

# Aquaphotomics: a közeli infravörös spektroszkópia innovatív, vízközpontú alkalmazása

Aquaphotomics: an innovative  
application of near-infrared  
spectroscopy focusing on water

**Virágporok és mézek aminosav-összetétele**

**Fokhagymakészítményekkel dúsított  
funkcionális kenyér jellemzői**

**Kendermagliszttel dúsított durum kenyerek  
jellemzőinek vizsgálata**

**Az élelmiszeripari termékek környezeti hatásai  
és számszerűsítésük nehézségei**

*Amino acid composition of pollen and honey •  
Characterisation of functional bread enriched with  
garlic products • Investigation of durum breads added  
with hemp seed flour • Environmental impact of food  
products and difficulties in quantifying them*



## TARTALOM – CONTENTS

Aquaphotomics: a közeli infravörös spektroszkópia innovatív, vízközpontos alkalmazása (Vítális Flóra, Bodor Zsanett, John-Lewis Zinia Zaukuu, Bázár György, Kovács Zoltán) <i>Aquaphotomics: an innovative application of near-infrared spectroscopy focusing on water (Flóra Vítális, Zsanett Bodor, John-Lewis Zinia Zaukuu, György Bázár, Zoltán Kovács)</i>	2672
Virágporok és mézek aminosav-összetételének vizsgálata (Végh Rita, Mednyánszky Zsuzsanna, Amtmann Mária) <i>Analysis of the amino acid composition of pollen and honey (Rita Végh, Zsuzsanna Mednyánszky, Mária Amtmann)</i>	2688
Funkcionális kenyér, avagy a fokhagyma és készítményei hatása a kenyér egyes paramétereire (Kántor Andrea, Fischinger László Ádám, Alexa Loránd, Papp-Topa Emőke, Kovács Béla, Czippa Nikolett) <i>Functional bread, or the effects of garlic and its products on certain parameters of bread (Andrea Kántor, László Ádám Fischinger, Loránd Alexa, Emőke Papp-Topa, Béla Kovács, Nikolett Czippa)</i>	2704
Eltérő mennyiségű kendermagliszttel dúsított durum kenyerek kémiai jellemzőinek összevetése a technológiai paraméterek függvényében (Benes Eszter, Szedlák Ildikó) <i>Comparison of chemical characteristics and technological parameters in durum wheat based breads enriched with hemp seed flour (Eszter Benes, Ildikó Szedlák)</i>	2716
Az élelmiszeripari termékek környezeti hatásai és számszerűsítésük nehézségei (Erdélyi Éva, Jakuschné Kocsis Tímea, Lovasné Avató Judit) <i>Environmental impact of food products and difficulties in quantifying them (Éva Erdélyi, Tímea Jakuschné Kocsis, Judit Lovasné Avató)</i>	2728
Hazai körkép (Szunyogh Gábor) <i>Domestic panorama (Gabor Szunyogh)</i>	2748
Kitekintő (Szunyogh Gábor) <i>Outlook (Gabor Szunyogh)</i>	2758



## Kedves Olvasóink!

2019 november végét írjuk, amikor idejünk utolsó számunkat szerkesztjük. Borongós, lehangoló a kinti táj, a mező, a város szürke lepelbe öltözött, pillanatok alatt leszáll az este. „Ősz volna még, s a varjak már közhírré tették a dermesztő tél közeledtét.” Idebent azonban a jó meleg irodában az ÉVIK 65. évfolyama decemberi számának összeállítása idején örömmel nyugtáztam, hogy szerkesztőségünkhöz folyamatosan érkeznek a közéletre érdemes, igényes munkával készített dolgozatok. Hálás köszönet érte a tudományos cikkek szerzőinek!

Téli számunk vezető anyagát **Vítális Flóra és munkatársai készítették**. Dolgozatuk egy, az élelmiszer-analítika és az alkalmazott kutatás területét egyaránt átfogó témával, a vízmolekula vibrációs spektroszkópiai eszközökkel való vizsgálatának lehetőségeiről szól. A téma angol szaknyelvi elnevezése – *aquaphotomics* – mögött álló, a vízmolekulák viselkedését közeli infravörös (NIR) spektroszkópiával elemző analitikai technika forradalmian új elemzési módszereket ígér az élelmiszerek és más termékek gyorsvizsgálati területén. Ez a mérés technika a víz O-H vegyértékzöngéi abszorpciós koordinátáinak többváltozós statisztikai módszerekkel végzett vizsgálatát jelenti, általában 1300 és 1600 cm<sup>-1</sup> tartományban. Az abszorpciós profil nagymértékben függ a vízmolekulákat körülvevő kémiai és fizikai mátrixtól. A téma aktualitása az, hogy az ÉVIK lapzártájának idején zajlik Budapesten a második európai Aquaphotomics konferencia.

**Végh Rita és munkatársai** kéziratának témája mézek és virágporok aminosavtartalmának ioncserés kromatográfiás vizsgálata öt pH-tartományt biztosító pufferrendszer használatával. Vizsgálataik eredményei alapján – főként – a minták prolin-tartalma nyújthat segítséget a pollen- és mézkészítmények hamisításának kimutatásában.

A fokhagyma és a belőle előállított készítmények hatásait vizsgálta **Kántor Andrea és munkacsoportja**. Kísérletük célja az volt, hogy a fokhagymából készített krémmel, illetőleg granulátummal kedvező ízhathatású és antioxidáns anyagokban gazdag sütőipari terméket hozzanak létre. Az elkészített kenyerek az átlaghoz képest nagyobb polifenol-tartalmúnak bizonyultak.

Ugyancsak a kenyérfélék fejlesztésével kapcsolatos **Benes Eszter és Szedlák Ildikó** kézírata. Próbacipóik alapanyagához durumlisztet és kendermaglisztet keverték. Késztermékeiken érzékszervi, alap-kémiai és antioxidáns-tartalom méréseket végeztek.

Az ökológiai lábnyom fogalma és nagyságának számítása az élelmiszeripar területén is egyre nagyobb jelentőségre tesz szert. Ezért gondoltuk azt, hogy év végi számunkban helyet biztosítunk **Erdélyi Éva és munkatársai** dolgozatának, amelyben az általános ökológiai fejtegetések mellett egy, a rizs ökológiai lábnyomának meghatározását bemutató esettanulmány összefoglalóját ismertetik.

Folyóiratunkkal kapcsolatban várjuk olvasóink építő jellegű észrevételeit, javaslatait. Szerkesztőségünk nevében jó olvasást, és boldog új évet kívánok.

Dr. Szigeti Tamás János  
főszerkesztő

## Dear Readers,

It's the first decade of November when we are editing the last issue of the year. The landscape of the field is gloomy, humping, the city dressed in gray fog, the dusk is coming so soon. "It would be autumn yet, and the crows had already bugle the coming of freezing winter." However, in a friendly warm office, during the time of compiling the December issue of JFI volume 65, I am gladly note that our editorial staff is constantly receiving valuable manuscripts for publication. Many thanks to the authors for the scientific articles!

The leading material of our winter issue was written by **Flora Vítális and her colleagues**. The topic of their article is about the possibilities of examining the water molecule by vibrational spectroscopy, covering the field of food analysis and applied research. The analytical technique is *aquaphotomics*, is investigating the behavior of water molecules using infrared (NIR) spectroscopy promises revolutionary methods of rapid analysis of food and other products. This measurement technique involves the analysis of the absorption coordinates of the O-H valence vibrations of water typically in the 1300 and 1600 cm<sup>-1</sup> range, applying multivariate mathematical statistics methods. The absorption profile is closely dependent on the chemical and physical matrix surrounding the water molecules. The particular significance of this topic is that, the second European Aquaphotomics Conference will be held in Budapest at the time of the closing date of JFI.

The goal of the work of **Rita Végh et al.** is the investigation of the amino acid content of honey and pollen products applying ion exchange chromatography separation using five pH range buffer systems. Based on the results of their experiments, the proline content of the samples, is appropriate to contribute to estimate the adulteration of honey and pollen-based products.

The effect of garlic and its derivate products was investigated by **Andrea Kántor and her contributors**. The aim of their experiment was to create different breads with a good flavour and antioxidant content with garlic cream and garlic granules. The prepared breads had higher polyphenol content than the normal bakery products.

The manuscript of **Eszter Benes and Ildikó Szedlák** are also related to the development of bread products. Durum wheat flour and hemp seed flour were mixed with the raw material of the bread. The finished products were investigated sensorial, basic chemical and antioxidant-content measurements methods.

The principal and the size of the ecological footprint is gaining importance in the food industry too. That's why the editorial staff has decided that in the last issue of the year we will provide columns for the work of **Éva Erdélyi et al.**, which describes the general ecological footprint information and summarizes a case study determining the ecological footprint of rice along with general ecological considerations.

We welcome the constructive comments and suggestions of our readers regarding our journal. On behalf of our editorial staff, I wish good reading, and a happy New Year.

Dr. Tamás János Szigeti  
editor-in-chief

HU ISSN 2676-8704

Tájékoztatjuk kedves olvasóinkat, hogy a cikkekben szereplő táblázatokban és ábrákban a tizedes-értékeket ponttal választjuk el az angolszász helyesírás szerint. We inform our dear readers that a decimal point is designated for the decimal mark (in the tables and figures) in the articles, according to the Anglo-Saxon convention. A címlapkép Vítális Flóra és munkatársai dolgozatának 2. ábrájának a felhasználásával készült. The cover photo is made using the Figure 2. of manuscript of Flóra Vítális et al.

<sup>1</sup> Kányádi Sándor: Ősz volna még

<sup>1</sup> Sándor Kányádi: It would be fall



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

Vitális Flóra<sup>1</sup>, Bodor Zsanett<sup>1</sup>, John-Lewis Zinia Zaukuu<sup>1</sup>, Bázár György<sup>2</sup>, Kovács Zoltán<sup>1</sup>

Érkezett: 2019. november – Elfogadva: 2019. december

## Aquaphotomics: a közeli infravörös spektroszkópia innovatív, vízközpontú alkalmazása

**KULCSSZAVAK:** Aquaphotomics, NIR, PLSR, O-H vegyértékregzés, víztükör-megközelítés, WABS, WASP, aquaphotome, WAMACS, aquagram, többváltozós módszerek, élelmiszerhamisítás, kukoricaliszttel hamisított fűszerpaprika-őrlemény

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszertudomány területén sokféle alkalmaznak olyan indirekt módszereket az élelmiszerhamisítás detektálására, amelyekkel a mért fizikai-kémiai jellemzők korreláltatása alapján meghatározható a vizsgált minta valamely tulajdonsága. Gyors, mintaelőkészítést általában nem igénylő, roncsolásmentes módszernek bizonyul a többváltozós statisztikai elemzésekkel kiegészített közeli infravörös spektroszkópia (NIR). A vizes - vagy vizes oldatba vitt - rendszerek és az elektromágneses sugárzás (fény) következtében megfigyelhető kölcsönhatásokat, tehát a különböző perturbációk a víz szerkezeti és funkcionális tulajdonságaira gyakorolt hatását egy új, dinamikusan fejlődő tudományterület, az aquaphotomics vizsgálja. Több kutatási eredmény is bizonyítja, hogy az ún. „víztükör-megközelítés” alkalmazásával a vizes rendszerekben a konvencionális megközelítéssel elérhető detektációs határ átléphető, esetenként akár néhány nagyságrenddel kisebb mennyiségben jelen lévő komponensek kimutatása is megvalósítható. Az aquaphotomics technikát a tudomány olyan területein tesztelték, mint például a gyógyászat, a mikrobiológia, a növényélettan vagy az élelmiszervizsgálat. Kísérletsorozatunkban fűszerpaprika-őrlemények kukoricaliszttel 0-40%-ban történő hamisításának detektálhatóságát vizsgáltuk az aquaphotomics metodika alkalmazásával azok oldatainak felhasználásával. Az eredmények értékelése során a víz első felharmonikus tartományát használtuk (1300-1600 nm). A spektrális mintázatokat aquagramon szemléltettük, majd parciális legkisebb négyzetek regressziója (Partial Least Squares Regression – PLSR) -módszerrel modellt építettünk a kukoricaliszt-tartalom becslésére. A PLSR-eredmények szoros korrelációt mutattak a hozzáadott és a NIR-spektroszkópiával (Near Infra Red spectroscopy) becsült kukoricaliszt mennyisége között. A kisebb kukoricaliszt tartalmú minták (0-3%) 1450 nm körül mutattak nagyobb elnyelést, míg a nagyobb kukoricaliszt tartalmú minták (15-40%) 1364-1412 nm között. Ezeket a különbségeket a hidrogénkötésekkel eltérő mértékben kötött víz spektrális elnyelése magyarázza. Az elmúlt években végzett kutatások eredményei azt mutatják, hogy az aquaphotomics-technika több tudományterület mellett az élelmiszertudományban is ígéretesnek bizonyul.

### BEVEZETÉS AZ AQUAPHOTOMICS-BA

Az aquaphotomics a víz mint komplex, számos konformációból álló és különböző funkcionalitásokkal rendelkező molekuláris rendszer vizsgálatát célzó új tudományterület, amely a vízmolekulák és a fény kölcsönhatásán alapszik [1].

### AZ AQUAPHOTOMICS CÉLJA ÉS FEJLŐDÉSÉNEK RÖVID TÖRTÉNETE

Korábbi, vizes közegek közeli infravörös spektroszkópiás mérése során kapott saját, valamint más kutatók eredményeire alapozva a japán Kobei Egyetem professzora, Roumiana Tsenkova 2005-ben egy kifejezetten a víz-fény kölcsönhatást

<sup>1</sup> Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Fizika-Automatika Tanszék

<sup>2</sup> Kaposvári Egyetem, Agrár- és Környezettudományi Kar, Táplálkozástudományi és Termékfejlesztési Intézet

vizsgáló és a megszerzett ismereteket rendszerező tudományterület felállítását javasolta, amelynek az aquaphotomics nevet adta [2, 3]. A víz-fény interakció hatalmas információforrásnak bizonyul a vizes rendszerek szerkezeti és funkcionális tulajdonságait illetően. A víz egyike a természet alapvető építőelemeinek. Ez a tudományterület a víz átfogó tanulmányozásával foglalkozik, mint a vizes rendszer „molekuláris- és energiájukra”.

Az aquaphotomics kidolgozásakor a fő cél az volt, hogy közös platformot és stratégiát biztosítson a víz funkcionalitásának jobb megértéséhez a víz-fény interakció által, az elektromágneses spektrum minden frekvenciáján. Az eddigi munkák többsége közeli infravörös (NIR)-spektroszkópiával történt, jellemzően az O-H vegyértékrezgés első felharmonikus (1300-1600 nm) tartományában, ahol a korábbi munkák eredményeképpen sok specifikus, a vízre jellemző abszorpciós sávot azonosítottak [4–6]. A tudományággal kapcsolatos kutatások azt mutatják, hogy az aquaphotomics jelentősen hozzájárulhat a vízkutatáshoz és a víz molekuláris rendszerének jobb megértéséhez [1].

A NIR a közép- és távoli infravörös fényhez képest mélyebb penetrációt tesz lehetővé, ezáltal megbízhatóbb, ugyanakkor gyors és roncsolásmentes mérést valósít meg, amely különösen alkalmas akár intakt biológiai rendszerek tanulmányozására is [1, 7]. A NIR-spektroszkópia analitikai gyakorlatban történő felhasználása során (például gyógyszerészeti alkalmazásokban) a víz az egyik fő gátja az egyes összetevők közvetlen tömegmeghatározásának [8], mivel a víz – jelentős fényelnyelése okán – az abszorpciós spektrumon belül elfedi az egyéb összetevőket, abszorpciós sáveltődást okoz, és jelentősen megváltoztatja a vizsgálandó minta spektrumát. Mivel a víz a NIR tartományban jelentős fényelnyelést mutat és mennyiségi változása is könnyen mérhető, ezért a NIR-spektroszkópia egyik fő és leggyakoribb alkalmazási területe a nedvességmeghatározás. A víztartalom, a hidrogénkötések és a hidratációs állapot vizsgálatára [9] felhasználja például a mezőgazdaság, az élelmiszeripar, az orvostudomány, a gyógyszeripar, a polimer- és textilipar.

Az aquaphotomics fejlődésével írták le a víz kollektív anyag- és energiakör tulajdonságait [1]. Az úgynevezett „vítükör-megközelítés” (*Water Mirror Approach*) az aquaphotomics egyik alapvető spektrumelemző és -értelmező módszere. A víz hidrogénkötéseinek nagyfokú érzékenységet használja, ahol a vizes rendszer és a környező energiák valamennyi összetevője befolyásolja a víz szerkezetét [1]. Minden vizes rendszer a vízmolekulák hálózatának dinamikus elrendeződése. A vízmolekulák közti másodlagos kötések erősségét, számát és minőségét a benne lévő komponens(ek) hidratációja és a különböző perturbációk együttesen befolyásolják, amik hatással vannak az egész

víztömegre [10]. A vizes rendszer bármely típusú megzavarása a vízmolekulák konformációinak megváltozását okozza, ami a NIR-spektrumban változásokat eredményez a vízre jellemző abszorpciós sávokban.

Fizikai és kémiai változás hatására az abszorpciós mintázat minden esetben megváltozik. A víz ezen tulajdonságai lehetővé teszik a kis mennyiségben oldott anyag(ok) indirekt mérését [11] még akkor is, ha NIR-tartományban fényt nem abszorbeáló összetevőről van szó [12]. Az aquaphotomics kutatásokban közös, hogy a vizsgált rendszerek mátrixa a víz. Az ilyen rendszerek bonyolult és sokváltozós spektrumába rejtett információk kinyeréséhez speciális adatelemzési módszertanra van szükség [13]. Az aquaphotomics eszköztára magában foglalja a NIR-spektroszkópiában alkalmazott és az évek során egyre kifinomultabbá váló sokváltozós adatelemzési módszerek alkalmazását, miközben bővíti is azt.

A fény-víz interakció aquaphotomics metodikával történő tanulmányozása révén a víz szerepét leíró ismeretek folyamatosan bővülnek. A minőségbiztosítási rendszerekben egyre jellemzőbb követelmény, hogy a különböző kutatásokban alkalmazott módszerek gyorsak, roncsolásmentesek, illetve vegyszerigény-nélküliek legyenek. A módszer tagadhatatlan előnye, hogy alap és alkalmazott kutatásokban egyaránt hatékonyan alkalmazható, nem invazív, azaz beavatkozás nélküli megfigyeléseket tesz lehetővé. Jellemző, hogy az egyedi paraméterek mérésével szemben holisztikus megközelítés valósul meg [13].

Az aquaphotomics fejlődésével új terminológia bontakozott ki annak érdekében, hogy az újonnan megszerzett ismeretek alapján minél pontosabban leírja a vizsgálat tárgyát. Az előbbieken részletezetteket lehetővé tevő metodika folyamatát az 1. ábra szemlélteti. A kísérlettervezést, pontos műszerbeállítás követően a vizsgálandó mintákat zavarásnak teszik ki. A kísérletek végrehajtása (spektrumok felvétele) után a nyers adatok vizsgálata történik, amit a spektrális adatok előkezelése és elemzése követ. Az elemzések eredményeként nyert víz abszorpciós sávok (Water Absorption – WABS) alapján kerülnek azonosításra az aktivált víz abszorpciós sávok spektrális mintázatokat (Water Absorption Spectral Pattern – WASP) alakítanak ki, amelyek aquagramokon jeleníthetők meg. A víz abszorpciós sávok adatbázisa az *aquaphotome*.

#### WAMACS

*Water Matrix Absorbance Coordinates*, azaz vízmátrix abszorpciós koordináták. Ezek azok a spektrális tartományok, ahol legnagyobb valószínűséggel található meg a specifikus, vízre jellemző abszorpciós sávok (WABS), amelyeket

a víz különböző molekuláris konformációinak különböző energiatartományban megjelenő fényelnyelési eredményeznek (vízmódosulatok, vízmolekuláris struktúrák). Az O-H vegyértékrezgés első felharmonikus tartományában (1300-1600 nm) kísérletileg 12 WAMACS-ot azonosítottak [1].

#### AKTIVÁLT VÍZSÁVOK

A különböző perturbációk során a víz abszorpciós sávjai különböző mértékben aktiválódnak. Az aquaphotomics kutatásokban konzisztens módon ismétlődő aktivált sávok alapján az egyes perturbációk jól azonosíthatók és jellemezhetők. Ezért az elemzések során a víz aktivált abszorpciós sávjai kerülnek azonosításra.

#### WASP

*Water Absorbance Spectral Pattern*, azaz víz abszorpciós spektrális mintázat. A WASP-ot az egyes perturbációk által okozott aktivált víz sávok kombinációja határozza meg, amely leírja a teljes vízmolekuláris rendszer állapotát. Nagy mennyiségű kémiai és fizikai információt szolgáltat, a rendszer egészének szerkezetét és dinamikáját rögzíti [10]. A WASP holisztikus biomarkerként alkalmazható a rendszer funkcionalitásának felderítéséhez.

#### AQUAPHOTOME

A teljes elektromágneses spektrumban a vízabszorpciós sávok és mintázatok adatbázisát aquaphotome-nak nevezik. Az aquaphotome a különböző vízmolekuláris szerkezetek egésze, amelyet vizes vagy biológiai rendszerek alakítanak ki különböző körülmények között. Adott rendszer

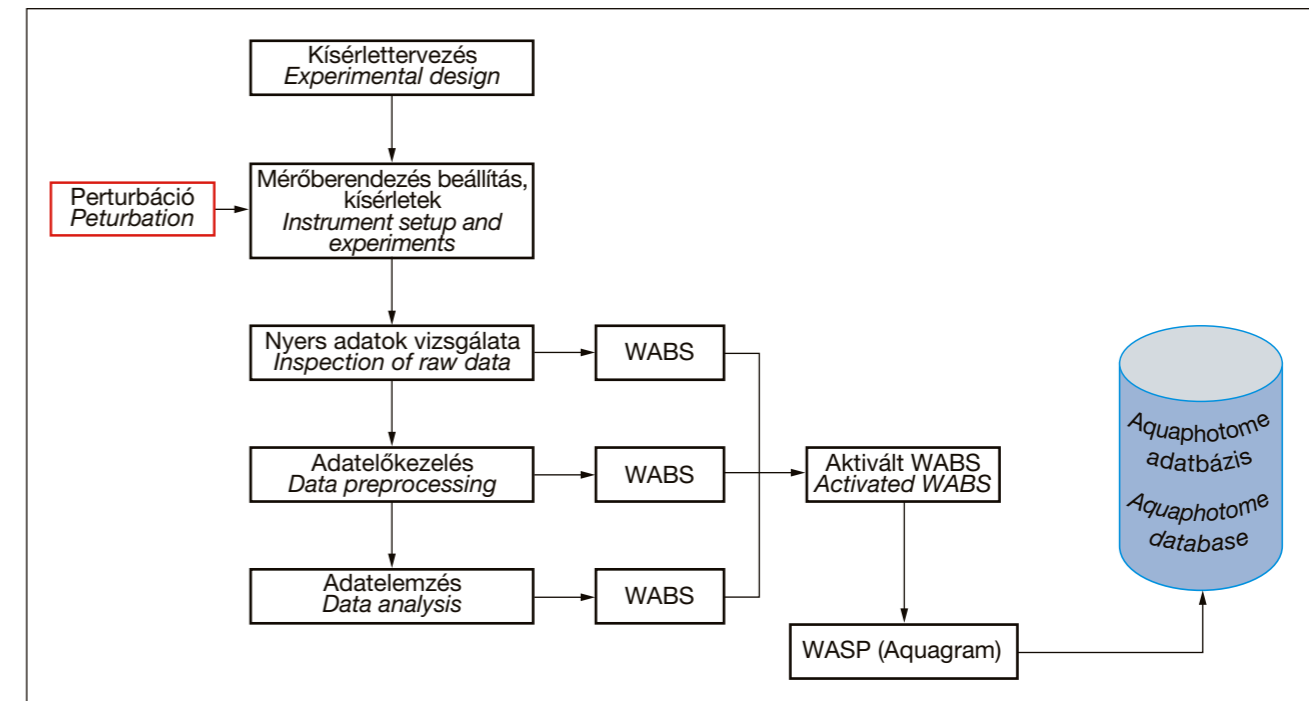
és adott körülmények között a teljes aquaphotome meghatározható az összes különálló WASP funkcionalitásának értelmezésével azok átfogó adatbázisaként. A jellemző víz sávokról megszerzett nagy adatbázis kapcsolódhat specifikus biológiai funkciókhoz, gyors összehasonlítást és azonosítást tesz lehetővé, valamint a továbbiakban felhasználható biológiai, kémiai és fizikai előrejelzésre, diagnosztizálásra [1, 10].

#### AQUAGRAMOK

Az aquagram az eredmények egy új grafikus megjelenítési módja, amelyet a víz abszorpciós spektrális mintázat tömör és szemléletes ábrázolására fejlesztettek ki [14]. Az aquagram kiválasztott hullámhosszokon mutatja különböző mintacsoportok normalizált és átlagolt abszorbancia-értékeit. [14, 15]. Az aktivált víz abszorpciós sávok által meghatározott tengelyeken az értékek radar- vagy lineáris diagramon is ábrázolhatók [16].

Az aquagramokon perturbáció- és rendszerspecifikusan meghatározott számú tengely és WABS kerül megjelenítésre. A vízvegyérték-rezgés első felhangsávjában az aquagram tengelyei (általában) a korábban felfedezett 12 vízmátrix abszorpciós koordinátákon (WAMACS) alapulnak [13].

A klasszikus aquagram viszonylagos, függ a számításban foglalt mintáktól. Fejlettebb változata a standardizált és konfidencia-intervallumokkal ellátott aquagram [17]. Ezzel a bővítménnyel egyszerűbben megállapítható, hogy az aquagramokon megjelenített vízre jellemző abszorpciós spektrális mintázatok (WASP) közötti különbségek statisztikailag szignifikánsak-e [13].



1. ábra. Az aquaphotomics módszer áttekintése; Tsenkova et al., 2018 alapján  
Figure 1. Overview of the aquaphotomics methods according to Tsenkova et al., 2018

## AZ AQUAPHOTOMICS MÓDSZERTAN

## KÍSÉRLETI ELRENDEZÉS

Az aquaphotomics vizsgálatok kulcseleme a jó minőségű spektrumok rögzítése, amelyhez nagy spektrális felbontású (0,5-1nm) precíziós spektrométerek (nagy jel-zaj arány, S/N) szükségesek [18]. A kísérlettervezés során a hagyományos megközelítésű NIR-elemzéseknél alkalmazandó szabályok mellett további speciális elemeket is biztosítani kell. Ilyen például az egyes minták több ismétlésben történő spektrumfelvételezése, ugyanazon minta több egymást követő megvilágítással történő elemzése, a környezeti paraméterek (például hőmérséklet és páratartalom) folyamatos monitorozása. A vizsgálat során továbbá bizonyos mintaszámok szerinti tiszta víz mérésére is sor kerül; a vízspektrumok a környezetben vagy a berendezésben esetlegesen bekövetkezett nem kívánt hatások korrekciójára szolgálnak. A kísérleti minták spektrumfelvételezése a rendszeres tiszta vízmin-ták lemérése között véletlenszerű elrendezésben történik ugyanazzal a küvetával, fokozott figyelmet fordítva a minták precíz termosztálására. A mérési körülmények rögzítése azért szükséges, mert az aquaphotomics kutatások során általában olyan parányi, a víz molekuláris szerkezetéből adódó spektrális eltéréseket keresünk, amely elemzésekre a műszer mérési beállítás geometriájából vagy a hőmérséklet ingadozásból adódó legkisebb eltérések is zavaróan hatnak.

Az aquaphotomics kísérletek során gyakran alkalmaznak különböző kontrollált perturbációkat, amelyek segítséget nyújtanak a rejtett információk feltárásában. A gyakorlatban leggyakrabban alkalmazott szándékos perturbáció a hőmérséklet [6], az egymást követő megvilágítás és a különböző mértékű hígítás [19]. A vizes rendszerek NIR-spektruma nagyon összetett, és az egyes perturbációk által okozott abszorbancia spektrumuk változásai általában nagyon finomak, mindazonáltal állandók és konzisztensek. Egy meghatározott perturbáció nem eredményez mindig azonos változást a spektrumban. A NIR-tartományban a vízspektrumban négy hangsúlyos csúcs található, körülbelül 970, 1190, 1450 és 1940 nm-nél. A vizsgált vizes rendszertől függően egyes régiók alkalmasabbak lehetnek az elemzésre és több információt szolgáltatnak [1, 19].

## SPEKTRÁLIS ELŐKEZELÉSI MÓDSZEREK

A rögzített spektrumok elemzésének első lépése a nyers spektrális adatok vizuális vizsgálata, amely információt szolgáltat az egyértelműen kiugró értékekről és a szükséges spektrum előkezelési módszerekről egyaránt. Az előkezelési módszerek elsődleges célja a kutatás szempontjából fontos információk erősítése és a nem kívánt hatások csökkentése. Az adatelemzés során számos

előkezelési módszer alkalmazható. A zajcsökkentési módszerek közé tartozik például az átlagolás és a simítás [20]. Az aquaphotomics módszertanban leggyakrabban alkalmazott zajcsökkentési technika a Savitzky-Golay-szűrő alkalmazása (általában másodrendű polinom függvényvel és optimalizált hullámhossz tartománnyal) [21]. Az alapvonal-eltolódás korrigálására gyakran alkalmazzák a normalizálást, a standard normál változó transzformációt (Standard Normal Variate – SNV) [22, 23] és a többszörös szóródási korrekciót (Multi Scattering Correction – MSC) [23]. A „detrending” szintén lehetséges módszere az alapvonal-eltolódás korrekciójának, de ez hatékonyan alkalmazható a meredekség-változás kiküszöbölésére is. A spektrumok és a spektrális deriváltak közötti különbség az egyes abszorpciós csúcsok között található, ami az aquaphotomics-metodikában elsősorban az aktivált víz abszorpciós sávjainak hatékonyabb felderítését teszi lehetővé. A deriválásnak két NIR-technikában leggyakrabban alkalmazott módja a Norris-Williams- [24] és a Savitzky-Golay-féle [21] deriválás. A deriváltak két alapvető problémát oldanak meg: az átfedő csúcsokat és a nagy alapvonal-változást. Az első derivált az additív, a második derivált a multiplikatív hatásokat is korrigálja. Az aquaphotomics kutatásokban az aktivált víz abszorpciós sávok feltárásához jellemzően a második deriváltakat használják [25]. A kiterjesztett többszörös szóródási korrekció (Extended Multi Scattering Correction – EMSC) egyike azoknak az eszközöknek, amellyel ismert hatás spektrumra gyakorolt torzítása mérsékelhető [26].

## KEMOMETRIAI MÓDSZEREK

Az abszorpciós spektrumok által kódolt nagymennyiségű információ értékeléséhez kémiai ismeretekkel vezérelt többváltozós adatelemzésre, ún. kemometriai módszerek használatára van szükség. Az aquaphotomics-módszertanban a többváltozós spektrális elemzés első kvalitatív értékelése leggyakrabban főkomponens-elemzéssel történik, amelynek elsődleges célja a spektrális variabilitás mögött rejlő fő mintázatok mélyebb megértése.

A főkomponens-elemzés (Principal Component Analysis – PCA) egyike a spektroszkópia leghasznosabb és valószínűleg leggyakrabban alkalmazott felderítő technikáinak [27]. Célja a minták közötti lehetséges kapcsolatok meghatározása, azaz elsődleges információt szolgáltat az adatkészlet főbb irányaiban és varianciájában. A kiindulási adatmátrixot redukálja, a teljes mátrixot pedig jól reprezentáló, kisebb számú háttérváltozóba tömöríti. Az így kialakuló sokdimenziós térben olyan irányokat határoz meg, ahol az eredmények varianciája a legnagyobb. A variancia legnagyobb részét az első főkomponens magyarázza [28]. Az eredmények scores és loadings grafikonokon illusztrálhatók. A scores grafikon az egyes minták mért spektruma-

inak az újonnan épített változók (főkomponensek) által transzformált térben való helyzetét mutatja be – lehetővé téve az egyes minták spektrális térben kialakult, egymáshoz képest főbb mintázatainak megismerését –, míg a loadings grafikon az eredeti változók (hullámhosszak) fent említett mintázatainak kialakításában való szerepének súlyát jeleníti meg. A főkomponens-elemzéssel az aktivált víz abszorpciós sávok deríthetők fel.

A diszkriminancia analízis (DA) felügyelt módszer (a minták csoportba sorolása definiálásra kerül az elemzés során). A részleges legkisebb négyzetek diszkriminancia elemzése (Partial Least Squares Discrimination Analysis – PLS-DA) [29] segítséget nyújt azoknak a víz abszorpciós sávoknak a kimutatásában, amelyekben a legnagyobb különbség mutatkozik az egyes előre definiált csoportok között. A módszer a PLS regresszió algoritmusán alapszik, amely a látens változókat keresi az Y változók maximális kovarianciájával [30]. A SIMCA (Soft Modeling of Class Analogies) alkalmazása során [31, 32] az egyes előre definiált mintacsoportokra egyenként, több lépésben egyedi PCA modellek kerülnek építésre és a további mintacsoportok belevetítésével történik a csoportok hasonlóságának, megkülönböztethetőségének az elemzése. A módszer végeredményben megad egy úgynevezett discrimination power vektort, amely bemutatja, hogy mely hullámhosszaknak van leginkább szerepe a különbségtételben, információt szolgáltatva ezáltal az aktiválódott víz abszorpciós sávokról.

A víz abszorpciós sávjai felhasználhatók többek között közvetett módon a vízben jelenlévő anyag(ok) koncentráció változásának megállapításához is [12, 13]. A részleges legkisebb négyzetek regresszió-módszer (PLSR) általánosítja és egyesíti a főkomponens-elemzés és a többszörös regresszió tulajdonságait. Célja az összefüggés feltárása a függő változó(k) és a független változók között [33–35]. A független változókból, vagyis a spektrumokból látens változókat (LV) hoz létre, amelyek lineáris kombinációi az eredeti változóknak. Az LV-k úgy kerülnek kialakításra, hogy a becsülni kívánt függő változó varianciáját is maximálisan leírják. A PLSR alkalmazásakor a regressziós egyenlet együtthatóit számoljuk és az egyes változókra vonatkozó eredményeket becsüljük, amelyek arról szolgáltatnak információt, hogy mely hullámhosszak, illetve vízre jellemző abszorpciós sávok változnak leginkább a vizsgált függő változó megváltozásával.

Az aquaphotomics első sorban vízben gazdag rendszerekben alkalmazható. A vízben oldódó, kis koncentrációban jelenlévő molekulák nagy mennyiségű vízmolekulával hidratálódnak. Az oldott molekulák körüli hidratáció áttételesen hatással van a hidratációban nem érintett vízmolekulák közötti H-kötésekre is. Így a víz egyfajta erősítőként működik. A kimutatandó alkotó közvetlen mérése helyett a koncentrációra vonatkozó információ megszerzése

közvetlenül, az oldószermolekulák változásainak mérése alapján valósul meg [36].

A kétdimenziós korrelációs spektroszkópiában a spektrális mérés alatt külső zavarást (legyen az például hőmérséklet, koncentráció stb.) alkalmaznak a rendszeren, ami mélyebb feltárást tesz lehetővé az idő vagy a zavarás függvényében. A spektrális régiót egy másik dimenzióra is kiterjeszti és az átfedő hullámhossz-sávokat összetevőire bontja fel [37]. A 2D korrelációs spektrumok (amelyekben erősítettek az egyes spektrális intenzitások közötti hasonlóságok és különbségek) közvetlenül a dinamikus spektrumokból származnak. Ezáltal a spektrális intenzitás nyomon követése megvalósítható. A spektrális intenzitások szórását (eltérését) a várt értéktől – amelyet bizonyos fizikai változók (például idő vagy hőmérséklet) sorrendjében egymást követően gyűjtenek –, két független hullámszámmal hasonlítják össze [38].

Az analízis utolsó lépése a víz abszorpciós spektrális mintázatok illusztrálása aquagramokon.

## AZ AQUAPHOTOMICS MÓDSZER ALKALMAZÁSAI

A közeli infravörös spektroszkópia gyors és roncsolásmentes technika, olyan szerteágazó alkalmazási területtel, amit az aquaphotomics-módszertan tovább szélesít. Az aquaphotomics-diszciplína kidolgozása óta multidiszciplináris tudományterületté fejlődött [39]. Az első publikációkban a víz abszorpciós sávok alapján értelmeztek és írtak le jelenségeket, mint például a tejelőtehenek tőgygyulladásának (mastitis) diagnosztizálási lehetőségét [40, 41]. Állatételtani kutatásokban alkalmazták a módszert óriáspandák [15] és tehének ivarzási periódusának [42] kimutatására.

A módszert orvostudományi kutatási céllal alkalmazták HIV-vírus fertőzöttség megállapítására [43], dialízis hatékonyságának növelésére, vastagbélrák korai szűrésére, valamint lágyszöveti kontaktlencsék jellemzésére [44]. A módszer mikrobiológiai alkalmazásai során különböző tejsavbaktérium-törzsek gyors azonosítását [45], valamint probiotikus és nem probiotikus tejsavbaktériumok elkülöníthetőségét és rezisztenciáját [46, 47] vizsgálták. Növénybiológiai kutatásokban mozaikvírussal fertőzött szójabab diagnózisát végezték [48], valamint a vízmolekuláris szerkezet alapján alátámasztották a jerikó rózsza (*Haberlea rhodopensis*) extrém kiszáradási toleranciáját [49].

Az aquaphotomics élelmiszeripari alkalmazásai során vizsgálták a tej minőségi jellemzőit [40, 41], a zöld kávébabok ochratoxin-A szennyezettségét [50], tanulmányozták az olasz Taleggio sajt eltarthatóságát [51] és sikerrel nyomon követték a bolgár sárga sajt (Kashkaval) érlelését [52] is. Barzaghi, Cremonesi & Cattaneo projektjükben olasz propolisz bioaktív

összetevőinek azonosítását végezték intelligens élelmiszer csomagolóanyagokban. Vanoli et al. munkájának célja innovatív, cellulóz polimer alapú bevonat „Salame Piacentino” szalámi érlelésére gyakorolt hatásának tanulmányozása volt [53, 54].

Az aquaphotomics széleskörű elismertségéhez hozzájárultak a vízminőség mérésére irányuló kutatások [55] és a vizes oldatokon végzett kísérletek is. Vizsgálatokat végeztek többek között víz peszticidtartalmának mérhetőségére [56], de szennyező anyagok sóoldatokban történő kimutathatóságára is [19]. A víztükör-megközelítés lehetővé tette a ppm (1:10<sup>6</sup>) - bizonyos körülmények között akár a ppb (1:10<sup>9</sup>) - koncentrációban jelen lévő összetevők közvetett meghatározását, amelyre a konvencionális NIRS elemzési technikával korábban nem volt lehetőség [6, 7, 11]. Kutatások bebizonyították, hogy ezzel a koncepcióval a víz spektriális mintázata használható holisztikus vízminőség-jelzőként [25].

Legújabb kutatásunkban paprikaporok kukoricaliszttel történő hamisításának detektálhatóságát teszteltük az aquaphotomics technikával. A vizsgálatok során magyar csemege fűszerpaprika-őrlemény hamisítását végeztük el kukoricaliszttel 0 és 40 % közötti koncentrációban, több lépésben. Az így elkészített mintákból tízszeres desztilláltvízes hígítással oldatokat állítottunk elő, amelyeket homogenizálás után megszürtünk. Az így kapott oldatok transzreflektancia spektrumait MetriNIR (MetriRep Kft., Magyarország) készülékekkel rögzítettük a 740-1700 nm hullámhossz-tartományban, három párhuzamos spektrum felvételével. A spektrumok értékelése során az 1300-1600 nm

tartományt használtuk. A spektrumokon Savitky-Golay-simítást és többszörös szóródási korrekciót (MSC) alkalmaztunk, majd modellt építettünk részleges legkisebb négyzetek regressziója módszerével (PLSR) a hozzáadott kukoricaliszt koncentrációjának megbecslésére. A WASP ábrázolásához klasszikus aquagramot készítettünk. Az adatok kiértékelésére az R-projekt és R-studio 3.5.2. szoftvereket használtuk.

A PLS regresszió modelljének eredményei szoros korrelációt (modellépítés:  $R^2=0,97$ ; modellvalidáció:  $R^2CV=0,90$ ) mutattak a becsült és a valós hozzáadott kukoricaliszt mennyisége között. A modell építése során 2,14%-os hibával, míg a validáció során 4,04%-os hibával tudtuk helyesen megbecsülni a hozzáadott kukoricaliszt mennyiségét.

Az aquagram adatainak értelmezését szemlélteti a **2. ábra**, amelyen olyan fűszerpaprika-őrlemények eredményei láthatók, amelyekhez különböző koncentrációban kukoricalisztet kevertünk ( $n = 85$ ). Az ábra azt mutatja, hogy a kevesebb kukoricalisztet (1%, 3%) illetve a kukoricalisztet egyáltalán nem tartalmazó minták magasabb abszorbancia értékkel rendelkeznek az 1426 nm, 1440 nm, 1452 nm, 1462 nm, 1476 nm és 1488 nm-es hullámhosszokon, amely arra utal, hogy az autentikus minta, valamint az 1% és a 3% kukoricalisztet tartalmazó minták több hidrogénkötésben levő vízmolekulát tartalmaznak. Ezzel szemben a több kukoricalisztet tartalmazó minták magasabb abszorbancia értékkel rendelkeztek az 1364 nm, 1374 nm, 1384 nm, valamint 1412 nm-es régióban. Ez utóbbi arra utal, hogy a magasabb kukoricaliszt mennyiséget tartalmazó minták (15-40%) kevesebb vagy gyengébb

H-kötéssel kötött vízmolekulákat tartalmaznak [57]. A fenti hullámhosszok esetében egyfajta trend figyelhető meg a növekvő hozzáadott kukoricaliszt koncentrációjának függvényében: 1426-1488 nm-en csökkenő, míg 1364-1412 nm-en növekvő trend.

#### ÖSSZEFOGLALÁS

Az aquaphotomics technika egy új és *ígéretes módszer* vizes rendszerek szerkezeti és funkcionális tulajdonságainak gyors és roncsolásmentes feltárására. A klasszikus NIR-spektroszkópiában a víz – jelentős fényelnyelése miatt – megváltoztatja a vizsgált minta spektrumát, így egyike a leggyakoribb, közvetlen tömegmeghatározást akadályozó alkotónak. A vizes rendszerek másodrendű kötései (például a hidrogén-hidak) bármilyen perturbációra nagy érzékenységgel reagálnak a vízmolekulák konformációinak változásával, ami a NIR-spektrumban vízre jellemző abszorpciós sávot eredményez. Ezt használja ki az aquaphotomics. A különböző perturbációk hatására – legyen az fizikai vagy kémiai – az abszorpciós mintázat megváltozik, így a víz spektriális jelválaszait felhasználva a konvencionális NIR-elemzéshez képest esetenként akár néhány nagyságrenddel kisebb mennyiségben jelen lévő komponensek kimutatása is megvalósítható.

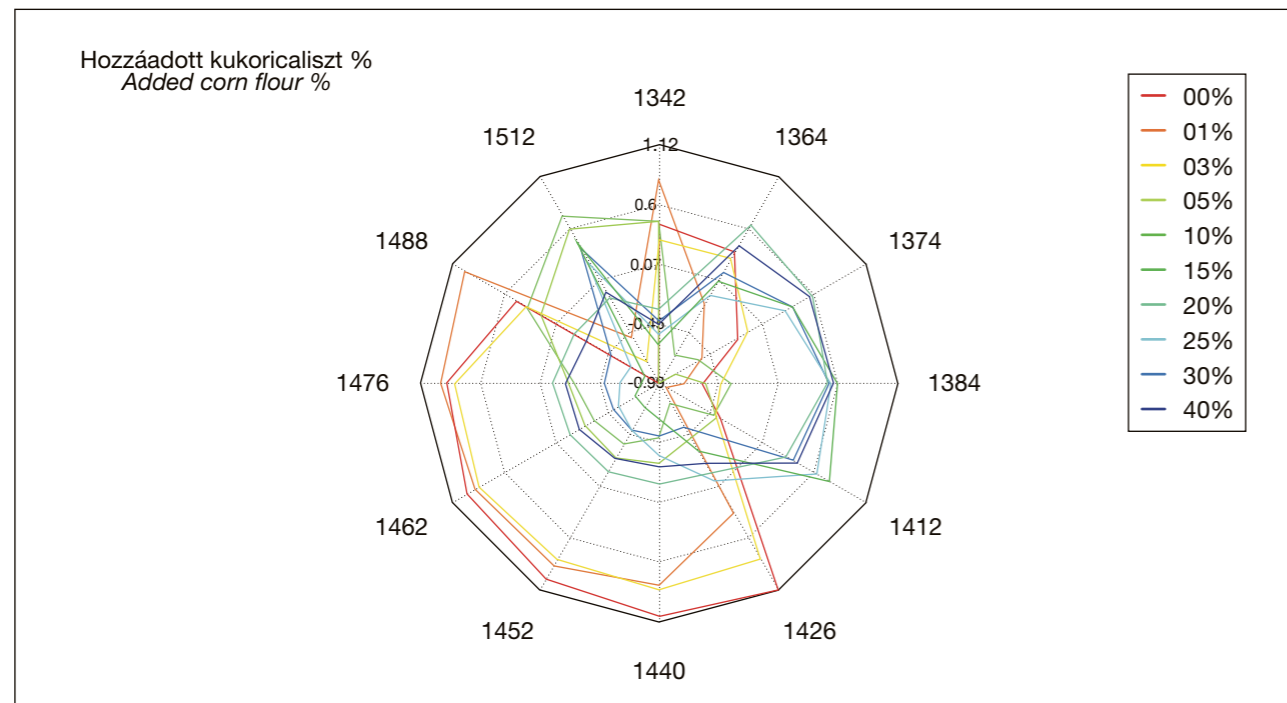
A fűszerpaprikából gyártott porított termékek minőségét meghatározza az egészségügyi biztonság, valamint a használati- (eltarthatóság, csomagolás), a táplálkozásélettani- és az élvezeti érték. A kereskedelmi forgalomba kerülő fűszerpaprika-őrlemények talán legfontosabb értékmérő tulajdonsága a szín és az íz. A magyar fűszerpaprika jövedelmező és fontos exportcikk, ez indokolhatja a hamisítást. Az élelmiszerhamisítás egyben élelmiszerbiztonsági kérdés is. Az élelmiszerhamisítás – történjen természetes vagy mesterséges anyaggal – detektálására indirekt módszerek terjedtek el. Különösen az élelmiszeripari minőségbiztosításban figyelhető meg a gyors, megbízható, roncsolás- és vegyszermentes vizsgálati módszerek elterjedése. Erre a többváltozós statisztikai elemzéssel kiegészített NIR-spektroszkópia tökéletesen alkalmasnak bizonyul. Jelen kutatásban célunk az aquaphotomics-módszert alkalmazása kukoricaliszttel hamisított fűszerpaprika-őrlemények vizsgálatára. A metodika magában foglalja a kísérlettervezést, a mérőrendszer összeállítását-beállítását, meghatározott perturbációk mellett az egyes kísérletek randomizált sorrendben történő végrehajtását, a nyers adatok vizsgálatát, előkezelését és a kemometriai módszerekkel történő adatelemzést. Ezeknek célja a perturbációnak megfelelő koncentrációváltozással járó, vízre jellemző abszorpciós sávok azonosítása és az így meghatározott spektriális mintázat aquagramon történő összesítése.

A PLS regresszió modelljének eredményei szoros korrelációt (modellépítés:  $R^2=0,97$ ; modellvalidáció  $R^2CV=0,90$ ) mutattak a NIR által becsült és a valós hozzáadott kukoricaliszt mennyisége között. A modell - annak építése során - 2,14%-os, míg a validáció során 4,04%-os hibaszázalékkal becsülte meg a hozzáadott kukoricaliszt mennyiségét. Az aquagramon szemléltetett eredmények tükrözik azt a tendenciát, miszerint az O-H vegyértékrezgés első felharmonikus tartományában (~1450 nm) az autentikus és a minimális kukoricalisztet tartalmazó minták több hidrogénkötésben levő vizet tartalmaznak a nagyobb mértékben hamisított mintákhoz képest.

A kutatás során alkalmazott NIRS alapú módszer gyorsan és kellő érzékenységgel nyújt objektív eredményt. A vizsgálatok eredményei hozzájárulnak a minőségi termékek jellemzőinek megismeréséhez, eredetiségüknek és hamisításuknak a detektálásához.

#### Köszönetnyilvánítás

A projekt a Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával (a támogatási szerződés száma: EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005), valamint az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-4 és az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-4-SZIE, ÚNKP-19-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja és a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült (Kovács Zoltán).



2. ábra. Különböző koncentrációban kukoricalisztet tartalmazó paprikaporok oldatainak aquagram ábrája ( $n = 85$ )  
Figure 2. Aquagram of the solutions of ground paprika samples containing various concentrations of corn flour ( $n = 85$ )

Flóra Vitális<sup>1</sup>, Zsanett Bodor<sup>1</sup>, John-Lewis Zinia Zaukuu<sup>1</sup>, György Bázár<sup>2</sup>, Zoltán Kovács<sup>1</sup>

Received: November 2019 – Accepted: December 2019

## Aquaphotomics: an innovative application of near-infrared spectroscopy focusing on water

**KEYWORDS:** Aquaphotomics, near-infrared spectroscopy, water-mirror approach, NIR, PLSR, WABS, WASP, aquaphotome, WAMACS, food counterfeiting, aquagram, multivariate data analysis, counterfeiting of ground paprika

### SUMMARY

In the field of food science, indirect methods which can be used to determine a certain property of the sample by correlating the measured physico-chemical characteristics are widely applied for the detection of food counterfeiting. Near infrared spectroscopy (NIR), complemented by multivariate statistical analyses, is a quick, non-destructive method that does not require sample preparation in most cases. The interactions that can be observed between aqueous systems or aqueous solutions and electromagnetic radiation (light), i.e., the effects of different perturbations on the structural and functional properties of water, are investigated by a new and dynamically evolving area of science called aquaphotomics. It has been proven by a number of research results that by applying the so-called “water-mirror approach”, the detection limits that can be obtained using the conventional approach can be overcome in aqueous systems, and in certain cases components that are present in concentrations that are a few orders of magnitude lower than usual can be detected. The technique of aquaphotomics has been tested in diverse areas of science such as medicine, microbiology, plant physiology or food analysis. In our series of experiments, the detectability of the counterfeiting of ground paprika samples using 0 to 40% corn flour has been investigated by applying the method of aquaphotomics to their solutions. During the evaluation of the results, the first harmonic range of water (1,300-1,600 nm) was used. Spectral patterns were represented on an aquagram, and then a model for estimating the corn flour content was constructed using the Partial Least Squares Regression (PLSR) method. PLSR results showed a strong correlation between the added amount of corn flour and the amount estimated by NIR (near-infrared) spectroscopy. Samples with a lower corn flour content (0-3%) showed a greater absorbance around 1,450 nm, while samples with a higher corn flour content (15-40%) exhibited a greater absorbance between 1,364 and 1,412 nm. These differences are explained by the spectral absorption of water bound with hydrogen bonds to varying degrees. Research results from recent years show that aquaphotomics is a promising technique in many areas of science, including food science.

### INTRODUCTION TO AQUAPHOTOMICS

Aquaphotomics is a new area of science aimed at investigating water as a complex molecular system of many conformations having different functionalities, based on the interaction of water molecules and light [1].

