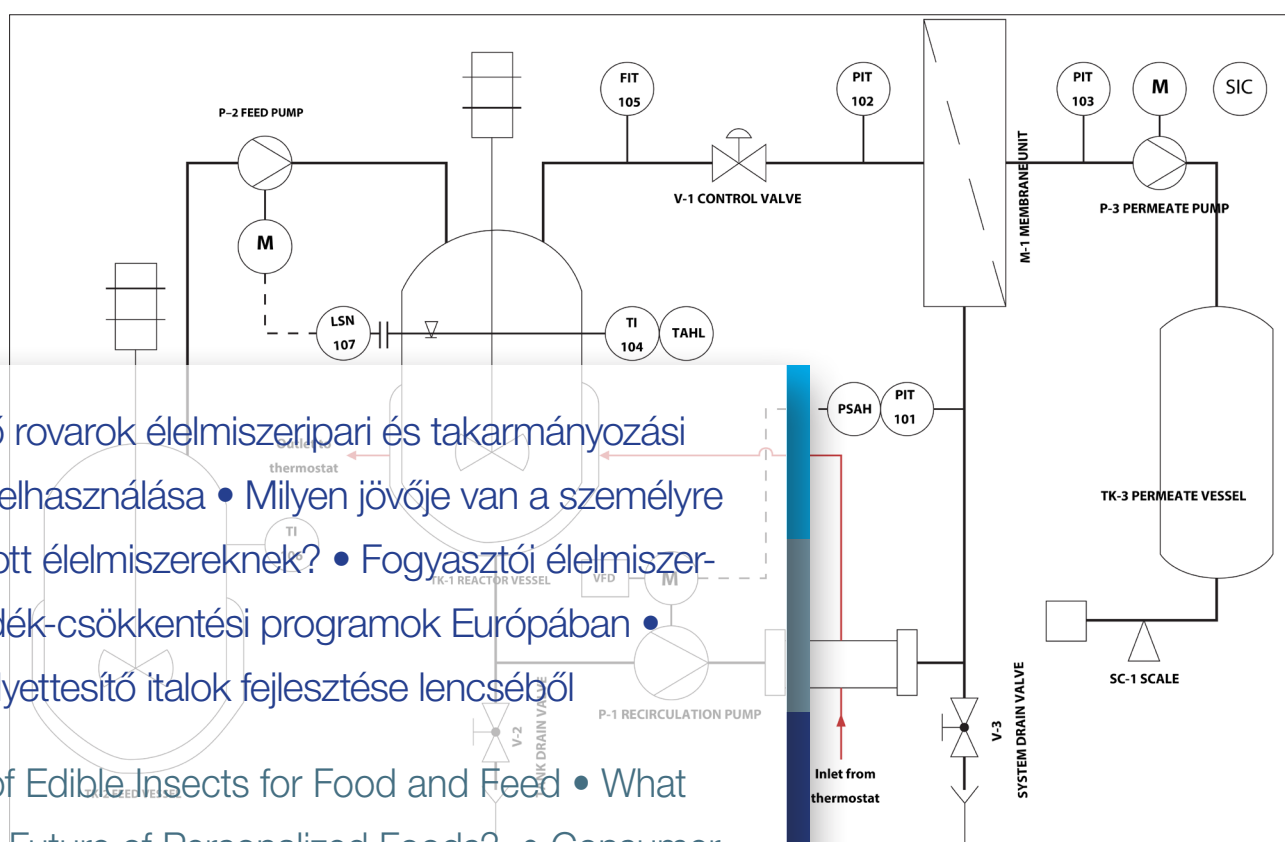


## A tartózkodási idő és az enzimkoncentráció hatása frukto-oligoszacharidok szintézisére enzimes membránreaktorban

Effect of Residence Time and Enzyme Load on the Synthesis  
of Fructo-oligosaccharides in an Enzymatic Membrane Reactor



Ehető rovarok élelmiszeripari és takarmányozási  
célú felhasználása • Milyen jövője van a személyre  
szabott élelmiszereknek? • Fogyasztói élelmiszer-  
hulladék-csökkentési programok Európában •  
Tejhelyettesítő italok fejlesztése lencséből

Use of Edible Insects for Food and Feed • What  
Is the Future of Personalized Foods? • Consumer  
Food Waste Reduction Programmes for Europe •  
Developing Milk Substitute Drinks From Lentils



