok hamisításának detektálásában
Bodor Zsanett	A mézek eredetazonosításával és hamisításának detektálásával kapcsolatos problémák
Bojté Csilla	A szója (<i>Glycine Max L.</i>) vetőmag genetikai homogenitás vizsgálata MALDI-TOF készülékkel
Bordós Gábor	Felszíni vizek peszticid terheltségi profiljának elemzése mikroműanyagok adszorpciós vizsgálatainak megalapozásához
Csapó János Prof. Dr.	Magas fehérje- és rosttartalmú, valamint alacsony szénhidrát-tartalmú Update Low Carb termékek fejlesztése
Cselényi Tibor Dr.	A McDonald's Kft. önellenőrzési programjának üzemeltetése
Dráviczki Marianna	Élelmiszerekkel érintkezésbe kerülő melamin alapanyagokból és termékekből melamin kimutatása
Fodor Péter Prof. Dr.	Mikotoxinok a Bibliától az EFSA-ig
Frum Zsuzsanna	Hiteles és modern hatósági sajtókommunikáció a köz szolgálatában
Gál Anikó	Diasztáz enzim aktivitás mérési bizonytalanságának felülvizsgálata mézekben
Gasparikné Reichardt Judit Dr.	Pontyhús eltarthatóságának meghatározása challenge teszttel
Gombos Zoltán Dr.	Új irányok az élelmiszerlánc-felügyeletben
Háhn Judit Dr.	Ökotoxikológiai állapotfelmérés és mikroszennyezők előfordulásának vizsgálata gazdasági jelentőségű felszíni vizekben
Horváthné Soós Erika	Étrend-kiegészítő készítmények tiltott szennyezőinek vizsgálata - <i>Az előadás címe pontosítás alatt</i>
Kasza Gyula Dr.	Élelmiszerlánc-biztonság fogyasztói szemmel
Kaszab Edit Dr.	A hűtve tárolt ponty (<i>Cyprinus carpio</i>) romlásában szerepet játszó baktériumok azonosításának módszertani tapasztalatai
Kiss Dóra	Élelmiszer-mátrixok kezelésének újabb lehetőségei a kromatográfiai minta-előkészítésekben
Kókai Zoltán Dr.	PROP érzékenység szűrése érzékszervi módszerrel
Korcz Evelin, Kerényi Zoltán Dr.	Molekuláris diagnosztika az élelmiszeriparban
Kormosné Bugyi Zsuzsanna Dr.	Referencia anyag fejlesztés glutén mennyiségi meghatározásához
Molnárné Bencs Éva	ATP-alapú és molekuláris technikák az élelmiszer-biztonság szolgálatában
Nagy István Dr., Meláthné Lakos Mária	Cukoralkoholok élelmiszerekben
Nagy László Dr.	Mintaelőkészítést nem igénylő univerzális automata analizátorok élelmiszerek, termények és talajok elemzésére felügyeletmentes, 7/24 órás üzemben
Novák Márton	A Q Exactive hibrid Orbitrap rendszerek bemutatása és az élelmiszeranalitikai alkalmazások áttekintése
Nyirő-Fekete Brigitta Dr.	Ponty feldolgozástechnológia fejlesztése a termékek eltarthatóságának növelése érdekében
Nyitrai Ákos	Neurális válaszok mérése, elemzése és felhasználása az élelmiszerkutatásokban
Oravecz Márton Dr.	<i>Az előadás címe egyeztetés alatt</i>
Páger Zsolt	Önellenőrzés a közétkeztetésben
Pál Róbert	Tömegspektrometria a mikrobiológiában
Pázmándi Melinda	Prebiotikus GOS szirup szénforrásként való hasznosítása tejsavas erjesztés során
Petrovics Noémi	Mi oldódik ki a PLA-ból?
Raposa L. Bence Dr.	Nátrium-glutamát (MSG) expozíciók hatásának összehasonlító vizsgálata a DNS-metiltransferázok génexpressziós mintázatára
Sidó Brigitta	Szupermenta – a Nébih termékesztje
Sipos Kitti Dr.	OFIS riasztások elemzése
Sipos László Dr.	Érzékszervi bírálók színvizsgálatai, termékspecifikus színelmaszkolási rendszerek
Slezsák János	Élelmiszeripari aromaanyag-készítmények fő összetevőinek mennyiségi meghatározása rendhagyó közeli infravörös spektroszkópiai technikákkal
Stefán Gábor	Különböző szénhidrátok elektrokémiai detektálása, fókuszban a laktóz
Sugár Éva Dr.	„Tiszta Ivóvíz” és a Nemzeti Vízudományi Program
Susán Judit	Ételmérgezés kromatográfiai szemmel - Toxikus növényeink
Szabó Bálint Sámuel	Primer aromás aminok kioldódásvizsgálata - melyik modelloldattal érdemes?
Szabó Erika Dr.	Laktózmentes funkcionális élelmiszerek fejlesztése fogyasztói felmérés alapján
Szabó Éva	Mikropolimer szemcsék infravörös mikroszkópiai vizsgálata
Szagos Dávid	Funkcionális élelmiszer termékpálya tervezése az idősebb korú fogyasztók igényei alapján
Szegedyné Fricz Ágnes	SmartChain - Rövid ellátási lánc technológiai és nem technológiai igények
Szigeti Tamás János Dr.	A glifozát jelenléte környezetünkben, a gyomirtó szer maradványainak analitikája
Szűcs Viktória Dr.	Laktózmentes diétát folytató fogyasztók termékélegedettsége
Tóthné Lippai Edit	Riaszt a Rasff! – Közérthetően
Tömösközi Sándor Dr.	Kisgabonák minősége és laboratóriumi minősítése
Veress Tibor Dr.	Élelmiszer-készítmények kábítószer-tartalmának igazságügyi szakértői vizsgálata
Zsigó Róbert	<i>Az előadás címe egyeztetés alatt</i>