### GOAL AND BRIEF HISTORY OF AQUAPHOTOMICS

Based on her own and other researchers' earlier results obtained during near-infrared spectroscopic measurements of aqueous media, the establishment of a new field of science was proposed by Roumiana

Tsenkova, a professor at Kobe University in Japan, in 2005, investigating specifically water-light interactions and organizing the knowledge acquired, and she called this field aquaphotomics [2, 3]. Water-light interactions are proving to be a huge source of information on the structural and functional properties of aqueous systems. Water is one of the basic building blocks of nature. This discipline deals with the comprehensive study of water as the “molecular and energy mirror” of aqueous systems.

During the development of aquaphotomics, the main goal was to establish a common platform and strategy for a better understanding of the functionality of water through water-light interaction, at all frequencies of the electromagnetic spectrum. Most work to date has been performed using near-infrared (NIR) spectroscopy, typically in the first harmonic range (1,300-1,600 nm) of the O-H valence vibration, where many specific absorption band characteristic of water have been identified as a result of previous work [4–6]. Research in this field shows that aquaphotomics can make a significant contribution to water research and to a better understanding of the molecular system of water [1].

Compared to mid- and far-infrared light, NIR enables a deeper penetration, thus providing a more reliable yet fast and non-destructive measurement that is particularly suited to study even intact biological systems [1, 7]. When using NIR spectroscopy in analytical practice (for example, in pharmaceutical applications), water is one of the main barriers to the direct mass determination of the individual constituents [8] because it obscures other constituents in the absorption spectrum due to its significant light absorption, thereby significantly changing the spectrum of the sample to be tested and causing absorption band shifts. Since water exhibits a significant light absorption in the NIR range and changes in its quantity can be measured easily, moisture determination is one of the main and most common applications of NIR spectroscopy. It is used, for example, in agriculture, the food industry, medicine, the pharmaceutical industry, the polymer and textile industries to study water content, hydrogen bonds and hydration state [9].

With the development of aquaphotomics, the collective material and energy mirror properties of water have been described [1]. The so-called “water mirror approach” is one of the basic spectrum analysis and interpretation methods in aquaphotomics. It utilizes the high degree of sensitivity of the hydrogen bonds in water, where the structure of the water is influenced by all components of the aqueous system and the surrounding energies [1]. Each aqueous system is a dynamic arrangement of a network of water molecules. The strength, number and quality of the secondary bonds between the water molecules are influenced by the hydration of the component(s) in the system and the various perturbations together,

as they affect the entire body of water [10]. Any disturbance of the aqueous system causes a change in the conformations of the water molecules, resulting in changes in the absorption bands characteristic of water in the NIR spectrum.

As a result of physical and chemical changes, the absorption pattern changes in each case. These properties of water allow the indirect measurement of small amounts of dissolved substance(s) [11], even if the constituent in question does not absorb light in the NIR range [12]. A common feature in aquaphotomics research is that the matrix of the systems studied is water. Special data analysis methodology is required to extract the information hidden in the complex and multivariate spectra of such systems [13]. The toolkit of aquaphotomics includes the application of multivariate data analysis methods used in NIR spectroscopy, which have become more and more sophisticated over the years, and at the same time extending them.

Through the study of the light-water interaction using the methodology of aquaphotomics, the knowledge describing the role of water is constantly expanding. In quality management systems, it is a growing requirement that the methods used in different research projects be fast, non-destructive and chemical free. The undeniable advantage of the method is that it can be used effectively in both basic and applied research, enabling non-invasive observations. Typically, a holistic approach is adopted, as opposed to the measurement of individual parameters [13].

With the development of aquaphotomics, a new terminology has evolved to describe the subject matter of the study as accurately as possible on the basis of the newly acquired knowledge. Figure 1 illustrates the process of the methodology which allows for the above detailed issues. Following experimental design and precise instrument setup, the samples to be tested are exposed to an interference. After the experiments are performed (and the spectra are recorded), the raw data are analyzed, followed by the pretreatment and analysis of the spectral data. The water absorption bands (WABS) obtained as a result of the analyses are used to identify the activated water absorption bands. Activated water absorption bands create water absorption spectral patterns (WASPs), which can be displayed on aquagrams. The database of water absorption bands is the *aquaphotome*.

### WAMACS

These are the *Water Matrix Absorbance Coordinates*. They are the spectral ranges where the specific absorption bands (WABS) characteristic of water are most likely to be found, resulting from the absorptions of light by the different molecular conformations of water in different energy ranges (water modifications,

<sup>1</sup> Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Physics and Control

<sup>2</sup> Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Institute of Nutrition and Product Development Sciences

water molecular structures). In the first harmonic range of the O-H valence vibration (1,300-1,600 nm), 12 WAMACS have been identified experimentally [1].

#### ACTIVATED WATER BANDS

The absorption bands of water are activated to varying degrees during different perturbations. Based on the activated bands that are repeated consistently in aquaphotomics research, the individual perturbations can be easily identified and characterized. Therefore, the activated absorption bands of water are identified during the analyses.

#### WASP

*Water Absorbance Spectral Pattern.* The WASP is defined by the combination of activated water bands caused by the different perturbations, which describes the state of the entire water molecular system. It provides a large amount of chemical and physical information, capturing the structure and dynamics of the system as a whole [10]. The WASP can be used as a holistic biomarker to explore system functionality.

#### AQUAPHOTOME

The database of water absorption bands and patterns in the entire electromagnetic spectrum is called the aquaphotome. The aquaphotome is the totality of different water molecular structures that are formed by aqueous or biological systems under different conditions. The complete aquaphotome can be defined as a comprehensive database of all separate WASPs, interpreting their functionality in a given system under given conditions. The large database obtained about characteristic water bands can be linked to specific biological functions, it allows rapid comparisons and identifications, and can be further used for biological, chemical and physical predictions and diagnoses [1, 10].

#### AQUAGRAMS

The aquagram is a new graphical representation of results developed for the concise and clear presentation of the water absorption spectral pattern [14]. The aquagram shows the normalized and averaged absorbance values of different sample groups at selected wavelengths [14, 15]. The values on the axes defined by the activated water absorption bands can be plotted on a radar or linear chart [16].

Aquagrams display a specified number of axes and WABS, in a perturbation- and system-specific way. In the first harmonic band of the water valence vibration, the axes of the aquagram are (generally) based on the previously discovered 12 water matrix absorption coordinates (WAMACs) [13].

The classic aquagram is relative and depends on

the samples included in the calculation. A more advanced version is the standardized aquagram with confidence intervals [17]. This extension makes it easier to determine whether the differences in water absorption spectral patterns (WASP) characteristic of the water displayed on the aquagrams are statistically significant [13].

#### AQUAPHOTOMICS METHODOLOGY

##### EXPERIMENTAL SETUP

The key element of aquaphotomics studies is the recording of high quality spectra, for which precision spectrometers (high signal-to-noise ratio, S/N) are required with a high spectral resolution (0.5-1 nm) [18]. In addition to the rules applicable to conventional approach NIR analyses, additional specific elements should be ensured during the experimental design. These include, for example, multiple recording of the spectra of the individual samples, analysis of the same sample with several successive illuminations, and continuous monitoring of the environmental parameters such as temperature and humidity. In addition, pure water is measured during the test according to certain samples numbers; water spectra are used to correct for possible unwanted effects in the environment or the equipment. Recording of the spectra of the experimental samples is carried out randomly, using the same cuvette, between regular pure water samples, paying close attention to precise thermostating of the samples. Precise setting of the measurement conditions is necessary, because in aquaphotomics research we usually look for such tiny spectral differences due to the molecular structure of the water, that even the slightest differences due to the geometry of the instrument or the experimental setup, or temperature fluctuations can interfere with the analyses.

In aquaphotomics experiments, various controlled perturbations are often used, as these help to reveal hidden information. In practice, the most frequently used deliberate perturbations are temperature [6], successive illuminations and varying degrees of dilution [19]. The NIR spectra of aqueous systems are very complex, and the changes in their absorbance spectra caused by the different perturbations are generally very subtle, but nonetheless constant and consistent. A given perturbation does not always produce the same change in the spectrum. In the NIR range, there are four pronounced peaks in the water spectrum at about 970, 1,190, 1,450 and 1,940 nm. Depending on the aqueous system tested, some regions may be more suitable for the analysis and provide more information [1, 19].

##### SPECTRAL PRETREATMENT METHODS

The first step in analyzing the recorded spectra is the visual inspection of the raw spectral data, which can provide information on both clear outliers and

the necessary spectrum pretreatment methods. The primary purpose of pretreatment methods is to enhance information relevant to the research and to reduce unwanted effects. Many pretreatment methods can be used during data analysis. Noise reduction methods include, for example, averaging and smoothing [20]. The most commonly used noise reduction technique in the methodology of aquaphotomics is the application of a Savitzky-Golay filter (usually with a second order polynomial function and an optimized wavelength range) [21]. To correct baseline shifts, normalization, Standard Normal Variate (SNV) transformation [22, 23] and Multi Scattering Correction (MSC) [23] are often used. „Detrending” is also a possible method for correcting baseline shifts, but it can also be used effectively to eliminate slope changes. The difference between spectra and spectral derivatives allows for a more efficient detection of the absorption peaks, which in the aquaphotomics methodology means primarily the absorption bands of activated water. The two most commonly used methods of derivation in the NIR technique are the Norris-Williams [24] and the Savitzky-Golay [21] derivation. Derivatives solve two basic problems: overlapping peaks and large baseline changes. Additive effects are corrected by the first derivative, while multiplicative effects are also corrected by the second derivative. In aquaphotomics research, the second derivatives are typically used to explore activated water absorption bands [25]. Extended Multi Scattering Correction (EMSC) is one of the means by which the distortion of the spectrum by a known effect can be reduced [26].

##### CHEMOMETRIC METHODS

To evaluate the large amount of information encoded by the absorption spectra, chemically driven multivariate data analysis, so-called *chemometric methods* are required. In the methodology of aquaphotomics, the first qualitative evaluation of multivariate spectral analysis is most often carried out by principal component analysis, the primary purpose of which is to obtain a deeper understanding of the main patterns underlying spectral variability.

Principal Component Analysis (PCA) is one of the most useful and probably the most widely used exploratory techniques in spectroscopy [27]. Its purpose is to determine the possible relationships between the samples, i.e., it provides primary information regarding the major directions and variance of the data set. It reduces the initial data matrix and compresses the entire matrix into a smaller number of background variables representing it accurately. In the resulting multidimensional space, it defines directions where the variance of the results is the greatest. The first principal component explains most of the variance [28]. The results can be illustrated with scores and loadings graphs. The scores graph shows the positions of the measured

spectra of the individual samples in the transformed space of the newly constructed variables (principal components), allowing us to get to know the major patterns of the samples in the spectral space relative to one another, while the loadings graph displays the importance of the roles of the original variables (wavelengths) in shaping the above-mentioned patterns. With principal component analysis one can identify activated water absorption bands.

Discriminant analysis (DA) is a supervised method (grouping of the samples is defined during the analysis). The Partial Least Squares Discrimination Analysis (PLS-DA) [29] assists in the identification of water absorption bands with the greatest differences between certain predefined groups. The method is based on the PLS regression algorithm, which searches for latent variables with the maximum covariance of the Y variables [30]. During the application of SIMCA (*Soft Modeling of Class Analogies*) [31, 32], unique PCA models are built individually in several steps for each predefined sample group and the projection of additional sample groups is used to analyze the similarity and distinctness of the groups. Ultimately, a so-called discrimination power vector is yielded by the method, showing which wavelengths play the most important roles in discriminating, thus providing information about activated water absorption bands.

Water absorption bands can be used, among other things, to indirectly determine changes in the concentrations of the substances present in the water [12, 13]. The partial least squares regression (PLSR) method generalizes and combines the properties of principal component analysis and multiple regression. Its purpose is to explore the relationship between the dependent variable(s) and the independent variables [33-35]. From the independent variables, i.e., the spectra, it creates latent variables (LV), which are linear combinations of the original variables. LVs are designed in a way so that they are able to describe the variance of the dependent variable to be estimated as much as possible. When using the PLSR, the coefficients of the regression equation are calculated and the results for the individual variables are estimated, which provides information on which wavelengths and water-specific absorption bands change the most with the change of the dependent variable under investigation.

Aquaphotomics is primarily applicable to water-rich systems. Water-soluble molecules present in low concentrations are hydrated with large numbers of water molecules. Hydration around the dissolved molecules also indirectly affects the hydrogen bonds between water molecules that are not involved in the hydration. In this way, water acts as a kind of amplifier. Instead of directly measuring the constituent to be detected, information regarding its concentration is obtained indirectly by measuring changes in the solvent molecules [36].



In two-dimensional correlation spectroscopy, external disturbance (such as temperature, concentration, etc.) is applied to the system during the spectral measurement, allowing for a deeper exploration as a function of time or the disturbance. It extends the spectral region to another dimension and decomposes the overlapping wavelength bands into their components [37]. 2D correlation spectra (in which the similarities and differences between the individual spectral intensities are amplified) are derived directly from the dynamic spectra. In this way, the tracing of spectral intensity can be achieved. The standard deviation (variance) of the spectral intensities from the expected value, which is collected sequentially in the order of certain physical variables (such as time or temperature), is compared to two independent wave numbers [38].

The final step in the analysis is the illustration of the water absorption spectral patterns on aquagrams.

#### APPLICATIONS OF THE AQUAPHOTOMICS METHOD

Near-infrared spectroscopy is a quick and non-destructive technique with a wide range of applications, further expanded by the aquaphotomics methodology. Since the development of the aquaphotomics discipline, it has evolved into a multidisciplinary field of science [39]. In the first publications, applications such as the diagnostic possibilities of mastitis in dairy cows were interpreted and described based on water absorption bands [40, 41]. In animal biology research, the method was used to detect the reproduction period of giant pandas [15] and cows [42].

The method has been used in medical research to detect HIV infection [43], to increase dialysis efficacy, for early screening of colon cancer, and to characterize soft contact lenses [44]. In the microbiological applications of the method, the rapid identification of various lactic acid bacteria strains [45], as well as the possible distinction and resistance of probiotic and non-probiotic lactic acid bacteria [46, 47] have been investigated. In plant biology studies, the diagnosis of soybeans infected with mosaic virus has been carried out [48], and the extreme dehydration tolerance of the Rose of Jericho (*Haberlea rhodopensis*) was confirmed based on water molecular structure [49].

In food industrial applications of aquaphotomics, the quality characteristics of milk [40, 41], and the ochratoxin A contamination of green coffee beans were investigated [50], the shelf life of Italian Taleggio cheese was studied [51] and the ripening of Bulgarian yellow cheese (Kashkaval) has been successfully monitored [52]. In their work, Barzaghi, Cremonesi & Cattaneo identified the bioactive ingredients of Italian propolis in intelligent food packaging materials. The purpose of the work of Vanoli et al. was to study the effect of an innovative,

cellulose polymer based coating on the maturation of Salame Piacentino [53, 54].

Water quality research [55] and experiments in aqueous solutions have also contributed to the widespread recognition of aquaphotomics. Studies have been carried out to measure the pesticide content of water [56], as well as to detect the presence of contaminants in saline solutions [19], among other things. The water mirror approach has allowed the indirect determination of components present in the ppm (1:10<sup>6</sup>), and in some cases even the ppb (1:10<sup>9</sup>) range, which was previously not possible using the conventional NIRS analytical technique [6, 7, 11]. Research has shown that, with this concept, the spectral pattern of water can be used as a holistic water quality indicator [25].

In our recent research, the detectability of counterfeiting of ground paprika with corn flour was tested using the aquaphotomics technique. In the course of the investigations, ground Hungarian sweet paprika was counterfeited with corn flour at concentrations between 0 and 40%, in several steps. The samples thus prepared were diluted tenfold with distilled water, and the solutions were filtered after homogenization. Three parallel transmittance spectra of the resulting solutions were recorded using a MetriNIR (MetriRep Kft., Hungary) instrument in the 740-1,700 nm wavelength range. Evaluation of the spectra was carried out in the 1,300-1,600 nm range. Savitky-Golay smoothing and multiple scatter correction (MSC) were applied to the spectra, and then a model was constructed using the partial least squares regression (PLSR) method to estimate the concentration of the added corn flour. To represent the WASP, a classic aquagram was created. Data were evaluated using the R-project and R-studio 3.5.2. software.

The results of the PLS regression model showed a close correlation (model construction:  $R^2=0.97$ ; model validation:  $R^2CV=0.90$ ) between the estimated and actual amounts of added corn flour. During the construction of the model, we were able to correctly estimate the amount of added corn flour with an error of 2.14%, while the error during the validation was 4.04%.

The results of the aquagram (Figure 2) showed that the samples added with less amount of corn flour (1%, 3%) or no corn flour at all had higher absorbance values at wavelengths of 1,426 nm, 1,440 nm, 1,452 nm, 1,462 nm, 1,476 nm and 1,488 nm, which indicates that there are more hydrogen bonded water molecules in the authentic sample and the samples containing 1% or 3% corn flour. In contrast, samples containing more corn flour had higher absorbance values in the 1,364 nm, 1,374 nm, 1,384 nm, and 1,412 nm. The latter suggests that samples containing higher amounts of corn flour (15-40%) contain fewer or weaker hydrogen bonded

water molecules [57]. For the above wavelengths, a certain trend can be observed as a function of the increasing concentration of added corn flour: a decreasing trend between 1,426 and 1,488 nm, and an increasing trend between 1,364 and 1,412.

#### SUMMARY

The aquaphotomics technique is a new and promising method for the rapid and non-destructive exploration of the structural and functional properties of aqueous systems. In classical NIR spectroscopy, due to its significant light absorption, water alters the spectrum of the analytical sample, making it one of the most common constituents that interfere with direct mass determination. Secondary bonds in aqueous systems (such as hydrogen bonds) react with high sensitivity to any perturbation by changing the conformations of the water molecules, resulting in an absorption band characteristic in water in the NIR spectrum. This is what aquaphotomics takes advantage of. As a result of the different perturbations, whether physical or chemical, the absorption pattern is altered, and so using the spectral signal responses of water, it is sometimes possible to detect components that are present in quantities even a few orders of magnitude lower than in the case of conventional NIR analysis.

The quality of ground products made from paprika is determined by health safety, as well as values for use (shelf life, packaging), nutritional physiology and enjoyment. Perhaps the most important quality indicators of commercially available ground paprika are color and taste. Hungarian paprika is a profitable and important export product, which may justify counterfeiting. Food counterfeiting is also a food safety issue. To detect food counterfeiting, whether by natural or artificial substances, indirect methods are commonly used. Rapid, reliable, non-destructive and chemical-free testing methods are especially common in food quality assurance. NIR spectroscopy, complemented by multivariate statistical analysis, is perfectly suitable for this purpose. The aim of the present study was to use the aquaphotomics methodology for the investigation of ground paprika samples counterfeited with corn flour. The methodology includes experimental design, setting up the measurement system, performing the individual experiments in random order under defined perturbations, analysis and pretreatment of raw data and data analysis using chemometric methods. The purpose of these is to identify absorption bands characteristic of water and corresponding to the perturbation (concentration change), and to summarize the spectral pattern thus determined on an aquagram.

The results of the PLS regression model showed a strong correlation (model construction:  $R^2=0.97$ ; model validation  $R^2CV=0.90$ ) between the amounts of corn flour estimated by NIR and the actual amounts added. The model was able to correctly estimate the

amount of corn flour added with an error of 2.14% during the construction of the model and with an error of 4.04% during the validation. The results illustrated on the aquagram reflect the tendency that authentic samples and samples containing minimal amounts of corn flour contain more hydrogen bonded water, as shown by the first harmonic range (~1,450 nm) of the O-H valence vibration, than samples counterfeited to a larger extent.

The NIRS-based method used in the research provides objective results quickly and with sufficient sensitivity. The results of the analyses help to gain more information about the characteristics of quality products, and to detect their genuineness and counterfeiting.

#### ACKNOWLEDGEMENT

This paper was supported by the Doctoral School of Food Science, Szent István University. Supported by the Ministry of Human Capacities ÚNKP-18-4 and ÚNKP-19-4 (Z.K.), ÚNKP-19-3 (Zs.B.) New National Excellence Program of the Ministry for Innovation and Technology. The Project is supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund (grant agreement no. EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005). Supported by the Bolyai János Scholarship of the Hungarian Academy of Sciences (ZK).

#### REFERENCES

- [1] Tsenkova, R. (2009): Introduction: Aquaphotomics: dynamic spectroscopy of aqueous and biological systems describes peculiarities of water. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* 17 (1) 303.
- [2] Tsenkova, R. (2006): Aquaphotomics: Exploring Water—Light Interactions for a Better Understanding of the Biological World. *NIR news* 17 (5) 8–14.
- [3] Tsenkova, R. (2006): Aquaphotomics and Chambersburg. *NIR news* 17 (6) 12–14.
- [4] Chaplin, M.F. (1999): A proposal for the structuring of water. 83 (November) 211–221.
- [5] Fornés, V., Chaussidon, J. (1978): An interpretation of the evolution with temperature of the  $\nu_2+\nu_3$  combination band in water. *The Journal of Chemical Physics* 68 (10) 4667–4671.
- [6] Gowen, A.A., Amigo, J.M., Tsenkova, R. (2013): Characterisation of hydrogen bond perturbations in aqueous systems using aquaphotomics and multivariate curve resolution-alternating least squares. *Analytica chimica acta* 759 8–20.
- [7] Tsenkova, R. (2008): Aquaphotomics: the extended water mirror effect explains why small concentrations of protein in solution can be measured with near infrared light. (2008)

- [8] Jamrógiewicz, M. (2012): Application of the near-infrared spectroscopy in the pharmaceutical technology. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis* **66** 1–10.
- [9] Siesler, H.W., Ozaki, Y., Kawata, S. (2002): Near-Infrared Spectroscopy. Principles, Instruments, Applications. (2002)
- [10] Tsenkova, R., Kovacs, Z., Kubota, Y. (2015): Aquaphotomics: Near Infrared Spectroscopy and Water States in Biological Systems. Presented at the (2015)
- [11] Bázár, G., Kovács, Z., Tanaka, M., Tsenkova, R. (2014): Aquaphotomics and its extended water mirror concept explain why NIRS can measure low concentration aqueous solutions. *Proceedings of the 4th Asian Near Infrared Symposium* 215–216.
- [12] Grant, A., Davies, A.M.C., Bilverstone, T. (1989): Simultaneous determination of sodium hydroxide, sodium carbonate and sodium chloride concentrations in aqueous solutions by near-infrared spectrometry. *Analyst* **114** (7) 819–822.
- [13] Tsenkova, R., Munčan, J., Pollner, B., Kovacs, Z. (2018): Essentials of Aquaphotomics and Its Chemometrics Approaches. *Frontiers in Chemistry* **6** (July)
- [14] Tsenkova, R. (2010): Aquaphotomics: Water in the biological and aqueous world scrutinised with invisible light. *Spectroscopy Europe* **22** (6) 6–10.
- [15] Kinoshita, K., Miyazaki, M., Morita, H., Vassileva, M., Tang, C., Li, D., Ishikawa, O., Kusunoki, H., Tsenkova, R. (2012): Spectral pattern of urinary water as a biomarker of estrus in the giant panda. *Scientific reports* **2** 856.
- [16] Matija, L.R., Tsenkova, R.N., Miyazaki, M., Banba, K., Muncan, J.S. (2012): Aquagrams: Water spectral pattern as characterization of hydrogenated nanomaterial. *FME Transactions* **40** (February) 51–56.
- [17] Pollner, B., Kovacs, Z. (2016): Multivariate data analysis tools for, R including aquaphotomics methods, aquap2, (2016)
- [18] Bazar, G., Kovacs, Z., Tsenkova, R. (2016): Evaluating spectral signals to identify spectral error. *PLoS ONE* **11** (1) e0146249.
- [19] Gowen, A.A., Marini, F., Tsuchisaka, Y., De Luca, S., Bevilacqua, M., O'Donnell, C., Downey, G., Tsenkova, R. (2015): On the feasibility of near infrared spectroscopy to detect contaminants in water using single salt solutions as model systems. *Talanta* **131** 609–618.
- [20] Manley, M. (2014): Near-infrared spectroscopy and hyperspectral imaging: Non-destructive analysis of biological materials, (2014)
- [21] Savitzky, A., Golay, M.J.E. (1964): Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures. *Analytical Chemistry* **36** (8) 1627–1639.
- [22] Barnes, R.J., Dhanoa, M.S., Lister, S.J. (1989): Standard Normal Variate Transformation and De-Trending of Near-Infrared Diffuse Reflectance Spectra. *Applied Spectroscopy* **43** (5) 772–777.
- [23] Dhanoa, M.S., Lister, S.J., Sanderson, R., Barnes, R.J. (1994): The link between multiplicative scatter correction (MSC) and standard normal variate (SNV) transformations of NIR spectra. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* **2** (1) 43–47.
- [24] Norris, K., Williams, P. (1984): Optimization of mathematical treatments of raw near-infrared signal in the. *Cereal Chem* **61** (2) 158–165.
- [25] Kovacs, Z., Bázár, G., Oshima, M., Shigeoka, S., Tanaka, M., Furukawa, A., Nagai, A., Osawa, M., Itakura, Y., Tsenkova, R. (2016): Water spectral pattern as holistic marker for water quality monitoring. *Talanta* **147** 598–608.
- [26] Martens, H., Stark, E. (1991): Extended multiplicative signal correction and spectral interference subtraction: new preprocessing methods for near infrared spectroscopy. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis* **9** (8) 625–635.
- [27] Cowe, I.A., McNicol, J.W. (1985): The use of principal components in the analysis of near-infrared spectra. *Applied Spectroscopy* **39** (2) 257–266.
- [28] Dalmadi, I., Seregély, Z., Kaffka, K., Farkas, J. (2007): Néhány többváltozós kemometriai módszer alkalmazása műszeres analitikai vizsgálatok értékelésére. *Élelmiszervizsgáló Közlemények (Élelmiszermínőség-Élelmiszerbiztonság) LIII. kötet* **4**
- [29] Martens, H., Martens, M. (2001): Multivariate analysis of quality. An introduction. *Measurement Science and Technology* **12**
- [30] Ballabio, D., Consonni, V. (2013): Classification tools in chemistry. Part 1: linear models. PLS-DA. *Analytical Methods* **5** (16) 3790–3798.
- [31] Wold, S., Sjöström, M. (1977): SIMCA: a method for analyzing chemical data in terms of similarity and analogy. In: Kowalski, B.R. (ed.) *Chemometrics: Theory and Application*. pp. 243–282. American Chemical Society, Washington DC (1977)
- [32] Branden, K. Vanden, Hubert, M. (2005): Robust classification in high dimensions based on the SIMCA method. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* **79** (1–2) 10–21.
- [33] Wold, H. (1975): Soft Modelling by Latent Variables: The Non-Linear Iterative Partial Least Squares (NIPALS) Approach. *Journal of Applied Probability* **12** (S1) 117–142.
- [34] Frank, Ildiko E., Friedman, J.H. (1993): A Statistical View of Some Chemometrics Regression Tools. *Technometrics* **35** (2) 109–135.
- [35] Abdi, H. (2003): Partial least square regression (PLS regression). *Encyclopedia for research methods for the social sciences* **6** (4) 792–795.
- [36] Tsenkova, R. (2004): Near infrared spectroscopy of raw milk for cow's biomonitoring, (2004)
- [37] V. H. Segtnan, †, ‡, Š. Šašić, †, §, T. Isaksson, ‡ and, Y. Ozaki\*, † (2001): Studies on the Structure of Water Using Two-Dimensional Near-Infrared Correlation Spectroscopy and Principal Component Analysis.
- [38] Ozaki, Y., Liu, Y., Noda, I. (1997): Two-Dimensional Near-Infrared Correlation Spectroscopy Study of Premelting Behavior of Nylon 12. *Macromolecules* **30** (8) 2391–2399.
- [39] Tsenkova, R. (2016): Aquaphotomics Tenth Anniversary. *NIR news*
- [40] Tsenkova, R., Atanassova, S., Kawano, S., Toyoda, K. (2001): Somatic cell count determination in cow's milk by near-infrared spectroscopy: a new diagnostic tool. *Journal of animal science* **79** (10) 2550–7.
- [41] Tsenkova, R., Atanassova, S. (2001): Near infrared spectroscopy for diagnosis: influence of mammary gland inflammation on cow's milk composition measurement. (2001)
- [42] Takemura, G., Bázár, G., Ikuta, K., Yamaguchi, E., Ishikawa, S., Furukawa, A., Kubota, Y., Kovács, Z., Tsenkova, R. (2015): Aquagrams of raw milk for oestrus detection in dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals* **50** (3)
- [43] Sakudo, A., Suganuma, Y., Sakima, R., Ikuta, K. (2012): Diagnosis of HIV-1 infection by near-infrared spectroscopy: Analysis using molecular clones of various HIV-1 subtypes. *Clinica Chimica Acta* **413** (3–4) 467–472.
- [44] Munčan, J., Mileusnić, I., Matović, V., Rosić, J.Š., Matija, L. (2016): The prospects of aquaphotomics in biomedical science and engineering. In: *Aquaphotomics: Understanding Water in Biology–2nd International Symposium* (2016)
- [45] Remagni, M.C., Morita, H., Koshiba, H., Cattaneo, T.M.P., Tsenkova, R. (2013): Near infrared spectroscopy and aquaphotomics as tools for bacteria classification. *NIR2013 Proceedings: Picking Up Good Vibrations* 602.
- [46] Slavchev, A., Kovacs, Z., Koshiba, H., Nagai, A., Bázár, G., Krastanov, A., Kubota, Y., Tsenkova, R. (2015): Monitoring of Water Spectral Pattern Reveals Differences in Probiotics Growth When Used for Rapid Bacteria Selection. *PLoS one* **10** (7) e0130698.
- [47] Slavchev, A., Kovacs, Z., Koshiba, H., Bazar, G., Pollner, B., Krastanov, A., Tsenkova, R.: Monitoring of Water Spectral Patterns of Lactobacilli as a Tool for Rapid Selection of Probiotic Candidates. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*
- [48] Jinendra, B., Tamaki, K., Kuroki, S., Vassileva, M., Yoshida, S., Tsenkova, R. (2010): Near infrared spectroscopy and aquaphotomics: Novel approach for rapid in vivo diagnosis of virus infected soybean. *Biochemical and Biophysical Research Communications* **397** (4) 685–690.
- [49] Morita, H., Atanassova, S., Djilianov, D. (2019): Water molecular structure underpins extreme desiccation tolerance of the resurrection plant *Haberlea rhodopensis*.
- [50] Bozza, A., Tralamazza, S.M., Rodriguez, J.I., Scholz, M.B.S., Reynaud, D.T., Dalzoto, P.R., Pimentel, I.C. (2013): Potential of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) to Detection and Quantification of Ochratoxin A. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical & Biological Sciences* **3** (4)
- [51] Barzaghi, S., Cremonesi, K., Passolungo, L., Cattaneo, T.M.P. (2014): Aquaphotomics as a tool for the study of the accelerated shelf life of PDO Taleggio cheese. *poster presented at Aquaphotomics: Understanding Water in Biological World* **14**
- [52] Atanassova, S. (2015): Near Infrared Spectroscopy and aquaphotomics for monitoring changes during yellow cheese ripening. *Agricultural Science and Technology* **7** (2) 269–272.
- [53] Barzaghi, S., Cremonesi, K., Cattaneo, T.M.P. (2017): Influence of the presence of bioactive compounds in smart-packaging materials on water absorption using NIR spectroscopy and aquaphotomics. *NIR news* **28** (2) 21–24.
- [54] Vanoli, M., Grassi, M., Lovati, F., Barzaghi, S., Cattaneo, T.M.P., Rizzolo, A. (2019): Influence of innovative coatings on salami ripening assessed by near infrared spectroscopy and aquaphotomics. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* **27** (1) 54–64.
- [55] Muncan, J., Koruga, D. (2013): Organisation of water and possible health implications. *NIR2013 Proceedings: Picking Up Good Vibrations* 583.
- [56] Gowen, A.A., Tsuchisaka, Y., O'Donnell, C., Tsenkova, R. (2011): Investigation of the potential of near infrared spectroscopy for the detection and quantification of pesticides in aqueous solution. *American Journal of Analytical Chemistry* **2** (08) 53.
- [57] Bázár, G., Romvári, R., Szabó, A., Somogyi, T., Éles, V., Tsenkova, R. (2016): NIR detection of honey adulteration reveals differences in water spectral pattern. *Food Chemistry* **194** 873–880.

Végh Rita<sup>1</sup>, Mednyánszky Zsuzsanna<sup>1</sup>, Amtmann Mária<sup>1</sup>

Érkezett: 2019. május – Elfogadva: 2019. augusztus

## Virágporok és mézek aminosav-összetételének vizsgálata

**KULCSSZAVAK:** Virágpor, méz, virágpor-pellet, pollenanalízis, aminosav-összetétel, aminosav-analízis, műszeres analitika

### ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban az élelmiszervizsgáló kutatások fontos iránya a mézhamisítás felismerésére szolgáló módszerek kidolgozása. A mézben levő aminosavak főként a virágporból származnak, így felvetődik az aminosav-összetétel vizsgálatán alapuló eredetmeghatározás lehetősége [1]. Kutatómunkánk során fajtamézek és azok forrásnövényeiről származó virágporok szabad aminosav-összetételét hasonlítottuk össze. Eredményeink alapján nincs összefüggés a pollenek és a mézek aminosav-profilja között, ami elsősorban abból fakad, hogy a fajtamézek pollen-összetétele ritkán tükrözi erősen a fajtajelleget. Eredményeink megerősítik azt a feltételezést, miszerint a prolin a méhektől származik, a virágporok prolin-tartalma ezért csak kis mértékben járul hozzá a mézek magas prolin-koncentrációjához. A virágpor-pellet minták nagy mennyiségű nektárt és mirigyváladékot is tartalmaznak a virágpor mellett, így jelentősen kisebb szabad aminosav-tartalommal bírnak, mint a közvetlenül a virágról gyűjtött pollenminták. A kutatások során a virágpor-pelletek összes aminosav-koncentrációja 6-16% között változott. A többi aminosavhoz képest a prolin szignifikánsan nagyobb arányban volt jelen szabad formában, mint fehérjében kötött formában. A szakirodalom ellentmondó adatokat közöl arra vonatkozóan, hogy a méhek képesek-e szükségletüknek megfelelően szelektálni a különböző pollenek között [2, 3]. Eredményeink alapján a méhek által szelektált pellet aminosav-összetétele jobban tükrözi azok aminosav igényét, mint az uniflorális minták. A méhek által különösen preferált repce-pellet aminosav-összetétele eltér az optimálistól, viszont kimagasló esszenciális aminosav-tartalommal rendelkezik, így valószínűsíthető, hogy a méhek nem minőségi, hanem mennyiségi szabályozást végeznek a fehérjebevitelükre vonatkozóan.

### BEVEZETÉS ÉS SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A virágpor vagy pollen mikroszkopikus méretű, szemcsés anyag, amely a virágos növények hím genetikai állományát szolgáltatja. A nektár gyűjtése során könnyen rátapad a méhek testére, így végső soron a mézben is megjelenik [4]. A pollenanalízis tehát felhasználható a mézek botanikai eredetének meghatározására, ennek azonban számos korlátja van. A pollenszemek egyenkénti azonosítása hosszú időt és speciális szakértelmet igényel, így viszonylag magas költséggel jár. Az analízis megbízhatóságát befolyásolja a vizsgálatot végző szakember jártassága és pillanatnyi ítélőképessége. Ezek kiküszöbölése érdekében előtérbe került a mézek

kémiai paraméterek alapján történő karakterizálása [5]. Ismereteink szerint a mézekben fellelhető aminosavak a prolin kivételével a virágporból származnak, így az aminosav-profil vizsgálata más paraméterekkel együtt potenciálisan alkalmas lehet a mézek botanikai eredetének meghatározására [1].

A méhészeti ágazat azon túl, hogy széles körben keresett exporttermékeket állít elő, nélkülözhetetlen ökológiai és gazdasági jelentőséggel bír: a méhek a virágok beporzásával biztosítják a vadon élő-, valamint a kultúrnövények szaporodását, hozzájárulva ezáltal a biodiverzitás fenntartásához és a mezőgazdasági termelékenység növekedéséhez [6]. A virágportertermelésnek csak néhány országban

A kép illusztráció / Picture is for illustration only

<sup>1</sup> Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék

van hagyománya, de nemzetközi szinten az utóbbi évtizedben jelentős keresletnövekedés figyelhető meg e téren. A világon évente már több mint 10 000 tonna virágpórt fogyasztanak. Természeti adottságainál fogva Brazília, Argentína, Spanyolország és Kína mellett Magyarország is kimagasló mennyiségű virágpórt termel [7]. A természeti, táji adottságoknak, valamint a több évszázados kulturális hagyományoknak köszönhetően hazánkban a méhészeti termékek termeléséhez szükséges kedvező feltételek alakultak ki. A virágpórpelletek – táplálkozásélettani előnyeik mellett – számos élelmiszer-biztonsági kockázatot hordozhatnak magukban, amelyek közül a legfontosabbak a peszticidok, a toxikus fémek, a pirrolizidin-alkaloidok és a mikotoxinok [8, 9, 10, 11]. A virágpórt és a belőle készült pellet tápanyagtartalom szempontjából rendkívül értékes: szénhidrátok (13-55%), fehérjék (10-40%), zsírok (1-13%), diétás rost (0,3-20%) és ásványi anyagok (2-6%) [12] találhatóak bennük. Egyes tanulmányok a fentiekén kívül antioxidáns, antibakteriális, gyulladáscsökkentő, antikarcinogén és allergiaellenes hatásukat is hangsúlyozzák [13]. A témajelentőségét mutatja, hogy az utóbbi 10-15 évben jelentősen megnőtt a pollen tápanyagtartalmával, valamint vitamin-, ásványi anyag-, és polifenol-összetételével kapcsolatos kutatások száma. Ezek alapján a virágpórt a humán táplálkozás igen értékes tápanyagforrásának tartják: a virágpórpelletek antioxidáns-hatásuk, ásványianyag-tartalmuk, zsírsav-összetételük és bizonyos betegségek megelőzésére való alkalmazhatóságuk miatt funkcionális étrend-kiegészítőként használhatók [7, 14].

Tapasztalataink szerint a beltartalmi összetevők és élelmiszer-biztonsági kockázatok kutatását általában nem kíséri az érzékszervi jellemzők teljeskörű vizsgálata. A virágpórok érzékszervi tulajdonságaival kapcsolatban csak egy-egy publikált kutatási eredményt találtunk. Az érzékszervi adatok minőségét az érzékszervi bírálók határozzák meg, ezért szükséges a képzett és hozzáértő szakember gárda teljesítményének folyamatos monitorozása, amelyre számos módszert dolgoztak ki [15, 16, 17, 18]. Az érzékszervi fogyasztók kedveltségi értékeinek és a képzett bírálók intenzitás értékeinek összekapcsolása mind módszer, mind statisztikai, mind szoftveres oldalról megoldott [19, 20, 21]. Az egyik legtöbb információt hordozó megoldás az illat-íz-állomány érzékszervi és műszeres eredményeinek integrálása [22, 23, 24, 25, 26].

A világszinten megfigyelhető tömeges méhpusztulás következtében előtérbe kerültek a méhek egészségének védelmére irányuló kutatások, amelyek alapján a méhek tápláltsági állapota nagymértékben befolyásolja azok élősködőkkel, fertőzésekkel és különböző stresszfaktorokkal szembeni ellenálló képességét, ezáltal pedig a mortalitásuk mértékét is [27, 28]. Általánosságban elmondható, hogy a pollenek változatos tápanyag-összetétellel rendelkeznek, és hogy fellelhető

bennük a bioaktív komponensek széles skálája. Nagy mennyiségben tartalmaznak fehérjéket, aminosavakat, hasznosítható szénhidrátokat és lipideket, továbbá fenolos vegyületeket, enzimeket, koenzimeket, vitaminokat és ásványi anyagokat is [29]. Ezek a vegyületek elengedhetetlenek a méhek megfelelő fiziológiai fejlődéséhez, így a család egy kisebb része virágporgyűjtésre specializálódik. A pollengyűjtő méhek a testükre tapadt virágpórt a hátsó lábukon lévő kosárkákba halmozzák, mirigyváladékaikkal és nektárral keverve formálják-tömörítik, így könnyen el tudják szállítani a kaptárba. Az erős családok optimális körülmények között a szükségesnél jóval több virágpórt hordanak össze, ezért a méhészek egy speciális eszköz segítségével begyűjthetik tőlük a pelletet, amelyet étrend-kiegészítőként és apiterápiás célokra alkalmaznak [30, 31]. Ismert tény, hogy a méhek eltérő preferenciát mutatnak a különböző virágpórok iránt. A repce virágpórt például előnyben részesítik az azzal egy időben rendelkezésre álló pollenekkel szemben, míg más növények virágpórt csak időszakosan vagy szélsőséges időjárási körülmények között gyűjtik [30, 32, 33]. Számos kutató arra a megállapításra jutott, hogy a méhek képesek az aminosav-szükségletüknek megfelelően szelektálni a különböző virágpórfajták között, vannak tanulmányok azonban, amelyek cáfolják ezt a feltételezést [2, 3].

Napjainkban az élelmiszervizsgáló kutatások fontos iránya a mézhamisítás felismerésére szolgáló módszerek kidolgozása. A mézben lévő aminosavak főként a virágpórból származnak, így felvetődik az aminosav-összetétel vizsgálatán alapuló eredetmeghatározás lehetősége [1]. Jelenleg kevés információval rendelkezünk arról, hogy milyen összefüggés van a pollenek és a fajtamézek aminosav-összetétele között.

Munkánk célja, hogy párhuzamot vonjunk néhány fajtaméz és azok fő forrásnövényeiről származó, méhek által gyűjtött virágpórpelletek, valamint a növényekről közvetlenül gyűjtött virágpórok szabad aminosav-profilja között, különös tekintettel a prolintartalomra. Célul tűztük ki annak a hipotézisnek a tisztázását, miszerint a méhek képesek szükségletüknek megfelelően szelektálni a különböző pollenek között. Ennek érdekében célunk megvizsgálni, hogy van-e összefüggés a méhek által különösen preferált repce virágpórt aminosav-összetétele és a méhek aminosav-szükséglete között.

#### ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgáló mintáink között repce-, hárs-, japánakác-, aranyvessző- és napraforgómézek, valamint ezek forrásnövényeiről közvetlenül gyűjtött virágpórok szerepeltek. A pollenek kiválasztásánál célunk az volt, hogy olyan növények virágpórt aminosav-összetételét, vizsgáljuk meg, amelyekről a méhek fajtaméz adó nektárt is gyűjtenek; olyan virágokét,

amelyek nem nektáradók, ám pollenforrásként felhasználják őket a méhek, továbbá olyanokét is, amelyekről csak kivételes körülmények között gyűjtenek virágpórt. A felhasznált mintákra vonatkozó adatokat az **1. táblázat**ban foglaltuk össze.

A méhek számára tápanyagforrásként szolgáló mályvacserje és őszirózsa pollenjének, illetve a méhek által ritkán látogatott parlagfű és muskátli virágpórt [31, 32] szabad aminosav-összetételét

is meghatároztuk. Vizsgáltuk továbbá a repcéről és napraforgóról származó, valamint a méhek által szelektált nyári gyűjtésű virágpórpelletek szabad és fehérjében kötött aminosav-összetételét is.

A mézek pollen-összetételének meghatározását a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Takarmányvizsgáló Nemzeti Referencia Laboratóriumának szakértője végezte a szabványos előírásoknak megfelelően hagyományos,

1. táblázat. A vizsgálatban szereplő mézek, virágpórok és virágpórpelletek jellemzői  
Table 1. Characteristics of the honeys, pollens and pollen pellets included in the study

Mézek / Honeys			
Vizsgált méz Honey tested	Származási hely Place of origin	Évjárat Year	Feltüntetett növény pollenaránya (%) Pollen ratio of the plant indicated (%)
Repce Rapeseed	Hajdú-Bihar	2017	91
Hárs Linden	Tolna	2017	14
Japánakác Japanese pagoda tree	Fejér	2017	60
Napraforgó Sunflower	Hajdú-Bihar	2017	66
Aranyvessző Goldenrod	Somogy	2017	11
Virágpórok			
Vizsgált pollen Pollen tested	Származási hely Place of origin	Virágzási idő Flowering period	Pollen színe Pollen color
Repce Rapeseed	Hajdú-Bihar	április - május April - May	élénk citromsárga bright lemon yellow
Hárs Linden	Pest	június - július June - July	sötét citromsárga dark lemon yellow
Japánakác Japanese pagoda tree	Pest	július - augusztus July - August	okkersárga ocher
Napraforgó Sunflower	Hajdú-Bihar	július - augusztus July - August	élénk narancssárga bright orange
Aranyvessző Goldenrod	Hajdú-Bihar	július - szeptember July - September	élénk citromsárga bright lemon yellow
Kerti mályvacserje Common hibiscus	Hajdú-Bihar	július - szeptember July - September	fehér white
Parlagfű Ragweed	Hajdú-Bihar	augusztus - október August - October	kénsárga sulfur yellow
Őszirózsa Aster	Hajdú-Bihar	augusztus - október August - October	halvány citromsárga pale lemon yellow
Muskátli Pelargonium	Hajdú-Bihar	május - október May - October	sötét narancssárga dark orange
Virágpórpelletek			
Vizsgált termék Product tested	Származási hely Place of origin	Évjárat Year	Szín Color
Repce Rapeseed	Magyarország Hungary	2017	citromsárga lemon yellow
Napraforgó Sunflower	Magyarország Hungary	2017	narancssárga orange
Nyári vegyes (hárs, fehér here, mézontófű, pipacs és egyéb) Summer mix (linden, white clover, California bluebell, poppy and more)	Magyarország Hungary	2017	vegyes (sárga, barna, liláskék, szürkészöld) mixed (yellow, brown, purple, grayish green)

mikroszkópos módszerrel [34]. A virágporszemek mikroszkopikus tulajdonságai alapján azonosítható a forrásnövény.

A szabad aminosav-összetétel meghatározásához a mintaelőkészítést az alábbiak alapján végeztük:

50 mL-es Erlenmeyer lombikba analitikai pontossággal bemértük a virágról gyűjtött pollenek esetén 0,2 g, mézeken 3,0 g, virágpór-pelletek esetén pedig 1,0 g homogenizált mintát. A pelletmintákat bemérés előtt dörzsmozsárban aprítottuk annak érdekében, hogy a lehető legtöbb aminosav kioldódjon belőlük. A bemért mintákhoz 5 mL triklórecetsavat adtunk, majd 100 rpm-en rázógép

segítségével 1 órán át extraháltuk. Az extraktumot ezt követően először szűrőpapíron át kémcsőbe, majd 0,22 µm-es pórusátmérőjű fecskendőszűrőt felhasználva Eppendorf-csövekbe szűrtük. Az így előkészített mintákat a vizsgálatig fagyaszta tároltuk.

Az összes aminosav-összetétel meghatározásához a mintaelőkészítést az alábbiak alapján végeztük:

A virágpór-pelleteket dörzsmozsárban aprítottuk, majd 0,15 g mennyiséget analitikai pontossággal hidrolizáló csövekbe mértünk. A mintákhoz hozzáadtunk 10 mL 6 M sósavat, majd nitrogénnel átbuborékkoltattuk. A lezárt oldatot 110 °C-on,

2. táblázat. A vizsgált mézek pollenanalízisének eredményei  
Table 2. Pollen analysis results of the honeys tested

Mézek Honey	Főpollen (45%<) Main pollen (45%<)	Kísérő- pollenek (16-45%) Accompanying pollens (16-45%)	Kis mennyiségben jelen lévő pollenek (1-16%) Pollens present in small amounts (1-16%)	Egyéb pollenek (<1%) Other pollens (<1%)
Repce Rapeseed	repce (91%) Rapeseed (91%)	– –	rózsaféle (6%), napraforgó (1%), fűzfaféle (1%) Roses (6%), sunflower (1%), wil- lows (1%)	parlagfű, ernyős-virágzatúak, vad- gesztenye, libatop, fészkes- virágzatúak, fagyal, bogáncs Ragweed, umbellifers, horse chestnut, pigweed, asteraceae, privet, thistle
Hárs Linden	repce (61%) Rapeseed (61%)	napraforgó (16%) Sunflower (16%)	hárs (14%), fehér here (6%), Linden (14%), white clover (6%)	kukorica, cickafark, szarvaskerep, fagyal, pázsitfűféle, ernyős-vi- rágzatúak, lóhere, gyalogakác, aranyvessző Corn, yarrow, birdsfoot trefoil, privet, gramineae, umbellifers, clover, false indigo, goldenrod
Japánakác Japanese pago- da tree	japánakác (60%) Japanese pagoda tree (60%)	napraforgó (18%) Sunflower (18%)	rózsaféle (6%), útifű (6%), lepény- fa (3%), zsálya (2%), Roses (6%), plantago (6%), honey locust (3%), sage (2%),	bálványfa, aprószulák, ernyősök Tree of heaven, field bindweed, umbellifers
Napraforgó Sunflower	napraforgó (66%) Sunflower (66%)	– –	rózsaféle (11%), lucerna (10%), gyalogakác (6%), mézontófű (3%), lóhere (2%), bogáncs (1%), repce (1%) Roses (11%), alfalfa (10%), false indigo (6%), California bluebell (3%), clover (2%), thistle (1%), rapeseed (1%)	– –
Arany-vessző Goldenrod	– –	napraforgó (30%) repce (30%) Sunflower (30%) rapeseed (30%)	aranyvessző (11%), fehér here (4%), akác (4%), benge (3%), ló- here (3%), útifű (3%), fagyal (2%), imola (2%), rózsaféle (1%), gyalog- akác (1%), parlagfű (1%), üröm (1%), ernyősvirágzatúak (1%), libatop (1%), oregánó (1%) Goldenrod (11%), white clover (4%), locusts (4%), rhamnus (3%), clover (3%), alfalfa (3%), privet (2%), knapweed (2%), roses (1%), false indigo (1%), ragweed (1%), mugworts (1%), umbellifers (1%), pigweed (1%), oregano (1%)	mézontófű, bogáncs, nadálytő California bluebell, thistle, com- frey

3. táblázat. Fajtamézek és a nektárforrásként megjelölt növények virágpórának szabad aminosav-tartalmának  
átlag értéke (mg/kg)

Table 3. Average free amino acid content values of single flower honeys and of the pollen of the plants indicated  
as the sources of the nectar (mg/kg)

Aminosavak Amino acid	Repce Rape- seed	Repce- méz Rapeseed honey	Hárs Linden	Hárs- méz Linden honey	Japán- akác Japanese pagoda tree	Japán- akác- méz Japanese pagoda tree honey	Napra- forgó Sunflow- er	Napra- forgó- méz Sunflow- er honey	Arany- vessző Golden- rod	Arany- vessző- méz Golden- rod honey
Alanin Alanine	601	10	399	4	654	14	465	17	364	19
Arginin Arginine	584	10	130	2	85	1	111	2	171	2
Aszparagin Asparagine	958	27	2906	9	1609	32	361	33	3330	38
Aszparaginsav Aspartic acid	987	6	550	4	2272	3	1680	73	641	5
Fenil-alanin Phenylalanine	183	6	17	4	271	8	194	28	340	23
Glicin Glycine	189	3	10	1	244	2	75	3	41	3
Glutamin Glutamine	1593	18	382	9	46	10	853	3	426	23
Glutaminsav Glutamic acid	1689	29	1317	17	51	31	1556	29	1332	77
Hisztidin Histidine	444	8	361	4	285	2	221	8	95	4
Izoleucin Isoleucine	4	4	212	2	104	4	71	6	115	7
Leucin Leucine	10	5	38	2	116	4	95	6	129	7
Lizin Lysine	1466	19	143	7	236	3	158	9	156	9
Metionin Methionine	72	3	47	2	43	2	45	3	3	1
Ornitin Ornithine	227	29	773	14	611	31	18	36	671	36
Prolin Proline	<b>16692</b>	<b>514</b>	<b>29329</b>	<b>302</b>	<b>38631</b>	<b>405</b>	<b>10263</b>	<b>389</b>	<b>8942</b>	<b>467</b>
Szerin Serine	388	12	880	5	1407	13	743	19	123	19
Tirozin Tyrosine	249	3	27	2	197	3	127	7	134	7
Treonin Threonine	175	7	114	2	270	6	139	9	17	8
Valin Valine	636	12	108	4	395	12	347	17	40	17
Összesen Total	<b>27147</b>	<b>724</b>	<b>37741</b>	<b>399</b>	<b>47525</b>	<b>586</b>	<b>17521</b>	<b>695</b>	<b>17070</b>	<b>773</b>

24 órán át hidrolizáltuk. A hidrolizátumot lehűlés után 20 mL 4 M NaOH oldattal átmostuk egy 25 mL-es gömblombikba, és desztillált vízzel jelre töltöttük. A semlegesítés után kapott oldatot szűrőpapíron keresztül először kémcsövekbe, majd 0,22 µm-es pórusátmérőjű fecskendőszűrő felhasználásával Eppendorf-csővekbe szűrtük. Az így előkészített mintákat a vizsgálatig fagyaszta tároltuk.