## **Élelmiszervizsgálati Közlemények / Journal of Food Investigation**

**Kiadó / Publisher:** Szegedi Tudományegyetem, 6720 Szeged, Dugonics tér 13. / **HU ISSN 2676-8704**

**Felelős kiadó:** a Szegedi Tudományegyetem rektora

**Főszerkesztő / Editor-in-chief:** Dr. SZIGETI Tamás János

**Megbízott társfőszerkesztő / Co-editor-in-chief:** Prof. Dr. BÁNÁTI Diána

**Szerkesztő / Editor:** Dr. SZILVÁSSY Blanka Daniella

**Angol anyanyelvi lektor / Proofreading:** Varjú Eliza

### **Szerkesztőbizottság / Editorial Board:**

- AMBRUS Árpád Dr. *nyugalmazott egyetemi tanár, Nemzeti Élelmiszerbiztonsági Hivatal – NÉBIH – főtanácsadó  
professor emeritus, National Agency for Food Safety, lead advisor*
- BARNA Sarolta Dr. *igazgató, Nemzeti Élelmiszerbiztonsági Hivatal – NÉBIH –, elnökhelyettes  
director, National Agency for Food Safety, Directorate Of Risk Assessment, deputy president of the Office*
- BÁNÁTI Diána Prof. Dr. *egyetemi tanár, rektori megbízott, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar  
full professor, special advisor of the rector, University of Szeged Faculty of Engineering*
- BÉKÉS Ferenc Dr. *a Magyar Tudományos Akadémia külső tagja, nyugalmazott tudományos  
osztályvezető, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Sydney, Ausztrália, igazgató, FBFD PTY LTD.  
external member of the Hungarian Academy of Sciences, retired head of Scientific Department, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Sydney, Australia, director, FBFD PTY LTD.*
- BIACS Péter Dr. *nyugalmazott egyetemi tanár, MATE  
professor emeritus, MATE*
- BIRÓ György Dr. *nyugalmazott egyetemi tanár, Semmelweis Orvostudományi Egyetem,  
Egészségtudományi Kar  
professor emeritus, Semmelweis University of Medicine, Faculty of Health Sciences*
- BOROSS Ferenc Dr. *ügyvezető elnök, EOQ Magyar Nemzeti Bizottság  
executive chairman, EOQ Hungarian National Committee*
- CSAPÓ János Dr. *Debreceni Egyetem, ÁTK, Élelmiszertechnológiai Intézet; Sapientia EMTE  
Csíkszeredai Kar, Élelmiszertudományi Tanszék  
professor emeritus, University of Debrecen*
- FODOR Péter Dr. *nyugalmazott egyetemi tanár, MATE  
professor emeritus, MATE*
- GYIMES Ernő Dr. *egyetemi docens Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar  
reader, University of Szeged, Faculty of Engineering*
- GYÖRGY Éva Dr. *egyetemi docens, Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai  
Kar, Csíkszereda, Élelmiszertudományi Tanszék  
reader at Sapientia Hungarian University of Transylvania, Csíkszereda*
- GYŐRI Zoltán Dr. *egyetemi tanár, Debreceni Egyetem  
professor emeritus, University of Debrecen*
- KASZA Gyula Dr. *elnöki főtanácsadó, NÉBIH  
reader, University of Veterinary Medicine Budapest*
- KOVÁCS Béla Dr. *egyetemi tanár, Debreceni Egyetem  
professor, University of Debrecen*
- LUKIN, Aleksandr Dr. *egyetemi tanár Dél-Uráli Állami Egyetem, Cseljabinszk, Orosz Föderáció  
professor, South-Ural State University Chelyabinsk, Russian Federation*
- MARÁZ Anna Dr. *egyetemi tanár, MATE, Élelmiszertudományi Kar  
professor emeritus, MATE*
- MOLNÁR Pál Dr. *elnök, EOQ Magyar Nemzeti Bizottság, egyetemi tanár, Szegedi Egyetem  
Mérnöki Kar  
president of EOQ HNC, emeritus professor, University of Szeged*
- NAGY Edit *főtitkár, Magyar Víziközmű Szövetség  
general secretary, Hungarian Water Utility Association*
- POPOVICS Anett Dr. *egyetemi adjunktus, Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar  
reader, Óbuda University*

SALGÓ András Dr.	egyetemi adjunktus, Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar professor emeritus, Budapest Technical University
SIMONNÉ SARKADI Livia Prof. Dr. habil.	egyetemi tanár, MATE Élelmiszertudományi Kar university professor, MATE Faculty of Food Sciences
SIPOS László Dr.	egyetemi docens, MATE, Élelmiszertudományi Kar reader, MATE Faculty of Food Sciences
SOHÁR Pálné Dr.	nyugalmazott főosztályvezető, Nemzeti Élelmiszerbiztonsági Hivatal retired head of department, National Agency for Food Safety
SZABÓ S. András Dr.	nyugalmazott egyetemi tanár, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapesti Ward Mária retired professor of MATE, Budapest Ward Mária School
SZALAY Anna	szabványosító menedzser, Magyar Szabványügyi Testület – MSZT standardization manager, Hungarian Standards Institution (HSI)
SZEITZNÉ SZABÓ Mária Dr.	nyugalmazott igazgatóhelyettes, Nemzeti Élelmiszerbiztonsági Hivatal – NÉBIH deputy director, National Agency for Food Safety, Directorate of Risk Assessment
SZIGETI Tamás János Dr.	főszerkesztő, tudományos tanácsadó, Bálint Analitika Kft, címzetes főiskolai docens, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, címzetes egyetemi docens, Debreceni Egyetem JFI - ÉVIK editor-in-chief, scientific advisor at Bálint Analitika Ltd., honorary reader, University of Szeged, University of Debrecen
SZILVÁSSY Blanka Daniella Dr.	ÉVIK szerkesztő, élelmiszerbiztonsági felügyelő, Nemzeti Élelmiszerlánc- biztonsági Hivatal – NÉBIH –Élelmiszer- és Takarmánybiztonsági Igazgatóság JFI – ÉVIK editor, food safety inspector, National Food Chain Safety Office (NFCISO), Department of Food and Feed Safety
TÖMÖSKÖZI Sándor Dr.	egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem reader, Budapest University of Technology and Economics
VARGA László Dr.	egyetemi tanár, Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszer- tudományi Kar professor, Széchenyi István University, Institution of Food Sciences

**Layout:** Adworks Kft.

A lap negyedévente, elektronikus formában jelenik meg. / This e-journal is published quarterly.



Az *Élelmiszervizsgálati Közlemények* nyílt hozzáférésű (open access) folyóirat, melynek tartalma jogi védelem alatt áll. A közlemények egésze és minden részlete azonosító adataik pontos megadásával, a szerzőre és a folyóiraatra való hivatkozás mellett használhatók fel. Ha a felhasználó a felhasznált szövegben vagy annak bármely részletében változtatást eszközöl, azt egyértelműen jeleznie kell. A folyóirat tartalma kereskedelmi célokra nem használható fel.

*Journal of Food Investigation* is an open access journal, its volumes and full contents are freely available upon publication without a fee or restrictions. Earlier volumes are available in the Archive. The full or partial content of published papers are copyright protected and allowed to be referred to or distributed with reference to the title of the journal. If user or distributor makes any changes in any section of the texts published, it must be clearly noted. The content of the Journal is forbidden to be used for commercial purposes.