Changing Food Microbiology



AOAC-OMA & ISO 16140-part 6 validated



MALDI Biotyper® – One System - One Workflow

Confirmation of selected pathogens

- *Salmonella* spp.
- *Cronobacter* spp.
- *Listeria* spp. and *L. monocytogenes*
- *Campylobacter* spp.

Not for use in clinical diagnostic procedures.

Contact us for further details:

ms.sales.bdal@bruker.com | www.bruker.com/microbiology

MALDI-TOF

Innovation with Integrity



Thermo Scientific:

AA, ICP-OES és ICP-MS spektrométerek

ED-XRF készülékek

Kompakt NMR spektrométerek

UV/látható spektrométerek

Automata fotometriás analízátorok

C, H, N, S, O elemvizsgáló

FTIR, Raman és NIR spektrométerek, mikroszkópok

Hordozható Raman, NIR és XRF spektrométerek

GC, kvadrupól GC/MS és GC/MS/MS

Automatizált SPE és ASE mintaelőkészítők

HPLC, UHPLC, nano-LC

Kvadrupól és ioncsapdás LC/MS

Orbitrap hibrid HR/AM LC/MS és GC/MS

Ionkromatográfok

Kromatográfiás oszlopok, kiegészítők és fogyóanyagok

Thermo
S C I E N T I F I C
DISTRIBUTOR



Olympus:

Mikroszkópok

OLYMPUS
Your Vision, Our Future

Hitachi:

Elektronmikroszkópok

HITACHI

PS Analytical:

Atomfluoreszcenciás Hg, As, Se, stb. analízátorok



Trace Elemental Instruments:

TOC, TN, TS, TX, AOX meghatározók

HunterLab:

Színmérő készülékek

Peak Scientific:

Gázgenerátorok



iX Cameras:

Nagysebességű kamerák