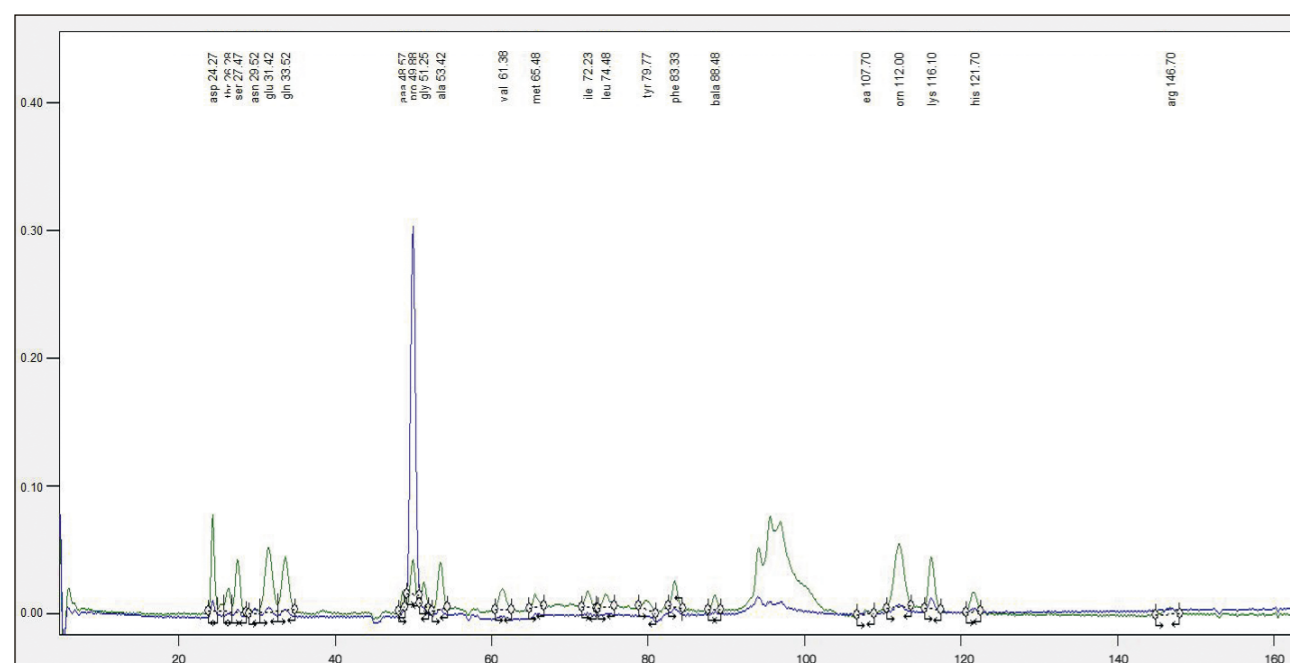
A szabad aminosav-összetétel és összes aminosav-összetétel meghatározását INGOS AAA 400 aminosav analízissel végeztük a Szent István Egyetem Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszékén, ioncserés kromatográfiás módszerrel. Az INGOS AAA 400 paraméterei:

- Kationcserélő oszlop: Ionex Ostion LCP 5020, oszlopméret: 200 x 3,7 mm,
- Oszlophőmérséklet: 50 °C-60 °C
- Reakcióhőmérséklet: 120 °C
- Analízisidő: 200 perc
- Eluens: Li-citrát pufferek (Li-citrát, LiCl és citromsav) Mintatérfogat: 100 µl
- Detektálás: 440 nm, 570 nm
- Eluens áramlási sebesség: 0,30 mL/perc
- Ninhidrin áramlási sebesség: 0,25 mL/perc
- Kimutatási határ: 0,5 µmol/L

A meghatározás erősen savas közegből történik, gyengülő savasságú eluensek sorozatával, lépcsős gradiens elúcióval (puffer 1: 0,18 M Li-citrát, pH 2,80; puffer 2: 0,20 M Li-citrát, pH 3,05; puffer 3: 0,36 M Li-citrát, pH 3,35; puffer 4: 0,33 M Li-citrát, pH 4,05; puffer 5: 1,20 M Li-citrát, pH 4,65). Az aminosavakat ninhidrinnel adott színreakciójuk alapján spektrofotometriásan detektáljuk. A prolin színreakciója eltér a többi aminosavétól, ezért azt 440 nm-en, míg a többi aminosavat 570 nm-en lehet detektálni. A színreakció oszlop utáni származékképzéssel, 120 °C-on megy végbe. A kromatogramok kiértékelését a CHROMuLAN082 program segítségével végeztük, standard aminosav- eleggyel való összehasonlítás alapján. A kísérlet során kapott két jellemző kromatogramot az **1. és 2. ábrán** mutatjuk be.

#### EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A pollenanalízis eredménye azt mutatta, hogy egyedül a repceméz rendelkezik 90% feletti főpollen aránnyal. A napraforgó- és a japánakácméz 66, illetve 60%-ban tartalmazták a jelzett növényről származó virágpórt. A hárs- és aranyvesszőméz túlnyomórészt nem a megjelölt forrásnövényről származó polleneket tartalmazta, továbbá nagy mennyiségben voltak jelen bennük olyan növények pollenjei, amelyek nem egy időben virágznak, így valószínűsíthető, hogy a késztermékeket nem megfelelően kezelték. A mézek pollen összetételét a **2. táblázat** mutatja be.



1. ábra. Hárs virágpórt-esszenciális aminosav-összetételének kromatogramja  
Figure 1. Chromatogram showing the essential amino acid composition of linden pollen

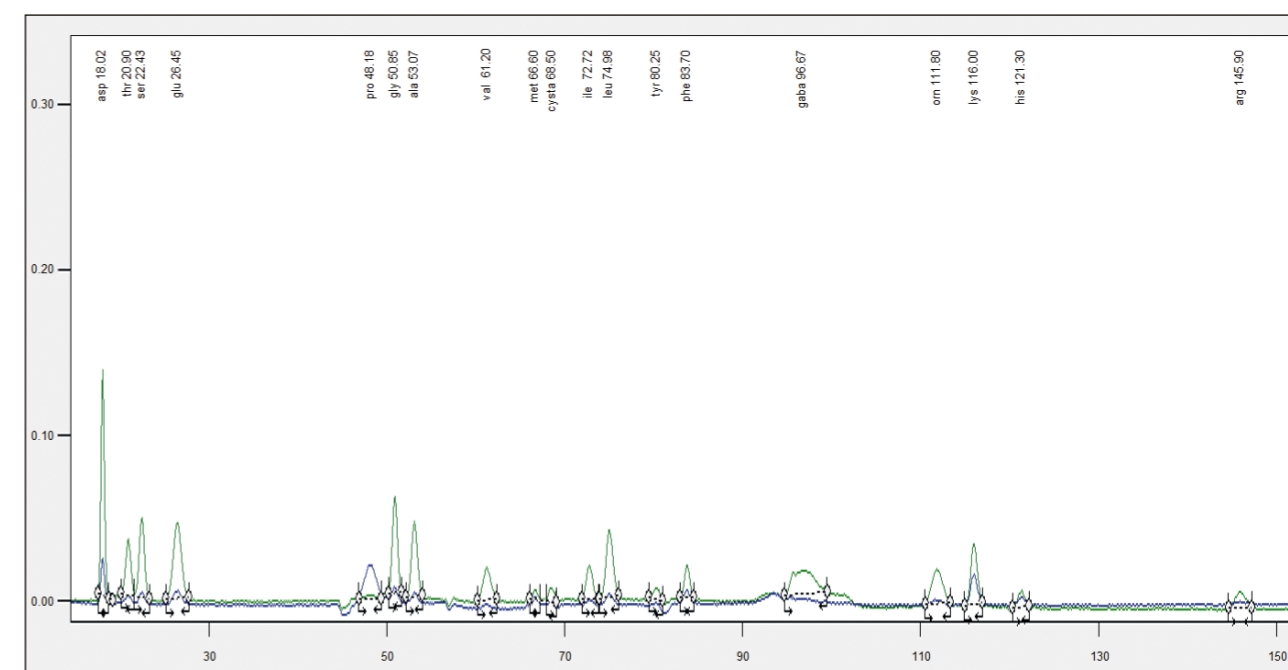
A szabad aminosavak koncentrációja a mézekben 0,40 – 0,77 mg/g, a közvetlenül a növényről gyűjtött virágpórokban 15,06 – 47,53 mg/g, a méhek által gyűjtött pelletekben pedig 10,40 – 22,41 mg/g. Mindhárom termékfajtában a prolin dominál, amelynek aránya az összes szabad aminosavhoz képest a mézek esetén 56 – 76%, a virágpórok esetén 29 – 81%, a virágpórt pelletek esetén pedig 69 – 82% között alakult. A virágpórokban hozzávetőlegesen két nagyságrenddel nagyobb a szabad prolin koncentrációja, mint a mézekben. A mézek azonban csekély pollentartalommal rendelkeznek, így számításaink alapján a mézek szabad prolin-tartalmának csupán 1,8%-a származik virágpórból, azaz eredményeink megerősítik azt a feltételezést, miszerint a méhek a nektár átalakítása során anyagcsere-folyamataik révén megváltoztatják a termék aminosav-összetételét.

A **3. táblázat**ban a fajtamézek és a nektárforrásként megjelölt növények virágpórában szabad aminosav-tartalmát hasonlítottuk össze. Az adatok alapján a mézek és a virágpórok aminosav-profilja között kettő vagy három nagyságrendi eltérés tapasztalható. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy a mézek virágpórt-összetétele nagyon változatos, a főpollenek aránya csak ritkán éri el a 90%-ot. Eredményeink visszavezethetők továbbá arra is, hogy a szélsőséges környezeti körülmények befolyásolják a virágpórok aminosav-összetételét, illetve hogy a nektár aminosav-tartalma, a méhek átalakító tevékenysége és a tárolási idő mind-mind hatással vannak a mézek szabad aminosav-összetételére [35].

A pelletek összes aminosav-koncentrációja repce esetén 157,91 mg/g, napraforgó esetén 61,84 mg/g, a nyári gyűjtésű vegyes termék esetén pedig 65,96 mg/g, amelynek átlagosan 24%-át adja a prolin. Eredményeink megerősítik a szakirodalmi adatokat, amelyek szerint a méhek által gyűjtött virágpórokban a prolin túlnyomó része szabad formában van jelen [36]. Az **3. ábra** a pelletek méhek számára esszenciális aminosav-összetételét mutatja, amely alapján megállapítható, hogy a repcéről származó termék hozzávetőlegesen két-háromszoros mennyiségben tartalmazza ezeket a komponenseket a másik két mintához viszonyítva.

A virágpórt-pelletek esszenciális aminosav-tartalmának mérési eredményeit összevetettük azokkal az irodalmi adatokkal, amelyek a méhek számára esszenciális aminosavak arányait tárgyalják [37]. A **4. ábra** a mézelő méhek relatív aminosav-szükségletét és a mintákban fellelhető aminosavak egymáshoz viszonyított arányát mutatja be. A méhek tápanyag-ellátásának optimalizálása során érdemes szem előtt tartani, hogy a termékekben az izoleucin volt a limitáló aminosav, ugyanis a méhek ezt igénylik a legnagyobb mennyiségben, viszont a pellet mintákban csak alacsony, illetve közepes arányban volt jelen ez az aminosav.

A második limitáló aminosav repce, valamint nyári, vegyes gyűjtésű termék esetén a metionin, napraforgó esetén pedig a treonin voltak.



2. ábra. Nyári pellet esszenciális aminosav-összetételének kromatogramja  
Figure 2. Chromatogram showing the essential amino acid composition of summer pellet

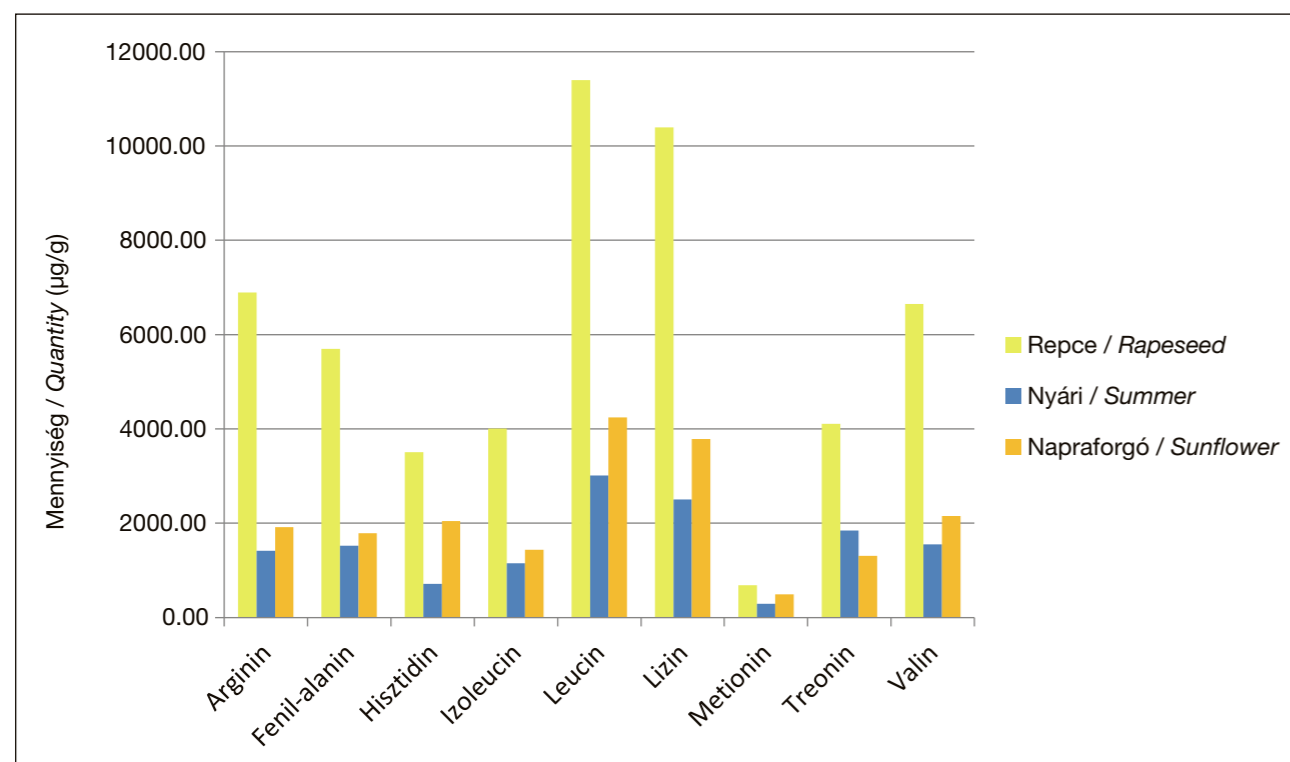
Az eredmények alapján megcáfoljuk azt a hipotézist, amely szerint a méhek szükségletüknek megfelelően szelektálnak a különböző fajta virágporok között, és aszerint választják meg a gyűjtendő pollent, hogy az a számukra legmegfelelőbb táplálékul szolgáljon, mivel az általuk leginkább preferált repce pollen nem optimális aminosav-összetételű. A növényen lévő pollen mennyisége, fehérjetartalma, könnyű elérhetősége (megfelelő virágszerkezet) és az adott növény színe, illata és kaptártól való távolsága valószínűleg nagyobb szerepet játszik a preferenciában.

#### ÖSSZEFOGLALÁS

Kísérleti munkánk során összevetettük a vizsgált mézekben található, a virágokról általunk gyűjtött virágporokban lévő és a kereskedelmi forgalomba kerülő, méhek által gyűjtött virágpor-pelletek aminosav-összetételét. A kísérletek egy része arra irányult, hogy összefüggést találjunk a virágporok aminosav-tartalma és a méhek gyűjtési preferenciái között, másik részében pedig arra kerestük a választ, hogy a mézek aminosav-tartalma tükrözi-e a forrásul szolgáló növény pollenjének aminosav összetételét. A virágpor szinte kizárólagos aminosav- és fehérjeforrásként szolgál a méhek számára. Számos kutató arra a megállapításra jutott, hogy a méhek képesek szükségletüknek megfelelően szelektálni a különböző virágporfajták között, eredményeink azonban megcáfolták ezt az állítást, mivel az általuk leginkább preferált repce pollen nem optimális aminosav összetételű. Sokkal valószínűbb, hogy a növényen lévő pollen mennyisége, fehérjetartalma,

könnyű elérhetősége (megfelelő virágszerkezet) és az adott növény kaptártól lévő távolsága is szerepet játszik a preferenciában. A méz virágportartalma azokról a virágokról származik, amelyeket a méhek akár nektárért, akár virágporért látogatnak, ezért egyes esetekben a méz eredetének is bizonyítékai lehetnek. Vizsgálatainkban viszonylag nagy fajtapollen-tartalmú és kisebb pollen arányú mézek is szerepeltek.

Ismert tény, hogy a mézekben és a virágporokban is a prolin dominál szabad aminosavként. A prolin a növényekben egyfajta „stresszhormon”, azaz szükség esetén más aminosavak prekursoraként szolgál, ezért nagy mennyiségben termelődik a különböző növényi részekben. Vizsgálati eredményeink szerint a virágporok szabad prolin-tartalma nagyságrendekkel magasabb, mint a többi szabad aminosav mennyisége, számításaink alapján azonban a virágporok csak kis részben járulnak hozzá a mézek prolin-tartalmához. Következésképp megerősíthető az az elmélet, miszerint a méz készítése során a méhek átalakítják a gyűjtött anyagokat. A méh szervezetével való kapcsolat hatására megváltozik a termékben az aminosavak aránya. Mivel a prolin a méhek számára nem esszenciális, így aránya megnő a termékben, ugyanakkor az esszenciális aminosavakat szervezetük hasznosítja, így arányuk csökken a mézben. További kísérletekkel célszerű vizsgálni a méhek pollenpreferenciáját olyan kísérleti körülmények között, ahol az egyes növényfajok nagyjából azonos mennyiségben és elérhetőséggel állnak rendelkezésre, többek között kizárva a könnyű elérhetőség torzító hatását. Egyes

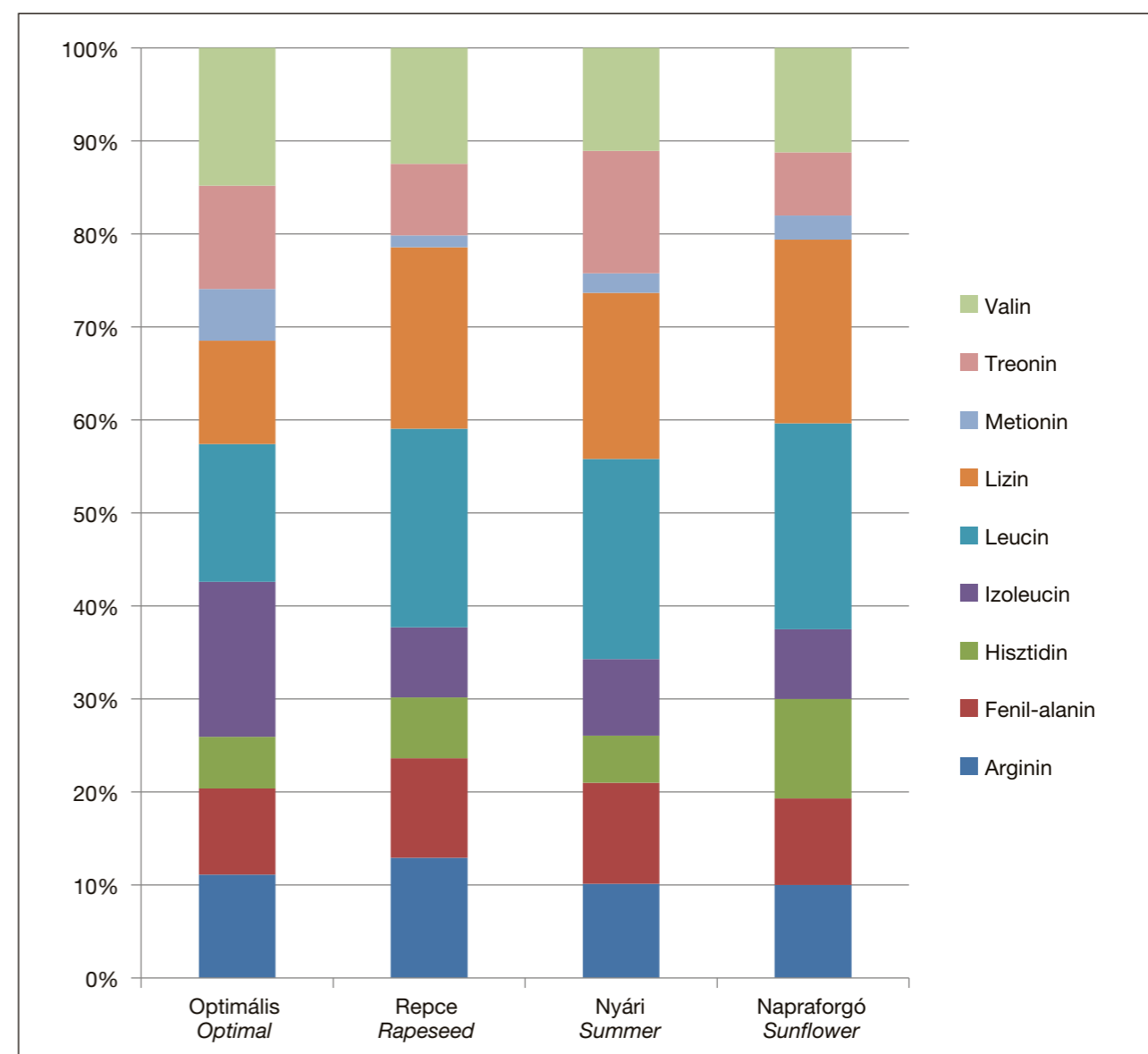


3. ábra. A virágpor-pelletek esszenciális aminosav-összetétele  
Figure 3. Essential amino acid composition of pollen pellets

kutatások arra is utalnak, hogy a méhek a prolinban gazdag nektárforrásokot is előnyben részesítik. Mivel a prolin a méhek számára nem esszenciális, ezért ez a vizsgálat azzal pontosítható, ha teljesen azonos cukorösszetételű és illatú nektárforrásokot (cukoroldatok) hasonlítunk össze prolinnal dúsított és prolin nélküli változatokban.

#### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozunk Dr. Hannig Zoltánnak (†), a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Takarmányvizsgáló Nemzeti Referencia Laboratórium vezetőjének, aki lehetőséget biztosított a mikroszkopos pollen-analízis megvalósításához, valamint Szabó Adélnak, aki a vizsgálatokat elvégezte.



4. ábra. A méhek relatív aminosav-szükséglete [17] és az esszenciális aminosavak megoszlása a virágpor-pellet mintákban  
Figure 4. Relative amino acid demand of bees [17] and the distribution of essential amino acids in pollen pellet samples

# Analysis of the amino acid composition of pollen and honey

**KEYWORDS:** Pollen, honey, pollen pellets, pollen analysis, amino acid composition

## SUMMARY

Nowadays, an important direction in food analytical research is the development of methods for detecting honey counterfeiting. The amino acids in honey come mainly from pollen, raising the possibility of origin determination based on the examination of amino acid composition [1]. In our research, the free amino acid composition of single flower honeys and the pollen from their original plants were compared. According to our results, there is no correlation between the amino acid profiles of the pollen and the honeys, which is mainly due to the fact that it is rare that the pollen composition of single flower honeys strongly reflects the flower character. Our results support the hypothesis that proline comes from the bees, and the proline content of the pollen contributes to the high proline content of honey only marginally. Pollen pellet samples also contain large amounts of nectar and glandular secretions in addition to the pollen, and thus have a significantly lower free amino acid content than pollen samples collected directly from the flowers. In the course of the research, the total amino acid content of the pollen pellets was in the 6 to 16% range. Compared to other amino acids, proline was present in a significantly higher proportion in the free form than in the protein-bound form. There are contradictory data in the literature regarding the ability of bees to select among different pollens according to their needs [2, 3]. According to our results, the amino acid composition of pellets selected by the bees reflects their amino acid requirements better than unifloral samples. The rapeseed pellet, which is particularly preferred by the bees, has an amino acid composition that is different from the optimal one, but it has an outstanding essential amino acid content, so it is likely that a quantitative, and not qualitative protein intake regulation is carried out by the bees.

## INTRODUCTION AND LITERATURE REVIEW

Pollen is a microscopic, granular material that provides the male genetic material of flowering plants. When nectar is collected, it easily adheres to the body of the bees and eventually appears in the honey [4]. Pollen analysis can thus be used to determine the botanical origin of honeys, but with several limitations. Individual identification of the pollen grains requires a long time and special expertise, and is therefore relatively expensive. The reliability of the analysis is influenced by the experience and current judgment of the expert carrying out the investigation. In order to eliminate these factors, characterization of honeys

based on chemical parameters has been preferred [5]. According to our knowledge, with the exception of proline, amino acids found in honey come from the pollen, so examination of the amino acid profile, together with other parameters, may be potentially useful in the determination of the botanical origin of honeys [1].

The beekeeping sector, in addition to producing widely sought-after export products, is of vital ecological and economic importance: by pollinating flowers, bees ensure the proliferation of wild and cultivated plants, thus contributing to maintaining biodiversity and increasing agricultural productivity

[6]. Pollen production has a tradition in only a few countries, but there has been a significant increase in demand on the international level over the last decade. Worldwide, more than 10,000 tons of pollen is consumed annually. Because of its natural conditions, in addition to Brazil, Argentina, Spain and China, Hungary also produces outstanding amounts of pollen [7]. Due to the natural and landscape conditions, as well as centuries-old cultural traditions, favorable conditions for the production of beekeeping products have developed in Hungary. In addition to their nutritional benefits, pollen pellets may pose a number of food safety risks, the most important of which are pesticides, toxic metals, pyrrolizidine alkaloids and mycotoxins [8, 9, 10, 11]. Pollen and the pellets made from it are extremely valuable in terms of nutrient content: they contain carbohydrates (13–55%), proteins (10–40%), fats (1–13%), dietary fiber (0.3–20%) and minerals (2–6%) [12]. In addition, some studies emphasize their antioxidant, antibacterial, anti-inflammatory, anticarcinogenic and antiallergic properties [13]. The importance of the topic is demonstrated by the fact that in the last 10–15 years the number of research projects concerning the nutrient content of pollen, as well as its vitamin, mineral and polyphenol composition has increased significantly. Based on this, pollen is considered to be a very valuable nutrient source in the human diet: pollen pellets can be used as functional dietary supplements due to their antioxidant activity, mineral content, fatty acid composition and their applicability in the prevention of certain diseases [7, 14].

In our experience, research on nutritional ingredients and food safety risks is generally not accompanied by a full examination of the organoleptic characteristics. We found only a few scattered research results regarding the organoleptic properties of pollen. The quality of sensory data is determined by the sensory judges, and it is therefore necessary to continuously monitor the performance of trained and expert judges, for which several methods have been developed [15, 16, 17, 18]. Linking of the preference values of sensory consumers and the intensity values of trained judges is solved both from a method, statistical and software point of view [19, 20, 21]. One of the solutions that provide the most information is the integration of the organoleptic and instrumental results of smell, taste and texture [22, 23, 24, 25, 26].

Due to the enormous number of bee deaths worldwide, research projects have been focusing on the protection of the health of bees, according to which the nutritional status of bees greatly influences their resistance to parasites, infections and various stress factors, and thus their mortality [27, 28]. In general, it can be stated that pollens have a variety of nutrient profiles and a wide variety of bioactive components are found in them. They contain large amounts of proteins, amino acids, usable carbohydrates and lipids, as well as phenolic compounds, enzymes,

coenzymes, vitamins and minerals [29]. These compounds are essential for the proper physiological development of bees, so a smaller part of the family specializes in pollen collection. Pollen collecting bees accumulate pollen adhering to their bodies in the baskets on their hind legs, shape and compact it with their glandular secretions and nectar, so they can easily transport it to the hive. Under optimal conditions, strong families collect much more pollen than they need, and therefore, beekeepers can collect pellets from them using a special tool, and the pellets are used as dietary supplements and for apitherapeutic purposes [30, 31]. It is a known fact that bees have different preferences for different types of pollen. For example, pollen from rapeseed is preferred to other pollen available at the same time, while pollen from other plants is only collected only periodically or under extreme weather conditions [30, 32, 33]. Many researchers have found that able to select among different pollen species according to their amino acid requirements, but there are studies that refute this assumption [2, 3].

Nowadays, an important direction in food analytical research is the development of methods for detecting honey counterfeiting. The amino acids in honey come mainly from pollen, raising the possibility of origin determination based on the examination of amino acid composition [1]. At present, little information is available on the relationship between the amino acid composition of pollens and that of single flower honeys.

The aim of our work was to draw a parallel between the free amino acid profiles of some single flower honeys, pollen pellets from their main source plants collected by the bees, and pollen collected directly from the plants, with special emphasis on the proline content. We aimed to clarify the hypothesis that bees are able to select among different pollens according to their needs. To this end, we aimed to examine whether there was a correlation between the amino acid composition of rapeseed pollen, particularly preferred by the bees, and the amino acid requirement of the bees.

## MATERIALS AND METHODS

Our analytical samples included rapeseed, linden, Japanese pagoda tree, goldenrod and sunflower honey, as well as pollen collected directly from their source plants. When selecting the pollens, our goal was to examine the amino acid composition of plants from which nectar is collected by the bees for the production of single flower honey, of flowers that produce no nectar but are used by the bees as pollen sources, as well as of flowers from which pollen is collected only under exceptional circumstances. Data for the samples used are summarized in **Table 1**.

<sup>1</sup> Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Food Chemistry and Nutrition



The free amino acid composition of pollen from common hibiscus and aster, which are nutrient sources for the bees, and of pollen from ragweed and pelargonium, rarely visited by the bees, have also been determined [31, 32]. The free and protein-bound amino acid composition of pollen pellets from rapeseed and sunflower, as well as summer pollen pellets selected by the bees were also examined.

The pollen composition of the honeys was determined by a traditional, microscopic method by the expert of the Feed Testing National Reference Laboratory of the National Food Chain Safety Office, according to standard specifications [34]. The source plant can be identified on the basis of the microscopic properties of the pollen grains.

For the determination of the free amino acid composition, sample preparation was performed as follows:

In the case of pollens collected from flowers 0.2 g, in the case of honeys 3.0 g and in the case of pollen pellets 1.0 g of homogenized sample was weighed into a 50 ml Erlenmeyer flask with analytical accuracy. Pellet samples were crushed in a mortar before weighing in order to maximize the dissolution of amino acids. To the weighed samples, 5 ml of trichloroacetic acid was added, and extraction was carried out at 100 rpm for 1 hour on a shaker. The extract was then first filtered through filter paper into a test tube, then through 0.22 µm pore size syringe filters into Eppendorf tubes. The samples thus prepared were stored frozen until the analysis.

For the determination of total amino acid composition, sample preparation was performed as follows:

Pollen pellets were crushed in a mortar and 0.15 g was weighed into hydrolysis tubes with analytical accuracy. 10 ml of 6 M hydrochloric acid was added to the samples, and nitrogen was bubbled through the solutions. Hydrolysis of the sealed solutions was carried out at 110 °C for 24 hours. After cooling, the hydrolyzate was washed with 20 ml of 4 M NaOH solution into a 25 ml round-bottom flask, and it was filled to mark with distilled water. The solution obtained after neutralization was first filtered through filter paper into a test tube, then through 0.22 µm pore size syringe filters into Eppendorf tubes. The samples thus prepared were stored frozen until the analysis.

Free amino acid composition and total amino acid composition were determined using an INGOS AAA 400 amino acid analyzer at the Department of Food Chemistry and Nutrition of Szent István University, using an ion exchange chromatography method. The parameters of INGOS AAA 400:

- Cation exchange column: Ionex Ostion LCP 5020, column size: 200 x 3.7 mm,

- Column temperature: 50 °C-60 °C
- Reaction temperature: 120 °C
- Analysis time: 200 min
- Eluent: Li citrate buffers (Li citrate, LiCl and citric acid)
- Sample volume: 100 µl
- Detection: 440 nm, 570 nm
- Eluent flow rate: 0.30 ml/min
- Ninhydrin flow rate: 0.25 ml/min
- Detection limit: 0.5 µmol/l

The assay is carried out in a strongly acidic medium, with a series of eluents of gradually weakening acidity, with step gradient elution (*buffer 1*: 0.18 M Li citrate, pH 2.80; *buffer 2*: 0.20 M Li citrate, pH 3.05; *buffer 3*: 0.36 M Li citrate, pH 3.35; *buffer 4*: 0.33 M Li citrate, pH 4.05; *buffer 5*: 1.20 M Li citrate, pH 4.65). Amino acids are detected spectrophotometrically on the basis of their color reaction with ninhydrin. The color reaction of proline is different from that of the other amino acids, therefore it is detected at 440 nm, while the other amino acids can be detected at 570 nm. The color reaction takes place by post-column derivatization at 120 °C. Chromatograms were evaluated using the CHROMuLAN082 program, by comparison with standard amino acid mixtures. Of the chromatograms obtained in our studies, **Figure 1** shows the chromatogram of linden pollen, while **Figure 2** shows the chromatogram of summer pellet.

#### RESULTS AND CONCLUSIONS

Pollen analysis results showed that rapeseed honey alone has a main pollen ratio above 90%. Sunflower and Japanese pagoda tree honey contained pollen from the plant indicated in 66 and 60%, respectively. Linden and goldenrod honey contained mainly pollen not from the indicated source plant, and also contained large amounts of pollen from plants that do not bloom at the same time, suggesting that the finished products were not properly treated. Pollen compositions of the honeys are shown in **Table 2**.

The concentration of free amino acids was 0.40-0.77 mg/g in honeys, 15.06-47.53 mg/g in pollen collected directly from the plants, and 10.40-22.41 mg/g in the pellets collected by the bees. Proline was predominant in all three product types, with its ratio to the total free amino acids being 56-76% in the case of honeys, 29-81% in the case of pollen, and 69-82% in the case of pollen pellets. The concentration of free proline was approximately two orders of magnitude higher in pollen than in honey. However, honey has a low pollen content, so it is estimated that only 1.8% of the free proline content of honey comes from pollen, which means that our results support the hypothesis that the amino acid composition of the product is altered by the bees during the transformation of the nectar through their metabolic processes.

**Table 3** compares the free amino acid content of single flower honeys and of the pollen of the plants indicated as the sources of the nectar. According to the data, there is a difference of two or three orders of magnitude between the amino acid profiles of the honeys and the pollens. This is mainly due to the fact that the pollen composition of the honeys is very varied, and the proportion of the main pollen rarely reaches 90%. Our results can also be traced back to the fact that the amino acid composition of pollen is influenced by extreme environmental conditions, and that the free amino acid composition of honeys is influenced by the amino acid content of the nectar, the transformation activity of the bees, as well as storage time [35].

The total amino acid content of the pellets was 157.91 mg/g in the case of rapeseed, 61.84 mg/g in the case of sunflower and 65.96 mg/g in the case of the mixed product collected in the summer, 24% of which was proline on average. Our results confirm literature data, according to which the majority of proline is present in the free form in pollen collected by the bees [36]. **Figure 3** shows pellet composition with respect to amino acids essential for the bees, indicating that the rapeseed product contains approximately two to three times the amount of these components compared to the other two samples.

Measurement results of the essential amino acid content of pollen pellets were compared to literature data that discuss the ratios of amino acids essential to the bees [37]. **Figure 4** shows the relative amino acid requirements of honey bees and the proportion of the amino acids found in the samples. When optimizing bee nutrition, it is worth keeping in mind that isoleucine was the limiting amino acid in the products, as bees require this amino acid in the highest amount, but it was present in the pellet samples only in small to medium proportion. The second limiting amino acid in the case of rapeseed and the summer mixed product was methionine, while in the case of sunflower it was threonine.

Based on the results, we reject the hypothesis that bees select among pollen types according to their needs and choose the pollen to be collected to serve as the most suitable nutrition for them, since the rapeseed pollen most preferred by them does not have the optimal amino acid composition. It is most likely that the amount of pollen on the plant, its protein content, easy availability (suitable flower structure) and the color, smell and distance of the given plant from the hive play a greater role in the preference.

#### SUMMARY

In our experimental work, the amino acid composition of the honeys tested, of pollen collected from the flowers by us and of commercially available pollen pellets collected by the bees were compared.

Some of the experiments were aimed at finding a correlation between the amino acid content of pollen and the collection preferences of the bees, while others sought to determine whether the amino acid composition of the pollen of the source plants is reflected in the amino acid content of the honeys. Pollen serves as an almost exclusive source of amino acids and proteins for bees. Many researchers have concluded that bees are capable of selecting among different pollen species according to their needs, however, our results refute this claim, because the rapeseed pollen most preferred by them does not have the optimal amino acid composition. It is more likely that the amount of pollen on the plant, its protein content, easy availability (suitable flower structure) and the distance of the given plant from the hive all play a role in the preference. The pollen content of honey comes from the flowers that bees visit for either nectar or pollen, and so in certain cases it can serve as evidence of the origin of the honey. Our studies included relatively high single flower pollen content honeys and honeys with lower pollen content.

It is a known fact that proline is the predominant free amino acid in both honeys and pollens. Proline acts as a kind of “stress hormone” in plants, i.e., it serves as a precursor to other amino acids when needed, therefore, it is produced in large quantities in different parts of the plants. According to our test results, the free proline content of pollen is orders of magnitude higher than the amount of other free amino acids, but according to our calculations, pollen contributes only marginally to the proline content of honey. Consequently, the theory that bees transform the collected material during honey production can be confirmed. Contact with the bee’s body changes the proportion of amino acids in the product. Since proline is not essential to bees, its proportion in the product increases, while essential amino acids are utilized by their body, thus their proportion decreases in the honey. It is advisable to carry out further experiments to investigate the pollen preference of bees under experimental conditions where the plant species are available in approximately the same amounts and availability, thus eliminating the distorting effect of easy accessibility, among other things. Some studies also suggest that bees also prefer proline-rich nectar sources. Since proline is not essential to bees, this study can be refined by comparing nectar sources (sugar solutions) with exactly the same sugar composition and smell in proline-enriched and non-proline variants.

#### ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank Dr. Zoltán Hannig (†), Head of the Feed Testing National Reference Laboratory of the National Food Chain Safety Office, who provided the opportunity to carry out the microscopic pollen analysis, and Adél Szabó for performing the analyses.

The Project is supported by the European Union and cofinanced by the European Social Fund (grant agreement no. EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005). Végh Rita expresses her gratitude to the Doctoral School of Food Science of Szent István University.

## REFERENCES

- [1] Czipa N. (2010): Különböző eredetű mézek összehasonlító vizsgálata és a gyártmánykialakítás hatása a minőségre. Debreceni Egyetem. Doktori értekezés. 27.
- [2] Vaudo, A. D., Tooker, J. F., Grozinger, C. M., Patch, H. M. (2015): Bee nutrition and floral resource restoration. *Current Opinion in Insect Science*. 2015(10): 133-141.
- [3] Keller, I., Fluri, P., Imdorf, A. (2005): Pollen nutrition and colony development in honey bees part 1. *Bee World*. 86(1): 3-10.
- [4] Lukács G. (1997): A méz pollenvizsgálatának alkalmazhatóságáról és használhatóságáról. Élelmiszervizsgálati Közlemények. 43(3): 198-206.
- [5] Kasperné Szél Zs. (2006): A selyemkóróméz kémiai vizsgálata és összehasonlítása az akácmézzel. Budapesti Corvinus Egyetem. Doktori értekezés. 29-34.
- [6] Mucsi I. (szerk.) (2012): Gazdaságos méztermelés. Tudás Alapítvány, Hódmezővásárhely. 39-44.
- [7] Zuluaga, C.; Martínez, A.; Fernández, J.; López-Baldó, J.; Quiles, A.; Rodrigo, D. (2016): Effect of high pressure processing on carotenoid and phenolic compounds, antioxidant capacity, and microbial counts of bee-pollen paste and bee-pollen-based beverage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 37(Oct.): 10-17.
- [8] Böhme, F., Bischoff, G., Zebitz, C. P. W., Rosenkantz, P., Wallner, K. (2018): Pesticide residue survey of pollen loads collected by honeybees (*Apis mellifera*) in daily intervals at three agricultural sites in South Germany. *PLOS ONE*. 13(7). DOI: 10.1371/journal.pone.0199995
- [9] Sattler, J. A. G.; Melo, A. A. M.; Nascimento, K. S.; Melo, I. L. P.; Mancini-Filho, J.; Sattler, A.; Almedia-Muradian, L. B. (2016): Essential minerals and inorganic contaminants (barium, cadmium, lithium, lead and vanadium) in dried bee pollen produced in Rio Grande do Sul State, Brazil. *Food Science and Technology*. 36(3). 505-509.
- [10] Devesa, M. V., Keller, K. M., Affonso Lorenson, M. C., Teixeira Nunes, L. M., Sales, É. O., Barth, O. M. (2015): Mycotoxicological and palynological profiles of commercial brands of dried bee pollen. *Brazilian Journal of Microbiology*. 46(4): 1171-1176. DOI: 10.1590/S1517-838246420140316
- [11] Kempf, M., Heil, S., Haßlauer, I., Schmidt, L., Ohe, K., Theuring, C., Reinhard, A., Schreier, P., Beuerle, T. (2010): Pyrrolizidine alkaloids in pollen and pollen products. *Molecular Nutrition & Food Research*. 54(2): 292-300. DOI: 10.1002/mnfr.200900289
- [12] Campos, M., Bogdanov, S., Almedia – Muradian, L. B., Szesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., Ferriera, F. (2008): Pollen composition and standardisation of analytical methods. *International Bee Research Association*. 47(2):156–163.
- [13] Denisow, B., Denisow-Pietrzyk, M. (2016): Biological and therapeutic properties of bee pollen: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 96(13): 4303-4309. DOI: 10.1002/jsfa.772910
- [14] Li, Q.-Q.; Wang, K.; Marcucci, M.C; Frankland Sawaya, A.C.H.; Hu, L.; Xue, X-F.; Wu, L-M.; Hu, F-L. (2018): Nutrient-rich bee pollen: A treasure trove of active natural metabolites, *Journal of Functional Foods*, 49, 472-484.
- [15] Sipos, L., Ladányi, M., Gere, A., Kókai, Z., Kovács, S (2017): Panel performance monitoring by Poincaré plot: A case study on flavoured bottled waters. *Food Research International*, 99(1):198-205. doi: 10.1016/j.foodres.2017.04.029.
- [16] Sipos, L., Gere, A., Popp, J., Kovács, S. (2018): A novel ranking distance measure combining Cayley and Spearman footrule metrics. *Journal of Chemometrics*, 32, 4.
- [17] Sipos, L., Ladányi, M., Kókai, Z., Gere, A. (2017): Leíró vizsgálatot végző érzékszervi bírálók teljesítményértékelési módszereinek felülvizsgálata. Revision of the performance evaluation methods of sensory panellists performing descriptive analysis. Élelmiszervizsgálati Közlemények. 63 (1) 1435-1451.
- [18] Sipos, L., Kovács, Z., Szöllősi, D., Kovács, Z., Dalmadi, I., Fekete, A. (2011): Comparison of novel sensory panel performance evaluation techniques with e-nose analysis integration. *Journal of Chemometrics*, 5., 275–286.
- [19] Gere Attila, Sipos László, Kovács Sándor, Kókai Zoltán, Héberger Károly (2017): Which Just-About-Right feature should be changed if evaluations deviate? A case study using sum of ranking differences. *Chemometrics And Intelligent Laboratory Systems* 1:(1) pp. 1-8. (2017)
- [20] A. Gere, V. Losó, A. Györey, S. Kovács, L. Huzsvai, A. Nábrádi, Z. Kókai, L. Sipos (2014): 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) pp 3213-3225 DOI: 10.1002/jsfa.6673.
- [21] A. Gere, S. Kovács, K. Pásztor-Huszár, Z. Kókai, L. Sipos (2014): Comparison of preference mapping methods: a case study on flavored kefirs. *Journal of Chemometrics*, 28, (4), pp. 293–300. DOI: 10.1002/cem.2594.
- [22] B. Bernhardt, L. Sipos, Z. Kókai, A. Gere, K. Szabó, J. Bernáth, Sz. Sárosi (2015): Comparison of different *Ocimum basilicum* L. gene bank accessions analyzed by GC–MS and sensory profile. *Industrial Crops and Products*. DOI:10.1016/j.indcrop.2015.01.013.
- [23] Novák I , Sipos L , Kókai Z , Szabó K , Pluhár Zs , Sárosi Sz (2011): Effect of the drying method on the composition of *Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum* essential oil analysed by GC-MS and sensory profile method. *Acta Alimentaria*, 40:(Suppl. 1) pp. 130-138. (2011)
- [24] Sipos L , Ficzek G , Kókai Z , Tóth M (2013): New multiresistant apple cultivars - complex assessment of sensory and some instrumental attributes. *Acta Alimentaria*, 42:(2) pp. 264-274.
- [25] Sipos, L., Gere, A., Szöllosi, D., Kovács Z., Kókai, Z., Fekete, A. (2013): Sensory evaluation and electronic tongue for sensing flavored mineral water taste attributes. *Journal of Food Science*, 78(10):S1602-S1608. doi: 10.1111/1750-3841.12178.
- [26] Várvolgyi, E., Gere, A., Szöllősi, D., Sipos, L. Kovács, Z. Csóka, M. Mednyánszky, Zs. Fekete, A., Korány, K. (2014): Application of Sensory Assessment, Electronic Tongue and GC–MS to Characterize Coffee Samples. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 40(1):125–133.
- [27] Brodschneider, R., Crailsheim, K. (2010): Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. 41(3): 278-294.
- [28] Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., Conte, Y. (2010): Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology Letters*. 6(4): 562-565.
- [29] Komosinska-Vassev, K., Olczyk, P. Kazmierczak, J., Mencner, L., Olczyk, K. (2015): Bee Pollen: Chemical Composition and Therapeutic Application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- [30] Tóth Á. (1998): A méhlegelő és a megporzás. GATE RTK, Gödöllő.
- [31] Örörsi P. Z. (1957): Méhek között. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- [32] Sebestyén J. (2014): Virágporos méhlegelő. OMME Magyarország Kft. Budapest.
- [33] Halmágyi L., Keresztesi B. (szerk.) (1991): A méhlegelő. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- [34] MSZ 6950-3:2017 A méz vizsgálata. 3. rész: Mikroszkópos vizsgálat
- [35] Carter, C., Shafir, S., Yehonatan, L., Palemr, R. G., Thornburg, R. (2006): A novel role for proline in plant floral nectars. *Naturwissenschaften*. 2006(93):72–79.
- [36] González Paramás, A. M., Gómez Báres, J. A., Marcos, C. C., García-Villanova, R. J., Sánchez, J. S. (2006): HPLC-fluorimetric method for analysis of amino acids in products of the hive (honey and bee-pollen). *Food Chemistry*. 95(1): 148-156.
- [37] De Groot, A. P. (1953): Protein and amino acid requirements of the honeybee (*Apis mellifica* L.). University, Utrecht. 268.



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

Kántor Andrea<sup>1</sup>, Fischinger László Ádám<sup>1</sup>, Alexa Loránd<sup>1</sup>, Papp-Topa Emőke<sup>1</sup>, Kovács Béla<sup>1</sup>, Czipa Nikolett<sup>1</sup>

Érkezett: 2019. július – Elfogadva: 2019. szeptember

## Funkcionális kenyér, avagy a fokhagyma és készítményei hatása a kenyér egyes paramétereire

**KULCSSZAVAK:** Kenyér, fokhagyma, összes polifenol-tartalom, elemtartalom

### ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban a kenyér fogyasztása szinte mindennapos. Mivel a fokhagyma jótékony hatása közismert, ezért is gondoltunk arra, hogy a kenyérbe sítve azt, egy kellemes ízű és élettanilag is kedvező hatású terméket hozhatunk létre. A kísérlethez fokhagymát, fokhagymakrémet és fokhagyma granulátumot használtunk különböző koncentrációkban, melyeket előzetes vizsgálatok alapján választottunk ki. Az elkészült termékeknél vizsgáltuk, hogy a kontroll kenyérünkhöz képest a dúsítások milyen mértékben változtatták meg a termékben az antioxidáns hatású vegyületek, valamint makroelemek mennyiségét. Az eredményeket statisztikai programmal is elemeztük, amelynek alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált paraméterekben igazolható különbségeket sikerült kimutatni az egyes kísérleti cipók között. Az összes polifenol-tartalomban egyértelmű növekedést értünk el, az elemtartalom esetében azonban változatos eredményeket kaptunk.

### BEVEZETÉS

A fokhagymát (*Allium sativum* L.) ősidők óta termesztik. Számos kultúrában fűszerként, ízesítőként és gyógyszerként használták, és használják a mai napig [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. A táplálkozási szokások – beleértve a fokhagyma fogyasztását – és a betegségek előfordulása között az epidemiológiai, klinikai és preklinikai kutatások eredményei szoros összefüggést mutatnak. Az elmúlt évtizedekben magát a fokhagymát is széles körben vizsgálták; a témával kapcsolatban több mint ezer tanulmány megjelentetéséről van tudomásunk [1]. A kutatók a fokhagyma számos terápiás hatását vizsgálták, említik többek között vérnyomáscsökkentő, hipoglikémiás, véralvadástgátló, antimikrobiális májvédő és nehézfém-mérgezés elleni hatását is. Az immunrendszer erősítésének segítségével csökkenti a megfázás és influenza tüneteit, valamint antikarcinogén és kemopreventív tevékenységet is kifejt. Ezek alapján megállapítható, hogy a fokhagyma az egyik legjobb betegségmegelőző növény [1, 7, 8, 9]. A felsorolt élettanilag előnyös hatásokat többek között a fokhagymában található antioxidáns hatású és kéntartalmú vegyületek okozzák [3, 4,

5, 6, 7, 8, 9]. Az élelmiszeripari technológiákban a fokhagyma különböző antioxidáns hatású vegyületeit adalékanyagként használják, amelyek alkalmasak például az avasodás szabályozására, a termékek eltarthatóságának, valamint tápértéküknek a növelésére [2].