**A szakfolyóiratot a következő figyelőszolgáltatások vették jegyzékbe és referálják / this journal is listed by the following monitoring services:** SCOPUS, SCIMAGO, MATARKA / *Hungarian Periodicals Table of Contents*, Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár és Információs Központ, Magyar Tudományos Művek Tára / *Hungarian Academy of Sciences, Library of Information Centre, Hungarian Scientific Bibliography Database* / *Publishers International Linking Association Inc. (Crossref (DOI) Registration Agency)*

# TARTALOM – CONTENTS

<b>A tartózkodási idő és az enzimkoncentráció hatása frukto-oligoszacharidok szintézisére enzimes membránreaktorban</b> <b>(Vörös Andrea, Kovács Zoltán, Sipos László)</b> <i>Effect of Residence Time and Enzyme Load on the Synthesis of Fructo-oligosaccharides in an Enzymatic Membrane Reactor (Summary)</i> (Andrea Vörös, Zoltán Kovács, László Sipos)	4399
<b>Ehető rovarok élelmiszeripari és takarmányozási célú felhasználásának lehetőségei</b> <b>(Koppányné Szabó Erika, Jánosi Anna)</b> <i>Possible Uses of Edible Insects for Food and Feed (Summary)</i> (Erika Koppányné Szabó, Anna Jánosi)	4409
<b>Milyen jövője van a személyre szabott élelmiszereknek?</b> <b>(Farkas Noémi Dóra)</b> <i>What is the Future of Personalized Foods? (Summary)</i> (Noémi Dóra Farkas)	4410
<b>Fogyasztói élelmiszerhulladék-csökkentési programok Európában</b> <b>(Kasza Gyula, Kunszabó Atilla, Mikulás Viktória, Dorkó Annamária, Szakos Dávid)</b> <i>Consumer Food Waste Reduction Programmes in Europe (Summary)</i> (Gyula Kasza, Atilla Kunszabó, Viktória Mikulás, Annamária Dorkó, Dávid Szakos)	4424
<b>Növényi tejhelyettesítő italok fejlesztése lencséből (Lens culinaris L.)</b> <b>(Hajas Lívia, Tihanyi Dóra, Hermánné Juhász Réka)</b> <i>Developing Milk Substitute Drinks from Lentils (Lens culinaris L.) (Summary)</i> (Lívia Hajas, Dóra Tihanyi, Réka Hermánné Juhász)	4425
<b>Nemzeti szabványosítási hírek</b> <b>(Szalay Anna)</b> <i>Review of National Standardization</i> (Anna Szalay)	4434
	4438
	4450
	4451
	4459
	4460
	4462

ISSN 0422-9576



## A tartózkodási idő és az enzimkoncentráció hatása frukto-oligoszacharidok szintézisére enzimes membránreaktorban

**Kulcsszavak:** funkcionális élelmiszerek, prebiotikumok, fruktozil transzferáz, frukto-oligoszacharidok (FOS), membránszűrés, nagy hatékonyságú folyadékkromatográfia (HPLC), szakaszos üzemmódú keverős-tartályreaktor, folytonos üzemű enzimes membránreaktor, szacharóz

### 1. Összefoglalás

Az egészségtudatos fogyasztói attitűd terjedésével egyre népszerűbbek a jótékony hatású funkcionális élelmiszerek, amelyek bizonyítottan pozitívan befolyásolhatják az egészségi állapotot és különböző betegségek kialakulásának kockázatát is csökkenthetik. Kutatásunkban a prebiotikus élelmiszereken belül az oligoszacharidokkal, azon belül is a frukto-oligoszacharidokkal foglalkoztunk. A piaci igényeket kielégítő nagymértékű ipari előállítást főként reaktorokban végzik, így célzott kutatások zajlanak annak érdekében, hogy minél magasabb fokú konverziót érjenek el, és ennek megvalósításához szükséges optimalizálni az egyes beállítási paramétereket. A szacharózból kiinduló enzimes szintézis végezhető szakaszos, illetve folyamatos üzemmódú reaktorokban. Kutatásunkban a szakaszos, illetve folyamatos üzemű reaktorokban történő szacharóz-frukto-oligoszacharid konverziót vizsgáltuk, valamint azokat a műveleti paramétereket, amelyek nagymértékben befolyásolják a frukto-oligoszacharidok kihozatalát. A szacharóz-frukto-oligoszacharid átalakulást folytonos üzemű enzimes membránreaktorban 6 kísérlettel különböző paraméter kombinációkban vizsgáltuk az enzimkoncentráció (5–40 g/kg) és a tartózkodási idő (1, 1–2, 0 h) változtatásával. Az elvezetett termék szénhidrát összetételének vizsgálatát nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával végeztük. A szakaszos üzemű keverős-tartályreaktorban végzett szintézis során a szacharóz koncentráció több mint felére csökkent a kiindulási koncentrációhoz képest, míg a frukto-oligoszacharidok hozzávetőlegesen 45%-ban jelentek meg a termékben. Eredményeink azt mutatják, hogy bár az enzimes membránreaktor a termékhozam tekintetében alul teljesít a kevert tartályos reaktorral szemben (45% vs 9,5–40,5%), lehetővé teszi az enzimentes frukto-oligoszacharidok folyamatos előállítását. Nagyobb enzim koncentráció és/vagy hosszabb tartózkodási idő alkalmazásával a termékáramban magasabb polimerizációs fokú frukto-oligoszacharidok (GF3) is megjelentek. Az eredmények alapján meghatároztuk az adott paraméterek optimális beállításait, hogy a lehető legmagasabb fokú konverziót tudjuk elérni.

<sup>1</sup> Soós Tészta Kft.

<sup>2</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

## 2. Bevezetés

Napjainkban egyre fontosabbá válik, hogy az elfogyasztott élelmiszereknek az egészségre pozitív hatása is legyen [2]. A funkcionális élelmiszerek pozitív hatásokkal rendelkezhetnek, többek között emésztésjavító hatással, csökkentik a koleszterinszintet és a szívbetegségek kockázatát, csökkentik a különböző daganatos megbetegedések kockázatát illetve javítja a mentális és fizikai teljesítményt [3]. A funkcionális élelmiszerek közé tartoznak a probiotikumok is, amelyeknek fontos szerepe van többek között az optimális bélműködés biztosításában, a megfelelő vastagbél mikroflóra összetétel kialakításában, a bél limfoid szövet funkciójának szabályozásában [4]. A probiotikum jelenlegi fogalmát az ILSI Europe (International Life Science in Europe) FUFOSE (Functional Food Science in Europe) programján belül határozták meg. A probiotikus táplálék, olyan élő mikroorganizmusokkal való kiegészített élelmiszert jelent, melynek elfogyasztása jótékony hatással van az emberi szervezetre [5].