A kenyér az ember rendszeres táplálkozásának alapvető élelmiszere. Az ősi időkben a gyűjtögető életmód során a magvakat köveken törték, porították, majd vízzel keverték össze [10], kását és lepényt készítve ezáltal. Egyes országokban ezek az ételek manapság is a mindennapi étkezés részét képezik. A kovász és a sütőkemence alkalmazása négyezer éves múltra tekint vissza. Elsőként az ókori egyiptomiak használták [11, 12]. A kenyérből készítés az egyik legrégebbi emberi tevékenységnek tekinthető, amelyet különböző írásos dokumentumok bizonyítanak [13, 14].

Mivel csupán néhány kutató kísérletezett a fokhagymás kenyér elkészítésével és annak vizsgálatával [15, 16, 17, 18], ezért is tartottuk fontosnak, hogy ezt a terméket előállítsuk, majd megvizsgáljuk beltartalmi jellemzőit.

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi Intézet

## ANYAG ÉS MÓDSZER

## FOKHAGYMAVIZSGÁLATOK ÉS KENYÉRKÉSZÍTÉS

Vizsgálatainkat fokhagymák (n=7), fokhagyma-krémek (n=4) és granulátumok (n=9) szárazanyag-, összes polifenol-, valamint elemtartalmának a mérésével kezdtük. Ezután mindhárom csoportból kiválasztottunk egy-egy terméket az összes polifenol-tartalom alapján. Ezek felhasználásával egyéni recept alapján különböző fokhagyma-tartalmú kenyereket készítettünk, illetve egy olyan terméket is előállítottunk, amely nem tartalmazott fokhagymát és fokhagymakészítményeket sem (kontroll). A kenyér összetevői: búzaliszt (BL 55), só, étolaj, 10%-os ételetcet, 25 °C hőmérsékletű víz, élesztő, kristálycukor, 2,8%-os zsírtartalmú tej. A fokhagymát, a krémet és a granulátumot az **1. táblázat**ban található mennyiségekben adtuk a kenyérhez. A kelesztési idő szobahőmérsékleten 1 óra volt. A formázás után – 10 perc pihentetést követően – a vízzel lekent kenyereket kemencében (RXB 606, Hőlégkeveréses kemence, Budapest, Magyarország) 15 percig sütöttük 210 °C-on, 95%-os relatív páratartalom mellett. A kisült termékeket ezt követően 6 percig a kemencében hagytuk.

Az elkészült kenyerekből a kihűlés és szárítás után meghatároztuk az összes polifenol- és elemtartalmat.

## SZÁRAZANYAG-TARTALOM MEGHATÁROZÁSA

A szárazanyag-tartalmat az MSZ 20501-1:2007-es szabvány előírásai szerint **[19]** szárítószekrényben

(Memmert UF 75 Universal Oven, Memmert GmbH+Co. KG, Schwabach, Germany) határoztuk meg. Ebben az esetben a mintákat tömegállandóságig szárítottuk és képlet segítségével határoztuk meg azok nedvesség- és szárazanyag-tartalmát.

## ÖSSZES POLIFENOL-TARTALOM (TOTAL POLYPHENOL CONCENTRATION - TPC)

A meghatározást Singleton és munkatársai módszere szerint **[20]** Folin-Ciocalteu-reagens alkalmazásával végeztük. A reagens elkészítéséhez 100 g vízmentes nátrium-wolfrámatot és 25 g vízmentes nátrium-molibdádot oldottunk fel 700 ml desztillált vízben, amihez 100 ml tömény sósavat és 50 ml 85%-os ortofoszforsavat adtunk. Az oldathoz végül 150 g vízmentes lítium-szulfátot adagoltunk. A reagens akár egy évig is eltartható, ha fénytől és redukáló hatású anyagoktól védve tároljuk.

A vizsgálat során egy 100 ml térfogatú mérőlombikba a desztillált vízzel készített a mintaoldatból 1,00 ml-t mértünk, 60 ml desztillált vízzel felhígítottuk, majd 5,0 ml Folin-Ciocalteu-reagenst adtunk hozzá. A keveréket 5 percig állni hagytuk, majd a reakcióelegyhez 15 ml 25%-os nátrium-karbonát oldatot adtunk, végül desztillált vízzel 100,0 ml-re töltöttük fel. A szín kialakulásához az elegyet 23 °C-on 2 órán át állni hagytuk, majd a kialakult színes vegyület fényelnyelését 1 cm-es küvettában spektrofotométerrel 760 nm-en mértük (Evolution 300 LC, Thermo Electron Corporation, England). Az eredményt mg GAE/100 (gallinsav-egyenérték – Gallic Acid Equivalent) g-ban kaptuk meg.

## ELEMERTARTALOM-MÉRÉS

A mintaelőkészítést Kovács és munkatársai módszere (1996) **[21]** alapján hajtottuk végre. A vizsgálat során 2 g mintát mértünk be egy 500 ml térfogatú roncsolócsőbe. A mintához 10 ml tömény salétromsavat adtunk. A cső tartalmát 30 percre egy 60 °C-os alumínium roncsolóblokkban előroncsoltuk. Ezt követően a mintához 3 ml hidrogén-peroxidot adtunk és a roncsoló hőmérsékletét 120 °C-ra emelve az anyagot 90 percen át tovább roncsoltuk. A roncsolási idő letelte után az elegyhez 50 ml nagy tisztaságú vizet adtunk, majd MN 640W szűrőn átszűrtük. A minta végső térfogatát 100,0 ml-re állítottuk be. A minták elemtartalmát ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer) (Thermo Scientific iCAP 6300, Cambridge, UK) készüléssel mértük, a következő hullámhosszokon: Ca (317,9 nm), K (766,4 nm), Mg (279,5 nm), Na (589,5 nm), P (185,9 nm), S (180,7 nm). Az ICP készülék gerjesztési energiáját 1200 W-ra állítottuk be.

## STATISZTIKA

Az analitikai vizsgálatokat három ismétlésben végeztük el. Az eredmények kiértékeléséhez az SPSS statisztikai szoftvert használtuk (version 13; SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA), amellyel meghatároztuk az átlagot és a szórást. A kapott eredmények közötti statisztikailag igazolható különbségek meghatározására egytényezős varianciaanalízist (Tukey és Dunnett's T3 teszt) alkalmaztunk.

## EREDMÉNYEK

## A FOKHAGYMA ÉS FOKHAGYMAKÉSZÍTMÉNYEK VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

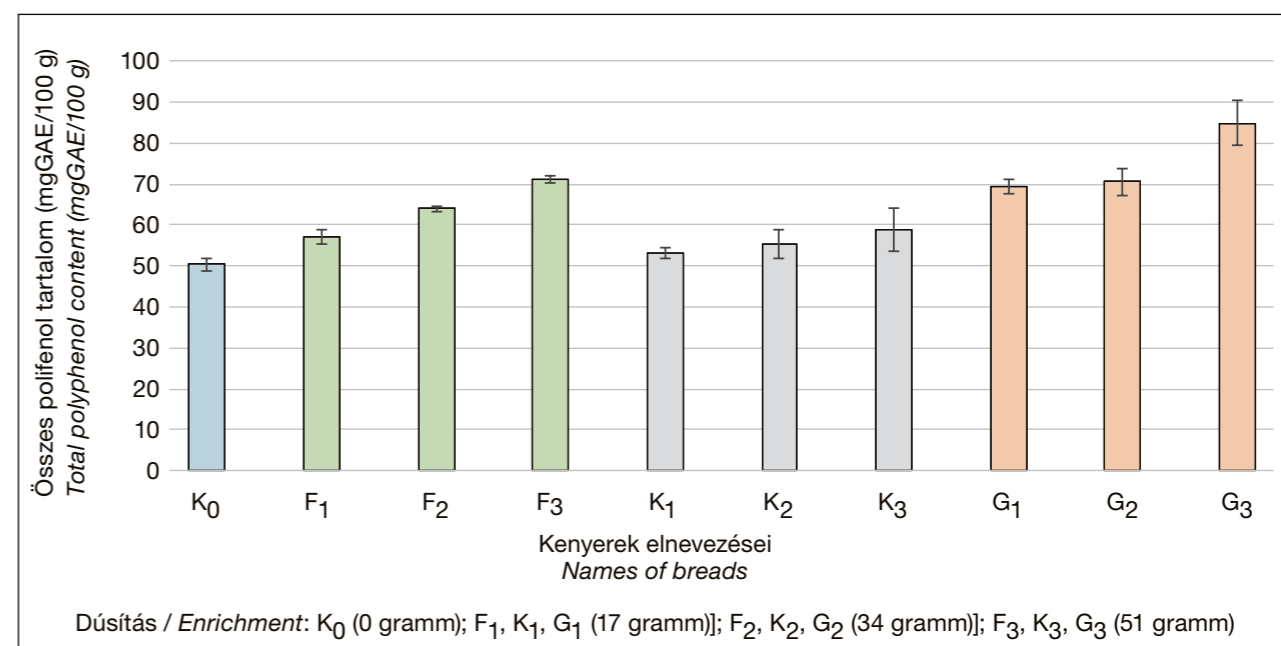
A fokhagyma-krémek és fokhagymák szárazanyag-tartalma közel azonos volt (34,3-39,9%). A granulátumok esetében ez az érték 94,9 és 97,0% között változott. Ahhoz, hogy az összes polifenolos vegyület- és elemtartalom összehasonlítható legyen, az eredményeket szárazanyag-tartalomra átszámolva elemeztük. Ez alapján az összes polifenol-tartalom szempontjából a legalacsonyabb értékeket a granulátumok adták (61,9-161 mg GAE/100 g). A krémek esetében viszonylag magasabb értékeket kaptunk (155-260 mg GAE/100 g). A legmagasabb TPC-értéke a fokhagymáknak volt, 295 és 418 mg GAE/100 g között. Elemtartalom szempontjából változó eredményeket kaptunk. Statisztikai szempontból a krémeket minden esetben el tudtuk különíteni a fokhagymáktól, illetve a granulátumoktól. Magnézium, kalcium, kálium és foszfor esetében azonban a granulátumok eredményei nem különböztek a fokhagymák elemtartalmához képest. A termékek kiválasztásánál az összes polifenol-tartalmat vettük figyelembe. A kísérlet elvégzéséhez a legmagasabb értékekkel rendelkező fokhagymát és fokhagyma alapú készítményt választottuk ki. Az általunk kiválasztott termékek elemtartalma a következőképp alakult (mg/kg-ban kifejezve):

Fokhagyma: Ca: 408±8; K: 20691±114; Mg: 1032±4; Na: 286±4; P: 4864±100; S: 9730±67;

Fokhagymakrém: Ca: 2191±4; K: 6210±87; Mg: 242±2; Na: 65524±233; P: 1211±4; S: 3332±78; granulátum Ca: 668±8; K: 11957±71; Mg: 848±6; Na: 571±18; P: 4091±51; S: 6906±12.

1. táblázat. Felhasznált fokhagymák és készítmények mennyisége és a használt rövidítések.  
Table 1. Amount of used garlic and preparations and abbreviations used.

Név Name	Rövidítések Abbreviations	Fokhagyma (g) Garlic (g)	Krém (g) Paste (g)	Granulátum (g) Granulate (g)
Kontroll minta Control sample	Ko	-	-	-
Fokhagyma 1 Garlic 1	F1	17	-	-
Fokhagyma 2 Garlic 2	F2	34	-	-
Fokhagyma 3 Garlic 3	F3	51	-	-
Krém 1 Paste 1	K1	-	17	-
Krém 2 Paste 2	K2	-	34	-
Krém 3 Paste 3	K3	-	51	-
Granulátum 1 Granulate 1	G1	-	-	17
Granulátum 2 Granulate 2	G2	-	-	34
Granulátum 3 Granulate 3	G3	-	-	51



1. ábra. Fokhagymával és fokhagymakészítményekkel dúsított kenyerek összes polifenol tartalma  
Figure 1. Total polyphenol content of bread enriched with garlic and garlic preparations

## A KENYEREK VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

Az elkészült kenyerek szárazanyag-tartalmában nem voltak jelentős különbségek (61,5-71,7%). Ez természetesen a hozzáadott fokhagymától és fokhagyma-készítményektől függött. A 70% körüli értékeket a granulátumos kenyerekben, a további paramétereket pedig az előszárított mintából mértük. Mivel szárazanyag-tartalom szempontjából ezek nem tértek el egymástól számottevően, ezért a mért értékek az előszárított minták eredményei.

## ÖSSZES POLIFENOL-TARTALOM EREDMÉNYEI

Az **1. ábrán** látható, hogyan alakult a kenyerek összes polifenol-tartalma: a kontroll kenyér esetében 50 mg GAE/100 g értéket mértünk, a fokhagyma és fokhagyma-készítmények mennyiségének növelésével pedig ennél magasabb összes polifenol-tartalmat kaptunk.

A kontroll kenyérhez képest látható a folyamatos növekedés. A krémes termékek esetében a növekedés mértéke nem volt szignifikáns, azonban a fokhagymás és a granulátumos minták esetében a kontrollhoz képest igazolható különbségek voltak. Az azonos ízesítéseket összevetve a statisztikai eredményeink azt bizonyították, hogy a fokhagymás termékek esetében az  $F_1$  és  $F_2$  ízesítés között szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható. Ezzel szemben az  $F_1$  és  $F_3$ , valamint az  $F_2$  és  $F_3$  kenyereknél az összes polifenol-tartalomban igazolható a különbségek. A krémes ízesítésnél és a granulátumos dúsításoknál a koncentráció növekedésével szignifikáns eltérés nem tapasztalható. Az azonos mennyiségű, ám különböző típusú dúsítás esetében statisztikailag igazolható különbség csak két esetben állt fenn, mégpedig a 17 grammal dúsított kenyereknél ( $F_1$  és  $G_1$ ),

valamint a  $K_1$  és  $G_1$  kenyereknél. Az összes többi esetben nem látható szignifikáns eltérés.

## AZ ELEM-TARTALOM VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

Az elem-tartalom vizsgálati eredményeit a **2. táblázat** tartalmazza. Több elem mérését is elvégeztük, a tanulmányban azonban ezek közül csak a fontosabbakat említjük meg. A kenyerek kalcium tartalma  $453 \pm 12$  és  $518 \pm 16$  mg/kg közötti értéket adott. Ahogyan azt az eredmények is mutatják, a kontroll kenyérhez képest a fokhagymás és a granulátumos kenyerek alacsonyabb kalcium tartalommal rendelkeztek, amelyet a statisztikai elemzés is igazolt. A krémes termékek esetében a kontrollhoz képest igazolható különbség nem állt fenn. Az azonos ízesítéseket összevetve a fokhagymás és a granulátumos minták esetében látható, hogy az alacsonyabb koncentrációt tartalmazó termékek kalcium tartalma magasabb volt a 34 és 51 g-os dúsításokhoz képest, melyet a statisztikai számítások szintén igazoltak. Az  $F_1$ - $F_2$ ,  $F_1$ - $F_3$ ,  $G_1$ - $G_2$  és  $G_1$ - $G_3$  kenyereknél kalciumtartalomban szignifikáns különbség volt tapasztalható. A krémes termékek esetében a legnagyobb koncentrációjú dúsításból kaptuk a legmagasabb kalcium tartalmat, amely a kevesebb krémet tartalmazó kenyerekhez képest szignifikáns eltérést mutatott. Az azonos koncentrációkat tekintve a 17 grammal dúsítás esetében a krémes és granulátumos kenyértípusoknál nem tudunk szignifikáns különbséget kimutatni, a többi esetben azonban a statisztikailag igazolható a különbség. A 34 grammal dúsítás esetében kalcium-tartalom szempontjából a minták mindig elkülönültek. 54 gramm fokhagyma és granulátum hozzáadása során szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható, a többi esetben azonban kalciumtartalom szempontjából igazolható különbségek mutatkoztak.

2. táblázat. A fokhagymával és fokhagyma alapú készítményekkel dúsított kenyerek elem-tartalmi eredményei  
Table 2. Element results of bread enriched with garlic and garlic preparations

Jelölés és dúsítás marking and enrichment	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	P (mg/kg)	S (mg/kg)
$K_0$ -0 g	510±14	2418±6	285±5	3180±5	1512±4	948±7
$F_1$ - 17 g	473±2	2359±33	275±2	2283±32	1520±17	988±1
$F_2$ - 34 g	454±9	2410±54	269±6	2390±36	1514±39	1013±5
$F_3$ - 51 g	453±12	2528±59	274±8	2383±50	1580±38	1107±20
$K_1$ - 17 g	493±7	2359±46	268±4	2979±57	1457±23	973±14
$K_2$ - 34 g	497±6	2445±25	266±4	3467±27	1478±16	1031±3
$K_3$ - 51 g	518±16	2519±41	260±5	4206±73	1437±25	1053±20
$G_1$ - 17 g	488±4	2461±57	279±5	2273±53	1546±33	1045±25
$G_2$ - 34 g	472±8	2711±1	286±3	2232±2	1636±11	1191±5
$G_3$ - 51 g	467±4	2784±9	289±3	2075±2	1680±12	1264±18

Eltérés a káliumtartalom eredményeiben is tapasztalható. A kontrollhoz képest az  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $K_1$ ,  $K_2$  és  $G_1$  kenyerek voltak azok, amelyek esetében nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést. A többi esetben káliumtartalom szempontjából igazolható a különbségek. Azonos ízesítéseknél azt tapasztaltuk, hogy az  $F_1$ - $F_2$  között nem tapasztalható szignifikáns különbség, a többi minta esetében azonban igazolható a különbségek. Az azonos koncentrációk alkalmazása során káliumtartalom esetében azonos tendencia mutatkozik meg. Eredményeink alapján elmondható, hogy szignifikáns eltérés csak a fokhagymás és a krémes kenyerek eredményei között nem volt igazolható.

Termékeink magnéziumtartalmát tekintve a kontrollhoz képest a fokhagymás és a krémes kenyerek eredményei szignifikánsan eltértek, míg a granulátummal dúsított minták hasonló értékekkel rendelkeztek. Az azonos ízesítéseknél a fokhagymás és a krémes termékeknek nem volt statisztikailag igazolható különbség. A granulátumos kenyereknél magnéziumtartalom tekintetében a  $G_1$ - $G_3$  minta eredményei különültek el. Az azonos koncentrációkat tekintve a legalacsonyabb dúsítások esetében a krémes és a granulátumos, 34 gramm alkalmazásánál a fokhagymás és a granulátumos, a krémes és a granulátumos kenyerek esetében pedig - a legnagyobb koncentrációkat alkalmazva - minden esetben szignifikáns különbségek mutatkoztak a termékek magnéziumtartalma között.

Nátriumtartalom esetében – ahogyan az az eredményekből is látható – a kenyerek a kontrollhoz képest minden esetben elkülönültek. Az azonos ízesítések nátriumtartalmát vizsgálva látható és statisztikailag is igazolható, hogy a fokhagymával dúsított kenyereknél a 34 és 51 grammal kezelés között nem tapasztalható szignifikáns eltérés, az első koncentráció alkalmazása azonban a többihez képest igazolható különbséget eredményezett. A krém használata során az összes koncentráció között eltérést tapasztaltunk. A koncentráció növekedésével emelkedett a nátriumtartalom is. A granulátumos minták esetében a  $G_1$  és a  $G_2$  között azok nátriumtartalmát tekintve nem volt eltérés, minden más esetben azonban szignifikáns különbség mutatkozott. Azonos koncentrációk alkalmazásánál azt tapasztaltuk, hogy a 17 grammal dúsításnál a fokhagymás és a granulátumos minták között nincs igazolható különbség, az összes többi esetben azonban eltérés mutatkozott.

A kenyerek foszfortartalma a következőképpen alakult: a kontroll kenyérhez képest az  $F_3$ ,  $K_1$ ,  $K_3$ ,  $G_2$  és a  $G_3$  kenyerek jelentős eltérést mutattak. Az azonos ízesítések esetében a fokhagymás termékeknek az  $F_1$  és az  $F_2$  mintáknál, továbbá a krémes dúsításoknál szignifikáns eltérés nem volt kimutatható. Minden más esetben a foszfortartalomban igazolható különbség mutatkozott. Azonos koncentrációk alkalmazása mellett eltérés csupán két esetben nem

volt tapasztalható: a legkisebb dúsításnál az  $F_1$  és a  $G_1$ , továbbá a 34 grammal kezelésnél az  $F_2$  és a  $K_2$  mintáknál. A többi kenyérnél és koncentrációnál szignifikáns eltérést mutattunk ki.

Kéntartalom esetében a kontrollhoz képest az összes minta eltérést mutatott. Azonos dúsítások alkalmazásánál a fokhagymás és a granulátumos kezelésnél minden esetben szignifikáns eltérést tapasztaltunk. A krémes kenyerek esetében a kéntartalomban csak a  $K_2$  és a  $K_3$  esetében nem volt igazolható különbség. Azonos koncentrációk alkalmazása mellett két esetben nem volt szignifikáns eltérés: 17 grammal dúsítás esetében az  $F_1$  és a  $K_1$ , 34 grammal kezelésnél pedig az  $F_2$  és a  $K_2$  minták esetében.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálatainkat fokhagymák és fokhagymaalapú készítmények vizsgálatával kezdtük; összes polifenoltartalmuk alapján ezek közül egy fokhagymát, egy fokhagymakrémet és egy fokhagymagranulátumot választottunk ki. Az itt felsorolt összetevőket különböző koncentrációkban alkalmazva kenyereket sütöttünk. A dúsított termékek mellett kontroll mintát is készítettünk. Célunk az volt, hogy olyan kenyereket állítsunk elő, amelyeknek megnöveljük antioxidáns hatású vegyületeit, valamint a dúsítási eljárás során elem-tartalmi változásokat érzünk el. Vizsgálati eredményeink alapján megállapítottuk, hogy az összes polifenoltartalmat tekintve a kontroll kenyérhez képest a fokhagymás és a granulátumos kenyerek mutattak szignifikáns eltérést. Elem-tartalom szempontjából a kontrollhoz képest minden esetben a legnagyobb mennyiséget tartalmazó fokhagymás kenyér mutatott eltérést. Ennél a termékénél a kalcium-, magnézium- és nátriumtartalom csökkent, a kálium, foszfor és kén mennyisége azonban nőtt. A granulátumos kenyerek esetében a 34 és 51 grammal dúsítások voltak azok, amelyek – a magnéziumtartalmat leszámítva – mind TPC-ban, mind elem-tartalomban szignifikánsan eltértek a kontrollhoz képest. Eredményeink alapján ezért leginkább a fokhagymás és a granulátumos kenyerek fogyasztását ajánljuk, hiszen ízben és illatban egyaránt különleges termékeket sikerült készíteni. A fokhagymakrémmel készített kenyerek nátriumtartalma magasabb volt a többi termékhez képest, ami a krémelek gyártása során hozzáadott sónak köszönhető. A szokványosnál nagyobb nátriumklorid-tartalom azonban agyályos lehet, mert az élelmiszereket fogyasztók többségére egyébként is a magas nátriumbevitel jellemző, pedig a túlzott konyhasó-bevitel szív- és érrendszeri kockázattal járhat. Ennek a kenyértípusnak az elkészítését és a fogyasztását éppen ezért csak kis mértékben ajánljuk. Úgy véljük azonban, hogy a vizsgálat során kitűzött célt sikerült megvalósítanunk, és ezt a vizsgálatok eredményei is igazolták.

Andrea Kántor<sup>1</sup>, László Ádám Fischinger<sup>1</sup>, Loránd Alexa<sup>1</sup>, Emőke Papp-Topa<sup>1</sup>, Béla Kovács<sup>1</sup>, Nikolett Cziba<sup>1</sup>

Received: July 2019 – Accepted: September 2019

## Functional bread, or the effects of garlic and its products on certain parameters of bread

**KEYWORDS:** Bread, garlic, total polyphenol content, element content

### SUMMARY

Nowadays, bread is consumed almost every day. Since the beneficial effects of garlic are well-known, we thought that by baking it into bread, a delicious product with physiological benefits could be created. For the experiment, garlic, garlic paste and granulated garlic were used in different concentrations, which were selected on the basis of preliminary studies. For the finished products, it was examined to what extent the enrichments changed the amount of antioxidants and macronutrients in the finished products compared to our control bread. Results were also analyzed using a statistical program, based on which it was found that there were verifiable differences between the experimental loaves in the parameters examined. There was a clear increase in the total polyphenol content, however, varied results were obtained in the case of element content.

### INTRODUCTION

Garlic (*Allium sativum* L.) has been grown by mankind since ancient times. It has been used and is used up to this day in several cultures as a spice, a flavoring or as a medicine [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. The results of epidemiological, clinical and preclinical studies have revealed a strong correlation between dietary habits, including garlic consumption, and the occurrence of certain diseases. Garlic itself has been studied extensively in recent decades; more than a thousand studies have been published on this subject [1]. Researchers have investigated a number of therapeutic effects of garlic, including its antihypertensive, hypoglycemic, anticoagulant, antimicrobial liver protection and anti heavy metal poisoning properties. By boosting the immune system, it alleviates the symptoms of colds and the flu, and it also exerts anticarcinogenic and chemopreventive activities. Based on these, it can be considered one of the best disease prevention plants [1, 7, 8, 9]. The physiologically beneficial effects listed are due, inter alia, to the antioxidant and sulfur-containing compounds found in garlic [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. In food technology, various antioxidant compounds of garlic are used as additives to control rancidity, for example, or to increase product shelf life or nutritional value [2].

Bread is one of the staple foods in the human diet. In ancient times, in the course of the gathering lifestyle, grains were crushed on stones, they were roasted and then mixed with water [10], making this way porridge or flatbread. In certain countries, these foods are still a part of the daily diet. The use of leaven and the baking oven has a history of four thousand years. They were first used by ancient Egyptians [11, 12]. Bread making is considered one of the oldest human activities, as evidenced by various written documents [13, 14].

Since only a few researchers have experimented with making and examining garlic bread [15, 16, 17, 18], we considered it important to prepare such a product and to examine its nutritional values.

### MATERIALS AND METHODS

#### GARLIC ANALYSES AND BREAD MAKING

We started our study by measuring the dry matter, total polyphenol and element content of garlic (n=7), garlic paste (n=4) and granulated garlic (n=9) samples. Following this, one product from each group was selected on the basis of the total polyphenol content. Using these, breads with different garlic content were prepared using a unique recipe, and a product was

also prepared as a control that did not contain garlic or garlic products. Ingredients of the bread included wheat flour (BL 55), salt, cooking oil, 10% vinegar, water at 25 °C, yeast, crystal sugar, 2.8% fat milk. Garlic, garlic paste and granulated garlic were added to the bread in the amounts shown in **Table 1**. Rise time was 1 hour at room temperature. After forming the bread and resting for 10 minutes, breads brushed with water were baked in an oven (RXB 606, convection oven, Budapest, Hungary) for 15 minutes at 210 °C, with a relative humidity of 95%. Following this the baked products were left in the oven for 6 minutes.

After cooling and drying the total polyphenol and element contents of the breads thus prepared were determined.

#### DETERMINATION OF DRY MATTER CONTENT

Dry matter content was determined according to standard MSZ 20501-1:2007 [19] in a drying oven (Memmert UF 75 Universal Oven, Memmert GmbH+Co. KG, Schwabach, Germany). In this case, samples were dried to a constant weight, and their moisture and dry matter contents were calculated using a formula.

#### TOTAL POLYPHENOL CONTENT (TPC)

The assay was performed according to the method of Singleton et al. [20] using the Folin-Ciocalteu reagent. To prepare the reagent, 100 g of anhydrous sodium tungstate and 25 g of anhydrous sodium molybdate were dissolved in 700 ml of distilled water, to which 100 ml of concentrated hydrochloric acid and 50 ml of 85% orthophosphoric acid were added. Finally, 150 g of anhydrous lithium sulfate was added to the solution. The reagent may be stored for up to a year when kept away from light and reducing agents.

During the analysis, 1.00 ml of the sample solution in distilled water was placed in a 100 ml volumetric flask, it was diluted with 60 ml of distilled water, and then 5.0 ml of Folin-Ciocalteu reagent was added. After allowing the mixture to stand for 5 minutes, 15 ml of 25% sodium carbonate solution was added to the reaction mixture, and finally it was filled to mark with distilled water. For the development of the color, the mixture was allowed to stand at 23 °C for 2 hours, and the absorbance of the resulting colored compound was measured in a 1 cm cuvette at 760 nm using a spectrophotometer (Evolution 300 LC, Thermo Electron Corporation, England). Results were expressed in GAE (gallic acid equivalent)/100 g.

#### Element content measurement

Sample preparation was carried out according to the method of Kovács et al. (1996) [21]. During the analysis, 2 g of the sample was placed in a 500 ml digestion tube. 10 ml of concentrated nitric acid was added to the sample. The contents of the tube

were predigested for 30 minutes in a 60 °C aluminum digestion block. Following this, 3 ml of hydrogen peroxide was added to the sample, and the mixture was digested for a further 90 minutes after raising the digestion temperature to 120 °C. At the end of the digestion time, 50 ml of high purity water was added to the mixture and it was filtered through an MN 640W filter. The final sample volume was adjusted to 100.0 ml. The element content of the samples was measured using an ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer) (Thermo Scientific iCAP 6300, Cambridge, UK) instrument at the following wavelengths: Ca (317.9 nm), K (766.4 nm), Mg (279.5 nm), Na (589.5 nm), P (185.9 nm), S (180.7 nm). The excitation energy of the ICP instrument was set to 1200 W.

#### STATISTICS

Analytical tests were performed in triplicate. The results were evaluated using the SPSS statistical software (version 13; SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) to determine the mean and the standard deviation, and to determine statistically significant differences between the results obtained, one-way analysis of variance (Tukey és Dunnett's T3 test) was used.

### RESULTS

#### ANALYTICAL RESULTS OF GARLIC AND GARLIC PRODUCTS

The dry matter contents of garlic paste and garlic samples were nearly identical (34.3-39.9%). In the case of granulated garlic samples, this value ranged between 94.9 and 97.0%. For the total polyphenol and element contents to be comparable, results were analyzed on a dry matter basis. Based on this, in terms of the total polyphenol content, the granulated samples gave the lowest values (61.9-161 mg GAE/100 g). Relatively higher values were obtained in the case of the garlic paste samples (155-260 mg GAE/100 g). Garlic samples had the highest TPC values, between 295 and 418 mg GAE/100 g. In terms of the element content, varying results were obtained. From a statistical point of view, garlic paste samples could always be distinguished from the garlic and granulated garlic samples. However, in the case of magnesium, calcium, potassium and phosphorus, the results of the granulated samples did not differ from the element content of the garlic samples. When selecting the products, the total polyphenol content was taken into account. The garlic and garlic-based products with the highest values were selected for the experiment. The element contents of the products selected by us were as follows (expressed in mg/kg):

Garlic: Ca: 408±8; K: 20691±114; Mg: 1032±4; Na: 286±4; P: 4864±100; S: 9730±67;

Garlic paste: Ca: 2191±4; K: 6210±87; Mg: 242±2; Na: 65524±233; P: 1211±4; S: 3332±78;

Granulated garlic: Ca: 668±8; K: 11957±71; Mg: 848±6; Na: 571±18; P: 4091±51; S: 6906±12.

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi Intézet

## BREAD ANALYSIS RESULTS

There were no significant differences in the dry matter contents of the prepared breads (61.5-71.7%). It, of course, depended on the added garlic and garlic products. Values of about 70% were measured in breads with granulated garlic, while the other parameters were measured from the pre-dried sample. Since they did not differ from each other significantly in terms of the dry matter content, the measured values are the results of the pre-dried samples.

## TOTAL POLYPHENOL CONTENT RESULTS

**Figure 1** shows the total polyphenol content of the breads: a value of 50 mg GAE/100 g was measured in the case of the control bread, while increasing the amount of garlic and garlic products resulted in a higher total polyphenol content.

Compared to the control bread, a continuous growth can be seen. The growth was not significant in the case of the products with garlic paste, however, there were verifiable differences between the products with garlic or granulated garlic compared to the control. Comparing the same flavorings, our statistical results proved that there was no significant difference between flavorings  $F_1$  and  $F_2$  in the case of the products with garlic. In contrast, there were verifiable differences between breads  $F_1$  and  $F_3$ , as well as between  $F_2$  and  $F_3$  in terms of the total polyphenol content. No significant differences were found with increasing concentrations in the case of flavoring with garlic paste or enrichment with granulated garlic. When enrichment was carried out with the same amounts of different additives, there were statistically significant differences in only two cases, namely for breads enriched with 17 grams of garlic ( $F_1$  and  $G_1$ ), and for breads  $K_1$  and  $G_1$ . In all other cases, there were no significant differences.

## ELEMENT CONTENT ANALYSIS RESULTS

Element content analysis results are shown in **Table 2**. Several elements were measured, but only the more important ones are mentioned in the study. The calcium content of the breads was between  $453 \pm 12$  and  $518 \pm 16$  mg/kg. As the results show, the calcium content of the breads with garlic or granulated garlic was lower than that of the control bread, and this was confirmed by statistical analysis. In the case of the products with garlic paste, there was no verifiable difference compared to the control. Comparing the same flavorings, in the case of the samples with garlic and granulated garlic it can be seen that the products with lower concentrations had a higher calcium content than the 34 and 51 g enrichment, which was also confirmed by statistical calculations. There was a significant difference in the calcium content in the case of breads  $F_1$ - $F_2$ ,  $F_1$ - $F_3$ ,  $G_1$ - $G_2$  and  $G_1$ - $G_3$ . In the case of the products with garlic paste,

the highest concentration enrichment resulted in the highest calcium content, which was significantly different from that of breads containing less garlic paste. Concerning the same concentrations, no significant difference could be detected between the breads enriched with 17 grams of garlic paste or granulated garlic, however, there was a significant difference in the other cases. In the case of the 34 gram enrichment, the samples could always be distinguished in terms of calcium content. There was no significant difference when 54 grams of garlic or granulated garlic was added, but there were verifiable differences in the other cases in terms of calcium content.

There were also differences in the potassium content results. Compared to the control, breads  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $K_1$ ,  $K_2$  and  $G_1$  were the ones where no significant differences were found. In the other cases, there were verifiable differences in terms of the potassium content. No significant difference could be found between  $F_1$  and  $F_2$  with the same flavoring, however, there were verifiable differences in the case of the other samples. When applying the same concentrations, the same tendency is observed in the case of potassium. Based on our results it can be stated that a significant difference only between the breads with garlic and garlic paste could not be verified.

Regarding the magnesium contents of our products, the results of the breads with garlic and garlic paste differed significantly from those of the control, while the samples enriched with granulated garlic had similar values. In the case of the same flavorings, there was no statistically verifiable difference for the products with garlic and garlic paste. In the case of the breads with granulated garlic, the results of samples  $G_1$ - $G_3$  were different in terms of the magnesium content. Looking at the same concentrations, significant differences were observed in terms of magnesium concentration between the product with garlic paste and granulated garlic at the lowest enrichment level, between the breads with garlic and granulated garlic, as well as between the ones with garlic paste and granulated garlic when applying 34 grams, and in all cases when using the highest concentrations.

In the case of sodium content, as can be seen from the results, the breads were always different from the control. When looking at the breads with the same flavoring, it can be seen and can be statistically verified that there is no significant difference between the breads enriched with 35 and 51 grams of garlic, however, using the first concentration resulted in a verifiable difference compared to the others. When using garlic paste, differences were found between all of the concentrations. Sodium content also increased with increasing concentration. In the case of samples with granulated garlic, no difference was found between  $G_1$  and  $G_2$  in terms of the sodium content, however, the difference was significant in all other cases. When using the same concentration,

it was found that there was no verifiable difference between the samples with garlic and granulated garlic at the 17 gram enrichment level, but in all other cases there was a difference.

The phosphorus content of the breads was as follows: breads  $F_3$ ,  $K_1$ ,  $K_3$ ,  $G_2$  and  $G_3$  showed a significant difference compared to the control bread. In the case of the same flavorings, no significant difference could be detected between products  $F_1$  and  $F_2$  with garlic, and in the case of the enrichments with garlic paste. In all other cases, there was a verifiable difference in the phosphorus content. When applying the same concentrations, there were only two cases where there was no difference: between samples  $F_1$  and  $G_1$  at the lowest enrichment level, and between samples  $F_2$  and  $K_2$  at the 34 gram treatment level. Significant differences could be detected in the case of all other breads and concentrations.

In the case of sulfur content, all samples showed a difference compared to the control. When applying the same enrichment, significant differences were observed in all cases between the garlic and granulated garlic treatment. For the breads with garlic paste, only in the case of  $K_2$  and  $K_3$  was there no verifiable difference. When applying the same concentrations, there was no significant difference in two cases: for samples  $F_1$  and  $K_1$  in the case of the 17 gram enrichment, and samples  $F_2$  and  $K_2$  in the case of the 34 gram treatment.

## CONCLUSIONS

Our research started with the analysis of garlic and garlic-based products; based on their total polyphenol content, a garlic, a garlic paste and a granulated garlic were selected from among them. Using the listed ingredients at various concentrations, breads were baked. In addition to the enriched products, a control sample was also prepared. Our objective was to produce breads with increased amounts of compounds with antioxidant activity, and to achieve changes in the element content during the enrichment process. Based on our results it can be stated that, in terms of the total polyphenol content, breads with garlic and granulated garlic showed a significant difference compared to the control bread. With respect to the element content, it was always the garlic bread containing the highest amount of additive that showed a difference compared to the control. The calcium, magnesium and sodium content of this product decreased, but the amount of potassium, phosphorus and sulfur increased. In the case of breads with granulated garlic, the enrichments with 34 and 51 grams were the ones that differed significantly from the control in terms of both TPC and element content, with the exception of magnesium. Therefore, based on our results, we recommend the consumption of breads with garlic and granulated garlic, since we have been able to prepare a special product, both in terms of taste and

smell. Breads made with garlic paste had a higher sodium content than the other products, which was due to the salt added during the production of the garlic pastes. However, the higher than usual sodium chloride content may be a cause for concern, since a high sodium intake is characteristic of most food consumers. Excessive intake of table salt may pose a cardiovascular risk. For this reason, preparation and consumption of this type of bread is only recommended to a lesser extent. Nevertheless, we believe that we have achieved our objective and this has been confirmed by the results of this study.

## REFERENCES

- [1] Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Goran A., Igic R. (2008): Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). *Food Chemistry* **111** 925-929.
- [2] Locatelli D. A., Nazareno M. A., Fusari C. M., Camargo A. B. (2017): Cooked garlic and antioxidant activity: Correlation with organosulfur compound composition. *Food Chemistry* **220** 219-224.
- [3] Queiroz Y. S., Ishimoto E. Y., Bastos D. H. M., Sampaio G. R., Torres E. A. F. S. (2009): Garlic (*Allium sativum* L.) and ready-to-eat garlic products: In vitro antioxidant activity. *Food Chemistry* **115** 371-374.
- [4] Kim J-S., Kang O-J., Gweon O-C. (2013): Comparison of phenolic acids and flavonoids in black garlic at different thermal processing steps. *Journal of Functional Food* **5** 80-86.
- [5] Kallel F., Driss D., Chaari F., Belghith L., Bouaziz F., Ghorbel R., Chaabouni S. E. (2014): Garlic (*Allium sativum* L.) husk waste as a potential source of phenolic compounds: Influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties. *Industrial Crops and Products* **62** 34-41.
- [6] Beato V. M., Orgaz F., Mansilla F., Montañó A. (2011): Changes in Phenolic Compounds in Garlic (*Allium sativum* L.) Owing to the Cultivar and Location of Growth. *Plant Foods for Human Nutrition* **66** 218-223.
- [7] Thomson M., Ali M. (2003): Garlic [*Allium sativum*]: A Review of its Potential Use as Anti-Cancer Agent. *Current Cancer Drug Target* **3**(1) 67-81.
- [8] Zeng Y., Li Y., Yang J., Pu X., Du J., Yang X., Yang T., Yang S. (2017): Therapeutic Role of Functional Components in Alliums for Preventive Chronic Disease in Human Being. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Article ID 9402849. <https://doi.org/10.1155/2017/9402849> Hozzáférés/Aquired: 12. 03. 2019

- [9] Banerjee S. K., Mukherjee P.K., Maulik S. K. (2003): Garlic as an Antioxidant: The Good, The Bad and The Ugly. *Phytotherapy Research* **17** 97-106.
- [10] Gisslen W. (2016): *Professional baking. 7<sup>th</sup> edition*. John Wiley&Sons
- [11] Szalai L. (1987): *A búzakenyér*. In: Barabás Z. (szerk.): *A búzatermesztés kézikönyve*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- [12] Arzani A. (2011): *Emmer (Triticum turgidum spp. dicoccum) Flour and Breads* In: *Flour and Breads* (Preedy V.R., Watson R.R., Patel V. B.-szerk.) Academic Press is an imprint of Elsevier.
- [13] Edwards W. P. (2007): *The Science of Bakery Products*. The Royal Society of Chemistry.
- [14] Catzeddu P. (2011): *Sourdough Breads*. In: *Flour and Breads* (Preedy V.R., Watson R.R., Patel V. B.-szerk.) Academic Press is an imprint of Elsevier.
- [15] Raba D. N., Moigrădean D., Poiană M-A., Popa M., Jianu I. (2007): Antioxidant capacity and polyphenols content for garlic and basil flavored bread. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* **8**(1) 163-168.
- [16] Suleria H.A.R., Khalid N., Sultan S., Raza A., Muhammad A., Abbas M. (2017): Functional and Nutraceutical Bread prepared by using Aqueous Garlic Extract. *Internet Journal of Food Safety* **17** 10-20.
- [17] Ju H-W., An H-L., Lee K-S. (2010): Quality Characteristics of Bread Added With Black Garlic Powder. *The Korean Journal of Culinary Research* **16**(4) 260-273.
- [18] Hong S-Y., Shin G-M. (2008): Quality Characteristics of White Pan Bread with Garlic Powder. *Korean Journal of Food and Nutrition* **21** (4) 485-491.
- [19] Magyar Szabványügyi Testület(MSZT) (2007): Sütőipari termékek vizsgálati módszerei. *Magyar Szabvány MSz 20501-1*. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [20] Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela Raventos, R. M. (1999): Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* **299** 265-275.
- [21] Kovács, B., Győri, Z., Csapó, 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*, 1177. p.

# ÉLELMISZEREK AUTOMATA GYORSELEMZÉSE

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

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

MINTA	BEMÉRÉS	MÓDSZER	FEHÉRJE-FAKTOR	FEHÉRJE %
főtt sonka	500 mg	kolbász	6,25	21,1 ± 0,10
sertészsír	250 mg	felvágott	6,25	3,42 ± 0,25
véreshurka	450 mg	felvágott	6,25	13,1 ± 0,08
rozsmaringos pogácsa	500 mg	növény	6,25	41,6 ± 0,16
jégkrém	1000 mg	jégkrém	6,38	2,91 ± 0,02
töltött sertésláb	500 mg	felvágott	6,25	21,0 ± 0,20
csirkemellfilé	650 mg	hús	6,25	18,9 ± 0,28
zöldséges burgonya-gombóc	600 mg	gabona	6,25	1,49 ± 0,04
zsemle	500 mg	gabona	6,25	9,12 ± 0,09



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





A kép illusztráció / Picture is for illustration only

Benes Eszter<sup>1</sup>, Szedljk Ildikó<sup>1</sup>

Érkezett: 2019. július – Elfogadva: 2019. október

## Eltérő mennyiségű kendermagliszt-tel dúsított durum kenyerek kémiai jellemzőinek összevetése a technológiai paraméterek függvényében

**KULCSSZAVAK:** Búzakenyér, Triticum durum, Cannabis sativa, próbacipó, alaki hányados, savfok, polifenol, antioxidáns-kapacitás

### ÖSSZEFOGLALÁS

A fogyasztók körében a tudatos táplálkozás és az egészséges életmódra való törekvés egyre fontosabb szerepet tölt be. A sütőipari termékek a mindennapi élelmiszerfogyasztás részét képezik, ezért a fogyasztók széles köréhez eljuttathatók. Munkánk során szem előtt tartva mindezt kendermagliszt-tel dúsított durumbúza kenyereket készítettünk (különböző keverési arányokat alkalmazva). Vizsgáltuk a keverékkészítés hatását a késztermék térfogatára, alaki hányadosára és savfokára. Ezen kívül meghatároztuk a késztermékek vízben oldható összes polifenol-tartalmát (TPC) és antioxidáns-kapacitását, amelyek változását a tésztakészítés különböző szakaszaiban (dagasztás, kelesztés) is mértük. A termék esetében ezen vizsgálati paraméterek alapján állapítottuk meg a maximálisan hozzáadható kendermagliszt mennyiségét.

### BEVEZETÉS

Napjainkban a társadalom az élelmiszer területén egyre inkább törekszik a tudatosságra. Megfigyelhető, hogy az olyan alapgabonák mellett, mint a búza, a rozs vagy a kukorica, megjelennek a piacon az eddig nem számottevő mennyiségben elterjedt más cereália, pszeudocereália, illetve egyéb típusú növények terményei is. Ezeknek a növényeknek a beltartalmi jellemzői nagy mértékben hozzájárulnak a lisztek minőségjavításához. Különböző lisztkeverékek készítésével elősegíthető a megszokottnál még értékesebb, teljes értékű sütőipari termékek előállítása.

A kenyér olyan élelmiszer, amelynek előállítása során olyan egyszerűbb összetevőket alkalmaznak, mint a búzaliszt, a só, az élesztő és a víz. Sok országban éppen ezért a leggyakrabban fogyasztott gabonából készült termék, amely sokak táplálkozásának alapjává szolgál. Egyszerűsége és széleskörű fogyasztása révén a kenyér alkalmas olyan összetevőkkel való dúsításra, amelyek további előnyökkel járnak a fogyasztók egészsége szempontjából. A betegségek elkerülése érdekében [1] napjainkban a laikusok, de

a szakemberek is egyre szívesebben fogyasztanak az átlagosnál egészségesebbnek tekintett ételeket, többek között azzal a szándékkal, hogy megelőzzék, vagy legalább csökkentik az egészségük fenntartása, illetve javítása érdekében beszerzett gyógyszerkészítmények alkalmazását. Ilyesfajta célra alkalmasak lehetnek a magasabb polifenol-komponens tartalmú élelmiszerek, amelyek részt vehetnek az emberi szervezetben kialakuló káros oxidációs folyamatok megakadályozásában [2].

A fentebb leírtak szellemében az általunk előállított kenyerekhez különböző összetételű lisztkeverékeket készítettünk durumliszt (*Triticum durum* L.) és kendermagliszt (*Cannabis sativa* L.) felhasználásával. A kenyérbélesztés során a mérések esetében adott kémiai jellemzőket vizsgáltunk.

### A FELHASZNÁLT ALAPANYAGOK

Vizsgálatainkhoz egy a kiskunfélegyházi Júlia Malom Kft. által előállított durum simaliszttel, illetve egy a kereskedelmi forgalomban kapható kendermaglisztet (Nature Cookta Kendermagliszt) használtunk.

<sup>1</sup> Szent István Egyetem, Gabona- és Iparinövény Tanszék

## A KENDERMAGLISZT

Mivel a kendermagliszt nem tartalmaz sikérképző fehérjéket, ezért az előállítási folyamat végén a belőle készült kenyerek térfogata jóval kisebb lesz, mint például a búzalisztból készített kenyerek esetében. A kendermagliszt azonban értékes kiegészítője a sütőipari termékeknek a benne található fehérjék és magas rosttartalma miatt. A kendermagliszt előállítása zsírtalanított olajpogácsák aprításával történik [3]. Az ezekben lévő polifenolok azonosítását Teh és munkatársai nagyfelbontású folyadékromatográfiás (HPLC) eljárással végezték el. A vizsgálati eredmények szerint a kendermaglisztben főként kvercetin, kávéssav és luteolin található [5, 6, 7].

## A DURUMLISZT

Napjainkban a Föld lakossága energiabevitelének mintegy 50, fehérjebevitelének pedig 45%-a cereáliából származik. A cereália fontos vitamin-, ásványi anyag- és komplex szénhidrát-forrás, beleértve az élelmi rostokat is [8]. A durumbúza polifenolos vegyületeinek meghatározását Dinelli és munkatársai végezték el HPLC-TOF-MS (HPLC-repülési idő-tömegspektrometria) alkalmazásával. A kendermagliszthez hasonlóan ez a gabonaféle is tartalmaz luteolint, illetve vanillint, kumarint, apigenint, ferulasavat és egyéb más vegyületeket is [10].

## ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A rendelkezésünkre álló lisztkekből három különböző arányú keveréket, a durumlisztből pedig kontrollmintát állítottunk elő. A mérésekhez négy különböző összetételű kenyeret készítettünk, amelyek pontos összetételét az 1. táblázatban foglaltuk össze.

## PRÓBACIPÓ KÉSZÍTÉSE

A próbacipók elkészítéséhez kenyerenként 300 g lisztet, 9 g élesztőt, 6 g konyhasót és 1,5 g cukrot, valamint a megfelelő állag kialakításához szükséges mennyiségű vizet – átlagosan 146 ml-t – használtunk fel. A kendermagliszt mennyiségének növelésével a lisztkeverékek vízfelvevő képessége csökkent. Az összetevők bemérése után 5 perc dagasztás következett dagasztógép segítségével. Az elkészült tésztát 31 °C-os termosztátban érni hagytuk,

majd kicsíptünk 400 g tésztát, és hús gömbölyítő mozdulattal formáztuk. A tésztát kilisztezett szakajtóba helyeztük, majd 30 percig 31 °C-on kelesztettük. Kelesztés után a már megkelt tésztát sütőlemezre borítottuk, majd a felületét bevágtuk és nedvesítettük. A kemence előmelegítése 220 °C-ra már a kelesztés alatt megtörtént, légterét vízgőzzel telítettük, a benne elhelyezett kenyereket 25 percen keresztül sütöttük. A mérést az MSZ 6369-8:1988 szabvány [11] alapján végeztük el.

## A KENYÉRMINTÁK VIZSGÁLATA

## Fizikai mérések

Miután a cipók kihültek, magkiszorításos módszerrel megmértük térfogatukat, majd meghatároztuk az alaki hányadosokat is [14] annak érdekében, hogy képet kapjunk a lisztkeverék-képzés hatásairól.

## Savfok meghatározása

A kihült kenyerek bélzetéből potenciometriás módszer segítségével meghatároztuk a cipók savfokát is. Az MSZ 20501-1:2007 sz. szabvány 9. fejezete szerint a bélzetből acetont és vizet segítségével kioldottuk a benne található savakat. Ezt követően az oldat savtartalmát hígítás után 0,1 mol/l koncentrációjű nátrium-hidroxid mérőoldattal visszatitáltuk. A titrálásvégpontját pH-mérő készülékkel követtük nyomon [15].

## Extraktumkészítés és kémiai mérések

A technológiai folyamat során minden esetben háromszor vettünk mintát:

- dagasztás után,
- a kelesztési folyamat után,
- és sütés után.