A prebiotikumok olyan nem emészthető élelmiszer-összetevők, amelyek a szelektív metabolizmusoknak köszönhetően kedvezően hatnak a béltraktusban lévő baktériumok növekedésére, és hogy ezek a jótékony mikroorganizmusok megfelelő mennyiségben legyenek jelen. A prebiotikumok tehát szubsztrátok a már bélrendszerben élő baktériumok számára, elősegítve a növekedésüket, aktivitásukat. Így lehetőséget adva egy egészségesebb mikroflóra kialakulására, amely az egészségi állapotot pozitívan befolyásolja [6]. A prebiotikumok előnyei, hogy kémiai és fizikailag stabilak, széles körben alkalmazhatóak, valamint hozzájárulnak az élelmiszerek íz és aroma kialakításához. Ahhoz, hogy a prebiotikumokat élelmiszer-összetevőként alkalmazzák, tisztázni kell a kritériumokat. A készítmény:

- ellenálló legyen a gyomor savasságával szemben, képesség a gyomor-bélrendszeri felszívódásra,
- erjeszhető legyen a bélrendszerben található mikroorganizmusok számára,
- serkentse a jótékony baktériumok növekedését és aktivitását.

A fent említett kritériumok mindegyike nélkülözhetetlen, de mégis a legfontosabb és legnehezebben megvalósuló a fent felsoroltak közül a harmadik [7].

Jelenleg a frukto-oligoszacharidok, galakto-oligoszacharidok, a laktulóz és az inulin azok a prebiotikumok, amelyek mindhárom kritériumnak megfelelnek. Az oligoszacharidok és előállításának lehetőségei. Az oligoszacharid név alatt a 3-10 monoszacharid egységből felépülő glikozidos vegyületeket értünk [8]. Kinyerhetjük őket enzimatis hidrolízissel különböző biomasszákból, illetve egyszerű oligoszacharidokból enzimatis transzfer reakcióval. A fő prebiotikus oligoszacharidok a piacon a frukto-oligoszacharidok, a galakto-oligoszacharidok és az inulin [6]. A frukto-oligoszacharidok olyan emészthetetlen élelmiszer-összetevők, amelyek bizonyítottan erősítik az immunrendszert, javítják a bélműködést, gátolják a kórokozó mikroorganizmusok növekedését, szaporodását, illetve csökkentik a daganatos betegségek kialakulásának kockázatát is [9]. Továbbá olyan lineáris fruktóz egységekből felépülő oligoszacharidok, amelyek  $\beta$ -(1-2) glikozidos kötéssel kapcsolódnak és számos mikroorganizmusban, illetve növényben megtalálható fruktozil transzferáz enzim segítségével előállíthatók. A frukto-oligoszacharidok legegyszerűbb képviselője az 1-kesztóz (GF2), amely kettő fruktóz molekulát és egy glükóz egységet tartalmaz. További képviselője a nisztóz (GF3), amely egy glükóz és három fruktóz molekulát tartalmaz; 1F-fruktozilnisztóz (GF4), amely egy glükóz és négy fruktóz molekulából épül fel [10].

A frukto-oligoszacharidok szerkezeti azonosítására és mennyiségi meghatározására analitikai technikák széles skálája alkalmazható. Ezeket Erdős és munkatársai (2018) által jegyzett korábbi tanulmányunkban foglaltuk össze [11]. A különböző polimerizáltsági fokú frukto-oligoszacharidok mennyiségi meghatározásának legelterjedtebb módszere a kationcserés ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) oszlopos nagy teljesítményű folyadékkromatográfia (HPLC) [12]. A frukto-oligoszacharidok előállítását tekintve többféle gyakran alkalmazott eljárás létezik. A termelés megvalósítható szakaszos üzemmódú keverős-tartályreaktorban, folytonos üzemmódú enzimes membránreaktorban, illetve rögzített enzimes eljárással.

## 3. Anyagok és módszerek

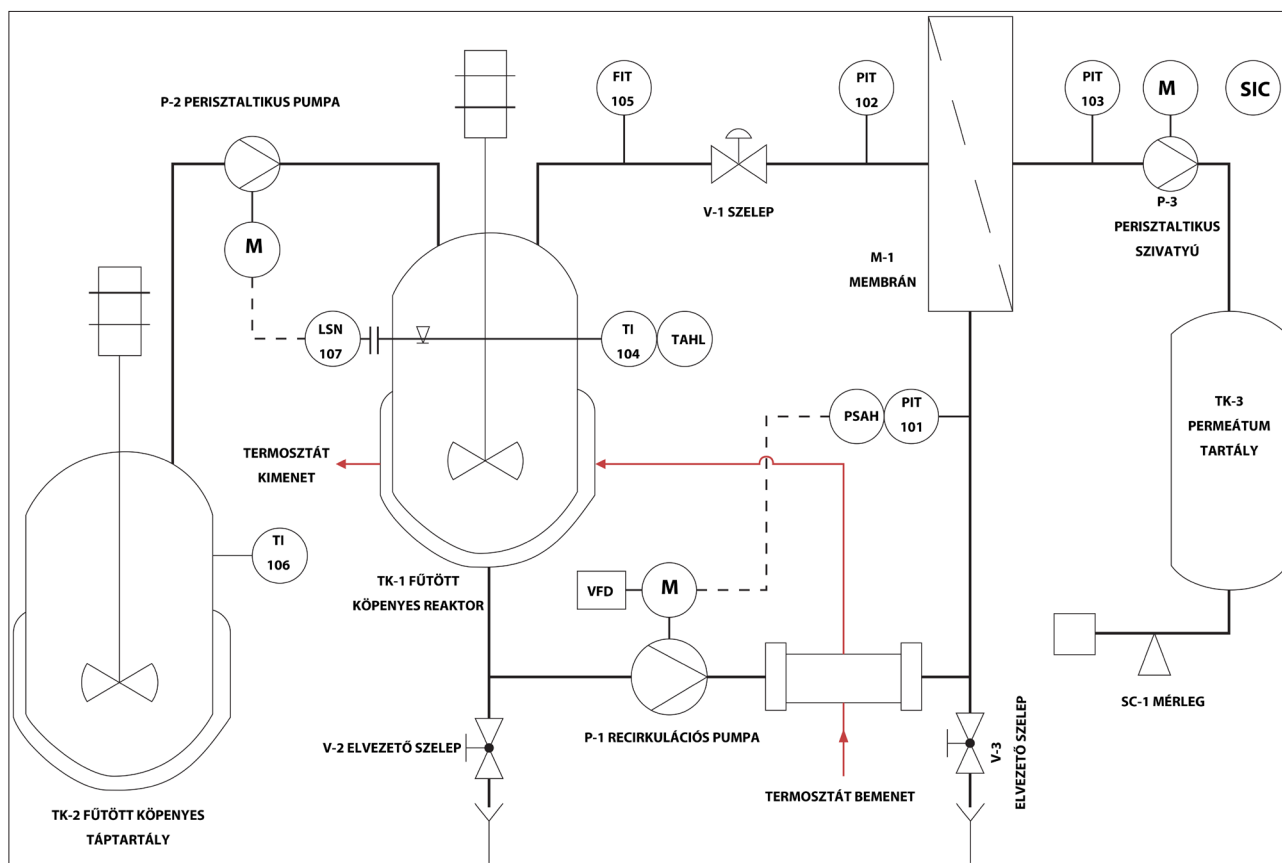
A frukto-oligoszacharidok szintéziséhez a Magyar Cukor Manufaktúra Kft. által előállított szacharózt alkalmaztunk (Diamant Kristálycukor). Továbbá ioncserélt vizet használtunk az oldatok elkészítésére. Az elkészített oldat megfelelő pH beállításához 1M NaOH-ot illetve 10% HCl-ot használtunk. A szintézishez felhasznált enzim a Pectinex Ultra SP-L volt, amelyet a Novozymes vállalat (Bagsvaerd, Dánia) állít elő. A jelen pektináz *Aspergillus aculeatus* fajtából izolált enzim, amelynek optimális működéséhez szükséges feltételei: pH optimum 5,5-6,5, hőmérséklet 50-55 °C.

### 3.1. Frukto-oligoszacharidok bioszintézise szakaszos üzemű keverős-tartályreaktorban

A frukto-oligoszacharidok szakaszos üzemű szintézisét három párhuzamos méréssel végeztük. Összefoglalva ezeket a lépéseket:

1. A termoblokk bekapcsolása, 90 °C-ra való felfűtése.
2. 400 g/kg koncentrációjú szacharóz oldat elkészítése.
3. Az elkészített szacharóz oldat felmelegítése 50 °C-ra, keverés mellett.
4. Az oldat pH-jának beállítása (pH = 5,5-6,0).
5. 2 g/kg Pectinex Ultra SP-L adagolása a szacharóz oldatba.
6. Mintavétel meghatározott időpontokban.
7. Mintavétel után azonnali hőkezelés a termoblokkban, 90 °C-on, 30 percig.
8. HPLC analízisig a mintákat fagyasztóban kell tárolni.

Az első lépés az elvezetett termékekben lévő enzimek inaktiválásához szükséges termoblokk (Grant QBT4, Cambridge, Anglia) bekapcsolása és felfűtése 90 °C-ra. Majd adott koncentrációjú szacharóz oldat elkészítése, jelen esetben ehhez 200 g szacharózt és 800 g ioncserélt vizet alkalmaztunk, amelyet teljes oldódásig kevertettünk. Az elkészült oldatból 200-200-200 g-ot mértünk ki három 500ml-es Erlenmeyer lombikba. Az oldatok felmelegítését 50 °C-ra kerámia lapos digitális fűtőlappal (IKA C-MAG HS 7) végeztük folyamatos kevertetés mellett. A fűtőlappal az IKA-Werke vállalat terméke (Staufen, Németország), amelyhez csatlakoztatva a hőmérséklet szabályozó egységet (IKA ETS D-5, IKA-Werke, Staufen, Németország), amellyel az oldatokat állandó hőmérsékleten tudtuk tartani. A szacharóz oldatok hőmérsékletének stabilizálódása után az enzim optimális működéséhez szükséges pH 5,5-6,0 beállítása következett, amelyet 1 M koncentrációjú HCl oldattal értünk el. A folyamatosan kevertetett oldathoz 2 g/kg koncentrációjú Pectinex Ultra SP-L-t adtunk, majd



1. ábra. Folytonos üzemű enzimes membránreaktor felépítése  
(Kovács, 2014 nyomán)

mintavételt végeztünk a 0. időpillanatban. A kísérlet első 4 órájában fél óránként, majd a következő 3 órában óránként történt, legvégül pedig a 23,5 óraker és 24 óraker történt a mintavétel. Az oldatból elvett mintákat azonnal a 90 °C-os termoblokkba helyeztük 30 percre az enzim inaktiválásának céljából. Az így 39 mintából álló sorozatot hígítás után HPLC-vel vizsgáltuk a szénhidrát összetétel meghatározása miatt.

### 3.2. Frukto-oligoszacharidok bioszintézise folytonos üzemű enzimes membránreaktorban

A folytonos üzemű enzimes membránreaktor felépítését a **1. ábra** mutatja be. A reaktorba (TK-1) meghatározott mennyiségű friss, meghatározott koncentrációjú szacharóz oldat került, amelyet a termosztát állandó hőmérsékleten tart. A kívánt hőmérséklet elérésekor enzim adagolása szükséges a cukor oldatba, amelyet az ultraszűrő membránon (M-1) keresztül cirkuláltat egy szivattyú (P-1). A membránszűréshez alkalmazott ultraszűrő membrán (UF) egy 0,37 m<sup>2</sup> aktív felületű, 20 kDa vágási értékű spiráltekeres szűrő modul, ami a Synder Filtration vállalat (Vacaville, USA) terméke. A reaktorban (TK-1) az oldat állandó térfogatát egy szintérezékelőhöz (LSN 107) csatlakoztatott perisztaltikus pumpa (P-2) biztosítja. Az elvezetett permeátum térfogatának megfelelő mennyiségű friss oldat a táptartályból (TK-2) kerül a reaktorba (TK-1). A szűrés hajtóereje a retentátum és a permeátum oldal közötti transzmembrán nyomáskülönbség ( $\Delta p$ ). A retentátum oldali nyomást szelep (V-1) segítségével lehet szabályozni. A membrán két oldala közötti nyomáskülönbséget a membrán két oldalán elhelyezett nyomásmérő (PIT 102 és PIT 103) mutatja. A permeátum térfogatáramát egy perisztaltikus szivattyú (P-3) fordulatszámának beállításával lehetséges állandó értéken tartani. A permeátum összegyűjtése a TK-3 permeátum tartályban történik. Az elvezetett termék nem tartalmaz enzimet.