A minták homogenizálását kalapácsos darálóval végeztük, majd meghatároztuk azok a nedvességtartalmát. A vízben oldható polifenol-tartalom és az antioxidáns-kapacitás meghatározásához kivonatokat készítettünk. Három párhuzamos mérést végeztünk el. A kivonatok elkészítéséhez 0,15 g mintát Ep-

pendorf-csövekbe mértünk, 1500 µl desztillált vizet adtunk hozzá, majd 4 °C-on, 10000 rpm mellett 15 percig centrifugáltuk. A felülúszót eltávolítottuk és felhasználtuk a további vizsgálatokhoz.

A vízben oldható polifenol tartalmat fotometriás módszerrel határoztuk meg, a Singelton és Rossi által borvizsgálatokra kialakított módszer alapján, Folin-Ciocalteu reagens segítségével. A kapott eredményeket galluszsav egyenértékben (GSE) adtuk meg (mg galluszsav/g szárazanyag/tészta).

A vízben oldható antioxidáns aktivitás meghatározását FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) -módszerrel végeztük el [13]. Ehhez 300 mmol/l nátrium-acetát puffert készítettünk literenként 16 ml ecetsav hozzáadásával (pH = 3,6). Készítettünk még 10 mmol/l 2,4,6-tripiridill-s-triazin-, 40 mmol/l sósav- és 20 mmol/l vasklorid-oldatot (FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O). A FRAP reagenshez mérés előtt 25 ml acetát puffert, 2,5 ml tripiridill-triazin-oldatot, és 2,5 ml vasklorid oldatot kevertünk össze.

A FRAP reagensben a tripiridill-S-triazin komplexet minta antioxidáns-tartalma színváltozással járó reakcióban redukálja. A keletkező kék szín intenzitása 593 nm-en fotométer segítségével mérhető. A kék szín a minta és a FRAP reagens összekeverése után 5 percen belül alakult ki.

## KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

## A PRÓBASÜTÉS

A próbasütés során négy különböző összetételű kenyeret készítettünk, aminek az összetételi arányait az 1. táblázat szemlélteti. A minták összehasonlítását a kontrollmintához (100D) képest és egymáshoz viszonyítva végeztük el. Az 1. ábrán a kísérletben készített kisült kenyerek láthatók.

## FIZIKAI VIZSGÁLATOK

Miután a kenyerek kihültek, magkiszorításos módszerrel megmértük a a térfogatukat. A 2. táblázatban szerepeltetett adatokból jól látszik, hogy a térfogat a kendermagliszt hozzáadásával csökken, ami azzal magyarázható, hogy ez a típusú liszt nem tartalmaz sikérképző fehérjéket. Ennek hiányában viszont a kenyerek tömörebbek lesznek és kevésbé nőnek meg az élesztő hatására. Ez a bélzet szerkezetén is megmutatkozik: kevésbé lesz levegős és rugalmatlanná válik. Ezt az általunk készített képek is igazolják. A 2. ábrán a próbacipók bélzete látható.

A kendermagliszt hozzáadásával nem csak a térfogat csökkent, hanem a kenyerek magassága is. Ezt alátámasztják a meghatározott alaki hányados értékek is. Az eredményekből látható, hogy a kendermagliszt mennyiségének növelésével mind a magasság, mind pedig a szélesség csökkent. A Magyar Élelmiszertkönyv 2-81 számú irányelve [14] szerint a kenyerek alaki hányadosa legfeljebb a 2,2-es értéket veheti fel. Ez alatt a termék laposnak számít. Az általunk készített kenyerek alaki hányadosai a 70D minta kivételével mind megfeleltek ennek a követelménynek. Ebből látható, hogy ha a kendermagliszt mennyisége eléri az összes lisztmennyiség 30%-át, akkor a kenyér már lapos lesz.

## KÉMIAI MÉRÉSEK

## Savfok-meghatározás

A 3. táblázat adataiból jól látható, hogy a kendermagliszt hozzáadásával a pH érték folyamatosan csökkent, jelentős mértékű változást azonban nem tapasztaltunk. A lisztkeverékek savtartalmának oxidációjából származik: minél idősebb a liszt, annál több zsíradék bomlik le, annál több zsírsav válik szabaddá [16].

1. táblázat. Az elkészített tészták lisztösszetétele és a hozzájuk rendelt mintakódok  
Table 1. Flour composition of doughs and their assigned codes

A tészták liszt összetétele Flour composition of doughs	Mintakódok Sample codes
100% Triticum durum	100D
90% T. durum – 10% Cannabis sativa L.	90D
80% T. durum – 20% C. sativa L.	80D
70% T. durum – 30% C. sativa L.	70D



1. ábra. A kisült kenyerek felülnézetből  
Figure 1. Final products in plan view

Ebben az esetben ez valószínűsíthetően nem a lisztek korára utal, hanem arra, hogy a kendermagliszt zsírtalanítása után is marad az őrlményben valamennyi zsír. Ennek a zsírnak az oxidációja pedig hozzájárul a szabad zsírsavak keletkezéséhez, így a savfok növekedéséhez. Ezen kívül a savfok változásához hozzájárulnak a tésztában lejátszódó összetett mikrobiológiai és biokémiai folyamatok is, ezek vizsgálatára azonban ebben a tanulmányban nem volt lehetőség.

#### Vízben oldható polifenol-tartalom meghatározásának eredményei

Mind a vízben oldható polifenol-tartalom, mind az antioxidáns-kapacitás meghatározása során három párhuzamos méréssel és öt ismétléssel dolgoztunk. A mérések előtt minden esetben felvettük a szükséges analitikai mérőgörbét.

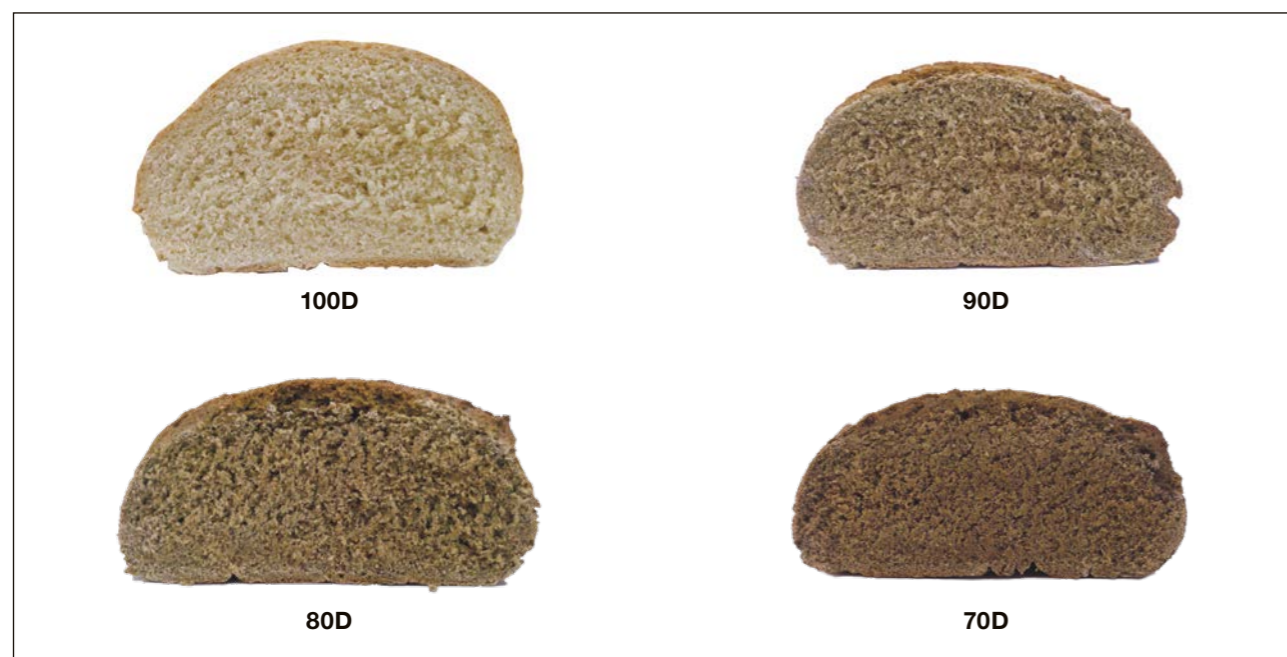
Az **3. ábrán** látható értékek alapján jól látszik, hogy a kontrollminták vízben oldható polifenol-tartalma

a kelesztés során megnőtt, majd a végtermékben a dagasztott mintában mért érték alá csökkent. Ugyaneztatendenciátmutatja a 10% kendermaglisztet tartalmazó minta, mindhárom technológiai lépést vizsgálva. A kendermagliszt mennyiségének 60, illetve 90 g-ra történő növelésével a fent említett tendencia megváltozik. Ettől függetlenül minden esetben a késztermékeknek volt a legalacsonyabb a vízben oldható polifenol-tartalma.

A **4. ábra** összefoglalja a végtermékek, valamint a kenyérbélzet és a héj polifenol tartalmának a változását. Fontosnak tartjuk a végtermékek bélzetre és héjra való elkülönített vizsgálatát is, mivel így láthatóvá válik az értékek eloszlása is. A héjban minden egyes esetben jóval magasabb polifenol tartalmat rögzítettünk, mint a bélzetben, valamint a késztermékben. Sütés közben a tészta külső felszíne jobban ki van téve a hő hatásainak, így olyan anyagok is megjelenhetnek, amik a bélzetben nem. Feltételezhető, hogy ebből adódhatnak a héj-mintákban talált magasabb értékek.

2. táblázat. Mért és számolt fizikai paraméterek  
Table 2. Detected and calculated physical parameters

	Magasság Height [mm]	Szélesség Width [mm]	Alaki hányados Shape quotient	Térfogat Volume [cm <sup>3</sup> ]
100D	72	136	1.89	700
90D	68	138	2.03	660
80D	59	124	2.10	645
70D	55	122	2.22	635



2. ábra. A kenyerek bélzete  
Figure 2. Breadcrumbs

#### AZ ANTIOXIDÁNS-KAPACITÁS MEGHATÁROZÁSÁNAK EREDMÉNYEI

A tészta antioxidáns-kapacitásának mérésekor is csak a vízben oldható komponensek FRAP-értékeit határoztuk meg. Ebben az esetben is felvettük a mérések előtt a megfelelő analitikai mérőgörbét.

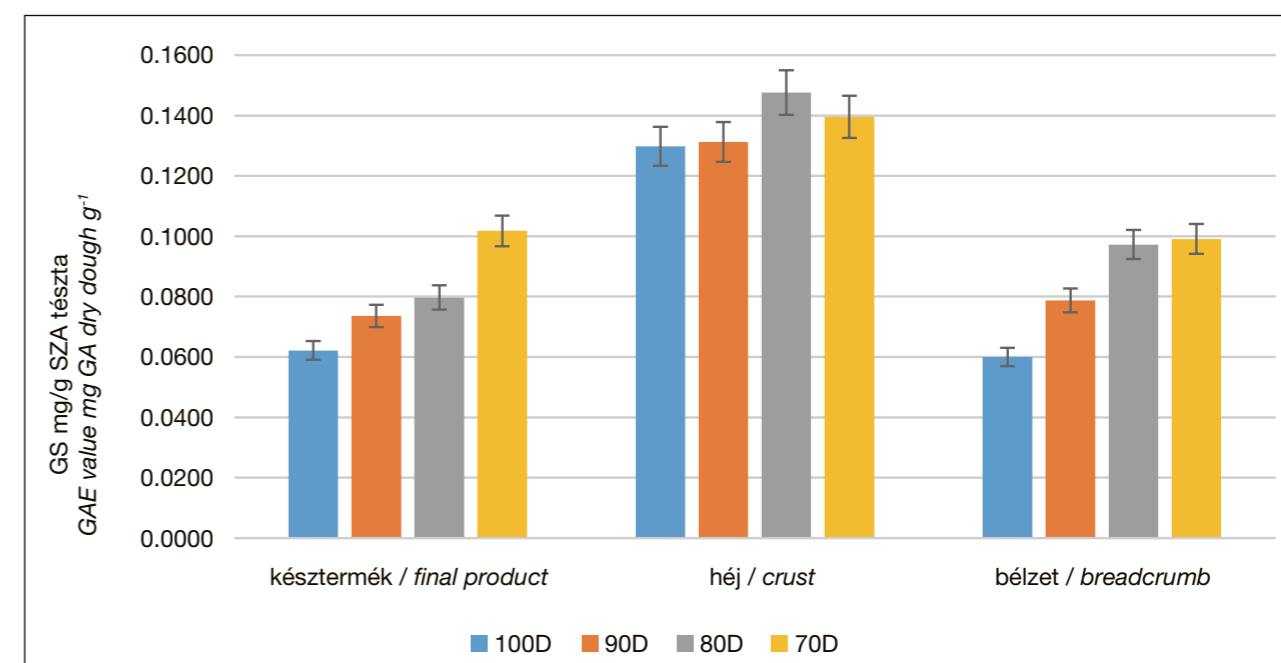
Az **5. ábra** diagramján a vizsgált technológiai lépések során vett mintákban a vízben oldható antioxidáns-kapacitásértékek változását szemléltettük. Az adatok alapján látható, hogy a kontroll minták és a 70D, valamint a 80D jelzésű minta kémiai paramétereinek változása hasonlóan alakul: a kezdeti érték a kelesztés során lecsökkent, majd ismételt növekedést mutatott.

A 70D jelzésű minta – amely a legtöbb mennyiségű kendermaglisztet tartalmazta – antioxidáns kapacitása a kenyérfőzés folyamatában fokozatos növekedést mutatott. A legmagasabb értéket a 90 g kendermagliszt hozzáadásával készült kenyérben regisztráltuk, ami a vártnak megfelelő eredmény.

A **6. ábrán** látható, hogy a héjban volt a legmagasabb antioxidáns-kapacitás minden egyes minta esetén, azonban a polifenol-tartalommal ellentétben az antioxidáns-kapacitás a kenyér bélzetében jóval alacsonyabb volt. A héj antioxidáns-kapacitása csökkenő tendenciát mutatott, ami a durumliszt mennyiségének csökkenésével hozható párhuzamba.

3. táblázat. A mért pH- és savfok-értékek  
Table 3. Detected and calculated pH and titratable acidity value

	pH érték pH value	Savfok Titratable acidity [°SH]
100D	6.7	3.3
90D	6.73	3.65
80D	6.64	4.45
70D	6.69	4.95



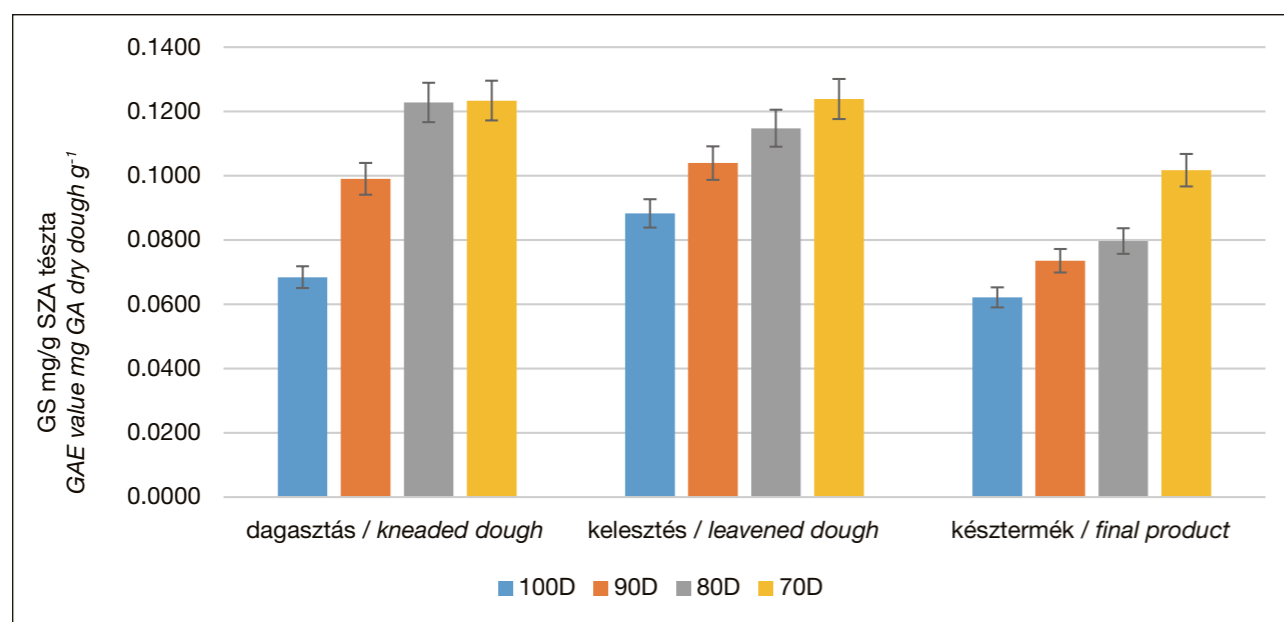
4. ábra. Vízben oldható összes polifenol-tartalom alakulása késztermékben, a bélzetben és a héjban  
Figure 4. Determination of total phenolic content (TPC) of the final product, the breadcrumb and the crust samples

## ÖSSZEZÉS

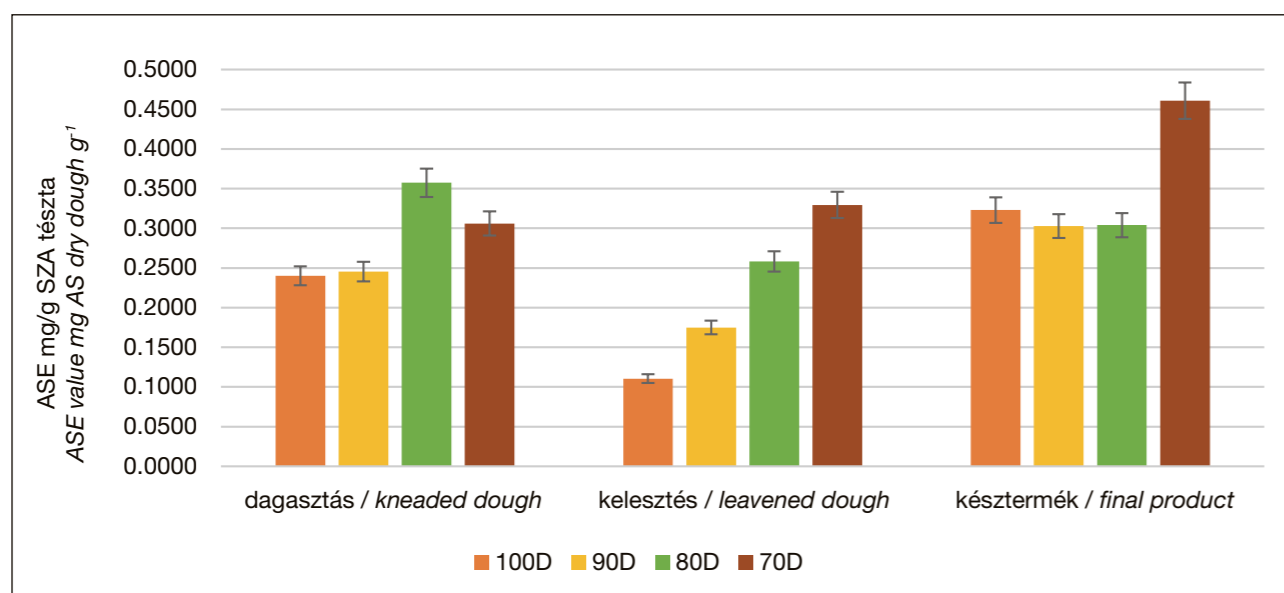
Tanulmányunk célja a kendermagliszttel dúsított durumkenyerek beltartalmi jellemzőinek és fiziko-kémiai tulajdonságainak a nyomon követése volt. A kendermagliszt legnagyobb mennyiségét 30%-ra állítottuk be. A kémiai paraméterek változásait a kenyérfőzési folyamat során vizsgáltuk. Meghatároztuk a vízben oldható összes polifenol-tartalom (TPC) és a vízben oldható antioxidáns-kapacitás (FRAP) értékeit. A lisztkeverékeket *Triticum durum* L. liszt és kendermagliszt (*Cannabis sativa* L.) különböző arányú felhasználásával készítettük el.

Az eredmények alapján látható, hogy kendermagliszt hozzáadásával a vízben oldható polifenol-tartalom és az antioxidáns-kapacitás növelhető a késztermékben.

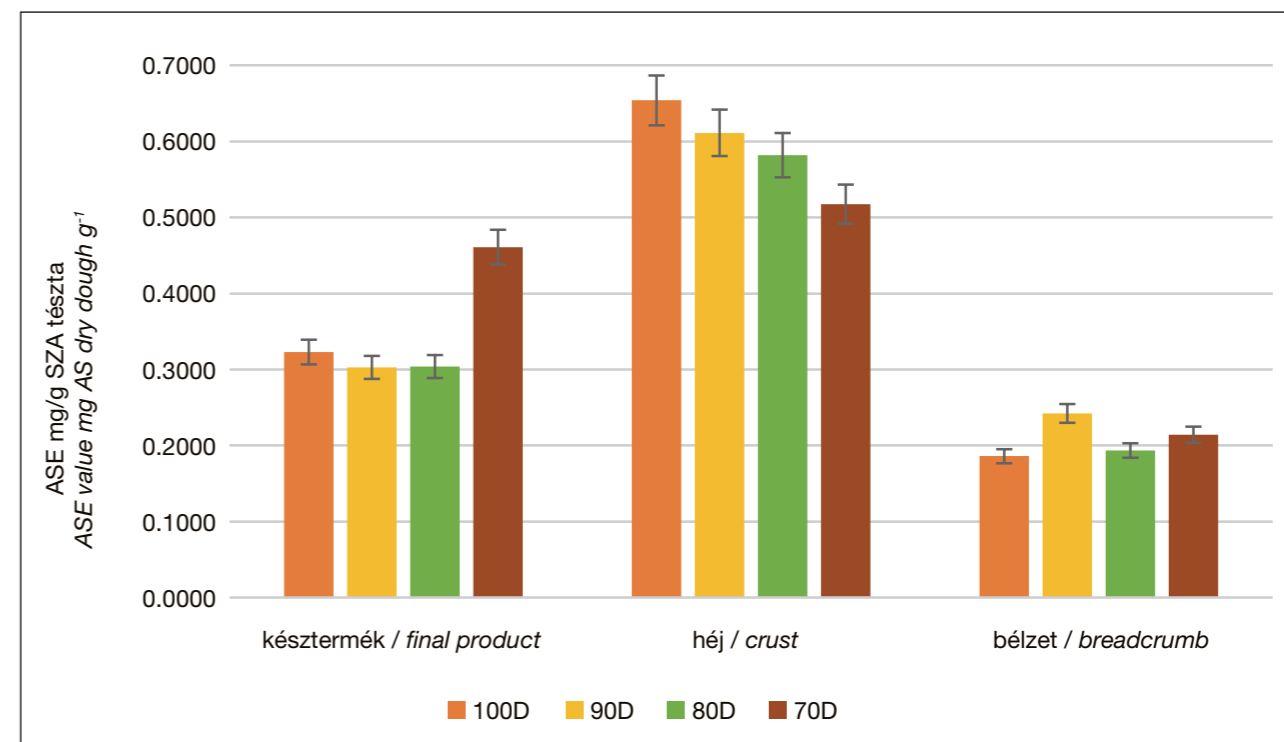
Megállapítottuk továbbá, hogy a kenyérfőzés technológiai lépései során végbemenő rendkívül bonyolult mikrobiológiai és biokémiai változásoknak kedvező hatása van a végtermék táplálkozási értékeire.



3. ábra. A vízben oldható összes polifenol-tartalom alakulása a technológiai lépések során  
Figure 3. Determination of total phenolic content (TPC) during the breadmaking process



5. ábra. Az antioxidáns-kapacitás változása a technológiai lépések során  
Figure 5. Antioxidant activity during the breadmaking process



6. ábra. Vízben oldható komponensek antioxidáns-kapacitásának alakulása a késztermékben, a bélzetben és a héjban  
Figure 6. Results of the determination of antioxidant activity in the final product, in the breadcrumb and the crust

# 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

HYGIÉNA GYORSTESZTEK

**BENTLEY**  
MAGYARORSZÁG

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

DNA DIAGNOSTIC

unisensor  
DIAGNOSTIC ENGINEERING

RANDOX  
FOOD DIAGNOSTICS

hygiéna

www.bentleyhungary.hu

Eszter Benes<sup>1</sup>, Ildikó Szedljak<sup>1</sup>

Received: July 2019 – Accepted: October 2019

# Comparison of chemical characteristics and technological parameters in durum wheat based breads enriched with hemp seed flour

**KEYWORDS:** Wheat bread, Triticum durum, Cannabis sativa, trial loaf, shape quotient, titratable acidity, polyphenol, antioxidant capacity

## SUMMARY

Society is getting increasingly food-conscious these days. It can be observed that, in addition to basic cereals such as wheat, rye or maize, the grains of other cereals, pseudocereals and other types of plants that had not been on the market in significant amount have also been appearing. The nutritional values of these plants contribute greatly to the improvement of flour quality. By making various flour blends, we can help produce complete bakery products that are more valuable than the usual ones. Bread is a food whose production uses simple ingredients such as wheat flour, salt, yeast and water. This is why, in many countries, it is the most commonly consumed cereal product that serves as the basis for the diet of many people. Due to its simplicity and widespread consumption, bread is suitable for enrichment with ingredients that provide additional health benefits to consumers. In order to prevent diseases [1], laypeople, as well as professionals consume increasing amounts of foods considered to be healthier than average these days, with the intention, inter alia, of preventing or at least reducing the use of medicinal products obtained in order to maintain or improve their health. Foods with a higher polyphenol content, which may contribute to the prevention of harmful oxidation processes in the human body, may be suitable for this purpose [2]. In the spirit of the above, for the breads prepared by us, flour blends of various compositions were made using durum flour (*Triticum durum* L.) and hemp seed flour (*Cannabis sativa* L.). Certain chemical parameters were analyzed in the course of the measurements during the preparation of the breads.

## RAW MATERIALS USED

For our study, we used durum flour produced by Júlia Malom Kft. of Kiskunfélegyháza, and a commercial hemp seed flour (Nature Cookta Kendermagliszt).

## HEMP SEED FLOUR

Since hemp seed does not contain gluten-forming proteins, therefore, at the end of the production process, the volume of the bread made from it will

be much smaller than that of the volume of bread made from wheat flour, for example. However, hemp seed flour is a valuable addition to bakery products because of the proteins found in it and its high fiber content. Hemp seed flour is produced by the crushing of defatted oilcakes [3]. The polyphenols contained therein were identified by high performance liquid chromatography (HPLC) by Teh et al. According to their experimental results, hemp seed flour contains mainly quercetin, caffeic acid and luteolin [5, 6, 7].

## DURUM FLOUR

Today, about 50% of the energy intake, as well as 45% of the protein intake of the population of Earth comes from cereals. Cereals are important sources of vitamins, minerals and complex carbohydrates, including dietary fiber [8]. Polyphenolic compounds of durum wheat were determined by Dinelli et al. using HPLC-TOF-MS (HPLC-time-of-flight mass spectrometry). Similarly to hemp seed flour, this cereal also contains luteolin, as well as vanillin, coumarin, apigenin, ferulic acid and other compounds [10].

## METHODS USED

Three different flour blends of different composition were prepared from the flours available to us, and a control sample was prepared from the durum flour. For the measurements, four breads of different composition were prepared, the exact compositions of which are summarized in **Table 1**.

## PREPARATION OF A TRIAL LOAF

For the preparation of the trial loaves, 300 g of flour, 9 g of yeast, 6 g of table salt and 1.5 g of sugar and a sufficient amount of water to obtain a suitable texture (146 ml on average) were used for each bread. By increasing the amount of hemp seed flour, the water uptake capacity of the flour blends decreased. After weighing the ingredients, the mixture was kneaded for 5 minutes with a kneading machine. The dough obtained was allowed to mature in a thermostat at 31 °C, then 400 g of dough was pinched off and it was shaped with twenty rounding motions. The dough was placed in a floured pot, and it was allowed to rise for 30 minutes at 31 °C. After rising, the already raised dough was placed on a baking sheet, its surface was cut and moistened. The oven was preheated to 220 °C during the rising process, its atmosphere was saturated with water, and the breads placed in the oven were baked for 25 minutes. The measurement was carried out according to standard MSZ 6369-8:1988 [11].

## ANALYSIS OF THE BREAD SAMPLES

### Physical measurements

After the loaves were allowed to cool, their volume was measured using the seed displacement method and shape quotients were determined [14] in order to get an impression of the effects of flour blend composition.

### Determination of titratable acidity

The titratable acidity of the loaves was also determined from the crumbs of the cooled breads by a potentiometric method. According to Chapter 9 of standard MSZ 20501-1:2007, acids in the crumbs were dissolved using acetone and water. Following

this, the acid content of the solution was determined after dilution by titration with a 0.1 M sodium hydroxide solution. The endpoint of the titration was monitored by a pH meter [15].

### Extract preparation and chemical measurements

During the technological process, three samples were taken in each case:

- after kneading,
- after the rising process,
- and after baking.

Samples were homogenized with a hammer grinder and then their moisture content was determined. For the determination of water-soluble polyphenol content and antioxidant capacity, extracts were prepared. Measurements were carried out in triplicate. For the preparation of the extracts, 0.15 g of the sample was weighed into an Eppendorf tube, 1,500 µl of distilled water was added and it was centrifuged at 4 °C and 10,000 rpm for 15 minutes. The supernatant was removed and used for further analyses.

Water-soluble polyphenol content was determined by a photometric method which was based on a method developed by Singelton and Rossi for wine analysis, using Folin-Ciocalteu reagent. The results obtained are expressed in gallic acid equivalent (GAE, mg gallic acid/g dry matter/dough).

Water-soluble antioxidant activity was determined by the FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) method [13]. For this, a 300 mmol/l sodium acetate buffer was prepared with the addition of 16 ml of acetic acid per liter (pH = 3.6). Also were prepared 10 mmol/l 2,4,6-tripyridyl-s-triazine, 40 mmol/l hydrochloric acid and 20 mmol/l ferric chloride (FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O) solutions. For the FRAP reagent, 25 ml of acetate buffer, 2.5 ml tripyridyltriazine solution and 2.5 ml of ferric chloride solution were mixed prior to the measurement.

In the FRAP reagent, the tripyridyl-s-triazine complex is reduced by the antioxidant content of the sample in a reaction with color change. The intensity of the resulting blue color can be measured at 593 nm using a photometer. The blue color developed within 5 minutes after mixing the sample and the FRAP reagent.

## EXPERIMENTAL RESULTS AND THEIR EVALUATION

### TEST BAKING

During the test baking, four breads of different compositions were prepared, the composition ratios of which are shown in **Table 1**. Samples were

<sup>1</sup> Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Grain and Industrial Plant Processing

compared to the control sample (100D) and to each other. **Figure 1** shows the bread loaves baked in the course of the experiment.

#### PHYSICAL EXAMINATION

After the breads were allowed to cool, the volume of the breads was measured using the seed displacement method. The data in **Table 2** clearly show that the volume is reduced with the addition of hemp seed flour, which can be explained by the fact that this type of flour does not contain gluten-producing proteins. In the absence of these, breads will be more dense and they rise less as an effect of the yeast. This is also reflected in the structure of the crumb, as it becomes less airy and more inflexible. This is confirmed by the pictures taken by us. **Figure 2** shows the crumb of the test loaves.

The addition of hemp seed flour not only reduces the volume but also the height of the breads. This is also supported by the determined shape quotients. The results show that both height and width decreased with increasing amounts of hemp seed flour. According to guideline 2-81 of the Hungarian Food Codex [14], the shape quotient of breads can be no more than 2.2. Below this, the product is considered flat. The shape ratios of the breads prepared by us all met this requirement, with the exception of sample 70D. This shows that if the amount of hemp seed flour reaches 30% of the total amount of flour, the bread will be flat.

#### CHEMICAL MEASUREMENTS

##### Determination of titratable acidity

It is clear from the data in **Table 3** that the addition of hemp seed flour decreased the pH value continuously, however, there was no significant change. On the one hand, the titratable acidity of flour results from the oxidation of the fat content of flour: the older the flour, the more fat is decomposed, and the more fatty acids are released [16]. In this case, it probably does not indicate the age of the flours, but the fact that after the defatting of hemp seed flour the ground seeds still contain some fat. The oxidation of this fat contributes to the formation of free fatty acids, thus increasing the acidity. In addition, complex microbiological and biochemical processes that take place in the dough may also contribute to the change in acidity, however, it was not possible to investigate these in this study.

##### Results of the determination of water-soluble polyphenol content

In the case of both the determination of water-soluble polyphenol content and antioxidant capacity, three parallel measurements were carried out in five replicates. The required analytical curve was recorded before each measurement.

From the values shown in **Figure 3** it can be clearly seen that the water-soluble polyphenol content of the control samples increased during the rising process, and the value in the final product was lower than the one measured in the kneaded sample. The same tendency is exhibited by the sample containing 10% hemp seed flour, when examining all three technological steps. Increasing the amount of hemp seed flour to 60 or 90 g reverses the above-mentioned tendency. Nevertheless, the water-soluble polyphenol content was lowest in the finished product in each case.

**Figure 4** summarizes the changes in the polyphenol content of the finished products, the crumb and the crust. We consider it important to examine the crumb and the crust of the finished products separately, as this allows for the observation of the distribution of the values. In each case, the polyphenol content of the crust was much higher than that of the crumb or the finished product. During baking, the outer surface of the dough is more exposed to heat, which may result in the formation of substances that do not arise in the crumb. It is assumed that the higher values found in the crust are a result of this.

#### RESULTS OF THE ANTIOXIDANT CAPACITY DETERMINATION

When measuring the antioxidant capacity of the dough, once again only the FRAP values of water-soluble components were determined. In this case, the appropriate analytical curve was recorded before the measurements as well.

The diagram in **Figure 5** depicts the changes in water-soluble antioxidant capacity in the samples taken during the technological steps. Based on the data similar changes can be seen in the chemical parameters of the control samples, and samples 70D and 80D: the initial value decreased during the rising process, and then it increased again. The antioxidant capacity of sample 70D, which contained the most hemp seed flour, exhibited a continuous increase during the breadmaking process. The highest value was found in the bread made with the addition of 90 g of hemp seed flour, which is an expected result.

**Figure 6** shows that the antioxidant capacity was the highest in the crust for each sample, but unlike the polyphenol content, the antioxidant capacity in the crumb of the bread was much lower. The antioxidant capacity of the crust exhibited a decreasing tendency, which can be paralleled with the decrease in the amount of durum flour.

#### SUMMARY

The objective of our study was to investigate the nutritional parameters and physicochemical properties of durum breads enriched with hemp seed flour. The maximum amount of hemp seed flour

used was 30%. Changes in the chemical parameters were monitored during the breadmaking process. Water-soluble total polyphenol content (TPC) and water-soluble antioxidant capacity (FRAP) values were determined. Flour blends were prepared using different ratios of *Triticum durum* L. flour and hemp seed flour (*Cannabis sativa* L.).

The results show that both the water-soluble polyphenol content and the antioxidant capacity of the finished product can be increased by the addition of hemp seed flour.

It has also been found that the extremely complex microbiological and biochemical processes that take place during the technological steps of the breadmaking process have a beneficial effect on the nutritional values of the finished product.

#### REFERENCES

- [1] Hathorn, C. S., Biswas, M. A., Gichuhi, P. N., & Bovell-Benjamin, A. C. (2008): Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweetpotato flour and high-gluten dough enhancers. *LWT – Food Science and Technology*, 41, 803 – 815.
- [2] Rak, G. (2010): Polifenolok és származékaik feltérképezése hármaskvadrupol tömegspektriás módszerrel.
- [3] Wang, X-S., Tang C-H., Yang X-Q., Gao W-R. (2008): Characterization, amino acid composition and *in vitro* digestibility of hemp (*Cannabis sativa* L.) proteins, *Food Chemistry*, 107, 11 – 18.
- [4] Teh, S-S., Bekhit, A. E-D., és Birch, J. (2014): Antioxidative polyphenols from defatted oilseed cakes: Effect of solvents. doi: 10.3390/antiox3010067
- [5] Zhang, M., Swarts, SG., Yin, L., Liu, C., Tian, Y., Swarts, M., Yang, S., Zhang, S.B., Zhang, K., Ju, S., Olek, D. J. Jr, Schwartz, L., Keng, P.C., Howell, R., Zhang, L., Okunieff, P. (2011): Antioxidant properties of quercetin. doi: 10.1007/978-1-4419-7756-4\_38.
- [6] Wang, Y. és Mang, X. (2015): Binding, stability, and antioxidant activity of quercetin with soy protein isolate particles. *Food Chemistry*, 188, 24–29.
- [7] Nabavi, S. F., Braid, N., Gortzi, O., Sobarzo-Sanchez, E., Daglia, M., Skalicka-Wozniak, K. és Nabavi, M. S. (2015): Luteolin as an anti-inflammatory and neuroprotective agent: A brief review. *Brain Research Bulletin*, 119, 1–11.
- [8] Heszberger, D. (2008): Szakdolgozat: Azonos technológiai paraméterek mellett gyártott tojásos tészták kémiai, érzékszervi vizsgálata.

[9] Dinelli, G., Carretero, S. A., Di Silvestro, R., Marotti, I., Fu, S., Benedettelli, S., Ghiselli, L. és Gutierrez, F. A. (2009): Determination of phenolic compounds in modern and old varieties of durum wheat using liquid chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1216, 7229– 7240.

[10] Laus, M. N., Tozzi, D., Soccio, M., Fratianni, A., Panfili, G., és Pastore, D. (2012): *Journal of Cereal Science*, 56, 214 – 222.

[11] Lisztvizsgáló módszerek. Sütéspróba. MSZ 6369-8:1988. Lisztvizsgáló módszerek. Sütéspróba.

[12] Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965): Colorimetry of total phenols with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents *Am. J. Enol. Vitic.* 16, 144-158.23.

[13] Benzie, I. F., Strain J. J. (1996): The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of „Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochem.* 2239: 70-76.

[14] Magyar Élelmiszerkönyv 2-81 számú irányelve

[15] MSZ 20501-1:2007 sz. szabvány. Sütőipari termékek vizsgálati módszerei. 1. rész: Kémiai vizsgálatok. 9. fejezet: a savfok meghatározása.

[16] Szalai, J. (1990): A sütőipar technológiája.



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

Erdélyi Éva<sup>1</sup>, Jakuschné Kocsis Tímea<sup>1</sup>, Lovasné Avató Judit<sup>1</sup>

Érkezett: 2019. március – Elfogadva: 2019. október

## Az élelmiszeripari termékek környezeti hatásai és számszerűsítésük nehézségei

**KULCSSZAVAK:** Környezeti hatás, PAS 2070, ISO14067 szabvány, agrártermelés ökológiai lábnyoma

### ÖSSZEFOGLALÁS

A mezőgazdasági termelés és az élelmiszeripar, valamint az élelmiszerek szállítása egyaránt szennyezik környezetünket. A környezetterhelés különböző vonatkozásai közül egyre nagyobb figyelmet kap az élelmiszeripar hozzájárulása az üvegházhatású gázok kibocsátásához, ezzel pedig a klímaváltozáshoz. A nemzetközi szakirodalomban igen sok tanulmány olvasható a növényi és állati eredetű termékek előállításánál kibocsátott gázok mennyiségének összehasonlításáról, vagy a különböző mezőgazdasági- és élelmiszeripari termékek előállításánál kibocsátott üvegházhatású gázok mennyiségének felméréséről. Ezeket a mennyiségeket széndioxid egyenértékben összesítve adhatjuk meg, a termék karbon-lábnyomának nevezzük, de a számításához használt módszerek nem egységesek. Használható a PAS 2070 iránymutatása, vagy az ISO14067 szabvány. Ezek a módszerek a termékek életciklus-elemzésén (LCA – Life Cycle Analysis) alapulnak, vagyis a termék előállítása, megtermelése során felhasznált erőforrások, felhasznált nyers- és alapanyagok, a csomagolóanyag-előállítás, a szállítás, valamint az energiateljesítmény számbevétele után megadják a termelési folyamatban keletkezett üvegházhatású gázok mennyiségét. Az élelmiszerek sokszor igen hosszú szállítási lánc végén jutnak el a vásárlókhoz. Figyelembe vehető a termék életciklusának azon része is, ami a hulladékká válást és a hulladékkezelést illeti. Ebben az esetben az életciklus-elemzés „bölcstől a bölcsőig” szemléletét követhetjük. Nehézséget jelent azonban a megfelelő adatok összegyűjtése a nyersanyagterkép összeállítása és a folyamatok feltérképezése során; dolgozatunkban ezt egy első hallásra egyszerűnek tűnő példán keresztül mutatjuk majd be. Külön nehézséget jelent, ha nem a pultokra kerülő élelmiszerek, hanem az éttermi fogyasztás során elfogyasztott kész élelmiszerek karbon-lábnyomát szeretnénk meghatározni. Fontos, hogy a folyamatok felmérése során felállítsuk azokat a határokat, amiken belül megbízható adatok alapján a teljes hatáslánc egy részének karbon-lábnyoma megbízhatóan kiszámítható.

### IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az élelmiszeripari termelés környezetterhelő hatása vitathatatlan. A mezőgazdasági termelés és az élelmiszeripar, valamint az élelmiszerek szállítása mind-mind környezetszennyező hatásokról ismertek. A mezőgazdaság jelentős részben hozzájárul az üvegházhatású gázok kibocsátásához, miközben elnyeli a szén-dioxidot, így a klímaváltozás

szempontjából szerepe ellentmondásos. Az agrártermékek karbon-lábnyom-meghatározása megfelelő eszköz az agrártermelés hatékonyságának és fenntarthatóságának mérésére [1]. *Al-Mansour és munkatársai* [1] egy modell segítségével összegzik egy-egy termék üvegházhatású gáz-kibocsátását a termelési folyamat kezdetétől a tároláson át addig, amíg a termék eljut az élelmiszeripar végső fogyasztójához. A környezetterhelés

<sup>1</sup> Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Üzleti Elemzés Módszertan Tanszék

különböző vonatkozásai közül egyre nagyobb figyelmet kap az élelmiszeripar hozzájárulása az üvegházhatású gázok kibocsátásához ezzel pedig a klímaváltozáshoz. Az élelmiszeripar nagy üvegházgáz-kibocsátása miatt a kutatók figyelmének középpontjába került az élelmiszeripar karbon-lábnyoma [41]. A mezőgazdasági termelés a teljes üvegházhatású gáz-kibocsátás 35%-át adja [6]. A növekvő népesség élelmiszerellátása a környezeti externáliák csökkentése mellett kulcsfontosságú kérdés napjainkban a fenntarthatósággal kapcsolatos vitákban. A vizsgálatok arra utalnak, hogy az élelmiszer-fogyasztás meghatározó faktor egy olyan térség környezeti deficitje szempontjából, amelynek az erőforrás- és öko-szolgáltatás igénye meghaladja az ökoszisztéma határait. A vizsgált országok közül Portugália, Málta és Görögország esetében a legmagasabb az egy főre jutó ökológiai lábnyom nagysága, míg Szlovénia, Egyiptom és Izrael esetében a legalacsonyabb [12]. A fenntartható fogyasztás és termelés a megújult Európai Unió Fenntartható Fejlődési Stratégiájának szakpolitikai kulcsfontosságú célkitűzése. Ezek a célok túlnyomórészt termelési, és nem fogyasztási típusúak és az Európai Unió minden egyes tagállama esetében különbözők. Fontos megjegyezni, hogy a Nemzetközi Karbon-lábnyom Hálózat adatai alapján a fogyasztásból származó karbon-lábnyom napjainkra szinte minden Európai Unió tagállam esetében meghaladta a termelésből származó üvegházhatású gáz-kibocsátást [17].

Vergé és munkatársainak [34] vizsgálatai a kanadai sertéshús-ágazat karbon-lábnyomának számítására irányultak. A sertéshús előállítását Kelet-Kanadában technológiától és súlyozási módszertől függően 2,6 - 4,0 kg CO<sub>2</sub> egyenérték/kg termék, nyugaton 3,2 - 5,0 kg CO<sub>2</sub> egyenérték/kg termék. Számításaikban háromféle súlyozási módszert használtak:

1. Súlyozás nélküli számítás: ami a gazdaságokban folyó termelésen alapul;
2. Gazdasági súlyozás: ami a piacutadásokra épül;
3. Súlyozás a megtermelt tömeg szerint: ami a legjobban illeszkedik a fenntarthatósági vizsgálatokhoz.

Buratti és munkatársai [5] olaszországi példán keresztül vizsgálták a hagyományos- és az organikus marhahús-termelési rendszerek karbon-lábnyomát (hagyományos tartástechnológia alatt a vizsgált Közép- és Dél-Olaszországban jellemző nagyüzemi tartástechnológiát értik a szerzők). Az organikus termelési eljárásban egy kg élő tömeg előállításának karbon-lábnyoma 24,62 kg CO<sub>2</sub> egyenérték (a továbbiakban CO<sub>2</sub>e), ezzel szemben a hagyományos technológiában előállított egy kg élő tömegé 18,21 kg CO<sub>2</sub>e. A karbon-lábnyom számítása során a kibocsátott üvegházhatású gázok 50-54%-át az emésztőrendszeri fermentációból származó metán adta. Xu és Lan [39] Kínában végzett kutatásainak eredményei alapján arra a következtetésre jutottak, hogy az állati eredetű élelmiszerek előállítása nagyobb karbon-lábnyommal bír, mint a növényi eredetű élelmiszereké. A marha- és bárányhús előállítása magasabb karbon-lábnyommal jár, mint más élelmiszereké, a legalacsonyabb karbon-lábnyomot pedig a retektermesztés mutatta. A növényi élelmiszerek előállítása esetén a karbon-lábnyom nagy része a szántóföldi termelésből származott. A karbon-lábnyom összetétele az állati eredetű élelmiszerek esetében eltérő volt.

Az organikus úton előállított élelmiszereket gyakran tartják környezetkímélőbb termékeknek a hagyományos úton előállított termékekhez képest; Európán belül például Németországban gyorsan

bővül a bio (organikus) termékek piaca. Treu és munkatársai [33] szerint a hagyományos és az organikus étrendhez kapcsolódó üvegházgáz-kibocsátás lényegében megegyezik, míg a földhasználatához kapcsolódó üvegházgáz-kibocsátás kb. 40%-kal magasabb az organikus étrend esetében. A hagyományos étrend 45%-kal több húst tartalmaz, mint az organikus étrend, ami így 40%-kal több zöldséget és gyümölcsöt tartalmaz. A karbon-lábnyom domináns hányadát (70-75%) mindkét esetben az állati eredetű élelmiszerek előállítása és a földhasználat adta. Yue és munkatársai [40] – statisztikai adatok alapján – huszonhatféle gabona és hatféle haszonállatból készült termék karbon-lábnyomát vizsgálták Kínában. Az alábbi eredményekre jutottak (1. táblázat).

Yue és munkatársai [40] számításai szerint a növényi termékek karbon-lábnyomai közül az árasztásos rizstermesztés és a műtrágyahasználat okozta metánkibocsátás adta a lábnyom legnagyobb részét (36-93%). Az állattartás esetében a kibocsátás 96%-át a takarmányozás, az emésztőrendszeri fermentáció és a trágyakezelés adta. Vizsgálták az otthoni és az éttermi étkezés karbon-lábnyomát is: a házon kívüli étkezés lábnyoma 2,87 kg CO<sub>2</sub>e/fő/étkezés volt, míg az otthoni étkezés esetében a karbon-lábnyom értéke 1,57 kg CO<sub>2</sub>e/fő/étkezés [40]. Kínában Jianyi és munkatársai [15] vizsgálták 1979 és 2009 között tizenöt-féle élelmiszer karbon-lábnyomának alakulását. Eredményeik szerint a rizstermesztés karbon-lábnyoma nőtt a leginkább, de a növekvő termésmennyiségnek köszönhetően a tej, a marhahús, a gyümölcsök és a zöldségek esetében is gyors növekedés volt tapasztalható. Ezeknek a termékeknek a széndioxid-kibocsátást befolyásoló faktoraiban azonban általánosságban csökkenés tapasztalható.

Argentínában Mujica és munkatársai [21] meghatározták a méz karbon-lábnyomát: 2,5 ± 0,17 kg CO<sub>2</sub>e/kg termék, amiből a legnagyobb részt a levélasztás (pergetés) adja.

Chiriaco és munkatársai [7] a teljes kiőrlésű kenyér példáján számolták a karbon-lábnyomot az életciklus-elemzés módszerét alkalmazva. Összehasonlították a termék esetében a bio- illetve a hagyományos termesztésből származó búzából készített teljes kiőrlésű kenyér karbon-lábnyomát. Az eredmények kimutatták, hogy a hagyományos termesztésű búzából készült korpás kenyér 1 kg-ja 24%-kal alacsonyabb kibocsátást indukál. A hagyományos termesztési technológiából származó búza felhasználásával készített kenyér karbon-lábnyoma 1,18 kg CO<sub>2</sub>e/kg, míg a bio (organikus) termesztésből származó búzából készült kenyér esetében a mutató 1,55 kg CO<sub>2</sub>e/kg volt. Amikor azonban a gabonatermesztéshez igénybe vett földterület egységére vonatkoztatva számolták a karbon-lábnyomot, akkor a bio-termesztés teljesítménye eredményesebbnek mutatkozott:

hektáronként 60%-kal volt alacsonyabb az üvegházgáz-kibocsátása, mint a hagyományos termesztési technológiának. Célszerű azonban figyelembe venni a bio-termesztés alacsonyabb hatásfokát és nagyobb területigényét. Casolani és munkatársai [6] az olaszországi durum búza termesztése esetében a víz- és karbon-lábnyom alakulását vizsgálták 2011 és 2015 között. Vizsgálták ezeknek a mutatóknak az egymáshoz viszonyított arányát, ami alapján kiderült, hogy ez az arány az adriai térségben a legmagasabb. A karbon-lábnyom tekintetében az észak-olaszországi területek adták a legnagyobb értéket (2462 kg CO<sub>2</sub>e/ha).

Scholz és munkatársai [26] a hulladékkezelés miatt kárba vesző kibocsátásokat számszerűsítette. Az élelmiszerhulladék nagy probléma a modern társadalmak számára és számottevő társadalmi, gazdasági és környezeti ráfordítást jelent. Az élelmiszer előállítása a teljes élelmiszerlánc során üvegházhatású gázok kibocsátásával jár, és az élelmiszerek hulladékká válása egyet jelent a hozzájuk kapcsolódó kibocsátás feleslegessé válásával. Ezért az élelmiszerhulladékok mennyiségének csökkentésével kapcsolatban egyetértés alakult ki a szakemberek között. Hat, svéd élelmiszeráruházban végzett felmérés alapján a keletkezett hulladék mennyiségének 85%-át a zöldség- és gyümölcsosztály adta, ami az elvesztegetett karbon-lábnyom 46%-át jelentette. A húsosztály a keletkezett hulladék 3,5%-át termelte, ami a kárba vesztett kibocsátás 29%-át adta [26].

Azélelmiszer-hulladékmennyiségének csökkentésére és a fenntartható élelmiszer-fogyasztási szokások kialakítására irányuló stratégiák kidolgozásához szükség van olyan információkra (klíma-, víz-, területhasználat), amelyek számszerűsítik a fogyasztási magatartás és a hulladékkezelés környezeti hatásait [29]. Az élelmiszeripari-hulladék keletkezése a legnagyobb probléma, mennyiségének csökkentése feltétlenül szükséges a fenntartható élelmiszer-láncok kialakításához [10]. Eriksson és munkatársai [10] harminc közétkeztetési konyhai egység megfigyelését végezték el Svédországban, és azt találták, hogy az élelmiszeripari-hulladék talált adagra vetített mértéke 75g, ami a kiadott élelmiszer mennyiségének 23%-a volt.