A frukto-oligoszacharidok szintézisét folytonos üzemű enzimes membránreaktorban végeztük. Első lépésként a szacharóz oldatot készítettünk el, amelynek a koncentrációja minden oldat esetén 400 g/kg. A reakció megfelelő végbemeneteléhez – a szacharóz magas konverziójához – viszonylag magas szacharóz koncentrációjú oldat szükséges. A szacharóz gyorsabb oldhatósága miatt 50 °C-ra melegítettük fel az elkészült oldatot. Ez a hőmérséklet az alkalmazott enzim hőmérsékleti optimuma is. Az enzim megfelelő működéséhez pH beállítás is szükséges volt, jelen esetben ez pH 5,5, amelyet 1 M koncentrációjú HCl oldattal értünk el. A TK-1 reaktorba 2 kg mennyiségű friss, 400 g/kg koncentrációjú, 50 °C-ra felmelegített szacharóz oldat került, amelyet a termosztát állandó hőmérsékleten tartott. Ezek voltak a fix paraméterek a kísérlet sorozat alatt. Amikor az oldat hőmérséklete állandósult, Pectinex Ultra SP-L enzimet adagoltunk a szacharóz oldatba, amelyet az ultraszűrő membránon (M-1) keresztül cirkuláltat egy szivattyú (P-1). Az alkalmazott enzimmennyiségeket a **1. táblázat** mutatja be.

A TK-1 reaktorban állandó térfogatú a szacharóz oldat, hiszen a szintérezékelő (LSN 107) segítségével az elvezetett termék mennyiségével megegyező friss oldatot táplál be a perisztaltikus szivattyú (P-2) a TK-1 tartályba. Megfelelő mennyiségű friss oldat a táptartályból (TK-2) kerül a reaktorba. A retentátum oldali nyomást szelep (V-1) segítségével szabályoztuk és ezáltal állandó értéken tartottuk. A nyomáskülönbséget a membrán két oldalán elhelyezett nyomásmérő segítségével lehetett figyelni. A permeátum térfogatáramát a perisztaltikus szivattyú fordulatszámának beállításával tartottuk állandó értéken. Az elvezetett termék a permeátum tartályban került összegyűjtésre, amely nem tartalmazott enzimet a membránnak köszönhetően. A beállított paraméterektől függően alakult a frukto-oligoszacharidok, glükóz és szacharóz mennyiségének eloszlása az elvezetett termékben.

A szacharóz-frukto-oligoszacharid átalakulást folytonos üzemű enzimes membránreaktorban 6 kísérlet révén vizsgáltuk. Mindegyik kísérletben különböző paramétereket állítottunk be, amelyeket a **1. táblázat** mutatja be.

1.táblázat. A folytonos működésű enzimes membránreaktor különböző beállítási paraméterei

Mérés	Enzimkoncentráció [g/kg]	Perisztaltikus pumpa ford.szám (p-3) [rpm]	Tartózkodási idő [h]
1	5	24	1,1
2	5	12	2,1
3	15	12	2,1
4	20	12	1,7
5	50	12	1,6
6	40	16	2,0

A következő paramétereket fixen tartottuk mind a hat kísérletben: a reaktorban lévő oldat tömegét, a szacharóz koncentrációt és a hőmérsékletet. A változó értékek pedig az enzim koncentráció, illetve a tartózkodási idő.



40 w/w%-os szacharóz oldatot készítettünk, amelyet a cukorkristályok teljes feloldódásáig kevertünk, majd a pH-t beállítottuk 5,6 értékre 1M NaOH illetve 10% HCl segítségével. Ezután 2 kg oldat került az enzimes membránreaktorba. Amikor az oldat a termosztát segítségével elérte az 50 °C-ot, majd az első kísérletben hozzáadtunk 5 g/kg Pectinex Ultra SP-L enzimet. Következő lépésként a cirkulátató szivattyút 0,15 m<sup>3</sup>/h térfogatáramra, majd a retentátum oldali nyomást szabályozó szelepet 1,0 bar-ra, a permeátum oldali szivattyú sebességét pedig 24 rpm-re állítottuk be. A kísérlet során az oldat mennyisége állandó volt a reaktorban, hiszen a szintérzékelő segítségével a táptartályból az elvezetett termékkel megegyező mennyiségű friss, 50 °C-os szacharóz oldatot vezetett a reaktorba.

A második kísérlet során az előzőhöz hasonlóan változatlan mennyiségű (5 g/kg) Pectinex Ultra SP-L enzimet adtunk a rendszerhez. Az előző méréshez képest csökkentettük a szivattyú fordulatszámát 24 rpm-ről 12 rpm-re, a többi paramétert változatlanul hagytuk.

A harmadik kísérlet megnövelt mennyiségű, azaz 15 g/kg Pectinex Ultra SP-L enzimet adtunk a rendszerhez.

A negyedik kísérlet során hozzáadtunk 20 g/kg Pectinex Ultra SP-L enzimet. A többi paraméter változatlan maradt.

Az ötödik kísérlet során 50 g/kg Pectinex Ultra SP-L enzimet adtunk az oldathoz. A többi paraméter változatlan maradt.

A hatodik kísérlet esetén 40 g/kg Pectinex Ultra SP-L enzimet használtunk. A szivattyú fordulatszámát az előzőekhez képest 12 rpm-ről 16 rpm-re változtattuk, de a többi paraméter változatlan maradt.

A mérés során vett mintákat a következőképpen hígítottuk: 200µl minta és 800µl desztillált víz. Erre azért volt szükség, hogy a minták koncentrációja biztosan a kalibrált méréstartományba essen. A HPLC analízis megkezdéséig az elkészített mintákat fagyasztóban tároltuk. Az analízis segítségével meghatároztuk a minták szénhidrát összetételét a mintavételi idő függvényében.