Az élelmiszerfogyasztás környezeti hatásait számszerűsítette Vetőné Móznér Zsófia [35] hazai példán keresztül az öko- és karbon-lábnyom módszerének felhasználásával. Vizsgálatai szerint a hús- és tejtermékek öko- illetve karbon-lábnyoma a legmagasabb. Kimutatta, hogy hazánkban a férfiak – étkezési szokásaik vizsgálata alapján – 13%-kal magasabb ökológiai lábnyommal rendelkeznek, mint a nők. Csutora és Vetőné [8] közös munkája rámutat, hogy az élelmiszerfogyasztás jelentős környezeti terheléssel jár, és a háztartások, valamint a bennük résztvevők megtakarításokra fordítható jövedelme nagy szerepet játszik abban, hogy milyen

1. táblázat. Különböző élelmiszeripari termékek karbon-lábnyoma Yue és munkatársai [40] számításai alapján.  
Table 1. Carbon footprint of various food products as calculated by Yue et al. [40]

Termék Product	Karbon-lábnyom (kg CO <sub>2</sub> e / kg előállított termék) Carbon footprint (kg CO <sub>2</sub> e / kg of product manufactured)
Gyümölcsök Fruits	0.31
Hüvelyes növények Legumes	0.46
Gabonafélék Cereals	0.77
Olajos növények Oil plants	0.95
Tej Milk	1.47
Ipari növények Industrial plants	2.96
Tojás Egg	4.09



típusú élelmiszert fogyasztanak. Elmondható, hogy minél magasabb a jövedelem, annál magasabb az étel-miszer-fogyasztás. Ugyanakkor a magasabb jövedelmű egyének nagyobb hajlandóságot mutatnak az egészségesebb táplálkozási szokások gyakorlata iránt, így mérsékeltebb a fogyasztásuk is. Ennek kapcsán célszerű lenne a fenntartható fogyasztással kapcsolatos kommunikáció segítségével a különböző társadalmi csoportok jövedelem alapján történő meghatározása. *Sommer és Kratena [28]* az Európai Unió 27 tagállama esetében makrogazdasági modellek segítségével számították ki a személyes fogyasztás karbon-lábnyomát, öt jövedelmi kategória szerint csoportosított háztartás-csoportra vetítve. Az eredményeik közül fontos megemlíteni, hogy a legfelső jövedelmi kategóriába sorolt háztartások a jövedelem 45%-át birtokolják, de a karbon-lábnyom 37%-áért felelősek, ezzel szemben a legalacsonyabb jövedelmű háztartások a jövedelem 6%-át birtokolva a karbon-lábnyom 8%-át adják. *Vetőné [36]* a tanulmányában rámutat arra, hogy a környezeti és a gazdasági elemzésekben a környezeti és az egészségügyi szempontokat együttesen kell figyelembe venni.

Az étel-miszer-fogyasztás közvetlen hatással van a fogyasztók egészségére és környezetére. *Benedek [3]* szerint a helyi étel-miszer – és ezzel összefüggésben a rövid étel-miszer-ellátási láncok – szerepe egyre nagyobb figyelmet kap mind a fogyasztói civil szervezetek, mind a különböző szintű döntéshozók körében. A konvencionális étel-miszeripar támasztotta sokféle problémára (pl. például étel-miszer-mérföld) megoldást jelenthetnek mind a fogyasztók, mind a termelők számára. A rövid étel-miszer-ellátási láncoknak Észak-Amerikában és Nyugat-Európában évtizedes hagyományai vannak, de hazánkban is egyre több ilyen szerkezetű kereskedelmi hálózat jön létre.

A vendéglátó-szektor nagy mérete és gazdasági jelentősége ellenére tudományos ismereteink hiányosak annak környezeti hatásairól [11]. Ugyanakkor a környezeti szempontból fenntartható étel-miszer-készítés és -fogyasztás iránti igény egyre nő. Általában véve két vendéglátási szolgáltatási módszer különíthető el. Az egyik esetben a főzés és a tálalás egy helyen történik, ekkor az étel-miszert – miután az elkészült – azonnal tálalják a fogyasztónak. A másik esetben viszont ezek a folyamatok elválnak egymástól, vagyis a főzés, az elkészítés és a fogyasztás térben és időben egyaránt elkülönül. *Fusi és munkatársai [11]* az elválasztott eljárás környezeti hatásait egy tipikus olasz étel-miszer, a tészta példáján keresztül vizsgálták. Két fő rendszertípusra fókuszáltak: főzés-melegen tartás és főzés-hűtés, ezen belül is külön vizsgálták a különböző főzési eljárásokat. Az eredmények alapján a tésztafőző berendezésben főtt tészta esetében az energia-felhasználás 60%-kal, míg a vízfelhasználás 38%-kal volt alacsonyabb a hagyományos (tűzhelyes) eljáráshoz képest. Az így elkészített tészta

környezeti hatása így összességében 34-66%-kal volt alacsonyabb. A környezeti hatás úgy is csökkenthető volt, hogy gázüzemű főző berendezést használtak az elektromos helyett. A főzés-hűtés rendszer környezeti hatása – főként a hűtési technológia energiaszükséglete miatt – 17-96%-kal volt magasabb a főzés-melegen tartás rendszerénél.

Nem csak az étel-miszerek vagy az éttermi vendéglátás karbon-lábnyoma vizsgálható, de a szállodáké is. Példa erre *Liqin [18]* *Ji'nan* munkája, aki felső kategóriás szállodákban vizsgálta azok szokásos működése során vendéglátási tevékenységeik (termékeik) karbon-lábnyomát. Azt találta, hogy a vendéglátás termékeinek karbon lábnyomának 99%-a direkt üvegházgáz-kibocsátásból fakadt. Minél magasabb volt a szálloda kategóriája és különlegesebb a választéka, annál magasabb volt a karbon-lábnyoma. Bizonyos étel-miszer-féleségek nagyobb üvegházgáz-kibocsátással járnak, mint mások, így ezek megfelelő szervezése-rendezése a turizmusba ágyazva hozzájárulhat a klímaváltozást kiváltó hatások csökkentéséhez. *Gössling és munkatársainak [13]* tanulmánya különböző étel-miszer-féleségek karbon-intenzitását tekinti át, és azt tárgyalja, hogy az étkezéssel foglalkozók hogyan tudnák előnyösen megváltoztatni jelenlegi gyakorlatukat. Számos olyan fontos összefüggés figyelhető meg az étel-miszertermelés és a turizmus keretében megvalósuló étel-miszerfogyasztás között, ami meghatározó szerepet játszik a fenntarthatóságban. *Torres [32]* szerint a turizmussal kapcsolatos pénzköltés egyharmadát étel-miszere fordítjuk. *Sel és munkatársai [27]* szerint egy fenntartható vendéglátási lánc kidolgozásához nagyban hozzájárulhat az erőforrások folyamatból való kiszervezése, a megfelelően képzett munkaerő alkalmazása és a folyamatszabályozás hatékonysága miatt növekvő kapacitások kezelése.

#### A KARBON LÁBNYOM SZÁMÍTÁSÁNAK MÓDSZEREI

A karbon-lábnyom egy környezeti fenntarthatósági indikátor, amely a termék életciklusa során kibocsátott üvegházhatású gázok mennyiségét számszerűsíti [21]. Manapság a fenntartható termelés magában foglalja a források ésszerű felhasználását és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére irányuló kötelezettség teljesítését. A karbon-lábnyom lényegében a termékek és tevékenységek életciklusa során keletkezett üvegházhatású gáz-kibocsátásának mennyiségét jelenti [23]. *Wiedmann és Minx [37]* megfogalmazásában a karbon-lábnyom az ökológiai lábnyom része, amely valamilyen jellegű tevékenység, személy, terület egység stb. által közvetlenül vagy közvetett módon a levegőbe jutott CO<sub>2</sub> összes mennyiségét méri, illetve azt a terület egységet, amely ezen CO<sub>2</sub> mennyiség semlegesítéséhez szükséges [2]. Ez a megközelítés az ökológiai lábnyom számításához tartozik. A szervezeti karbon-lábnyom – vagy egy termék karbon-lábnyomához kapcsolódó – számítások

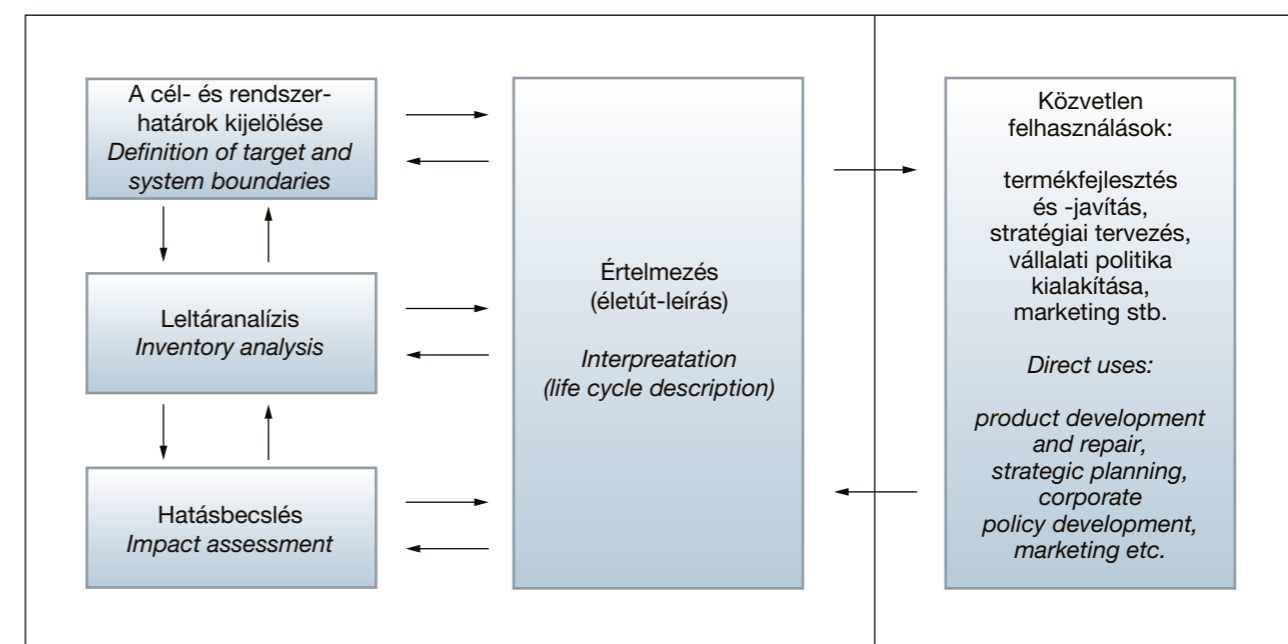
alapja az életciklus-elemzés, valamint a kibocsátás számszerűsítése valamilyen egységre vonatkoztatva (például étel-miszeripari termék esetében kg késztermék).

A karbon-lábnyom számításához használt módszerek nem egységesek. Használható a PAS 2070 iránymutatása, vagy az ISO14067 szabvány. A nemzetközi szabvány irányelveket, követelményeket és útmutatást határoz meg a termékek karbon lábnyomának számításához/felméréséhez és kommunikálásához. Az ISO 14067 szabvány alapja az életciklus elemzést, az öko-címkézést és a környezeti jelentések készítését szolgáló szabványok (ISO 14040, 14044, 14020, 14024, 14025) [14]. A Nemzetközi Szabványügyi Testület (ISO) szabványainak alkalmazása önkéntes jellegű. A szabványok iránymutatást adnak a szabvány szerinti minősítés elérésének feltételeit illetően. Az ISO szabványok elvi alapja a folyamatos fejlődést szolgáló PDCA ciklus, amelynek lényegét *Kósi és Valkó* mutatja be [16]. Az említett karbon-lábnyom számítási módszerek a termékek életciklus-elemzésén (Life Cycle Assessment - LCA) alapulnak, vagyis a termék előállítása és megtermelése során felhasznált erőforrások, nyers- és alapanyagok, valamint energia számbavétele után megadják a termelési folyamatban keletkezett üvegházhatású gázok mennyiségét. (Az LCA folyamatát az **1. ábra** szemlélteti.)

A környezettudatos vállalati menedzsment gyorsan fejlődő területéről, vagyis a karbon-leltár és a karbon-lábnyom számításának módszertanáról *Schaltegger és Csutora [25]* tanulmánya ad átfogó képet. Karbon-leltár készítésével és az elszámolás módszertanával foglalkozó irodalmi összefoglalót *Stechemesser és Guenther [30]* tanulmányaiban olvashatunk. *Vergé*

és *munkatársai [34]* arra hívják fel a figyelmet, hogy az emberi tevékenység környezeti hatásainak becsléséhez használt számítási módszerek megválasztása alapos körültekintést igényel, hiszen módosíthatja az ilyen jellegű vizsgálatok eredményét. *Vergé et al. [34]* vizsgálataiban az életciklus-elemzés módszertanát alkalmazza a kanadai sertéshús-ágazat karbon lábnyomának számítására, ami napjainkban nagyon elterjedt módszer a környezeti teljesítmény értékelésére. Fontos még az alkalmazott súlyozási módszer, ami hatással van a számítási eredményekre és az abból levonható következtetésekre is. Az ökológiai lábnyom számításának része a karbon-lábnyom komponens, ami figyelembe veszi az adott terület érdeinek átlagos szén-megkötő képességét. Ennek a részszámításnak a finomítására tesznek javaslatot *Mancini és munkatársai [20]*. Fontos felhívni a figyelmet arra a tényre, hogy az ökolábnyom karbon-komponensének számítása és a termék karbon-lábnyomának számítása módszertani szempontból egyaránt eltér.

A karbon-lábnyom számítása esetén lehetőség van a megfigyelt folyamatok kiterjesztésére is. Ebben az esetben nem csak a késztermék előállításáig vizsgáljuk a kibocsátásokat, hanem azt is figyelembe vesszük, hogy az milyen úton jut el a fogyasztóhoz. Az étel-miszerek sokszor igen hosszú szállítási lánc végén kerülnek a vásárlókhoz. Szükséges figyelembe venni a termék életciklusának hulladékká válásra, illetve hulladékkezelésre vonatkozó részét is. Ebben az esetben az életciklus-elemzés „bölcstől a bölcsőig”-szemléletét követhetjük. A folyamatok feltérképezése során nagy nehézséget jelent a megfelelő adatok összegyűjtése, valamint ha nem a pultokra kerülő étel-miszerek karbon-lábnyomát, hanem az éttermi fogyasztás során elfogyasztott kész étel-miszerek karbon-lábnyomát



1. ábra. Az életciklus-analízis (LCA) logikai folyamata [31]  
Figure 1. The logical process of life cycle analysis (LCA) [31]

határozzuk meg. Az életciklus-elemzésen alapuló karbon-lábnyom számítási módszert alkalmazva a főtt rizs hűtésének karbon-lábnyomát a folyamat egy részének elhatárolásával Zhou és munkatársai becsülték meg [41]. A karbon-lábnyom legfőbb összetevője a hűtéshez használt elektromos áram-fogyasztás [41]. Xu et al. [39] szerint az életciklusnak számos élelmiszer esetében meghatározó része a főzéshez kapcsolódó energia-felhasználás. A főzési módszer, az energiaforrás és a főzési eszközök környezetbarát megválasztása csökkenti a főtt termék egységre vonatkoztatott karbon-lábnyomát. A főzőeszköz megfelelő használata is csökkenti a kibocsátást, valamint a felhasznált hő egységére vonatkoztatott szennyezést. Ezen túl a megfelelő előkezelés és újrahazszenítés növelheti a főzési hulladék kezelésének környezeti hatásait.

A folyamatok felmérése során fontos, hogy kijelöljük azokat a határokat, amelyekben megbízható adatok alapján a teljes hatáslánc egy részének karbon-lábnyoma megbízhatóan számítható. Blanco és munkatársai [4] módszertani javaslatot adnak arra, milyen módszerrel tudják a cégek az ellátási lánc karbon-lábnyomát mérni. Santeramo munkatársaival [24] összefoglalja az élelmiszerláncban érintett szektorok napjainkban tapasztalható növekvő tendenciáit az Európai Unió területére vonatkozóan. Fontos kérdés az élelmiszeripari termékek szállítása, amire Lopez munkacsoportja [19] a karbon-lábnyom számítása során hívja fel a figyelmet az élelmiszer-mérőföldök kibocsátásának a figyelembevételével.

A KARBON-LÁBNYOM SZÁMÍTÁSÁNAK ESETTANULMÁNYUNKBAN ALKALMAZOTT MÓDSZERTANA [22]

A szénlábnyom-számítás egyfajta lánc-analízis, amelynek segítségével kimutatható azon üvegházhatású gázok mennyisége, amelyek egy termék előállítása során keletkeznek. Ez a módszer a nyersanyag megtermelésétől a szállításon át az eladásig nyomon követi a termék által kibocsátott széndioxid (illetve az arra átszámolt egyéb káros kibocsátott anyag) mennyiségét, de nem számol a termék használata közben már a vevőnél keletkező emisszióval. A szén-lábnyom számítás lehetővé teszi a vállalkozások számára, hogy a szénlábnyomot mint önálló terméket kezeljék. Nagyságának számszerű feltüntetése a különböző termékeken biztosítaná a vásárlóknak a környezettudatos választás lehetőségét.

A módszertan öt fő lépést foglal magában, ahol minden egyes lépés szorosan ráépül az egyel korábbira, és természetesen több részszerkezetre alapoz.

#### 1. lépés: A termék „belső életének” analízise

A termék, illetve a gyártási folyamat alapos, minden részletre kiterjedő vizsgálatát jelenti. Magában foglalja a nyersanyag-előállítást, a gyártást, a

tárolást, a szállítást és a hulladékgazdálkodás teljes folyamatának ismeretét.

#### 2. lépés: Nyersanyag-térkép készítése

Az összes nyersanyag (amelyekből az adott termék összeáll) útjának nyomon követését jelenti. Nyersanyag-térképet összeállíthatunk a termékek egészen a boltok polcára történő kihelyezéséig. A késztermék „output” előállítását történhet egy vagy akár több alapanyagból is. Ezen alapanyagok mindegyike egyenként komplex analízisre szorul, a nyersanyag-előállítástól kezdve a tároláson át egész a szállításig.

#### 3. lépés: Kezelhető adatbázis létrehozása

Ahhoz, hogy a módszertan megalapozott, praktikus és könnyen kezelhető legyen, korlátozni kell a bevitt adatok számát. Ha minden egyes termék esetén 100%-os adatbevitellel dolgoznánk, akkor az adatok kezelhetetlenné válnának és a vizsgálat extrém költségeket vonna maga után. A vizsgálat jelenleg a termék nyersanyagainak 90%-os analízisét teszi lehetővé. Mindez a jövőben a módszertan továbbfejlesztésének segítségével felülbíráható.

Létfonosságú továbbá meghúzni azt a határt, ahol a vizsgálat megáll. Ez a határ lehet például az a pont, amikor a nyersanyag késztermékké alakul, vagy amikor a késztermék olyan állapotba kerül, hogy már nem bocsát ki széndioxidot.

#### 4. lépés: Elsődleges és másodlagos adatok összegyűjtése

Azoknak az adatoknak az összegyűjtését jelenti, amelyek az anyag-egyensúly meghatározásához és az üvegházhatású gázkibocsátás mértékének kiszámításához szükségesek. A számítás során célszerű előnyben részesíteni az elsődleges forrásokat, amennyiben azonban az elsődleges források adatai nem elérhetők, úgy másodlagos források is figyelembe vehetők.

#### 5. lépés: Az üvegházhatású gázok mértékének kiszámítása a nyersanyag-térkép alapján

Befejező lépésként az eljárás minden eleme esetében fontos a termék anyagmértékének a kiszámítása. Ennek a kalkulációnak a segítségével megbecsülhető az üvegházhatású gázkibocsátás mértéke is. Az emisszió mennyiségét – szén-ekvivalenssé konvertált emissziós együtthatót használva – a direkt- és az energiakibocsátás figyelembevételével határozzuk meg.

A szénlábnyom-számítás kérdéskörét egy bonyolult ok-okozati kapcsolatrendszer, az úgynevezett

hatáslánc szövi át. Figyelembe kell venni az indikátorrendszer egyes elemeit, a másodlagos indikátorokat, valamint azt, hogy mely értékek milyen mértékben befolyásolják a szénlábnyom nagyságát. A számítás – az általános alapelveket és lépéseket követve – termék-specifikusan kell elvégezni. Célszerű először termékcsoportokra pontosítani, ezen belül pedig a kalkuláció az egyes termékre specializáltan is elvégezhető.

Annak nyomon követésére, hogy az egyes elemek értékeinek megváltoztatásával milyen mértékben változik meg a mérőszám, érzékenység-vizsgálat is végezhető. Ennek megállapítására, hogy a termelési folyamat feltárt lépéseiben mennyire kell, illetve lehet beavatkozni, indokoltá válhat további összehasonlító vizsgálatok elvégzése. Fel kell mérni a folyamat során előtérbe kerülő társadalmi-gazdasági szempontokat is. Vizsgálhatók a mutatók időbeli változásai, a termelési technológia és a gyártási folyamatok fejlesztése, a csomagolási mód megváltoztatása, valamint a hatékonyabb hulladékgazdálkodás következményei is. Nem elhanyagolható az sem, hogy a folyamatok elemzésénél megállapítsuk, mely mutatók mérhetők és melyek nem (utóbbiak például azért, mert részét képezik a „titkos” gyártási technológiának, szabadalomnak).

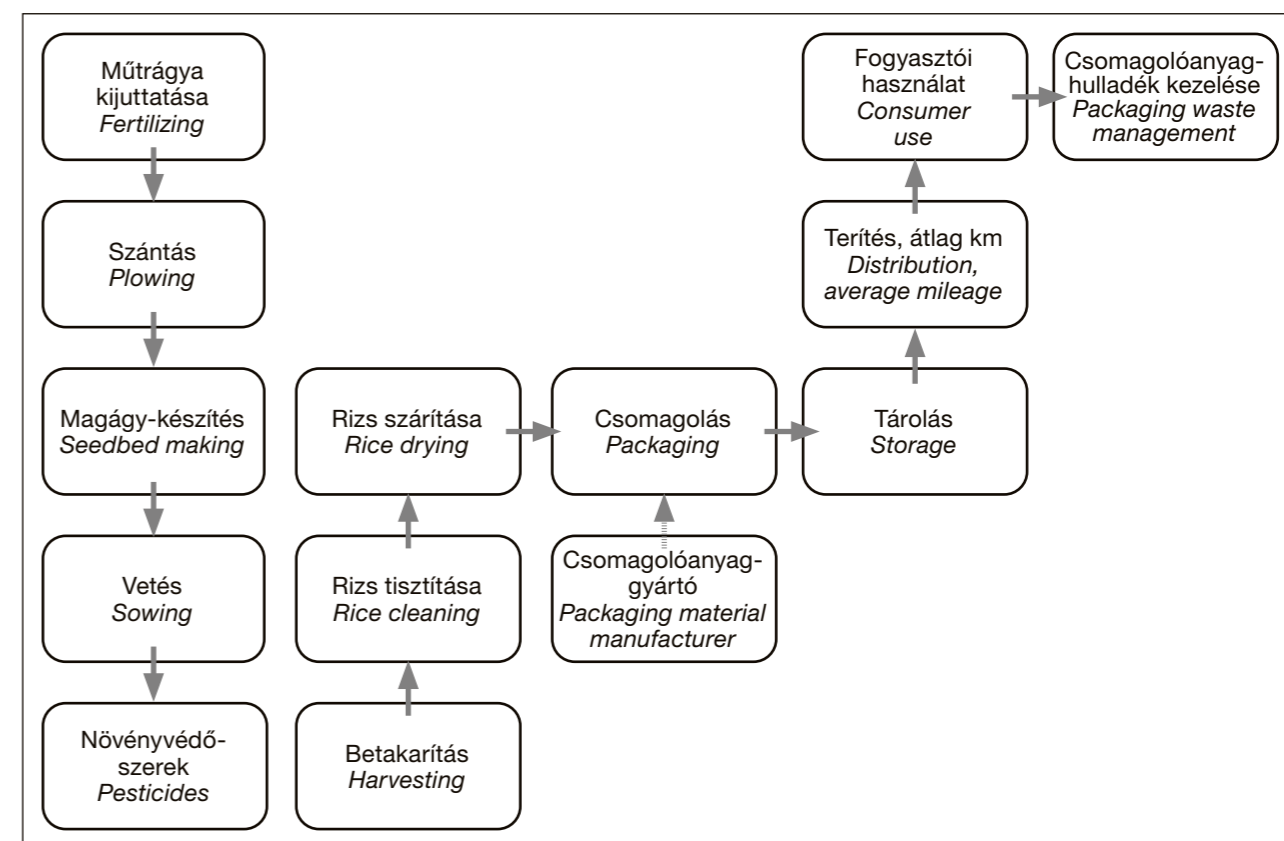
#### ESETTANULMÁNY EGY MINTATERMÉKRE (RIZS)

A rizsről készült esettanulmányunk adatait szolgáltató fehér, hosszúszemű rizs termesztése

és feldolgozása területre koncentráltan történik. A természetstechnológia részleteire vonatkozó információk alapja a szarvasi technológiai gyakorlat. A természetstechnológia esetében összehasonlítottuk a szántóföldi rizstermesztést és a vízben termesztés karbon-lábnyomát, amit a szakértői becslések alapján számítottunk. A szénlábnyom-számítás főbb lépései: az összetevők meghatározása, a technológia lépéseinek részletes elemzése, a „terméktáblázat” elkészítése, a nyersanyag-térkép felépítése (figyelembe véve az előkészítési, technológiai, szállítási lépéseket, a kereskedelem szerepét, és az ún. életciklus végét) [9]. A rizstermesztés nyersanyag-térképét a 2. ábra mutatja be.

A rizs szénlábnyomának alakulását és megoszlását az egyes fázisok között szántóföldön termesztés esetén a 3. ábrán, vízben termesztés esetén a 4. ábrán mutatjuk be.

Vízben termesztés esetén a következő eredményeket kaptuk: Az 1 tonna rizsre jutó szénlábnyom mennyisége 537,3 kg volt, ami a szántóföldi termesztéshez képest jelentősen alacsonyabb [9]. 170,8 kg-mal kevesebb a rizs szénlábnyoma vízben termesztés esetén a szántóföldi termesztési technológiához képest. Ha a technológia csupán termesztésre eső részét vizsgáljuk, akkor vízben termesztés esetén a szénlábnyom nagysága 100,5 kg volt, ami 172,5 kg-mal kevesebb, mint szántóföldi termesztés esetén. Ha a százalékos arányokat



2. ábra. A rizs nyersanyag-térképe a szántóföldi és vízben termesztés esetén [22, 9]  
Figure 2. Raw material map of rice for arable land and aquatic cultivation [22, 9]

nézzük vízben termesztés esetén, akkor a termesztés környezetterhelése 18,89 %-ot mutat, szemben a szárazföldi termesztéskor előforduló 38,40 %-kal.

A különböző termesztési technológiákból származó kiskereskedelmi termék karbon-lábnomának megoszlását a különböző folyamatok között az **5. ábrán** hasonlítjuk össze.

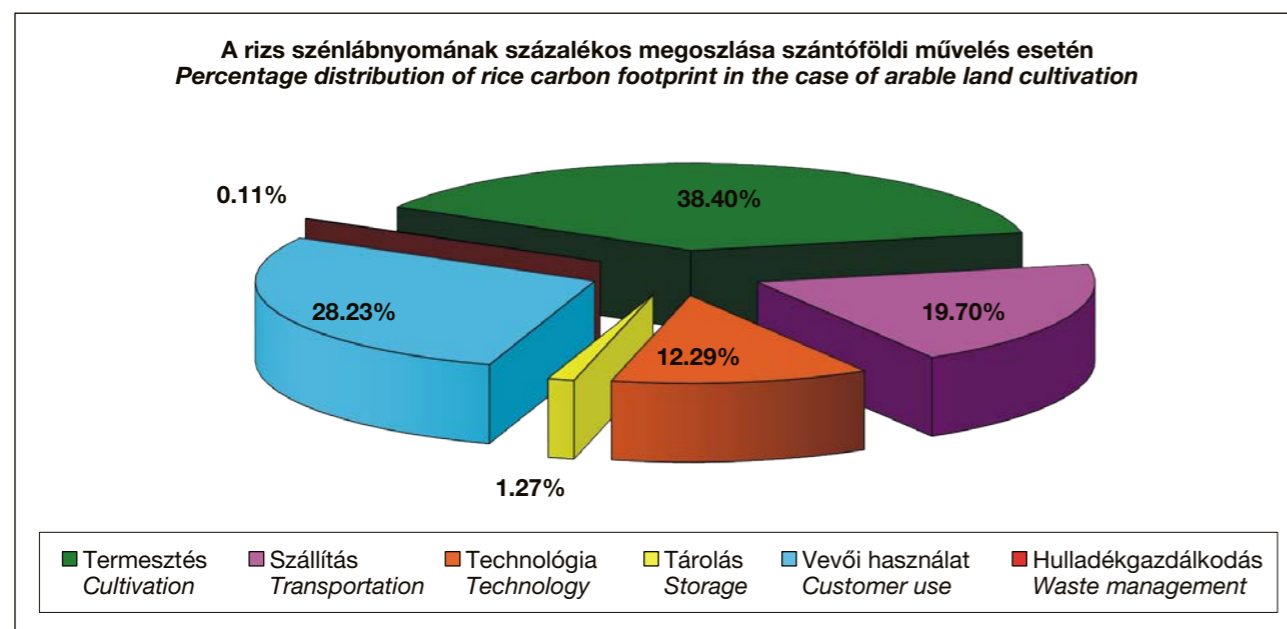
Felhasználás tekintetében mintaterméként szintén a rizst választottuk, és az otthoni elkészítés, főzés karbon-lábnomát vizsgáltuk különböző feltételek mellett. A mintaterméként alkalmazott rizs egy hazai gyártó barnarizs terméke volt. A gyártók termékeiken

gyakran feltűntetik az elkészítési javaslatot. Az egyes termékek elkészítésére vonatkozó receptek sokszor jelentősen eltérhetnek egymástól. Azzal, hogy a gyártó egyfajta termék-innovációt végrehajtva termékén a lehető legkisebb szén-dioxid kibocsátással járó receptet tünteti fel, csökkentheti termékének szénlábnomát. Egy négytagú család egyszeri étkezéséhez elegendő 25 dkg barna rizs elkészítésekor felszabaduló széndioxid mennyiségét négy esetben határoztuk meg. Az eredményeket a **6. ábrán** mutatjuk be.

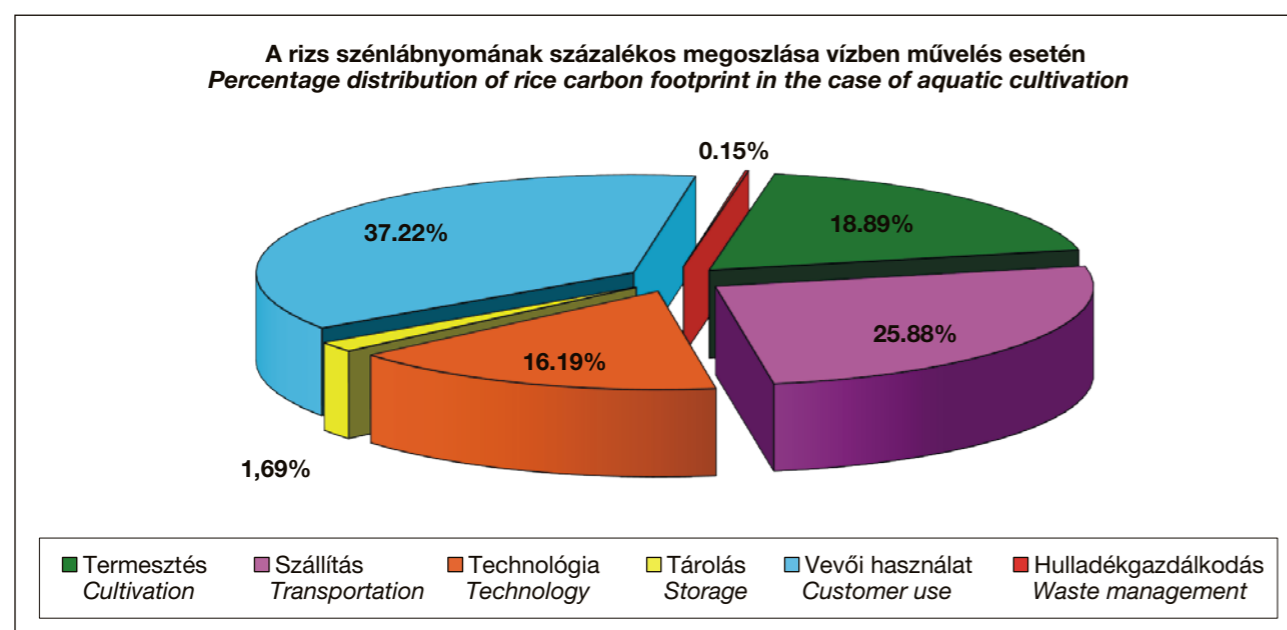
A barna rizst általában néhány órás áztatás után elektromos tűzhelyen, más esetben gáztűzhelyen

kezdik főzni. (Főzés előtt az áztatás akár el is hagyható.) Vizsgálatunk során a rizst gáztűzhelyen és elektromos tűzhelyen, áztatva, illetve áztatás nélkül főztük. Az áztatás időtartama 1 óra volt, aminek a

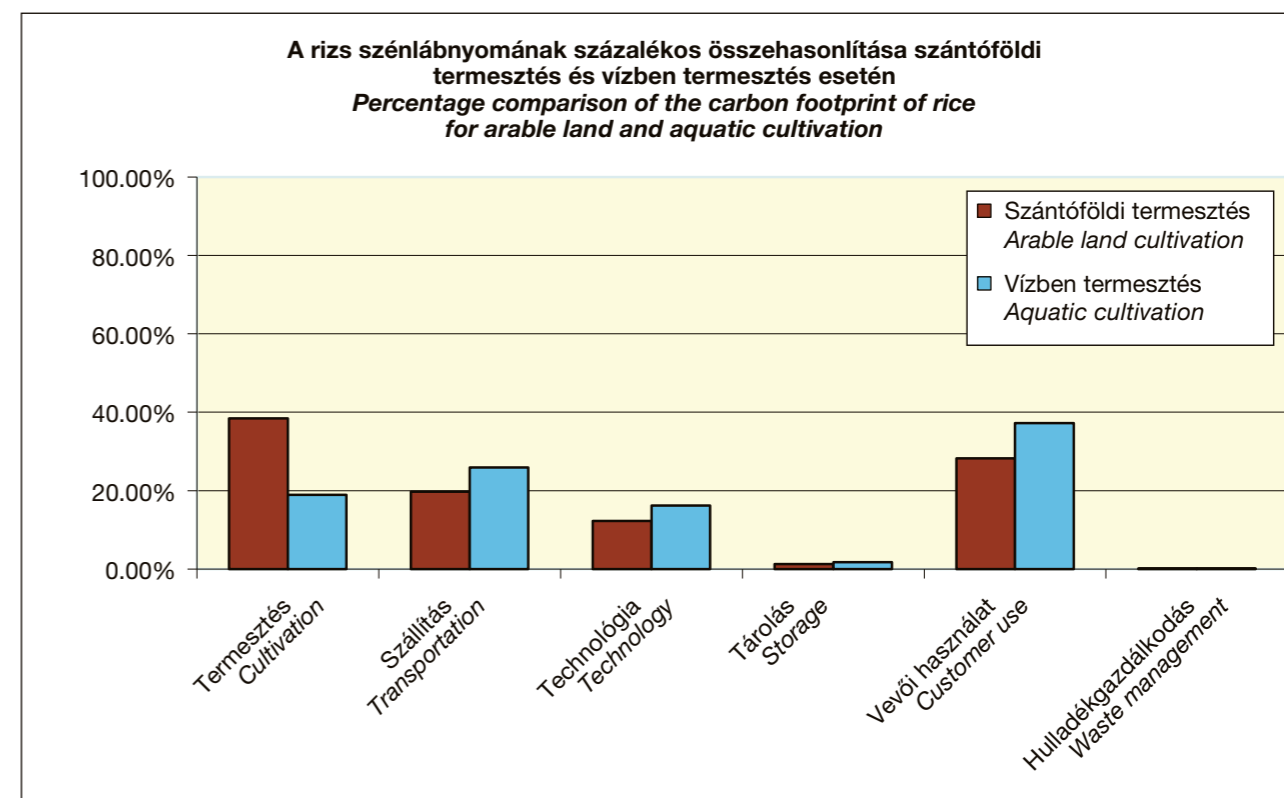
végén az áztatáshoz használt vizet eltávolítottuk, így az hulladékká vált. Az áztatás hatására a főzési idő lerövidült, így a főzés során felhasznált energia-mennyiség csökkent.



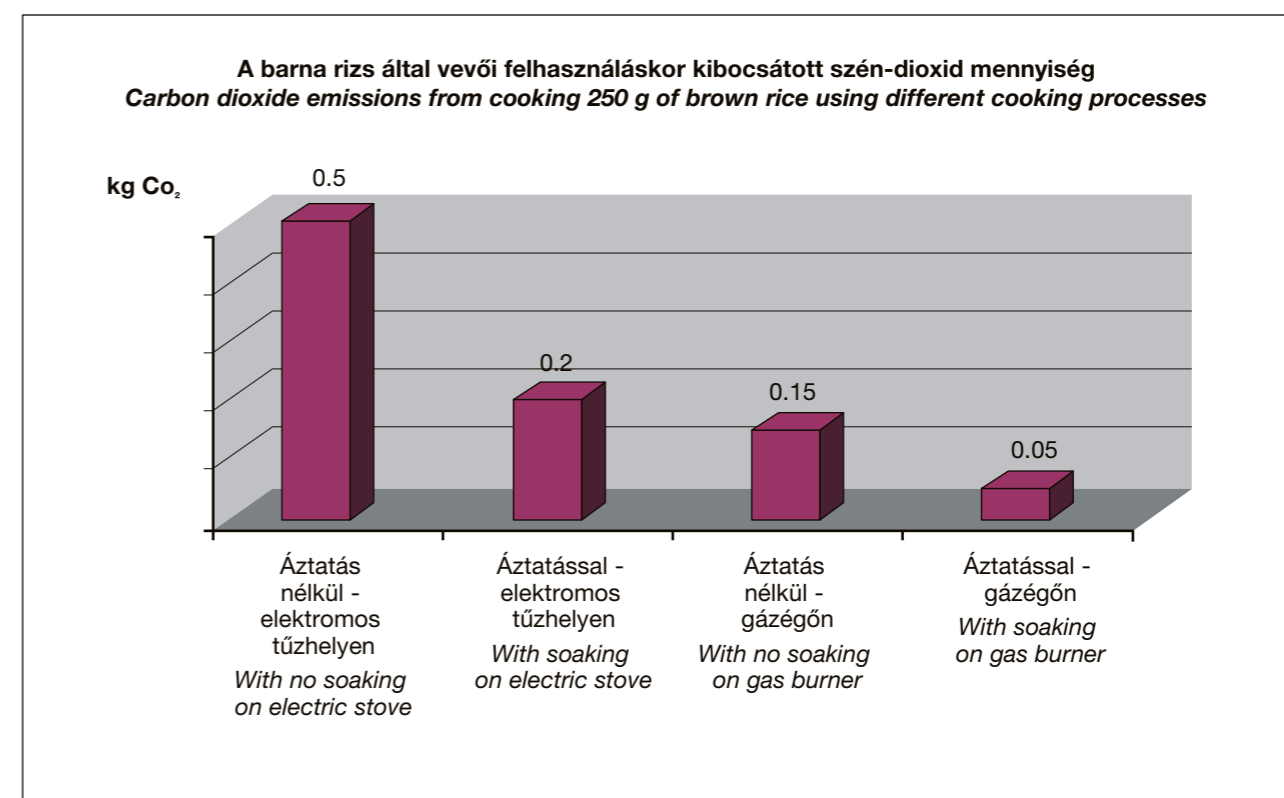
3. ábra. A rizs szénlábnomának százalékos megoszlása szárazföldi művelés esetén [22]  
Figure 3. Percentage distribution of rice carbon footprint in the case of arable land cultivation [22]



4. ábra. A rizs szénlábnomának százalékos megoszlása vízben művelés esetén [22]  
Figure 4. Percentage distribution of rice carbon footprint in the case of aquatic cultivation [22]



5. ábra. A rizs szénlábnomának százalékos összehasonlítása szárazföldi termesztés és vízben termesztés esetén [22]  
Figure 5. Percentage comparison of the carbon footprint of rice for arable land and aquatic cultivation [22]



6. ábra. 25 dkg barna rizs főzése során keletkező szén-dioxid-kibocsátás eltérő főzési eljárások mellett [22]  
Figure 6. Carbon dioxide emissions from cooking 250 g of brown rice using different cooking processes [22]

Az alábbi konkrét eredmények alapján 1 kg késztermékre meg tudjuk adni az adott típusú barna rizs karbon-lábnyomát:

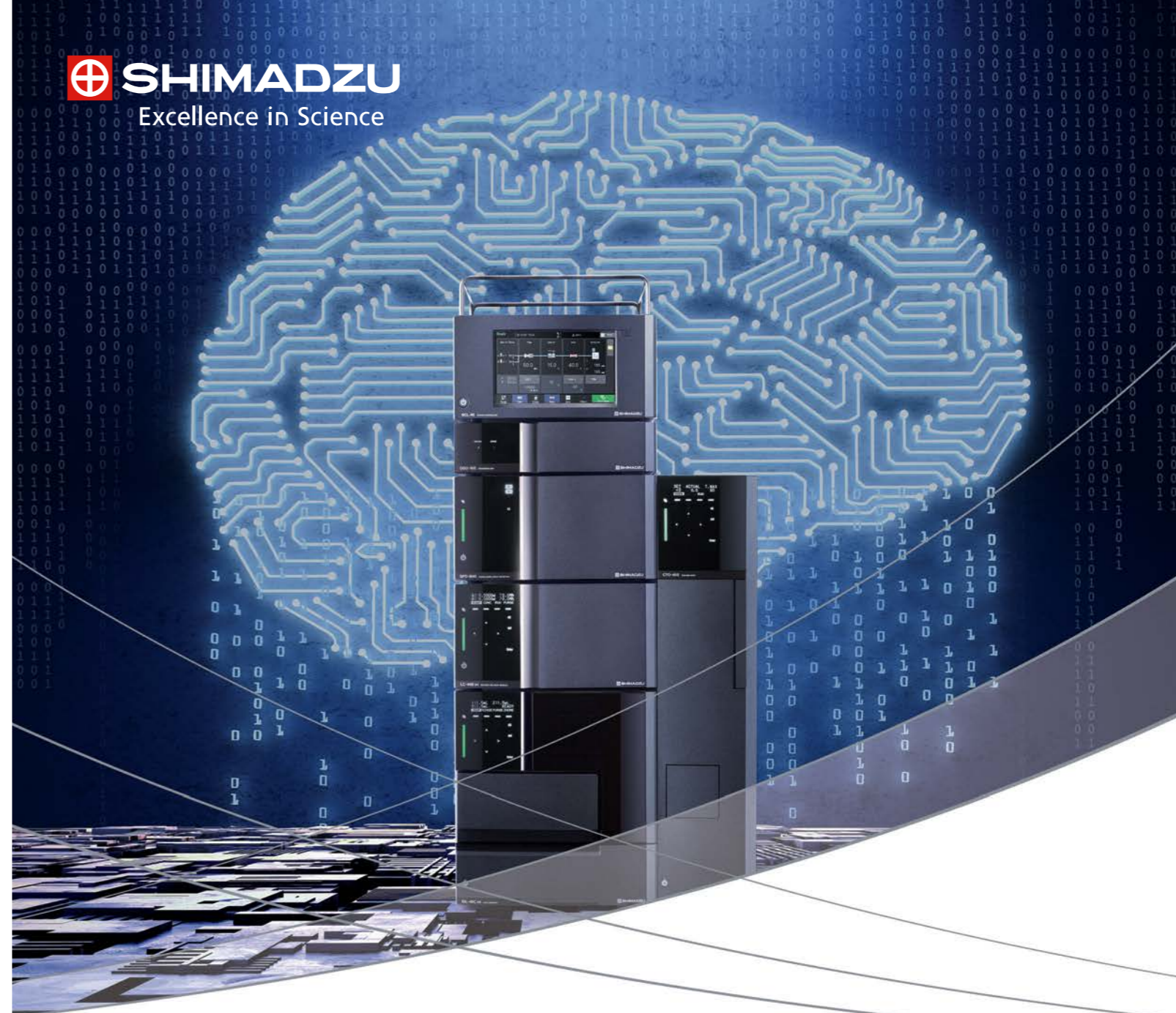
- I. Gáztűzhelyen – A gázégő átlagos teljesítménye 1 kW – gyártó adatai alapján
  - a) Áztatás nélkül az elkészítéshez átlagosan 45 perc szükséges – receptek alapján, a kibocsátás: 0,6 kg CO<sub>2</sub>e / kg főtt barna rizs
  - b) Áztatással az elkészítéshez átlagosan 15 perc szükséges – receptek alapján, a kibocsátás: 0,2 kg CO<sub>2</sub>e / kg főtt barna rizs
- II. Elektromos tűzhelyen – Az elektromos főzőlap átlagos teljesítménye 1,2 kW – a gyártó adatai alapján
  - a) Áztatás nélkül az elkészítéshez átlagosan 50 perc szükséges – receptek alapján, a kibocsátás: 2 kg CO<sub>2</sub>e / kg főtt barna rizs
  - b) Áztatással az elkészítéshez átlagosan 20 perc szükséges – receptek alapján, a kibocsátás: 0,8 kg CO<sub>2</sub>e / kg főtt barna rizs

Egy kg barna rizsre átszámítva és a rizs szénlábnyom-összetevőinek arányait vizsgálva az tapasztalható, hogy áztatás nélkül, elektromos tűzhelyen készítve a vevői felhasználás messze nagyobb arányban járul hozzá a rizs szénlábnyomának nagyságához, mint az áztatással gázégőn történő elkészítés.

#### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Budapesti Gazdasági Egyetem Kereskedelmi-, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar Fenntartható Vendéglátás Kiválósági Központjának támogatásával valósult meg.

 **SHIMADZU**  
Excellence in Science



## Az új etalon

A Nexera UHPLC-sorozat – úttörő technológia az intelligencia, hatékonyság és tervezés szempontjából. A fejlett mesterséges intelligencia képességével és laboratóriumi menedzsmenttel a dolgok internete (IoT) elvét felhasználva ellenőrzi a teljesítményt és az erőforrások elosztását, melyek segítségével az új Nexera rendszerek élenjáró és felhasználóbarát megoldásokat kínálnak a sokoldalú iparágak számára, új etalont teremtve az UHPLC-k világában.

#### Intelligens automatikus diagnosztika és önhelyreállítási funkciók

pl. valós idejű mozgófázis (folyadék)szint ellenőrzés, automatikus buborékmentesítés, fogyóeszközök kezelése

#### Hatékony folyamatautomatizálás, valamint gyors, megbízható teljesítmény

az indítástól a leállításig, biztosítva az automatikus munkafolyamatot, a maximális teljesítményt és a drasztikusan megnövekedett elemzési kapacitást

#### Kompakt kialakítás

könnyű kezelhetőséget kínál csökkentett ökológiai lábnyom mellett

 **Nexera**  
series

## Environmental impact of food products and difficulties in quantifying them

**KEYWORDS:** Environmental impact, PAS 2070, ISO 14067, ecological footprint of agricultural production

### SUMMARY

Agricultural production, the food industry and the transportation of foods all pollute our environment. Of the various aspects of the environmental impact, more and more attention is paid to the contribution of the food industry to greenhouse gas emission, and thus to climate change. There is a large number of studies in the international literature on comparing the gas emissions during the manufacture of plant and animal products, or on the measurement of greenhouse gas emissions during the manufacture of various agricultural and food products. These quantities may be given cumulatively in carbon dioxide equivalent, which is called the carbon footprint of the product, but the methods used to calculate them are not standardized. The guidance of PAS 2070 or standard ISO14067 may be used. These methods are based on product life cycle analysis (LCA), i.e., they provide the amount of greenhouse gas produced in the manufacturing process, after taking into account the resources used in manufacture of the product, the raw materials used, the production of the packaging materials, transportation and the energy use. In many cases, food reaches the consumer at the end of a long supply chain. The part of the product life cycle related to becoming waste and waste management can also be considered. In this case, a “from cradle to cradle” approach to life cycle analysis is followed. However, it is difficult to gather the appropriate data for the compilation of the raw material map and for process mapping; in our paper, this is presented through an example that may seem simple at first. It is particularly difficult if the goal is to determine the carbon footprint of not foods to be placed on the counters, but prepared foods consumed in restaurants. It is important to set boundaries during process evaluation within which the carbon footprint of a certain part of the entire chain can be calculated reliably on the basis of reliable data.

### LITERATURE REVIEW

The environmental impact of food production is indisputable. Agricultural production and the food industry, as well as the transportation of foods are all known for their environmental pollution effects. Agriculture contributes significantly to greenhouse gas emissions, while also absorbing carbon dioxide, so its role in climate change is controversial. Determination of the carbon footprint of agricultural products is an appropriate tool for measuring the

efficiency and sustainability of agricultural production [1]. Al-Mansour *et al.* [1] use a model to calculate the greenhouse gas emission of a product from the start of the production process through storage up to the point where the product reaches the final consumer of the food industry. Of the various aspects of the environmental impact, more and more attention is paid to the contribution of the food industry to greenhouse gas emission, and thus to climate change. Due to the high greenhouse gas emission of the food industry, its carbon footprint has been

the focus of researchers' attention [41]. Agricultural production accounts for 35% of the total greenhouse gas emission [6]. Ensuring the food supply of a growing population, while reducing environmental externalities, is a key issue in today's sustainability debate. Studies indicate that food consumption is a determining factor in the environmental deficit of an area, where the demand for resources and eco-services exceeds the boundaries of the ecosystem. Among the countries studied, Portugal, Malta and Greece have the highest per capita ecological footprint, while it is the lowest in the case of Slovenia, Egypt and Israel [12]. Sustainable consumption and production are key policy objectives of the renewed European Union Sustainable Development Strategy. These objectives are predominantly of a production rather than a consumption type, and are different for each member state of the European Union. It is important to note that according to the Global Footprint Network, the carbon footprint of consumption has now exceeded the greenhouse gas emission of production in almost all EU member states [17].

Studies by Vergé *et al.* [34] focused on calculating the carbon footprint of the Canadian pork industry. The carbon footprint of pork production in Easter Canada ranges from 2.6 to 4.0 kg CO<sub>2</sub> equivalent / kg of product, depending on the technology and weighting, while in the west it is 3.2 to 5.0 kg CO<sub>2</sub> equivalent/kg of product. In the calculations, three weighting methods were used:

1. Calculation with no weighting: based on farm production;
2. Economic weighting: based on market research;
3. Weighting by the mass produced: best fits sustainability studies.