### **3.3. Nagy hatékonyságú folyadékkromatográfia (HPLC)**

A permeátum szénhidrát-összetételének vizsgálatát egy széleskörben elterjedt, standard HPLC módszer adaptálásával végeztük a kalibráció elvégzése után [12]. A vizsgálni kívánt mintákat először hígítottuk, majd behelyeztük a mintaadagolóba. Az alkalmazott mozgó fázis ioncserélt víz, amelyet egy szivattyú segítségével vezetünk végig a rendszeren. A desztillált víz az eluens tartályból először a vákuum gáztalanító egységbe kerül (Spectra System SCM1000, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, USA). A vákuum gáztalanító segítségével a mozgó fázisból eltávolíthatóak az oldott gázok, amelyek negatívan befolyásolhatják a mérést. A mozgó fázisba kerülő légbuborékok zavarják a szivattyú egyenletes és folyamatos működését és így nem tud ugyanakkora térfogatú eluent szállítani. Következő lépésként az elkészített mintákat az automatikus mintavevő (Spectra SERIES AS100, Spectra-Physics, Ferment, USA) a mozgó fázisba juttatja. A mozgó fázis tovább szállítja a mintát. Az automata mintavevő termosztátjában található a védőoszlop (Rezex RNM-Carbohydrate Na+ (8 %), Phenomenex, Torrance, USA), amelyet az analitikai oszlop védelmében alkalmaznak, illetve a HPLC oszlop (Rezex RNM-Carbohydrate Na+ (8%), Phenomenex, Torrance, USA). Fontos a reprodukálhatóság szempontjából, hogy mindkettő oszlop állandó hőmérsékleten legyen, jelen esetben 50 °C, amelyet a termosztát biztosít. A minta vegyületei különböző sebességekkel mozognak az álló fázisban, így különböző időpillanatokban fogják elhagyni az oszlopot. Az adott időpillanatban kilépő vegyületek a detektorba jutva a koncentrációjával arányos elektromos jel fog keletkezni. A refraktív index (RI) detektor (Melz LCD 312, VDS optilab Chromatographie technik GmbH, Berlin, Germany) a jelet az analóg/digitál jelátalakítóhoz (N2000 Chromatography Data System, Science Technology (Hangzhou) Inc., Kína) küldi. Az elkészült digitális jelet a számítógép dolgozza fel. A kromatogramok értékelését Surwit® 2000 (N2000 Photographic Data Workstation, Science Technology Inc., Hangzhou., Kína) szoftvercsomag segítségével végeztük. A vegyületek más és más retenció ideje alapján megkülönböztethetőek és az egyes alkotókhöz tartozó csúcsok (peak) területeinek arányából ki lehet számolni a különböző szénhidrátok koncentrációját.

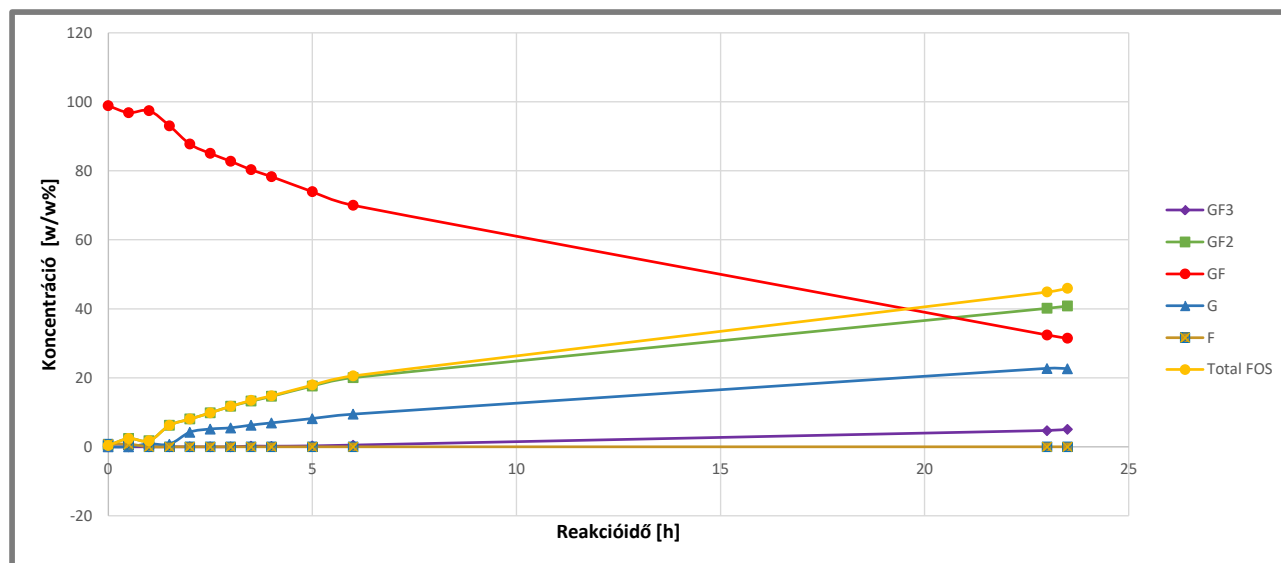
## **4. Eredmények és értékelésük**

A szacharóz-frukto-oligoszacharid átalakulást vizsgáltuk szakaszos üzemű keverős-tartályreaktorban illetve folytonos üzemű membrános enzimreaktorban. Minden kísérlet esetében 400 g/kg koncentrációjú szacharóz oldatot alkalmaztunk. Különböző paraméterek változtatása révén vizsgáltuk a szacharóz-frukto-oligoszacharid konverzió fokát, amelyeket az alábbiakban mutatunk.