Buratti *et al.* [5] investigated the carbon footprint of conventional and organic beef production systems through an Italian example (where the large-scale breeding technology typical of central and southern Italy under investigation is referred to by the authors as conventional breeding technology). In the organic production process, the carbon footprint of producing one kg of live weight is 24.62 kg CO<sub>2</sub> equivalent (hereinafter CO<sub>2</sub>e), while that of one kg of live weight produced by conventional technology is 18.21 kg CO<sub>2</sub>e. When calculating the carbon footprint, 50 to 54% of the greenhouse gas emission came from the methane from the fermentation in the digestive tract. Research results of Xu and Lan [39] in China have led to the conclusion that the production of foods of animal origin has a higher carbon footprint than that of the production of foods of plant origin. Beef and lamb production has a higher carbon footprint than other foods, and the lowest carbon footprint was exhibited by radish production. In the case of the production of plant-based foods, most of the carbon footprint

came from field production. The composition of the carbon footprint was not uniform in the case of foods of animal origin.

Organically produced foods are often considered to be more environmentally friendly compared to product manufactured the conventional way; within Europe, the market for organic products is expanding rapidly, for, example, in Germany. According to Treu *et al.* [33], greenhouse gas emissions related to conventional and organic diets are essentially the same, while greenhouse gas emission from land use is roughly 40% higher in the case of the organic diet. The traditional diet contains 45% more meat than the organic diet, which contains 40% more fruits and vegetables. The dominant proportion (70–75%) of the carbon footprint came in both cases from the production of foods of animal origin and from land use. Yue *et al.* [40], based on statistical data, investigated the carbon footprint of twenty-six types of cereals and six types of farm animal products in China. The following results were obtained (Table 1):

According to the calculations of Yue *et al.* [40], of the carbon footprints of plant-based products, flooded rice cultivation and the methane emission from fertilizer use accounted for most of the footprint (36–93%). In the case of livestock production, feeding, digestive fermentation and manure treatment accounted for 96% of the emission. Also examined were the carbon footprints of home and restaurant meals: the footprint of out-of-home meals was 2.87 kg CO<sub>2</sub>e/person/meal, while the carbon footprint of home meals was 1.57 kg CO<sub>2</sub>e/person/meal [40]. In China, the evolution of the carbon footprint of fifteen types of food between 1979 and 2009 was examined by Jianyi *et al.* [15]. According to their results, the carbon footprint of rice cultivation increased the most, but a rapid growth was also experienced in the case of milk, beef, fruits and vegetables as well, due to the increasing yields. However, generally a decline could be seen in the factors that influence the carbon dioxide emission of these products.

In Argentina, the carbon footprint of honey was determined by Mujica *et al.* [21]: it is 2.5 ± 0.17 kg CO<sub>2</sub>e/kg product, most of which comes from spinning.

The carbon footprint of whole grain bread was calculated by Chiriaco *et al.* [7] using the method of life cycle analysis. In the case of this product, the carbon footprints of whole grain breads made from wheat coming from organic and conventional cultivation were compared. The results showed that 1 kg of bran bread made from conventional wheat induced a 24% lower emission. The carbon footprint of bread made using wheat from conventional cultivation was 1.18 kg CO<sub>2</sub>e/kg, while in the case of the bread made using wheat from organic cultivation the value was 1.55 kg CO<sub>2</sub>e/kg. However, when the carbon footprint per unit area of land used for cereal production was calculated, the performance

<sup>1</sup> Budapest Business School, Faculty of Commerce, Hospitality and Tourism, Department of Methodology and Business Analysis

of organic cultivation was better: greenhouse gas emission per hectare was 60% lower than that of the conventional cultivation technology. Nevertheless, it is advisable to take into account the lower efficiency and greater land requirement of organic farming. *Casolani et al.* [6] investigated the water and carbon footprint trends in the case of durum wheat cultivation in Italy between 2011 and 2015. They examined the ratio of these indicators to each other, based on which it was revealed that this ratio is highest in the Adriatic region. The highest carbon footprint value was obtained in the case of Northern Italy (2,462 kg CO<sub>2</sub>e/ha).

Emissions that are wasted because of waste generation were quantified by *Scholz et al.* [26]. Food waste is a major problem for modern societies and represents a significant social, economic and environmental expenditure. Food production generates greenhouse gas emissions throughout the entire food chain, and food becoming waste equals to the related emissions becoming unnecessary. Therefore, there is a consensus among professionals on reducing the amount of food waste. According to a survey carried out in six Swedish grocery stores, 85% of the waste generated came from the fruit and vegetable department, accounting for 46% of the wasted carbon footprint. 3.5% of the waste was produced by the meat department, accounting for 29% of the wasted emission [26].

To develop strategies to reduce the amount of food waste and to develop sustainable food consumption habits, information (climate, water and land use) that quantifies the environmental impacts of consumption behavior and waste generation is needed [29]. Food waste generation is the biggest problem, and reducing it is essential for the development of sustainable food chains [10]. *Eriksson et al.* [10] observed thirty public catering kitchen units in Sweden and found that the amount of food waste per serving was 75 g, which was 23% of the food distributed.

The environmental effects of food consumption were quantified by *Zsófia Vetőné Mózner* [35] through a domestic example using the ecological and carbon footprint method. According to her results, the ecological and carbon footprints of meat and dairy products were the highest. She found that men in Hungary, based on the analysis of their eating habits, have an ecological footprint than that of women. The joint work of *Csutora* and *Vetőné* [8] points out that food consumption results in a significant environmental impact and the income of households and their members that can be spent on savings plays an important role in the type of food they consume. It can be said that the higher the income, the higher the food consumption. At the same time, people with higher incomes show a greater propensity to adopt healthier eating habits, resulting in lower consumption. In this context, it would be useful to identify the different social groups on the basis of income with

the help of communication related to sustainable consumption. *Sommer* and *Kratena* [28] calculated the carbon footprint of personal consumption for the 27 member states of the European Union with the help of macroeconomic models, for five household groups classified by income. Among their results, it is important to mention that 45% of the income is held by the households in the highest income category, but they are responsible for 37% of the carbon footprint, while the lowest income households hold 6% of the income but account for 8% of the carbon footprint. In her paper, *Vetőné* [36] points out that environmental and health aspects must be taken into account together in environmental and economic analyses.

Food consumption has a direct effect on consumer health and the environment. According to *Benedek* [3], the role of local food and the related short food supply chains is gaining increasing attention among both consumer NGOs and decision-makers at various levels. They can provide a solution to the many problems of the conventional food industry (such as food miles) for both consumers and producers. Short food supply chains have a decades long tradition in North America and Western Europe, but there are more and more commercial networks of this kind in Hungary.

Despite the large size and economic importance of the catering industry, there is a lack of scientific knowledge on its environmental impacts [11]. At the same time, there is a growing demand for environmentally sustainable food preparation and consumption. Generally speaking, two types of catering service methods can be distinguished. In one case, cooking and serving are done in one place, whereby the food, once it is ready, is served to the consumer immediately. In the other case, these processes are separated from each other, i.e., cooking, preparation and consumption are separated in both space and time. The environmental effects of the separated process were examined by *Fusi et al.* [11] through the example of a typical Italian food, pasta. They focused on two main types of systems: cooking and keeping hot, and cooking and cooling, with the different cooking procedures studied separately. According to the results, in the case of pasta cooked in a pasta cooker, energy consumption was 60% lower and water consumption was 38% lower than in the case of the traditional (stovetop) procedure. The overall environmental impact of the pasta thus prepared was 34-66% lower. The environmental impact could also be reduced by using gas-fired cooking equipment instead of the electrical one. The environmental impact of the cooking-cooling system was 17-96% higher than that of the cooking/keeping hot system, mainly due to the energy requirement of the cooling technology.

Not only the carbon footprint of foods or restaurant catering, but also that of hotels can be examined.

An example of this is the work of *Liqin* [18], who examined the carbon footprint of the hospitality activities (products) of high-end hotels during their normal operation. He found that 99% of the carbon footprint of hospitality products came from direct greenhouse emission. The higher the hotel category and the more special the product range were, the higher the carbon footprint was. Certain foods have higher greenhouse gas emissions than others, and so if they are organized properly in tourism, this can contribute to reducing the effects that induce climate change. A study by *Gössling et al.* [13] reviews the carbon intensity of various foods and discusses how people in the catering business could change their current practices in a positive way. There are many important correlations between food production and food consumption in tourism that play a crucial role in sustainability. According to *Torres* [32], one third of the money spent on tourism is spent on food. According to *Sel et al.* [27], outsourcing resources, employing appropriately trained personnel and managing capacity that is growing due to the efficiency of process control can greatly contribute to the development of a sustainable hospitality chain.

#### CARBON FOOTPRINT CALCULATION METHODS

The carbon footprint is an environmental sustainability index that quantifies the amount of greenhouse gases emitted during the life cycle of a product [21]. Today, sustainable production includes the rational use of resources and the fulfillment of the obligation to reduce greenhouse gas emission. The carbon footprint is essentially the amount of greenhouse gas emission generated during the life cycle of products and activities [23]. According to *Wiedmann and Minx* [37], the carbon footprint is part of the ecological footprint, measuring the total amount of CO<sub>2</sub> released directly or indirectly into the air by a certain activity, person area of land, etc., or the area of land necessary to neutralize this CO<sub>2</sub> amount [2]. This approach is part of the ecological footprint calculation. Organizational carbon footprint calculations, or those related to the carbon footprint of a product, are based on life cycle analysis, as well as the quantification of the emission with respect to a certain unit (for example, kg of finished product in the case of a food product).

The methods used to calculate the carbon footprint are not standardized. The guidance of PAS 2070 or standard ISO14067 may be used. The international standard defines directives, requirements and guidelines for calculating/measuring and communicating the carbon footprints of products. Standard ISO 14067 is based on standards for life cycle analysis, eco-labeling and environmental reporting (ISO 14040, 14044, 14020, 14024, 14025) [14]. Application of the standards of the International Organization for Standardization is voluntary. The standards provide guidance on the conditions for achieving certification under the standard. The PDCA

cycle for continuous improvement serves as the theoretical basis for the ISO standards, the essence of which is described by *Kósi and Valkó* [16]. The above-mentioned carbon footprint calculation methods are based on the Life Cycle Assessment (LCA) of products, i.e., they give the amount of greenhouse gases produced in the production process after taking into account the resources, the raw materials and the energy used in the manufacture of the product (the process of LCA is illustrated in *Figure 1*).

The study of *Schaltegger és Csutora* [25] provides a comprehensive overview of the rapidly evolving field of environmentally conscious enterprise management, i.e., the methodology for calculating carbon inventory and carbon footprint. A literature review of carbon inventory preparation and accounting methodology can be found in the studies of *Stechemesser and Guenther* [30]. *Vergé et al.* [34] point out that the choice of calculation methods for estimating the environmental impact of human activity requires careful consideration, since it may modify the results of such studies. *Vergé et al.* [34] uses life cycle analysis methodology to calculate the carbon footprint of the Canadian pork industry, which is a widely used method for assessing environmental performance these days. The weighting method used is also important, since it affects the results of the calculation and the conclusions that can be drawn from them. A part of the ecological footprint calculation is the carbon footprint component, which takes into account the average carbon sequestration capacity of the forests in the given area. A refinement of this part of the calculation is proposed by *Mancini et al.* [20]. It is important to note the fact that the calculation of the carbon component of the ecological footprint and the calculation of the carbon footprint of the product are different from a methodology point of view.

When calculating the carbon footprint, it is also possible to extend the range of observed processes. In this case, emissions are not only examined up until the manufacture of the finished product, but it is also considered in which way it is delivered to the consumer. Foodstuffs are often reach the consumer at the end of a very long supply chain. It is also necessary to take into account the part of the product life cycle concerning waste disposal and waste management. In this case, the "cradle to cradle" approach to life cycle analysis is followed. During process mapping, a great difficulty is presented by gathering the appropriate data, and if we determine the carbon footprint not of foods intended for the counter, but the carbon footprint of finished foods consumed in restaurants. Using a carbon footprint calculation method based on life cycle analysis, the carbon footprint of the cooling of cooked rice was estimated by selecting part of the process by *Zhou et al.* [41]. The main component of the carbon footprint is the electricity consumed for cooling [41].

According to *Xu et al.* [39], energy use in cooking is a key part of the life cycle in the case of many foods. The environmentally friendly choice of the cooking method, the energy source and the cooking utensils reduces the carbon footprint of the cooked product per unit. Proper use of the cooking utensil also reduces the emission and the pollution per unit of heat used. In addition, proper pre-treatment and recycling can reduce the environmental impact of cooking waste management.

When evaluating processes, it is important to identify the boundaries within which the carbon footprint of part of the entire chain can be reliably calculated on the basis of reliable data. *Blanco et al.* [4] propose a method for companies to measure the carbon footprint of the supply chain. *Santeramo et al.* [24] summarize the increasing trends in the sectors related to the food chain in the European Union today. An important issue is the transportation of food products, which the working group of *Lopez [19]* drew attention to when calculating the carbon footprint, by taking into account food miles.

#### METHODOLOGY FOR CARBON FOOTPRINT CALCULATION IN OUR CASE STUDY [22]

Carbon footprint calculation is a kind of chain analysis, with the help of which the amount of greenhouse gases generated during the manufacture of a product can be detected. This method tracks the amount of carbon dioxide (or other pollutants calculated in CO<sub>2</sub> equivalent) emitted by the product from the production of the raw material through transportation to the time of sale, but it does not take into account the emission generated at the buyer during the use of the product. Carbon footprint calculation enables businesses to treat carbon footprint as a standalone product. Indicating its numerical value on the different products would give consumers the opportunity to make an environmentally conscious choice.

The methodology consists of five main steps, where each step is closely based on the previous one and, of course, is based on several partial calculations.

#### Step 1: Analysis of the “inner life” of the products

This means the thorough examination of the product and the manufacturing process while paying attention to all details. It includes the knowledge of the entire process of raw material production, manufacture, storage, transportation and waste management.

#### Step 2: Preparation of a raw material map

This means the tracking of the path of all the raw materials that make up the given product. A raw material map can be compiled up to the point where the product is placed on the store shelf. The finished product output can be manufactured

from one or several raw materials. Each of these raw materials needs to be analyzed in a complex way, from raw material production through storage to transportation.

#### Step 3: Creation of a manageable database

In order for the methodology to be sound, practical and easy to use, the amount of data input must be limited. If a 100% data input was achieved in the case of each product, the data would be unmanageable and the analysis would incur extreme costs. Currently, the method allows for a 90% analysis of the raw materials of the product. This can be overridden in the future by improving the methodology.

It is also vital to draw the line at which the investigation stops. This limit may be, for example, the point at which the raw material is converted into a finished product or when the finished product reaches a state where it no longer emits carbon dioxide.

#### Step 4: Collection of primary and secondary data

It involves the gathering of data needed to determine the material balance and to calculate the level of greenhouse gas emission. During the calculation it is advisable to give preference to primary sources, but if data on primary sources are not available, then secondary sources may be considered.

#### Step 5: Calculation of greenhouse gas emission on the basis of the raw material map

As a final step, it is important to calculate the material balance of the product for each element of the process. This calculation can be used to estimate the level of greenhouse gas emission. The emission shall be determined by taking into account direct and indirect energy emissions, using an emission factor converted to carbon equivalent.

The issue of carbon footprint calculation is interwoven with a complex system of cause and effect relationships, the so-called effect chain. Consideration should be given to the individual elements of the indicator system, secondary indicators, and the extent to which certain values influence the size of the carbon footprint. The calculation should be performed in a product-specific way, following general principles and steps. It is advisable to refine it to the product groups first, and within them the calculation can be done specifically for each product.

Sensitivity testing can also be performed to monitor the extent to which the index changes with the alteration of the values of the individual elements.

Further comparative studies may be warranted to determine the extent to which intervention in the investigated steps of the production process is required and possible. The socio-economic aspects of the process should also be assessed. Changes in indicators over time, improvement in cultivation technology and production processes, changes in packaging, as well as the consequences of a more efficient waste management can also be investigated. It is also not negligible to determine, when analyzing the processes, which indicators can be measured and which cannot (for example, because they are part of a “secret” manufacturing technology or patent).

#### CASE STUDY ON A SAMPLE PRODUCT (RICE)

Cultivation and processing of the white long grain rice, which provided the data for our rice case study, are carried out in an area-concentrated fashion. Information regarding the details of the cultivation technology is based on the technological practice in Szarvas. In the case of the cultivation technology, the carbon footprints of arable land rice cultivation and of aquatic cultivation, which were calculated on the basis of expert estimates. The main steps of carbon footprint calculation: definition of the components, detailed analysis of the steps of the technology, preparation of the „product table”, construction of the raw material map (taking into account the preparation, technological and transportation steps, the role of commerce and the end of the so-called life cycle) [9]. The raw material map for rice cultivation is shown in *Figure 2*.

The evolution of the carbon footprint of rice and its distribution between the individual phases are shown in *Figure 3* for arable land cultivation and in *Figure 4* for aquatic cultivation.

In the case of aquatic cultivation, the following results were obtained: the carbon footprint for 1 ton of rice was 537.3 kg, which is significantly lower than in the case of arable land cultivation [9]. The carbon footprint of rice is 170.8 kg less for aquatic cultivation compared to the arable land cultivation technology. If only the cultivation part of the technology is examined, then the carbon footprint was 100.5 kg for aquatic cultivation, which is 172.5 kg lower than in the case of arable land cultivation. If we look at the percentages for aquatic cultivation, the environmental load of the cultivation is 18.89 %, compared to the 38.40% for arable land cultivation.

The distribution between the different processes of the carbon footprint of retail products coming from different cultivation technologies is shown in *Figure 5*.

In terms of use, once again rice was chosen as a sample product, and the carbon footprint of home cooking was examined under various conditions. The rice used as the sample product was a brown rice product of a domestic manufacturer. Manufacturers

often include a cooking suggestion on their products. In many cases, the recipes for the preparation of each product may differ significantly. By achieving a kind of product innovation and indicating the recipe with the lowest carbon dioxide emission, the manufacturer can reduce the carbon footprint of the product. The amount of carbon dioxide released during the preparation of 250 g of brown rice, enough for a single meal of a family of four, was determined in four cases. Results are shown in *Figure 6*.

Brown rice is usually cooked after a few hours of soaking on an electric stove or, in other cases, on a gas stove. (Soaking before cooking can be omitted.) In the course of our investigation, rice was cooked on a gas stove and on an electric stove, with or without soaking. Soaking time was 1 hour, after which the water used for soaking was removed, so it became waste. As a result of soaking, the cooking time was shortened, so the amount of energy used during cooking was reduced.

Based on the actual results below, the carbon footprint of the given type of brown rice for 1 kg of finished product can be given:

I. On a gas stove – Average power of the gas burner was 1 kW – according to the manufacturer’s data

a) With no soaking the time required for cooking was 45 minutes on average – based on the recipes, the emission was 0.6 kg CO<sub>2</sub>e / kg cooked brown rice

b) With soaking the time required for cooking was 15 minutes on average – based on the recipes, the emission was 0.2 kg CO<sub>2</sub>e / kg cooked brown rice

II. On an electric stove – Average power of the electric stove was 1.2 kW – according to the manufacturer’s data

a) With no soaking the time required for cooking was 50 minutes on average – based on the recipes, the emission was: 2 kg CO<sub>2</sub>e / kg cooked brown rice

b) With soaking the time required for cooking was 20 minutes on average – based on the recipes, the emission was 0.8 kg CO<sub>2</sub>e / kg cooked brown rice

Converted to one kg of brown rice and examining the proportion of the carbon footprint components of rice, it was found that when cooked with no soaking on an electric stove, consumer use contributes far more to the carbon footprint of rice than cooking with soaking on a gas stove.

#### ACKNOWLEDGEMENT

This research was completed with the support by the Center of Excellence for Sustainable Hospitality of the Faculty of Commerce, Hospitality and Tourism of the Budapest Business School.

## REFERENCES

- [1] Al-Mansour, F., Jejcic, V. (2017): A model calculation of the carbon footprint of agricultural products: The case of Slovenia. *Energy* 136: 7-15.
- [2] Bakosné Böröcz M. (2016): Az életcikluselemzés módszerének használata és karbonlábnyom számítás alapjai. Szent István Egyetem Szaktanácsadási és Továbbképzési Központ: 20. ISBN 978-963-269-531-0
- [3] Benedek Zs. (2014): A rövid ellátási láncok környezeti hatásai MAGYAR TUDOMÁNY 175 (8): 993-999.
- [4] Blanco, C., Caro, F., Corbett, C.J. (2016): The state of supply chain carbon footprinting: analysis of CDP disclosures of US firms. *Journal of Cleaner Production* 135: 1189-1197.
- [5] Buratti, C., Fantozzi, F., Barbanera, M., Lascaro, E., Chiorri, M., Cecchini, L. (2017): Carbon footprint of conventional and organic beef production systems: An Italian case study. *Science of the Total Environment* 576: 129-137.
- [6] Casolani, N., Pattara, C., Liberatore, L. (2016): Water and Carbon footprint perspective in Italian durum wheat production. *Land Use Policy* 58: 394-402.
- [7] Chiriaco, M.V., Grossi, G., Castaldi, S., Valentini (2017): The contribution to climate change of the organic versus conventional wheat farming: A case study on the carbon footprint of wholemeal bread production in Italy. *Journal of Cleaner Production* 153: 309-319.
- [8] Csutora, M., Vetőné Mózner, Zs. (2014): Consumer income and its relation to sustainable food consumption – obstacle or opportunity? *INTERNATIONAL JOURNAL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND WORLD ECOLOGY* 21(6): 512-518.
- [9] Erdélyi, É., Pákolicz, O., Boksai D. (2012): Élelmiszertermékek környezetterhelésének mérőszáma és annak érzékenysége az életciklus elemeire. *Agrárinformakia 2012 Konferenciakötet*: 133-142.
- [10] Eriksson, M., Osowski, C. P., Malefors, C., Björnman, J., Eriksson, E. (2017): Quantification of food waste in public catering services – A case study from a Swedish municipality. *Waste Management* 61: 415-422.
- [11] Fusi, A., Guidetti, R., Azapagic, A. (2016): Evaluation of environmental impacts in the catering sector: the case of pasta. *Journal of Cleaner Production* 132: 146-160.
- [12] Galli, A., Iha, K., Halle, M., El Bilali, H., Grunewald, N., Eaton, D., Capone, R., Debs, P., Bottalico, F. (2017): Mediterranean countries' food consumption and sourcing patterns: An Ecological Footprint viewpoint. *Science of the Total Environment* 578: 383-391.
- [13] Gössling, S., Garrod, B., Aall, C., Hille, J., Peeters, P. (2011): Food management in tourism: Reducing tourism's carbon 'footprint'. *Tourism Management* 32: 534-543.
- [14] ISO/TS 14067:2013 [www.iso.org/standard/59521.html](http://www.iso.org/standard/59521.html) Hozzáférés / Aquired 04. 23. 2018
- [15] Jianyi, L., Yuanchao, H., Shenghui, C., Jiefeng, K., Lilai, X. (2015): Carbon footprints of food production in China (1979-2009). *Journal of Cleaner Production* 90:97-103.
- [16] Kósi, K., Valkó, L. (2008): Környezetmenedzsment. Typotex, Budapest: 13-14.
- [17] Liobikiene, G., Dagiliute, R. (2016): The relationship between economic and carbon footprint changes in EU: The achievements of the EU sustainable consumption and production policy implementation. *Environmental Science and Policy* 61: 204-211.
- [18] Liqin, Y. (2011): The analysis on carbon footprint on catering products in high-star hotels during operation: Based on investigation conducted in parts of high-star hotels in Ji'nan. *Energy Procedia* 5: 890-894.
- [19] Lopez, L.-A., Cadarso, M.-A., Gomez, N., Tobarra, M.-A. (2015): Food miles, carbon footprint and global value chains for Spanish agriculture: assessing the impact of a carbon border tax. *Journal of Cleaner Production* 103: 423-436.
- [20] Mancini, M.S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M., Marchettini, N. (2016): Ecological Footprint: Refining the carbon footprint calculation. *Ecological Indicators* 61: 390-403
- [21] Mujica, M., Blanco, G., Santalla, E. (2016): Carbon footprint of honey produced in Argentina. *Journal of Cleaner Production* 116: 50-60.
- [22] Pákolicz, O., Boksai, D., Erdélyi, É. (2012): Az innováció a környezettudatos vásárlás szolgáltatásban (The innovation in the service of environment conscious shopping), *Economica, V. új évfolyam, II. különszám, Szolnok*: 71-80.
- [23] Rebolledo-Leiva, R., Angulo-Meza, L., Iriate, A., González-Araya, M.C. (2017): Joint carbon footprint assessment and data envelopment analysis for the reduction of greenhouse gas emission in agriculture production. *Science of the Total Environment* 593-594: 36-46.
- [24] Santeramo, F.G., Carlucci, D., De Devitiis, B., Seccia, A., Stasi, A., Viscecchia, R., Nardone, G. (2018): Emerging trends in European food, diets and food industry. *Food Research International* 104: 39-47.
- [25] Schaltegger, S., Csutora, M. (2012): Carbon accounting for sustainability and management. Status quo and challenges. *Journal of Cleaner Production* 36: 1-16.
- [26] Scholz, K., Eriksson, M., Strid, I. (2015): Carbon footprint of supermarket food waste. *Resources, Conservation and Recycling* 94: 56-65.
- [27] Sel, C., Pinarbasi, M., Soysai, M., Cimen, M. (2017): A green model for catering industry under demand uncertainty. *Journal of Cleaner Production* 167: 459-472.
- [28] Sommer, M., Kratena, K. (2017): The Carbon Footprint of European Households and Income Distribution. *Ecological Economics* 136: 62-72.
- [29] Song, G., Li, M., Semakula, H. M., Zhang, S., (2015): Food consumption and waste and the embedded carbon, water and ecological footprint of households in China. *Science of the Total Environment* 529: 191-197.
- [30] Stechemesser, K., Guenther, E. (2012): Carbon accounting: a systematic literature review. *Journal of Cleaner Production* 36: 17-38.
- [31] Szűcs, E., Budai, I., Matkó, A. (2011): Környezetmenedzsment [https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021\\_Kornyezetmenedzsment/ch08.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Kornyezetmenedzsment/ch08.html) Hozzáférés / Aquired 03. 05. 2018
- [32] Torres, R. (2000): Linkage between tourism and agriculture in Quintana Roo, Mexico, PhD dissertation, Univ. of California at Davis
- [33] Treu, H., Nordborg, M., Cederberg, C., Heuer, T., Claupein, E. (2017): Carbon footprint and land use of conventional and organic diet in Germany. *Journal of Cleaner Production*: 161: 127-142.
- [34] Vergé, X., Maxime, D., Desjardins, R.L., VanderZaag, A.C. (2016): Allocation factors and issues in agricultural carbon footprint: a case study of the Canadian pork industry. *Journal of Cleaner Production* 113: 587-595.
- [35] Vetőné Mózner Zs. (2012): Fenntartható életmódok felé: Lehet-e az élelmiszer-fogyasztás fenntartható? In: Kerekes Sándor, Csutora Mária (szerk.): Fenntartható fogyasztás? Trendek és lehetőségek Magyarországon: OTKA 68647 sz. kutatás eredményei. 306 p. Budapest: Aula, 2012. pp. 110-138. (ISBN:978 963 339 042 9)
- [36] Vetőné Mózner Zs. (2014): A fenntartható élelmiszer-fogyasztás lehetőségei. *MAGYAR TUDOMÁNY* 175(6): 730-739.
- [37] Wiedmann, T., Minx, J. (2008): A definition of 'Carbon Footprint'. In: C.C. Pertsova (Eds.): *Ecological Economics Research Trends: Chapter 1*. Nova Science Publishers: 1-11.
- [38] Xu, X., Lan, Y. (2016): A comparative study on carbon footprint between plant- and animal-based foods in China. *Journal of Cleaner Production* 112: 2581-2592.
- [39] Xu, Z., Sun, D-W., Zhang, Z., Zhu, Z. (2015): Research developments in methods to reduce carbon footprint of cooking operations: A review. *Trends in Food Science and Technology* 44: 49-57.
- [40] Yue, Q., Xu, X., Hillier, J., Cheng, K., Pan, G. (2017): Mitigating greenhouse gas emission in agriculture: From farm production to food consumption. *Journal of Cleaner Production* 149: 1011-1019.
- [41] Zhou, S., Zhu, Z., Sun, D.-W., Xu, Z., Zhang, Z., Wang, Q.-J. (2017): Effect of different cooling methods on the carbon footprint of cooked rice. *Journal of Food Engineering* 215: 44-50.



## Elértek a tótól az asztalig: kitűnő a magyar hal!

**Pozitív eredményt hozott Magyarország első olyan átfogó kutatása, amelynek során a halastavak szennyezettségét, a halakban található szerves és szervetlen szennyező vegyületeket, a feldolgozás és szállítás hatásait, a mikrobiológiai kockázatokat vizsgálták.**

„Az akvakultúrának alacsony a takarmányigénye, erőforráskímélő gazdálkodás” – emelte ki Lengyel Péter, az Agrárminisztérium munkatársa a HappyFish projekt környezet és élelmiszerbiztonsági eredményei a pontytermékvonalon címmel rendezett konferencián október 3-án, a gödöllői Szent István Egyetem Tudástransfer Központjában.

„Napjainkig nem volt olyan átfogó elemzés, amely a halhús minőségét megvizsgálta volna, viszont az állandó, sztenderd minőség rendkívül fontos elvárás a halfogyasztás növelése érdekében” – mondta Dr. Urbányi Béla, a Szent István Egyetem tanszékvezető egyetemi tanára. „A magánszféra és az egyetemek közötti együttműködésre alapozott, közel 1,5 milliárd forintos K+F támogatású kutatás során rendkívül pozitív, megnyugtató eredmények születtek minden területen, a projekt íve pedig kirajzolta azt az utat, amelynek során a hal eljut a tótól az asztalig” – hangsúlyozta Dr. Palkovics László, a Szent István Egyetem (SZIE) rektora és Dr. Zanathy László, a konzorciumvezető WESSLING Hungary Kft. független laboratórium ügyvezető igazgatója.

„A halak élőhelyének, vagyis a halastavak vizének és az üledéknek a vizsgálata során közel 700 vegyületet elemeztek, valamint mikrobiológiai vizsgálatokat is folytattak” – mondta el Dr. Szoboszlai Sándor, a SZIE egyetemi docense. A halastavak vizsgálatok a gyógyszerek és a növényvédők szerek összesített szintje még az ivóvízre megszabott határértékeket sem haladta meg, a kedvezőtlen biológiai hatásokat vizsgáló ökotoxicitási tesztek is pozitív eredménnyel zárultak, és a felszíni vizek közül a halastavakban mérték a legalacsonyabb mikroműanyagértékeket a Wessling szakértői.

„A magyarországi édesvízi halak eredményei európai összehasonlításban a nehézfémek tekintetében is messze a határértékek alatt vannak” – mondta el Dr. Micsinai Adrienn, a HappyFish projektvezetője, a WESSLING Hungary Kft. munkatársa. A halakban a vizsgált 420 növényvédők szerből csupán 21-félét tudták kimutatni, a vizsgált közel 150 gyógyszermaradványból pedig csak egyet találtak meg a vizsgálatok során, ám ezeket a vegyületeket is csak a kimutatási határérték környékén detektálták. Mikrobiológiai szempontból a vizsgált halak patogénmentesnek bizonyultak.

Dr. Friedrich László, a SZIE Élelmiszertudományi Kar dékánja, egyetemi docense kiemelte, hogy míg

az arzén tekintetében bőven a többi élelmiszerre meghatározott határérték alatti mennyiségeket mértek, a ponty azonban szelénben gazdag, ami kifejezetten jó hír, hiszen ez az elem rendkívül pozitív hatást gyakorol az idegrendszerünkre! Magyarországon egy ember évente átlagosan 2,5 kilogramm pontyot fogyaszt, de a válaszok alapján elmondható, hogy ez a szám minden bizonnyal növekedne, ha a húsban nem lenne szálka – derült ki a Dr. Kasza Gyula, a Szent István Egyetem címzetes egyetemi tanára által ismertett reprezentatív fogyasztói felmérésből. A HappyFish projekt számos területre kiterjedő vizsgálatai rendkívül reményteljes hírrel szolgálnak: a hazai édesvízi halak fogyasztása minden szempontból biztonságos és egészséges!

## Innovációs laboratóriumi díjakat adtak át Budapesten

**Gumikopás-vizsgálat, 3D-s emissziómérés, vákuumos szűrőrendszer: immár tizenkettedik alkalommal honorálta a WESSLING-csoport munkatársai előremutató, a megrendelők számára is rendkívül hasznos ötleteit, ezúttal Budapesten, a WESSLING Tudásközpontban.**

Az idén tizenkettedik alkalommal kerül sor arra, hogy a WESSLING honorálja dolgozóinak úttörő ötleteit. Németország és Franciaország területéről érkezett az a négy ötlet, amelyről a zsűri úgy gondolta, megérdemlik a WESSLING Innovációs Díját, amelynek kiosztására a WESSLING budapesti tudásközpontjában került sor.

Diana Weßling, a tulajdonosok szóvivője és Dr. Zanathy László, a WESSLING Hungary Kft. ügyvezető igazgatója adta át a díjakat, amelyek közül három Németországba, egy pedig Franciaországba került.

## Gumiabroncsok kopásának mérése

A vegyész Siema Lange és a vegyi technikusai képzettségű Jonas Holtgreve kapta az egyik díjat autógumikról lekopó mikroműanyagok mérése során bizonyított kiváló munkájáért. A laboratóriumi elemzések és mikroműanyagokkal kapcsolatos szaktudás terén a WESSLING egyike a terület legnevesebb európai képviselőinek, Magyarországon ugyancsak élen járunk a mikroműanyag-kutatásban.

## 3D-nyomtatók az emissziómérésben

A szintén vegyészmérnök André Schmitz úttörő új módszereket kísérletezett ki emissziómérésre, amelyhez 3D-nyomtatót is használ: ezért az

eredményért érdemelte ki a WESSLING újítók díját. A WESSLING egyike azon kevés laboratóriumoknak, amelyek ezen a területen is tevékenykednek. Az újításnak köszönhetően kapott információk alapján a vásárlók teljes körű tanácsadásban részesülnek, és megfelelően optimalizálhatják a 3D-nyomtatóikat saját üzletmenetük és üzletfeleik számára .

## Új vákuumos szűrőrendszer talajmintákhoz

Még egy elképzelést díjaztak a budapesti ceremónián: Francis Bourdon, Fabienne Loisel, Sabrina Slimani és Audrey Goutagnieux (a WESSLING Franciaország lyoni telephelyének munkatársai) új vákuumos szűrőrendszert dolgoztak ki a talajminták előkészítésére. Egy üvegyár közreműködésével új tölcéseket készítettek, és ezekből maguk építették meg a rendszert. Az újítás jelentős mértékben meggyorsítja a minták laboratóriumi előkészítésének idejét, és megkönnyíti a laboratóriumi munkát, hiszen így már nem kell a továbbiakban súlyos nehéz berendezéseket használni a tisztításra. A korábbi technológiához képest 50 mintával többet képesek naponta megszűrni, ennek köszönhetően az ügyfelek hamarabb jutnak hozzá az eredményekhez.

## Ésszel a kosárba! – laboratóriumi cikksorozat az élelmiszer-biztonsáért

**Az Ésszel a kosárba! kampány célja, hogy segítsen a fogyasztóknak, minél biztonságosabb termékeket vásárolni. A Laboratorium.hu tudományos weboldal cikksorozatában a WESSLING Hungary Kft. független laboratórium szakértői számolnak be a több millió élelmiszermintát vizsgálata után szerzett tapasztalataikról.**

A Hungalimentaria konferencián bejelentett, majd az Országos Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Kiállításon (OMÉK) elindított cikksorozat eddig számos olyan területet érintett, amelyek az élelmiszeripar szereplői és a fogyasztók számára egyaránt fontosak lehetnek.

A növényvédők szerek és a mikotoxinok után a Laboratorium.hu Ésszel a kosárba! cikksorozatában a szakértők beszéltek az élelmiszereinkben lévő mikrobákról, az eltarthatóságról és az étrend-kiegészítőkről, valamint a csomagolásból az élelmiszereinkbe oldódó vegyületekről is, sőt még a megfelelő dezodorok kiválasztásában is tanácsot adtak a laboratóriumi kollégák.

A karácsonyig tartó kampány célja: segíteni a fogyasztókat abban, hogy minél biztonságosabb termékeket vásároljanak, az élelmiszeripar szereplőinek pedig megmutatni, mire kell kiemelten

figyelni a minél jobb minőségű és versenyképesebb termékek előállításához és forgalmazásához.

A Laboratorium.hu cikkeiben számokat, statisztikákat, vizsgálati módszereket, kémiai magyarázatokat és hasznos tanácsokat egyaránt összegyűjtöttek a szakértők. A változatos tematikájú anyagokat szeptembertől karácsonyig olvashatják az Ésszel a Kosárba rovatban: <https://laboratorium.hu/%C3%89sszel-a-kos%C3%A1rba>

Szerkesztette: Szunyogh Gábor

## NÉBIH hírek



## Élelmiszerbiztonsági helyzetkép az Európai Unióban: elkészült a 2018-as RASFF jelentés

**Az Európai Unió élelmiszer- és takarmánybiztonsági riasztási rendszerében (RASFF – Rapid Alert System for Food and Feed) 2018-ban közzétett csaknem négyezer bejelentésnek csupán 1%-a vonatkozott magyar előállítású termékekre – derül ki az Európai Bizottság éves összegzéséből. A 162 hazai vonatkozású ügy főként étrend-kiegészítőkhöz és egyéb speciális élelmiszerekhez; zöldséghez, gyümölcsökhöz; valamint gabonafélékhez és sütőipari termékekhez kapcsolódott.**

A 40 éve működő RASFF célja az uniós tagállamok hatóságai közötti gyors információáramlás biztosítása. E riasztási rendszernek köszönhetően számos élelmiszerbiztonsági kockázatot még azelőtt sikerült elhárítani, hogy a kifogásolt termék a fogyasztók egészségét károsíthatta volna.

Az Európai Bizottság által készített, nemrég közzétett 2018-as összegzés alapján tavaly csaknem 3700 eredeti bejelentés (ebből 1118 riasztás) jelent meg a RASFF-on, amelynek 86%-a élelmiszerekhez kötődött. Az új bejelentések száma valamivel csökkent az előző évhez képest.

Az Európai Unióban gyártott, kifogásolt termékek többségénél ezúttal a patogén mikroorganizmusok (elsősorban baromfi- és hústermékekben), az allergén összetevők jelölésének hiánya (elsősorban tej, glutén, és mogyorófélék), valamint a termékekben lévő idegen anyagok (főként műanyag-, fém-, vagy üvegdarab) jelenléte miatt kellett riasztást kiadni.

A hazai vonatkozású 162 RASFF ügy 146 esetben élelmiszerral, 10 esetben takarmánnyal, 6 esetben pedig élelmiszerral érintkező anyaggal volt kapcsolatban. Itthon leginkább az étrend-kiegészítők és egyéb speciális élelmiszerek; gabonatermékek és sütőipari termékek; tojás és tojástermékek; valamint hús és hústermékek tekintetében kellett kifogásolni.

Magyarországon előállított termékkel kapcsolatosan 43 esetben merült fel élelmiszerbiztonsági aggály. Hazánk a tavalyi évben 28 esetben kezdeményezett bejelentést.

A tavalyi év végétől a RASFF rendszerhez csatlakozott az Európai Unió Segítségnyújtási és Együtműködési rendszere (Administrative Assistance and Cooperation System, AAC-AA), amely a nem-megfelelőségekre fókuszál. 2018-ban étrend-kiegészítők és egyéb speciális élelmiszerek; hús és hústermékek; zöldségek és gyümölcsök esetében jelentettek nem- megfelelést a rendszerben. A bejelentések oka a legtöbb esetben helytelen címkézés, termékek nem engedélyezett kezelése vagy nem engedélyezett eljárás, valamint egyéb dokumentációs hiányosság volt. Az AAC rendszer élelmiszercsalásért felelős hálózatának (Food Fraud Network, AAC-FFN) éves jelentése már szintén elérhető.

A hazai lakosságot érintő ügyeket a NÉBIH kiemelten teszi közzé annak érdekében, hogy a vásárlók minél szélesebb köre időben értesüljön a kifogásolások okairól. A NÉBIH honlapján a RASFF rendszeren érkező valamennyi riasztás megtalálható.

### **Első ízben ítélték oda a Kiváló Minőségű Élelmiszer védjegyet**

**Budapest, a 79. Országos Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Kiállítás és Vásáron (OMÉK-en) első ízben ítélték oda a Kiváló Minőségű Élelmiszer (KMÉ) védjegyet. A minősítés csodaszarvassal illusztrált arany fokozatát hét, tejfölt előállító cégnek adták át.**

Nagy István agrárminiszter a díjátadó ünnepségen kiemelte, hogy a KMÉ értékteremtő minőségrendszer valódi garanciát jelent és hiteles információt nyújt a vásárlóknak a kiemelkedő minőségű, biztonságos magyar termékekről.

A tárcavezető elmondta, hogy a KMÉ arany fokozatú védjegy használatára azokkal a termékkel lehet pályázni, amelyek a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) által szervezett termékellenőrzéseken a legjobb termékek között szerepelnek. A termékek ilyen keretek között végzett vizsgálata egyfajta, jó értelemben vett versenyhelyzetet is teremt, mert folyamatos fejlesztésre ösztönözi a gyártókat.

Csaknem száz termék kémiai, mikrobiológiai és érzékszervi vizsgálata előzte meg a döntést, hogy mely termékek nyerhetik el a védjegy használatának jogát. Az élelmiszerbiztonsági és beltartalmi jellemzők, az ízvilág és az igényes csomagolás egyaránt kiemelkedő az arany fokozatú védjeggyel ellátott termékeknél - tette hozzá.

Nagy István hangsúlyozta, hogy a tejtermékgyártásban az élelmiszeripari vállalkozások alig 2 százaléka tevékenykedik, azonban foglalkoztatásban a szakágazat jelentősége meghaladja a 7 százalékot, árbevétele pedig 8 százalékot képvisel a szektoron belül. Hozzátette, hogy a tejtermékgyártás az egyik leginnovatívabb élelmiszeripari szakágazat, a termékeket vagy a csomagolást tekintve egyaránt folyamatos a fejlesztés, valamint a vásárlói igények követése is.

Kitért arra is, hogy a 2014-2020-as támogatási időszakban a magyartejipar hazai és uniós forrásokból egyaránt jelentős támogatásban részesült: a Vidékfejlesztési programból, a Gazdaságfejlesztési és innovációs operatív programból (Ginop), a nagyvállalati beruházási támogatásból és a Külgazdasági és Külügyminisztérium (KKM) beruházásösztönzési célelőirányzatából már több mint 25 milliárd forint áramlott a szektorba.

A Kiváló Minőségű Élelmiszer (KMÉ) védjegyrendszerrel további információk olvashatók a kme.hu weboldalon.

### **A ketchupok Szupermenta tesztje rávilágított a jelölések hibás gyakorlatára**

**Ketchupokat vizsgáltak a Szupermenta teszt során a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) szakemberei. A hivatal munkatársai összesen 38 terméket vontak ellenőrzés alá, amelyek közül 19 tartósítószerrel, 19 pedig tartósítószer felhasználása nélkül készült. A vizsgálat 25 ketchup esetében tárt fel kisebb-nagyobb jelölési hiányosságokat.**

A hatósági laboratóriumi vizsgálat válogatott szempontrendszer alapján történt. A szakemberek elemezték – többek között – a növényvédőszer-maradék, a glutén, a zeller, a vízben oldható szárazanyag-tartalom, 15 féle színezék, a tartósítószeres szerves savak, valamint a cukor és az édesítőszeres mennyiségét illetve jelenlétét. A vizsgálat a már megszokott módon kiterjedt a termékjelölés jogszabályi megfelelésének ellenőrzésére is.

A szerteágazó elemzés során nyilvánvalóvá vált, hogy az összetevők között feltüntetett sűrített paradicsom mennyiségét többféleképpen jelölik, legtöbb esetben csak a sűrített paradicsom százalékos

arányának megadásával, aminek nem ismert a szárazanyag-tartalma, emiatt azonban a fogyasztók számára nem derül ki egyértelműen a termék valódi paradicsomtartalma. A hatósági ellenőrzés 20 termék esetében tárta fel ezt a helytelen jelölési gyakorlatot.

Az ellenőrzések során biztonsági, illetve összetételi hiba nem merült fel, de a termék címkéken található jelölések több szempontból nem feleltek meg az előírásoknak. Előfordult, hogy adalékanyag mentesként jelöltek egy terméket, amely valójában többféle adalékanyagot is tartalmazott, de akadtak hibák a „light” és a tápértékjelölésben feltüntetett cukor mennyiségének jelölésével is.

A 38 termékből 25 esetében hatósági eljárás indult. A kisebb jelölési hibák miatt az élelmiszer-vállalkozók figyelmeztetésben részesültek, míg a súlyosabb jelölési hibák esetében élelmiszer-ellenőrzési bírság kiszabása történt, összesen mintegy 300.000 forint értékben.

A Szupermenta termékteszt kedveltségi vizsgálatán ezúttal is szakértő és laikus kóstolók pontozták a termékeket „vak-kóstolásos” módszerrel. Ennek eredményeként kétféle kedveltségi rangsor született, különválasztva a tartósítószer felhasználásával készült és a tartósítószer-mentes termékeket.

További információk és a részletes vizsgálati eredmények elérhetők a NÉBIH Szupermenta termékteszt oldalán.

### **Új ismeretterjesztő program és honlap indult az antibiotikum-rezisztencia elleni küzdelem jegyében**

**Az antibiotikum-rezisztencia veszélye világszerte egyre nagyobb gondot okoz a humán és az állategészségügy területén egyaránt. A probléma súlyosságát felismerve, a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) az Agrárminisztériummal közösen elindította a „Meddig hat?” című ismeretterjesztő és szemléletformáló programot, valamint az ahhoz kapcsolódó tematikus honlapot. Az új kezdeményezés célja, hogy a laikus érdeklődők hiteles szakmai forrásokból kaphassanak információkat az antibiotikum-rezisztencia mindannyiunkat érintő veszélyeiről.**

Az antibiotikumok indokolatlan, illetve helytelen használata következtében a baktériumok egyre ellenállóbbak lesznek azokkal szemben, vagyis az antibiotikumot tartalmazó szerek mind kevésbé hatékonyak egy-egy betegség kezelésében. A globális közegészségügyi fenyegetés kezelésével, egyes nemzetközi szervezetekhez hasonlóan az Európai Unió is kiemelten foglalkozik.

Az Európai Gyógyszerügynökség legutóbbi jelentése szerint Magyarország a 4. helyen áll az egységnyi állati termékre vonatkozó antibiotikum-felhasználás rangsorában. A NÉBIH monitoring vizsgálati eredményei arra is rámutattak, hogy a rezisztencia számos baktériumfaj és antibiotikum esetében hazánkban a legelterjedtebb.

A jelenség súlyosságát felismerve, 2019 szeptemberében a NÉBIH az Agrárminisztériummal közösen elindította új ismeretterjesztő és szemléletformáló programját, valamint a program céljaival összehangoltan működő honlapját „Meddig hat?” címmel.

A <http://meddighat.hu/> útvonalon elérhető weboldal az antibiotikum-rezisztencia témakörét számos aspektusból világítja meg. A honlap célközönsége elsősorban az érdeklődő laikusok köre, akiknek közérthető formában igyekszünk átadni a szakmai és hiteles forrásokból származó, széles spektrumú ismereteket a témához kapcsolódóan.

A honlapon megjelenő cikkek, tanulmányrészletek, kutatási eredmények és infografikák segítségével az állategészségügy helyzete rajzolódik ki, hiszen a NÉBIH e terület igazgatásáért is felel. A program és a webes felület segítségével arra is igyekszik rávilágítani, hogy az állategészségügy és a humán egészségügy szorosan összefügg, továbbá, arra is, hogy maguk az emberek egyenként hogyan járulhatnak hozzá az antibiotikumrezisztencia elleni sikeres küzdelemhez.

A közreadott ismeretanyag egyik fő pillére az az új animációs kisfilm, amelyet a YouTube-on publikáló állatorvos, dr. Simanovszky Zoltán készített a NÉBIH felkérésére. A videó korrekt szakmaisággal, mégis szórakoztató formában teszi befogadhatóvá a tudnivalókat erről a világméretű egészségügyi problémáról.

Az új kezdeményezést az ősz folyamán a NÉBIH Facebook oldalán, valamint a Szabad a gazdi állatvédelmi program Facebook-oldalán népszerűsítik, emellett egy, az antimikrobiális rezisztencia működésének, kialakulásának jobb megértését segítő, oktató kvízzjáték-sorozat is indult.

### **Minőségi és jelölési hiba is bőven akadt a debreceni Szupermenta tesztjén**

**A nyári grillszezon kedvelt termékeit, debreceni hűskészítményeket vizsgálta a Szupermenta programban a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH). Élelmiszerbiztonsági szempontból a 20 különböző termék mindegyike megfelelt, minőségi, illetve jelölési hibák miatt azonban 18 esetben kellett figyelmeztetni az előállítókat.**

A Szupermenta legutóbbi nyári terméktesztjén a NÉBIH szakemberei 14 nem csípős és 6 csípős ízesítésű debreceni készítményt ellenőriztek. A húskészítmények 8 hazai üzletlánc polcairól – hatósági mintavételt követően – kerültek a hivatal akkreditált laboratóriumába. Itt megvizsgálták a termékek mikrobiológiai megfelelőségét, továbbá megmérték fehérje-, víz-, zsír-, nátrium-klorid-, és kalciumtartalmukat. Sor került a debrecenik MSM (Mechanical Separated Meat - csontokról mechanikusan lefejtett hús) tartalmának vizsgálatára, valamint, az élelmiszerhamisítás gyanújának kizárása érdekében, az idegen fajfehérjék kiszűrésére is.

Hét termék csomagolásán szerepelt laktóz-, szója, és/vagy gluténmentes felirat, így esetükben a vizsgálat ezekre a paraméterekre is kiterjedt. Megnyugtató, hogy a „mentes” felirattal ellátott debrecenik valóban nem tartalmaztak kimutatható mennyiségű allergén összetevőket, így biztonsággal fogyaszthatták az azokra érzékeny egyének is.

Két debreceninél, bár a csomagoláson feltüntetett összetevők között nem szerepelt, a laboratóriumi vizsgálatok azonban kimutatták az MSM és a baromfifehérje jelenlétét. A NÉBIH szakemberei helyszíni ellenőrzést tartottak az érintett előállítónál, ahol megállapították, hogy a berendezések nem megfelelő gyártásközi takarítása miatt keveredhetett baromfifehérje a sertéshúskészítményekbe.

A szakemberek több húskészítmény esetében megállapították, hogy azok nem felelnek meg a Magyar Élelmiszerkönyv „csemege debrecenire” vonatkozó speciális előírásainak. Az érintett gyártókat a hatóság kötelezte, hogy vagy változtassanak a receptúrán vagy módosítsák a készítmények elnevezését. Két termékénél olyan jelentős volt az összetételi előírásoktól való eltérés, hogy a NÉBIH munkatársai azokat a verseny további részéből is kizárták.

Összesítve, amíg mikrobiológiai szempontból minden termék megfelelt az előírásoknak, addig minőségi hibák miatt összesen 11 esetben kellett intézkedni.

A termékek jelölésének vizsgálata több hiányosságot tárt fel. A 20 húskészítmény közül a szakemberek 17 esetben találtak hibát. A tápértékjelölést például nem táblázatos formában tüntették fel, bizonyos összetevők kimaradtak a felsorolásból, vagy indokolatlanul szerepeltek a csomagoláson. Az érintett vállalkozókat a hivatal figyelmeztetésben részesítette és kötelezte a hibák javítására.

A kedveltségi teszten szakértő, laikus, valamint a gyártói és a kereskedelmi oldalt egyaránt képviselő kóstolók vizsgálták vak kóstolósos módszerrel a debreceniket. Az értékelés a termékkörre jellemző 6 szempont – alak-méret, burkolat, állomány-metszéspont, szín, illat és íz – szerint történt.

További információk, érdekességek és a részletes vizsgálati eredmények elérhetők a NÉBIH Szupermenta termékteszt oldalán.

Szerkesztette: Frum Zsuzsa

### ***They made it from the lake to the table: the excellent Hungarian fish!***

The first comprehensive research project in Hungary, investigating the contamination level of fish ponds, inorganic and organic pollutant content of fish, the impact of processing and transportation as well as microbiological risks provided promising results.

“Aquaculture is very low in feed requirements, it is a resource sparing way of fish management” – highlighted Péter Lengyel, on staff at the Ministry of Agriculture at the conference organised on 3 October with the title “Environmental and food safety findings of the HappyFish project on the carp product line” in the Knowledge Transfer Centre of the Szent István University in a Gödöllő.

“No comprehensive analysis existed up to date which would have tested the quality of fish meat, although standard, permanent high quality is an important prerequisite if we are to increase the amount of fish consumption” – said Dr. Béla Urbányi, Professor and Head of Department at the Szent István University. “In the course of the research project based on the cooperation between private business and the universities, funded by nearly 1.5 billion Hungarian forint from research and development funds, extremely reassuring, positive findings were established in all areas, and the trajectory of the project itself plotted the route on which fish gets to our dining table” – emphasised Dr. László Palkovics, President of the Szent István University (SZIE) and Dr. László Zanathy, Managing Director of the independent laboratory WESSLING Hungary Kft., the leader of the consortium.

“Fish habitats were surveyed and in the course of examining fish pond water and sediments in ponds nearly 700 chemicals were tested for as well as microbiological identification tests carried out” – said Dr. Sándor Szoboszlai, associate professor at SZIE. Aggregate contamination level of pharmaceuticals and pesticides in fish ponds did not even exceed the limits set for drinking water, and eco-toxicity tests assessing adverse biological effects have also been concluded with favourable results, Wessling experts measured the lowest level of microplastic values in fish ponds of all surface waters.

“Test results from fresh water fish in Hungary fall a long way short of the limit values in terms of heavy metals when compared with the European

context” – told Dr. Adrienn Micsinai, project leader of HappyFish, on staff at WESSLING Hungary Kft. Merely 21 kinds of the 420 pesticides tested in fish altogether could be detected, and only one of the pharmaceutical residues could be found in the course of the tests and this also close to the detection level. From the microbiological perspective, all fish were free of pathogen agents.

Dr. László Friedrich, Dean at the SZIE Food Science Faculty, assistant professor highlighted that while they found arsenic way below the limit values determined for other food items intended to human consumption, carp was found rich in selenium, which is absolutely good news, considering the fact that this element has an extremely positive impact on the nervous system! One person in Hungary eats 2.5 kg carp annually in average, but based on the answers it can be concluded that there are reasons to believe that this figure could be raised hadn't it been for the fish bones in the meat – turned out from the representative consumer survey presented by Dr. Gyula Kasza, honorary professor of the Szent István University. The findings of the HappyFish project, covering a number of areas, provide extremely promising news: the consumption of domestic fresh water fish is safe and healthy in all aspects!

### ***Innovation laboratory prizes awarded in Budapest***

Rubber wear testing, 3D emission measurement, vacuum based filtering system: the WESSLING group honoured the forward looking ideas of its staff members useful for customers as well for the twelfth occasion, this time in the Budapest WESSLING Knowledge Centre.

This was the 12<sup>th</sup> time that WESSLING honoured pioneering ideas of its employees. The four ideas, of which the jury maintained that were worth to receive the WESSLING Innovation Prize, awarded in the Budapest Knowledge Centre of WESSLING, came from France and Germany, respectively.

Diana Weßling, spokesperson of the owners and Dr. László Zanathy, Managing Director of WESSLING Hungary Kft. handed over the prizes, three of which went to Germany and one to France.

### ***Measuring the wear and tear of rubber tyres***

One coveted award went to chemist Siema Lange and chemical laboratory technician Jonas Holtgreve for their outstanding work on measuring

microplastics caused by tyre abrasion. With laboratory analyses and expertise in microplastics, WESSLING is one of Europe's leading companies in the field, but Hungary is also at the cutting edge in microplastics research.

### ***3D printers deployed in emission measurements***

André Schmitz, also a chemist, has pioneered new methods for the laboratory measurement of emissions using 3D printers, this is why he has also been among the winners of the WESSLING Innovation Award for this development. WESSLING is one of the few laboratories working in this sector. Based on the knowledge received from this innovative method, customers receive comprehensive advice and can optimise 3D printers for their business and customers.

### ***New vacuum type filtering system for soil sampling***

Another idea was honoured during the ceremony in Budapest: Francis Bourdon, Fabienne Loisel, Sabrina Slimani and Audrey Goutagnieux (on staff at the Lyon site of WESSLING France) designed a new vacuum filter system for preparing soil samples. New funnels were made by a glass manufacturer and they built the system themselves. This innovation considerably accelerates sample preparation time and facilitates work in the laboratory, where heavy equipment no longer has to be converted for cleaning. Compared to the former results, fifty additional samples can be filtered daily, and as a consequence, customers will get faster results.

### ***Thoughtfully load your cart! – a series of laboratory articles for food safety***

The intention of the Thoughtfully load your cart! campaign is to assist consumers to buy as safe products as possible. In the series of articles posted on the website entitled Laboratorium.hu specialists working for the independent laboratory WESSLING Hungary Kft. report their experiences gained by testing millions of food samples.

The series of articles, announced at the Hungalimenteria conference and launched on the occasion of the National Agricultural and Food Industry Exhibition (OMÉK) touched upon a number of fields which might be equally important for both the operators of the food industry market and the consumers.

After pesticides and mycotoxins, experts wrote about the microbes on our food, shelf life, food additives, as well as about chemicals dissolving into our food from their packaging and the laboratory staff members even provided advice in choosing the appropriate deodorants in the article series of [Laboratorium.hu](https://laboratorium.hu) entitled Thoughtfully load your cart!

**The main objective of the campaign lasting up to Christmas is:** to assist consumers in purchasing as safe products as possible, and to show to food industry operators what they need to pay attention in order to be able to produce and market the better quality and more competitive products the better.

Experts collected figures, statistics, test methods, chemical explanations and useful hints in the [Laboratorium.hu](https://laboratorium.hu) articles. The materials with a diverse thematic can be read in the column Thoughtfully load your cart! from September until Christmas: <https://laboratorium.hu/%C3%89sszel-a-kos%C3%A1rba>

*Edited by Gábor Szunyogh*

## NFSO News



### Food safety status in the European Union: 2018 RASFF report released

**Only 1% of the nearly four thousand notifications published in 2018 in the Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) of the European Union concerned products manufactured in Hungary – reveals the annual summary of the European Commission. The 162 domestic cases mainly concern dietary supplements and other special foods, fruits and vegetables, as well as cereals and bakery products.**

The objective of RASFF, which has been in operation for 40 years, is to ensure the rapid flow of information between the authorities of EU member states. Thanks to this alert system, a number of food safety risks were prevented before the objectionable product could harm the health of consumers.

According to the recently published 2018 summary prepared by the European commission, nearly 3,700 original notifications (including 1,188

alerts) were published last year in the RASFF, 86% of which were food related. The number of new notifications decreased slightly compared to the previous year.

In the case of most of the objectionable products manufactured in the European Union, alerts were issued this time because of the presence of pathogenic microorganisms (mainly in poultry and meat products), the lack of labeling of allergenic ingredients (primarily milk, gluten and nuts), and the presence of foreign substances in the products (mainly plastics, metals or glass).

The 162 RASFF cases with Hungarian aspects were related to foods in 146 cases, to feeds in 10 cases and to food contact materials in 6 cases. In Hungary, objectionable products were most often dietary supplements and other special foods, cereal and bakery products; eggs and egg products and meat and meat products.

In 43 cases, food safety concerns have been raised regarding products manufactured in Hungary. In 28 cases, notifications were initiated by Hungary.

Starting from the end of last year, the Administrative Assistance and Cooperation System (AAC-AA) of the European Union, focusing on non-conformities, joined the RASFF. Non-conformities in the system were reported in 2018 in the case of dietary supplements and other special foods, meat and meat products and fruits and vegetables. Notifications were, in most cases, due to incorrect labeling, unauthorized handling of products or unauthorized procedures, and other documentation deficiencies. The annual report of the Food Fraud Network of the AAC system (AAC-FFN) is also available now.

Cases concerning the domestic population are published by **NÉBIH with priority in order to inform the widest possible circle of consumers in a timely fashion about the causes of the objections. All alarms received through the RASFF system can be found on the NÉBIH website.**

### High Quality Food trademark awarded for the first time

**The High Quality Food (KMÉ) trademark was awarded for the first time in Budapest, at the 79<sup>th</sup> National Agriculture and Food Exhibition and Fair (OMÉK). The gold degree illustrated with a magical deer was given to seven sour cream producing companies.**

At the awards ceremony, it was emphasized by Minister of Agriculture István Nagy that the KMÉ value-creating quality system is a real guarantee and provides customers with credible information on high-quality, safe Hungarian products.

The head of ministry said that manufacturers can apply for the gold degree of the KMÉ trademark with products that are among the best in the product inspections organized by the National Food Chain Safety Office (NÉBIH). Examining products in this framework creates a kind of competitive situation, in the sense that it encourages manufacturers to continually improve.

The decision on which products could obtain the right to use the trademark was preceded by the chemical, microbiological and organoleptic testing of nearly one hundred products. Food safety and nutrition, taste and sophisticated packaging are all outstanding in the case of the products with the gold degree trademark, added the minister.

István Nagy emphasized that only 2 percent of food businesses are active in the manufacture of dairy products, however, the significance of the sector is more than 7 percent in employment and its turnover is 8 percent of the industry. He added that the manufacture of dairy products is one of the most innovative sectors in the food industry, with continuous improvement in terms of both products and packaging, and consumer demand is monitored constantly.

He also pointed out that during the 2014-2020 funding period, the Hungarian dairy industry received significant support from both domestic and EU sources: more than HUF 25 billion has already flowed into the sector from the Rural Development Program, the Economic Development and Innovation Operational Programme (Ginop), the large enterprise investment support and the investment promotion fund of the Ministry of Foreign Affairs and Trade (KKM).

More information on the High Quality Food (KMÉ) trademark system can be found on the [kme.hu](http://kme.hu) website.

### Supermint test of ketchups highlights wrong labeling practice

**Ketchups were tested by the experts of the National Food Chain Safety Office (NÉBIH) in the Supermint test. A total of 38 products were checked by the authority's staff, 19 of which were manufactured with preservatives and 19 without preservatives. Minor or major labeling deficiencies were found in the case of 25 ketchups.**

Tests by the authority laboratory were carried out based on a selected set of criteria. The amount and presence of pesticide residues, gluten, celery, water-soluble solids, 15 types of dyes, preservatives and certain organic acids, as well as sugar and sweeteners were analyzed by the experts, among other things. As usual, the investigation also included the checking of the legal conformity of the product labels.

During the comprehensive analysis, it has become apparent that the amount of concentrated tomato in indicated among the ingredients in various ways, in most cases only by giving the percentage of concentrated tomato, with its dry matter content not known, therefore, the true tomato content of the product will not be clear to consumers. This incorrect labeling practice was detected by the authority inspection in the case of 20 products.

Safety or compositional defects were not revealed during the investigation, but the markings on the product labels did not meet the requirements in several respects. Occasionally, a product was labeled additive-free, when in fact it contained several additives, but there were also errors with the marking „light” and with the amount of sugar in the nutrition declaration.

Official proceedings were initiated in the case of 25 of the 38 products. For minor labeling errors, food business operators were issued warnings, while in the case of major labeling errors, food inspection fines were imposed, totaling around HUF 300,000.

Once again, products were rated in the popularity test of the Supermint products test by expert and lay judges using the “blind tasting” method. As a result of this, two types of popularity rankings were established, one for the products with preservatives and one for the preservative-free products.

Further information and detailed test results are available on the NÉBIH Supermint product test website.

### A new awareness-raising program and website launched to combat antibiotic resistance

**The threat of antibiotic resistance is a growing concern worldwide, both in human and animal health. Recognizing the severity of the problem, an informative and awareness-raising program titled “How long does it work?” and a related thematic website were launched by the National Food Chain Safety Office (NÉBIH), in collaboration with the Ministry of Agriculture.**

**The purpose of the new initiative is to provide lay people with credible professional information on the dangers of antibiotic resistance to all of us.**

As a result of the unjustified or improper use of antibiotics, bacteria are becoming more and more resistant to them, which means that antibiotic-containing agents are becoming less effective in treating a disease. Similarly to some international organizations, it is also a priority for the European Union to address this global public health threat.

According to the latest report of the European Medicines Agency, Hungary is ranked 4<sup>th</sup> in antibiotic use per unit of animal product. The results of the monitoring analyses of NÉBIH also showed that resistance is most widespread in Hungary in the case of many bacterial species and antibiotics.

Recognizing the seriousness of the phenomenon, in September 2019, a new informative and awareness-raising program, as well as a website titled "How long does it work?" that works in harmony with the objectives of the program, were launched by NÉBIH, in collaboration with the Ministry of Agriculture.

The website which can be reached at <http://meddighat.hu/> illustrates the subject of antibiotic resistance in many ways. The target audience of the website are primarily interested lay people, to whom we strive to convey a wide range of knowledge related to the subject from professional and credible sources.

The articles, studies, research results and infographics published on the website give an overview of animal health, as NÉBIH is also responsible for the management of this area. With the program and the web interface it also aims to highlight the close link between animal health and human health, and how each individual can contribute to the successful fight against antibiotic resistance.

One of the main pillars of the knowledge published is the new animated short film, made by dr. Zoltán Simanovszky, a veterinarian publishing on YouTube, at the request of NÉBIH.

The video presents easy-to-digest information on this global health issue in a professional but entertaining form.

The new initiative will be promoted during the autumn on NÉBIH's Facebook page, as well as the Facebook page of the Responsible owners animal protection program and, in addition, a series of educational quizzes has been launched to help

people better understand how antimicrobial resistance works and how it develops.

### ***Lots of quality and labeling errors in the Supermint test of debreceners***

**The popular food products of the summer barbecue season, debrecener sausages were examined by the National Food Chain Safety Office (NÉBIH) in the Supermint program. Each of the 20 different products were satisfactory from a food safety point of view, but warnings were issued to the manufacturers for quality or labeling errors in 18 cases.**

In the latest, summer product test of Supermint, 14 non-spicy and 6 spicy flavored debrecener products were analyzed by the experts of NÉBIH. Following authority sampling, the meat products were shipped to the accredited laboratory of the office from the shelves of 8 domestic chains. There, the microbiological suitability of the products was tested, and their protein, water, fat, sodium chloride and calcium contents were measured as well. The MSM (Mechanically Separated Meat) content of debreceners was examined and, in order to exclude the possibility of food counterfeiting, foreign species proteins were screened.

The packagings of seven products indicated that they were lactose-, soy- and/or gluten-free, so in their case these parameters were also examined. It is reassuring that the debreceners labeled „free” did not contain detectable amounts of allergenic ingredients, so they could be safely consumed by people sensitive to these.

In the case of two debreceners, although they were not listed among the ingredients on the packaging, laboratory tests showed the presence of MSM and poultry protein. On-site inspections were carried out by the experts of NÉBIH at the manufacturers involved, and it was found that poultry protein could have found its way into pork products because of the inadequate in-process cleaning of the equipment.

Experts have found that several meat products did not meet the special requirements of the Hungarian Food Codex for „non-spicy debrecener”. The manufacturers concerned were required by the authority to either change the formulation or change the name of the products. In the case of two products, the deviation from the compositional requirements was so significant that they were excluded from the rest of the competition by the staff of NÉBIH.

Overall, while all products complied with the requirements from a microbiological point of view, quality defects had to be addressed in a total of 11 cases.

Examination of the product labels has revealed several shortcomings. Mistakes were found by the experts in the case of 17 of the 20 meat products. For example, the nutrition declaration was not in a tabular form, certain ingredients were not included in the list or were unjustifiably indicated on the packaging. The companies concerned were issued warnings by the authority and they were obliged to correct the errors.

In the popularity test, debreceners were tasted by expert and lay judges, as well as judges representing the manufacturing and commercial sectors, using the blind tasting method. Ratings were based on 6 aspects characteristic of the product range, shape-size, casing, texture-cut surface, color, smell and taste.

Further information, interesting facts and detailed test results are available on the Supermint product test page of NÉBIH.

*Edited by Zsuzsa Frum*

## EFSA hírek

### ***Xylella fastidiosa*: „Együtt meg tudjuk találni a megoldást”**

**Az egész EU területét veszélyezteti a *Xylella fastidiosa*, és minél inkább együtt dolgozik a tudományos közösség ebben a kérdésben, annál gyorsabban fogunk megoldást találni ennek a kártevőnek a leküzdésére.” Így foglalta össze Claude Bragard, az EFSA Növényegészségügyi Testületének elnöke az ezen a héten Korzikán tartott *X. fastidiosa* konferencia fontosságát.**

A világ minden tájáról körülbelül 350 növényegészségügyi szakember vett részt a konferencián, ahol két napon át intenzív megbeszéléseket folytattak arról, hogy a tudomány hogyan segíthet megoldásokat találni a növényi kártevő ellen, amely egész Európában környezeti és gazdasági károkat okoz. A történéseket több száz ember követte az esemény különleges élő internetes közvetítésén keresztül.

Bragard professzor dicsérte a konferencia résztvevőinek elkötelezettségét, mondván: “A tudományt nem tarthatják elefántcsont toronyban, és akkor használják jobban, ha megosztják a kollektív tudás bővítése érdekében.”

Giuseppe Stancanelli, az EFSA növényegészségügyi csoportjának vezetője hozzátette: “A két évvel ezelőtt Mallorcán tartott esemény után ez egy újabb sikeres konferencia volt, ahol szakértők százai gyűltek össze számos országból, hogy megvitassák, mit tudunk a *Xylelláról*, és milyen kutatásokat kell még elvégezni.

„Amit ma tudunk, előkészíti az utat az újabb kutatások és új tudományos eredmények prioritizálásához, hogy jobban megértsük és kontrollálni tudjuk a világ egyik legveszélyesebb növényi baktériumát.”

## Food Safety News

### **Nebraskai hizlalótelepek felkészülnek az új európai *E. coli* vakcina tesztelésére**

Dan Flynn, 2019. október 01.

Folyamatban van a harmadik *E. coli* O157:H7 vakcina kereskedelmi célú kifejlesztése szarvasmarhák számára az emberi betegségek megelőzése érdekében, és hamarosan megkezdődik a Nebraskában a terepi kísérletek.

Két, 2010 óta Észak-Amerikában kifejlesztett vakcina bebizonyította hatékonyságát, anélkül, hogy különféle okok miatt, beleértve a költségeket is, a kereslet irántuk továbbra is korlátozott a piacon.

Egy skót vállalkozás, amelyet a Rosin Technologi-

es vezet, a Moredun Kutatóintézet, a skót Rural College-dzal és az Edinburgh-i Egyetem Roslin Intézetével egyetértésben elfogadott egy kereskedelmi finanszírozási megállapodást a harmadik vakcina kifejlesztésére.

A Roslin Technologies vezérigazgatója, Simon Wheeler a projekt vezetője. A kutatás vezetői, David Gally a Roslin Intézet professzora és Tom McNeilly a Moredun Kutatóintézettől jelentős mértékben fognak hozzájárulni a projekthez.

„Dr. David Gally és Dr. Tom McNeilly kiterjedt kezdeti kutatásokat végeztek a vakcinával kapcsolatban” - mondta Wheeler. “Olyan alapvető kutatást végeztek, amely a vakcina működésének és a mögötte lévő alapvető tudomány megértéséhez szükséges.”

Wheeler szerint a csapat érintetlen marad, ahogy a vakcina eléri a kereskedelmi fejlesztés szakaszát.

Az új finanszírozási megállapodás szerint a Roslin Technologies kétlépcsős validálási kísérleteket fog végezni 2020 májusától szeptemberéig Nebraskában.

„Ennek a vakcinának a legnagyobb piaca az USA és Dél-Amerika” - mondta McNeilly. “A kereskedelmi életképesség érdekében bizonyítani kell, hogy a vakcina működik az ő rendszerükben.

„Csodálatos az együttműködés az USDA-val, akik hozzájárultak ahhoz, hogy terepi kísérleteket végezzünk Nebraskában a Roslin Technologies segítségével.”

A harmadik vakcina engedélyeztetéséhez pozitív eredményekre lesz szükség egy nagyszabású kísérletből, beleértve az amerikai hizlalótelepeken végzeteket. McNeilly és Gally tervezi meg és hajtja végre a terepi kísérleteket, figyelemmel kíséri a szarvasmarhákat, beadja a vakcinát és összegyűjti az adatokat.

„Örülök, hogy a Roslin Technologies beruházott ebbe a vakcinába, mivel ez lehetővé teszi, hogy a több mint egy évtizedes munka, befektetés és kutatás a következő szakaszba léphessen” - mondta Gally.

Hozzátette, hogy a beruházás azt jelenti, hogy a skót csapat “fel tud építeni egy együttműködést az amerikai partnerekkel a vakcina működésének megértése érdekében.”

A kísérleti vakcina úgy működik, hogy korlátozza *E. coli* O157:H7 szarvasmarhákban történő kibocsátását, illetve az átvitelt köztük. Bár a baktériumok nem károsítják a szarvasmarhákat, a gazdákat és állattenyésztőket ösztönözni fogják az állatok fertőzés elleni beoltására, hogy elkerüljék az emberek jövőbeli károsodását.

A csapat olyan eredményekben reménykedik, amelyek hatékonyabbak és megfizethetőbbek, mint az USA-ban és Kanadában kifejlesztett két vakcina.

A kereskedelmi szakaszba lépéskor a Rosin Technologies a technológiai vezetőjét, Jacqui Matthews professzort tette a vakcina projekt általános felelősévé.

Az *E. coli* O157:H7 az *Escherichia coli* baktériumfajta egyik szerotípusa, és annak egyik Shiga toxint termelő típusa. Emberi megbetegedéseket okoz, különösen élelmiszer-eredetű betegségeket, szennyezett és/vagy nyers ételek fogyasztása révén, ideértve a pasztörizálatlan tejet és az elégtelenül hőkezelt darált marhahúst.

Az Egyesült Királyság, Argentína és Svédország mellett az Egyesült Államokban található meg a kórokozó virulensebb törzseinek csoportjai. A Roslin Technologies szerint az *E. coli* O157:H7 1-10 fertőzést okoz 100.000 emberenként.

Az emberek akkor vannak veszélyben, ha érintkezésbe kerülnek szarvasmarha ürülékkel, vagy közvetett érintkezésbe kerülnek szennyezett vízzel, élelmiszerrel vagy környezettel. A baktérium által termelt toxinok miatt az *E. coli* O157: H7 bármit kiválthat a hasmenéstől a veseelégtelenségig.

### **A klórpírifosz jóváhagyásának megújítása ellen szavazott az EU**

Az európai tisztviselők a klórpírifosz és a klórpírifosz-metil jóváhagyásának megújítása ellen szavaztak. A klórpírifosz és a klórpírifosz-metil rovarirtó szerek, amelyeket számos növényfaján alkalmaznak a kártevők elleni küzdelem során. A klórpírifosz-metilt a tárolt gabonafélék kezelésére is használják.

A múlt héten a Növények, állatok, élelmiszerek és takarmányok (PAFF) állandó bizottságának ülésén a tagállamok két végrehajtási rendelettervezetről szavaztak, amelyek arra tettek javaslatot, hogy a jóváhagyásokat ne újítsák meg. A bizottság megvitatta a metalaxil-M és a foramszulfuron megújítását, valamint az Lcisztein jóváhagyását is.

Az újonnan kinevezett egészségügyi és élelmiszerbiztonsági biztos, Stella Kyriakides üdvözölte a klórpírifoszról szóló határozatot.

Amint az Európai Bizottság hivatalosan elfogadja a szabályozást, ami 2022 januárjában várható, a tagállamoknak vissza kell vonniuk a hatóanyagokat tartalmazó növényvédő szerek minden engedélyét. Az országok maximum három hónapos türelmi időt adhatnak a végleges tároláshoz, felszámoláshoz és felhasználáshoz. Ezt követően ilyen termékeket nem szabad Európában forgalomba hozni vagy felhasználni.

**A döntést kampánycsoportok támogatják**  
A klórpírifosz egy Európában általánosan alkalmazott rovarirtó, és maradványai jelen lehetnek gyümölcsökben, zöldségekben, gabonafélékben és tejtermékekben, valamint az ivóvízben is.

Genon K. Jensen, az Egészségügyi és Környezetvédelmi Szövetség (HEAL) ügyvezető igazgatója elmondta, hogy a tilalom „nagy győzelem” a gyermekek és a jövő nemzedékek egészséges fejlődése szempontjából.

„Noha nem tudjuk meg nem történné tenni a több évtizedes expozíciót ezeknek az anyagoknak és a kapcsolódó idegrendszeri fejlődési hatásokat, az új Bizottság gondoskodhat arról, hogy ez nem történik meg más anyagokkal, elkötelezve magát, hogy csökkentse Európát peszticidektől való függőségét, és az értékelési folyamatok során foglalkozik a fennmaradó kiskapukkal.”

Angeliki Lyssimachou, a Pesticide Action Network Europe tudományos irányvonalának tisztviselője szerint az emberi egészséget az ipari érdekek és a magánhaszon fölül helyezték.

„Elsőpró mennyiségű bizonyítékra volt szükség ahhoz – bizonyítva, hogy a klórpírifosz rovarirtók agyi toxicitást okozhatnak gyermekeknél – , hogy az Európai Bizottság javaslatot tegyen a tilalomra; ha a tagállamok ellene szavaztak volna, az teljes kétségbeesésbe kergette volna az európai polgárokat.”

Nabil Berbour, a SumOfUs kampányvezetője szerint az európai polgárokat egyre inkább aggasztják a tányérjaikon található veszélyes peszticidek.

„Az EU a világ legnagyobb egységes piaca és a legerősebb kereskedelmi hatalom, ezért reméljük, hogy ez a tilalom előkészíti az utat más tilalmakhoz a világ többi részén.”

2019 áprilisában az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) és a tagállamok megvitatták a klórpírifosz és a klórpírifosz-metil humán egészségügyi értékelését. A szakértők az emberi egészséggel kapcsolatos aggályokat találtak a lehetséges genotoxicitás és fejlődési neurotoxicitás miatt. A Bizottság ezután felhatalmazta az EFSÁ-t, hogy nyújtson be nyilatkozatokat a legfontosabb megállapításokról a két anyag egészségre gyakorolt hatásával kapcsolatban.

Augusztusban az EFSA megerősítette, hogy az egészséggel kapcsolatos aggodalmakat azonosították, és a rendelkezésre álló adatok alapján nem lehet meghatározni az expozíció biztonságos szintjét. Az ügynökség arra a következtetésre jutott, hogy az uniós jogszabályok egészségre vonatkozó kritériumai nem teljesülnek.

A Bizottság olyan rendelettervezetet vitat meg a tag-

államokkal, amely a klórpírifosz és a klórpírifosz-metil legmagasabb megengedett szermaradvány-szint (MRL) értékét élelmiszerekben és takarmányokban a legalacsonyabb, analitikai laboratóriumokban még mérhető szintben állapítaná meg. A szavazás 2020 februárjában várható.

**A helyzet az Egyesült Államokban**  
A klórpírifoszt betiltották Hawaiiiban és Kaliforniában, a New York-i tiltás pedig a kormányzó aláírására vár.

Kristin Schafer, a PAN North America ügyvezető igazgatója azt mondta, hogy az EU vezetői követik a tudományt, és a peszticid-ipar nyomása ellenére kiálltak a lakosság és a környezet egészségéért.

„Sajnos az Egyesült Államok kormánya nem ennyire erős az ilyen nyomással szemben. Környezetvédelmi Hivatalunk politikailag kinevezett vezetői semmibe vették saját tudósaink ajánlásait, és csak néhány héttel a Dow képviselőivel 2017 elején folytatott találkozó után megváltoztatták a cég által gyártott klórpírifosz tervezett tilalmát” - mondta.

„Ez az ipari nyomásnak való hajbókolás az USA gyermekeinek egy újabb generációját teszi ki feleslegesen egy agykárosító növényvédő szernek. Folytatni fogjuk az állami szintű fellépés támogatását ebben az országban, és szívből gratulálunk az EU országoknak ahhoz, hogy a helyes dolgot teszik.”

A klórpírifosz az Egyesült Államokban az olyan terményeken széles körben alkalmazott növényvédő szer, mint például az alma, az eper, a cseresznye, a körte, az őszibarack, vagy a nektarin.

„Az amerikai gyermekek és mezőgazdasági dolgozók ma nem lennének kitéve ennek a veszélyes peszticidnek, ha a Trump EPA nem hagyta volna figyelmen kívül saját tudósainak tanácsát, és nem hajolt volna meg mezőgazdasági vegyszeripar előtt” - mondta Ken Cook, a környezetvédelmi munkacsoport elnöke.

„Miért van az, hogy a francia, német és olasz gyerekeket megvédi az agykárosító vegyi anyagtól, míg az amerikai gyerekek továbbra is ki vannak téve neki?”

### **Nő az esélye a Brexit élelmiszeri normákra gyakorolt negatív hatásának**

A Public Health Wales szerint nőtt annak az esélye, hogy a Brexit negatív hatással lesz az élelmiszeri normákra.

A dokumentum január óta gyűjtött bizonyítékokkal vizsgálja a Brexit esetleges valós hatásait az emberek egészségére és jólétére Walesben. 2016 júniusában az Egyesült Királyság népszavazást tartott és az Európai Unióból való kilépésre szavazott, amely lépés

Brexit néven vált ismertté.

A dokumentum megállapítja, hogy bizonyos negatív hatások, például az élelmiszer-előírásokkal vagy a környezetvédelmi szabályozással kapcsolatosak esélye lehetségesről valószínűre nőtt. Ez a változás nagyrészt annak köszönhető, hogy az Egyesült Államok közötti kereskedelmi célkitűzései esetlegesen negatív hatással lehetnek az élelmiszer-előírásokra.

Kath Dalmeny, a Sustain vezérigazgatója korábban azt mondta, hogy a kutatások azt mutatták, hogy az Egyesült Királyság lakossága nem adná fel az élelmiszer-előírásait egy Egyesült Államokkal kötött kereskedelmi megállapodásért.

„Az Egyesült Királyság fogyasztói tudják, hogy klóros mosásokat, hormoninjekciókat és túlzott antibiotikum használatot alkalmaznak a rossz higiénia és állatjóléti körülmények elfedésére. Azt akarjuk, hogy a Brexit után a legjobb élelmiszer-minőségért versenyezzünk, és továbbra is nyomást gyakoroljunk a kormányra, hogy megvédje ételünket és a mezőgazdasági termelők megélhetését.”

A Public Health Wales jelentése szerint az élelmiszer-ellátásra gyakorolt jelentős negatív hatás valószínűsége is a lehetségesről a valószínűre nőtt. Ennek oka a megállapodás nélküli Brexit növekvő esélye, ami rövidtávon az élelmiszer-ellátás megszakadásához vezethet.

Az élelmiszerbiztonsági rendszerre gyakorolt negatív hatások esélye valószínű, az élelmiszer-biztonsági szabályozás esetében lehetséges. Ezek nem változtak a legutóbbi jelentésben.

Mark Bellis professzor, a Public Health Wales Irányvonal és Nemzetközi Egészségügyi igazgatója elmondta, hogy könnyű elfelejteni, hogy a Brexit olyan kérdés, amely máris sok emberre van hatással az országban.

„Ez az, amiért a Public Health Wales két értékelést készített arról, hogy a Brexit hogyan befolyásolhatja a Walesben élő emberek egészségét és jólétét. Legutóbbi értékelésünkben kevés bizonyíték van a pozitív hatások valószínűségének változására januárban elvégzett legutóbbi elemzésünk óta. Másrészt láttuk, hogy az egyéb, potenciálisan negatív eredmények valószínűsége nőtt.”

A beszámoló megállapításai azt sugallják, hogy míg a Brexit az egész lakosságot érinti, lehetnek olyan sérülékeny csoportok, amelyek különösen érintettek lehetnek. Ilyenek lehetnek például az idős emberek és azok, akik krónikus betegségben szenvednek vagy fogyatékosok, akiknek hozzáférésre van szükségük gyógyszerekhez és egészségügyi és szociális ellátáshoz, és akiknek a jövedelme alacsony lehet.

Szerkesztette: Szunyogh Gábor

## **EFSA News**

### ***Xylella fastidiosa: 'Together we can find solutions'***

**The whole EU territory is at risk from *Xylella fastidiosa*, and the more the scientific community works together on this issue, the quicker we'll be to find solutions to tackle this pest.** That was how Claude Bragard, chair of EFSA's Panel on Plant Health, summed up the importance of the conference on *X. fastidiosa* held in Corsica this week.

Around 350 plant health specialists from around the world attended the conference for two days of intensive discussions on how science can help find solutions to the plant pest that is causing environmental and economic damage across Europe. Hundreds of people followed proceedings via a special live web streaming of the event.

Prof Bragard praised the commitment of the conference participants, saying: "Science should not be kept in an ivory tower, and is better used when shared to inform collective knowledge."

Giuseppe Stancanelli, head of EFSA's plant health team, added: "This was yet another successful conference – following on from the event we held in Mallorca two years ago – with hundreds of experts from many countries coming together to discuss what is known about *Xylella* and what research still needs to be done.

"What we know today paves the way for the prioritisation of new research and new scientific findings to help us better understand and control one of the most dangerous plant bacteria in the world."

## **Food Safety News**

### ***Nebraska feedlots prepare to test new European E. coli vaccine***

By Dan Flynn on October 1, 2019

Commercial development is underway for a third *E. coli* O157:H7 vaccine for cattle to help prevent human illnesses with a Nebraska field trial set to begin soon.

Two North American vaccines developed since 2010 have proven their effectiveness, but for various reasons, including cost, they remain in limited demand in the marketplace.

A Scottish venture, led by Rosin Technologies in an agreement with Moredun Research Institute,

Scotland's Rural Collge and Roslin Institute at the University of Edinburgh, has agreed to a commercial funding agreement for the third vaccine.

Roslin Technologies COO, Simon Wheeler, is the leader of the project. Principal investigators, professor David Gally of the Roslin Institute and Tom McNeilly of the Moredun Research Institute, will provide significant input.

"Drs. David Gally and Tom McNeilly performed extensive initial research on the vaccine" Wheeler said. "They've been doing the fundamental research necessary to understand whether the vaccine works and the essential science behind it."

Wheeler says the team remains intact as the vaccine reaches commercial development.

According to the new funding agreement, Roslin Technologies will perform a two-step validation trial from May to September 2020 in Nebraska.

"The biggest market for this vaccine is the USA and South America," said McNeilly. "To be commercially viable one has to show the vaccine works in their systems.

"We have a wonderful collaboration with the USDA, and they've agreed to run a field trial in Nebraska with the help of Roslin Technologies."

A license for the third vaccine will require positive results from large scale trials, including those involving the U.S. feedlots. McNeilly and Gally will design and execute the field trials, monitor the cattle, administer the vaccine, and collect the data.

"I'm delighted that Roslin Technologies has invested in the vaccine as it allows the chance for what's been over a decade of work, investment and research go to the next phase," Gally said.

He also said the investment means the Scottish team "can build collaboration with U.S. partners to understand how the vaccine works."

The experimental vaccine works by limiting *E. coli* O157:H7 shedding from and transmission between cattle. Although the bacteria do not harm the cattle, farmers, and ranchers will be encouraged to vaccinate animals against infection to prevent future harm to humans.

The team is looking for results that are both more effective and more affordable than the two vaccines developed in the U.S. and Canada.

As it moved to the commercial phase, Rosin Technologies put its chief technology officer,

professor Jacqui Matthews, in overall charge of the vaccine project.

*E. coli* O157:H7 is a serotype of the bacterial species *Escherichia coli* and is one of the Shiga toxin-producing types of *E. coli*. It is a cause of disease in people, typically foodborne illness, through consumption of contaminated and/or raw food, including unpasteurized milk and undercooked ground beef.

The United States, along with the United Kingdom, Argentina, and Sweden, has clusters of more virulent strains of the pathogen. According to Roslin Technologies, *E. coli* O157:H7 causes 1 to 10 infections per 100,000 people.

People are at risk when they come in contact with cattle feces or indirect contact with contaminated water, food, or the environment. *E. coli* O157: H7 can cause everything from diarrhea to renal failure from the toxins produced by the bacteria.

### **EU votes against renewing chlorpyrifos approval**

European officials have voted not to renew the approvals of chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl. Chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl are insecticides to control insect pests on a range of crops. Chlorpyrifos-methyl is also used to treat stored cereal grain.

This past week at a meeting of the Standing Committee on Plants, Animals, Food and Feed (PAFF) member states voted on two draft implementing regulations proposing to not renew their approvals. The committee also discussed renewal of metalaxyl-M, foramsulfuron and approval of Lcysteine.

Newly-appointed European Commissioner for Health and Food Safety, Stella Kyriakides, welcomed the decision on Chlorpyrifos.

Once the European Commission formally adopts the regulations, which is expected in January 2020, member states must withdraw all authorisations for plant protection products containing the active substances. A period of grace for final storage, disposal and use of a maximum of three months may be granted by countries. After that, such products cannot be put on the market or used in Europe.

### **Decision backed by campaign groups**

Chlorpyrifos is a commonly used pesticide in Europe and its residues can be present in fruits, vegetables, cereals and dairy products, as well as drinking water.

Genon K. Jensen, executive director of the Health and Environment Alliance (HEAL), said the ban was a “major win” for the healthy development of children and future generations.

“While we can’t take away the decades of exposure to these substances and the associated neurodevelopmental impacts, the new Commission can make sure this doesn’t continue to happen with other substances by committing to decreasing Europe’s dependency on pesticides and addressing remaining loopholes in evaluation processes.”

Angeliki Lyssimachou, science policy officer at Pesticide Action Network Europe, said human health has been put above industry interests and private profit.

“It took an overwhelming amount of evidence – showing that chlorpyrifos insecticides may cause brain toxicity in children – for the European Commission to propose a ban; member states voting against it would have left European citizens in complete despair.”

Nabil Berbour, campaign manager at SumOfUs, said European citizens are more and more concerned by dangerous pesticides on their plates.

“The EU is the largest single market in the world and the most powerful trading power, so we hope this ban will pave the way to other bans elsewhere in the world.”

In April 2019, the European Food Safety Authority (EFSA) and member states discussed the human health assessment of chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl. Experts found concerns related to human health due to possible genotoxicity and developmental neurotoxicity. The Commission then mandated EFSA to provide statements on the main findings on health for the two substances.

In August, EFSA confirmed concerns for health have been identified and safe levels of exposure cannot be determined based on available data. The agency concluded the approval criteria for health in EU legislation are not met.

The Commission is discussing a draft regulation with member states to lower Maximum Residue Levels (MRLs) of chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl in food and feed to the lowest level that can be measured by analytical laboratories. A vote on this is expected in February 2020.

### **Situation in the United States**

Chlorpyrifos has been banned in Hawaii and California, and a ban in New York is pending the governor’s signature.

Kristin Schafer, PAN North America executive director, said EU leaders have followed the science and taken a stand for public and environmental health, despite pressure from the pesticide industry.

“Unfortunately the U.S. government is not as strong in the face of such pressure. The politically appointed leaders of our Environmental Protection Agency flouted the recommendations of their own scientists, and reversed the planned ban of Dow’s chlorpyrifos just weeks after meeting with representatives of the corporation in early 2017,” she said.

“This kow-towing to industry pressure left another generation of U.S. children needlessly exposed to a brain-harming pesticide. We’ll continue to support action at the state level here in this country, and heartily congratulate EU countries for doing the right thing.”

Chlorpyrifos is a widely used pesticide in the U.S. on food crops, including apples, strawberries, cherries, pears, peaches, nectarines, and cherries.

“American children and farmworkers would not be exposed to this dangerous pesticide today if the Trump EPA had not ignored the advice of its scientists and kowtowed to the chemical agricultural industry,” said Environmental Working Group president Ken Cook.

“Why should kids in France, Germany and Italy be protected from a brain-damaging chemical while U.S. kids continue to be exposed?”

### **Chance of negative food standards impact from Brexit rises**

The likelihood of a negative impact on food standards from Brexit has increased, according to a report from Public Health Wales.

The document looks at evidence since January about the possible real-life effects Brexit could have on people’s health and well-being in Wales. The United Kingdom held a referendum on June 2016 and voted to leave the European Union, a move that became known as Brexit.

It found the odds of some negative impacts, such as those relating to food standards or environmental regulations, have increased from possible to probable. This change has been mostly due to evidence of a potential negative impact on food standards in published United States trade objectives.

Kath Dalmeny, CEO of Sustain, has previously said research has shown the U.K. public will not exchange their food standards for a trade deal with the U.S.

“U.K. consumers know now that chlorine washes, hormone injections and overuse of antibiotics are used to mask poor hygiene and low animal welfare standards. We want a race to the top on food standards after Brexit, and will continue to press the government to protect our food and farmers’ livelihoods.”

In the Public Health Wales report, the likelihood of a major negative impact on the food supply has also increased from possible to probable. This was because of the increased chance of a no-deal Brexit leading to a possibly disrupted food supply in the short term.

The prospect of negative impacts on the food safety system is listed as probable and possible for food safety regulation. Both of these did not change in the latest report.

Professor Mark Bellis, Director of Policy and International Health at Public Health Wales, said it’s easy to forget that Brexit is an issue that is already impacting many people in the country.

“That is why Public Health Wales has now conducted two assessments of how Brexit may affect the health and well-being of people living in Wales. Our latest assessment shows little evidence of change in the likelihood of positive impacts since our last analysis in January. On the other hand, we have seen the likelihood of other potentially negative outcomes increase.”

The review’s findings suggest that while Brexit will affect the whole general population, there could be vulnerable groups who may be particularly affected. For example, elderly people and those who have chronic conditions or disabilities, who require access to medication and health and social care services, and who may also be on a low income.

*Edited by: Gábor Szunyogh*



**Szerzőink / Authors**

**ALEXA Loránd** Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental Management, Institute of Food Science

**AMTMANN Mária Dr.** Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék / Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Food Chemistry and Nutrition

**BÁZÁR György Dr.** Kaposvári Egyetem, Agrár- és Környezettudományi Kar, Táplálkozástudományi és Termékfejlesztési Intézet / University of Kaposvár, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Institute of Nutrition and Product Development

**BENES Eszter** Szent István Egyetem, Gabona- és Iparinövény Tanszék / Szent István University, Faculty of Food Sciences, Department of Cereals and Industrial Plants

**BODOR Zsanett** Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Kar, Fizika-Automatika Tanszék / Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Physics-Automation

**CZIPIA Nikolett Dr.** Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental Management, Institute of Food Science

**ERDÉLYI Éva** Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Üzleti Elemzés Módszertan Tanszék / Budapest University of Economics, Faculty of Commercial Hospitality and Tourism, Department of Business Analysis Methodology

**FISCHINGER László Ádám** Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental Management, Institute of Food Science

**FRUM Zsuzsa** Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal / National Food Chain Safety Office Budapest

**JAKUSCHNÉ KOCSIS Tímea** Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Üzleti Elemzés Módszertan Tanszék / Budapest University of Economics, Faculty of Commercial Hospitality and Tourism, Department of Business Analysis Methodology

**KÁNTOR Andrea** Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental Management, Institute of Food Science

**KOVÁCS Béla Róbert Prof. Dr.** Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental Management, Institute of Food Science

**KOVÁCS Zoltán Dr.** Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Kar, Fizika-Automatika Tanszék / Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Physics-Automation

**LOVASNÉ AVATÓ Judit** Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Üzleti Elemzés Módszertan Tanszék / Budapest University of Economics, Faculty of Commercial Hospitality and Tourism, Department of Business Analysis Methodology

**MEDNYÁNSZKY Zsuzsanna Dr.** Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék / Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Food Chemistry and Nutrition

**PAPP-TOPA Emőke** Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet / University of Debrecen, Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental Management, Institute of Food Science

**SZEDLJAK Ildikó Dr.** Szent István Egyetem, Gabona- és Iparinövény Tanszék / Szent István University, Faculty of Food Sciences, Department of Cereals and Industrial Plants

**SZUNYOGH Gábor** WESSLING Hungary Kft. / Wessling Hungary Ltd.

**VÉGH Rita** Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék / Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Food Chemistry and Nutrition

**VITÁLIS Flóra** Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék / Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Food Chemistry and Nutrition

**ZINIA ZAUUU, John-Lewis** Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Kar, Fizika-Automatika Tanszék / Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Physics-Automation

**Kiadó / Publisher:** Wessling Nemzetközi Kutató és Oktató Központ Nonprofit Kft. / Wessling International Research and Educational Centre Nonprofit Ltd. / **HU ISSN 2676-8704**

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

**Főszerkesztő / Editor in chief:** Dr. SZIGETI Tamás János

**Szerkesztő / Editor:** KONECSNY Tímea, SZUNYOGH Gábor

**Angol fordítás / English translation:** Dr. HANTOSI Zsolt

**Honlap adminisztrátor / web admin.:** JUHÁSZ Péter

**Szerkesztőbizottság / Editorial Board:** AMBRUS Árpád Dr. (ny. egy. tanár, NÉBIH főtanácsadó / ret. univ. prof., NFCO chief advisor) • BÁNÁTI Diána Dr. (egy. tanár, DE / univ. prof., UD) • BARNA Sarolta Dr. (ig., NÉBIH KÉI / dir. NFCO Directorate of Risk Assessment) • BÉKÉS Ferenc Dr. (az MTA külső tagja, igazgató, FBFD PTY LTD NSW Ausztrália / External Member of Hung. Acad. Sci., director of FBFD PTY LTD NSW Australia) • BIACS Péter Dr. (ny. egy. tanár, SZIE / ret. univ. prof. SZIU) • BIRÓ György Dr. (ny. egy. tanár, SOTE Egészségtudományi Kar / ret. univ. prof., SMU Faculty of Health Sci.) • BOROSS Ferenc Dr. (üv. elnök, EOQ MNB / executive chairman, EOQ HNC) • CSAPÓ János Dr. (egy. tanár, Debreceni Egyetem, Sapientia Egyetem, Csíkszeredai Kar / univ. prof., Univ. Debrecen, Sapientia Univ., Miercurea Ciuc) • DANK Magdolna Dr. (egyetemi tanár Semmelweis Egyetem Onkológiai Intézet / uni. prof. Semmelweis University, Inst. of Oncology) • **FARKAS József Dr.** (ny. egy. tanár, akadémikus / ret. univ. prof., academician) • GAGÁN Anita (J.S. Hamilton Hungaria Kft.) • GYIMES Ernő Dr. (egy. docens, Szegedi Egyetem Mémöki Kar / univ. docent, Univ. Szeged Faculty of Eng.) • GYŐRI Zoltán Dr. (ny. egy. tanár, Debreceni Egyetem / ret. univ. prof., Univ. Debrecen) • HANTOSI Zsolt Dr. (angol nyelvi lektor, WESSLING Hungary Kft. / english lecturer, WESSLING Hungary Kft.) • HUSZTI Zsolt Dr. (Váli MEGÉR-TÉSZ / Prod. and Market. Cooperatives Váli) • KASZA Gyula Dr. (elnöki tanácsadó / presidential advisor, NÉBIH) • KONECSNY Tímea (szerkesztő, WESSLING Hungary Kft. / editor, WESSLING Hungary Kft.) • KOVÁCS Béla Dr. (egy. tanár, Debreceni Egyetem / univ. prof., Univ. Debrecen) • KURUCZ Csilla • 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., NFCO) • SZABÓ S. András Dr. (tanár, Ward Mária Gimnázium / prof., Ward Mária High School) • SZEITZNÉ SZABÓ Mária Dr. (igh., NÉBIH KÉI / deputy director, NFCO Directorate of Risk Assessment) • SZIGETI Tamás János Dr. (főszerkesztő, Wessling Nonprofit Kft. / editor in chief, Wessling Nonprofit Ltd.) • SZUNYOGH Gábor (szerkesztő, Wessling Nonprofit Kft. / editor, Wessling Nonprofit Ltd.) • TÖMÖSKÖZI Sándor Dr. (egy. docens, BME / univ. docent, BTU) • VARGA László Dr. (egy. tanár, Ny-Mo Egy. 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 Nonprofit Kft. / CEO Wessling Nonprofit Ltd.)

**Nyomdai előkészítés / Layout dtp:**

Adworks Kft., E-mail: info@adworks.hu

**Nyomda / Press office:**

Készült a Possum Kft. gondozásában. (1093 Budapest, Lónyay utca 43.)

**Elérhetőségeink / Contact:**

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

**Előfizetés, hirdetés / subscription, advertising:**

Konecsny Tímea, Tel. +36 20 535 1160

E-mail: eviko@wirec.eu

*Előfizetési díj egy évre/Subscription for one year: bruttó 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 Élelmiszervizsgáló Közleményeket a Wessling Nemzetközi Kutató és Oktató Központ 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 Nonprofit Kft. (WIREC)**nébih**  
termőföldtől  
az asztalig

WWW.HAPPYFISHHUNGARY.HU



## A HappyFish projekt eredményei

*Minden területen megnyugtató és reményteljes eredményt hozott Magyarország első olyan átfogó kutatása, amelynek során a halastavak szennyezettségét, a halakban található szerves és szervesetlen szennyező vegyületeket, a feldolgozás és szállítás hatásait, a mikrobiológiai kockázatokat vizsgálták meg.*

### Legfontosabb következtetések:

- A halastavak vizsgálatakor a gyógyszerek és a növényvédő szerek összesített szintje még az ivóvíz határértékeket sem haladta meg.
- A vízmintákban jellemzően 5-20 mikroműanyag-részecskét mértek köbméterenként. Ez megfelel a nemzetközi eredményeknek.
- Kijelenthető, hogy növényvédő szerek tekintetében „tiszta”, alacsony fokú a vizsgált halak érintettsége, a gyógyszermaradványok előfordulása sporadikus.
- Míg az arzén tekintetében bőven a többi élelmiszerre meghatározott határérték alatti mennyiségeket mértek, a ponty a szelénben azonban gazdag, ami kifejezetten jó hír, hiszen ez az elem rendkívül pozitív hatást gyakorol az idegrendszerünkre!
- Reprezentatív felmérés eredményei: a férfiak több pontyot esznek, mint a nők, de a magyar lakosság évente átlagosan csak 2,49 kg pontyot fogyaszt.

### A projekt legfontosabb eredménye tehát: kitűnő a magyar hal!

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 Állatiermék 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!

**WESSLING**  
Életünk minősége**SZENT ISTVÁN  
EGYETEM**  
MEZŐGAZDASÁG- ÉS KÖRNYEZET-  
TUDOMÁNYI KAR, GÖDÖLLŐ**FISHMARKET****SKC  
HOLDING****AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROGRAM**



## 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 elemanalizátor

FTIR, Raman és NIR spektrométerek, mikroszkópok

Hordozható Raman, NIR és XRF spektrométerek

GC, kvadrupol GC/MS és GC/MS/MS

Automatizált SPE és ASE mintaelőkészítők

HPLC, UHPLC, nano-LC

Kvadrupol 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