### **4.1. Szacharóz-frukto-oligoszacharid átalakulás vizsgálata szakaszos üzemű keverős-tartályreaktorban**

A szacharóz-frukto-oligoszacharid átalakulását három párhuzamos mérés során vizsgáltuk szakaszos üzemű

keverős-tartályreaktorban (STR). A kísérlet célja, hogy adott beállítások mellett meghatározzam a konverzió hatásfokát. A kiindulási oldatként egy 40 w/w %-os szacharóz oldatot alkalmaztunk, amelyhez a megfelelő hőmérséklet és pH elérése után adtuk hozzá a 2 g/kg Pectinex Ultra SP-L enzimet. Megfelelő időközönként mintát vettünk, majd hőkezelés révén inaktívtuk a termékben lévő enzimet. A mintákat HPLC analízis alá vetettük. A következő diagram mutatja be a kapott szénhidrát összetételi adatokat (**2. ábra**).



2. ábra. Szacharóz-frukto-oligoszacharid átalakulás szakaszos üzemű keverős-tartályreaktorban (G – glükóz, GF – szacharóz, GF2 – 1-kesztóz, GF3 – nisztóz, F – fruktóz, Total FOS – összes frukto-oligoszacharid) (Paraméterek: 400 g/kg koncentrációjú szacharóz oldat, hőmérséklet: 50 °C, pH = 5,6, enzimkoncentráció: 2 g/kg, inaktíválás: 90 °C-os termoblokkban 30 percig)

A diagram alapján megállapítható, hogy a szacharóz koncentrációban hozzávetőlegesen 20%-os csökkenés érhető el már a mérés első négy órájában, a reakció végére pedig már 60–70%-os csökkenés. A frukto-oligoszacharidok hozzávetőlegesen 45 %-ban vannak jelen a végtermékben. Megállapítható, hogy a szakaszos üzemű keverős-tartályreaktorban végzett enzim katalízissel magas frukto-oligoszacharid átalakulást lehet elérni. Viszont a hátránya, hogy az elvezetett termék enzimet tartalmaz, így azt további lépésekben el kell távolítani és tisztítani szükséges a terméket. Az enzim inaktíválást 90 °C-on 30 percig végeztük. A gyártók számára az enzim inaktíválása további költségeket jelent, továbbá időigényesebb eljárás is, viszont nagyon jó konverziós hatásfok érhető el ezzel a módszerrel.

#### 4.2. Szacharóz-frukto-oligoszacharid konverzió vizsgálata folytonos üzemű enzimes membránreaktorban

A szacharóz-frukto-oligoszacharid átalakulását 6 rövid távú (8–10 órás) kísérlettel vizsgáltuk. A kísérleteket a fent bemutatott folytonos üzemű enzimes membránreaktorban végeztük. A kísérletsorozat célja egy olyan optimális beállítás meghatározása volt, amellyel megállapítható a legjobb konverziós hatásfok és az állandósult állapot ('steady-state') kialakulásának körülményei. A mérés során szükséges volt a tartózkodási idő is meghatározni: meghatározott időközönként egy ismert tömegű mintatartó edénybe a permeátumból mintát kellett venni, majd a mintavétel időtartamát megmérni. Ezután a permeátum mintával teli edény tömegének megmérése. A tartózkodási időt az alábbi képlet alapján lehet meghatározni:

$$\tau_x = \frac{\text{minta tömege} - \text{mintatartó tömege (kg)}}{\text{mért idő (h)}} \cdot \text{reaktor tömege (kg)} \quad (\text{h})$$

ahol,

$\tau_x$  - tartózkodási idő (h),

minta tömege = a mintatartó + időegység alatt levett minta tömege (kg),

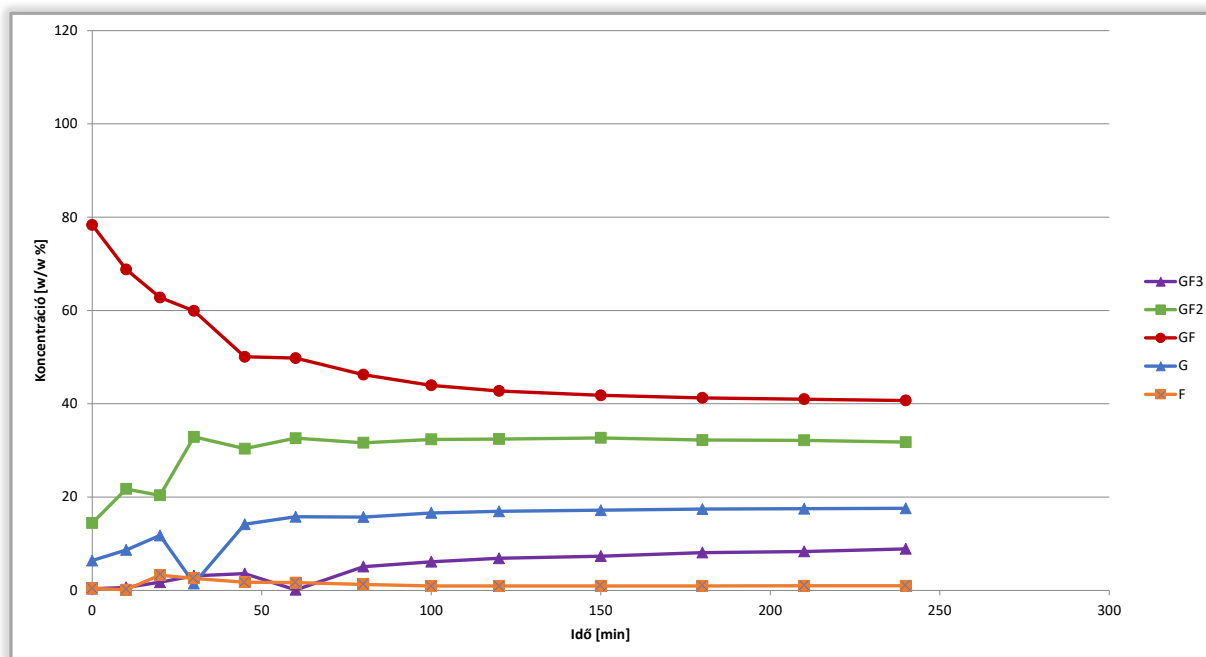
mintatartó tömege – üres mintatartó edény tömege (kg),

reaktor tömege – minden esetben 2 kg.

A kísérletek paramétereinek beállítását a **1. táblázat** értékei szerint készítettük el.

A hat kísérlet közül kiválasztottunk egyet, hogy bemutassuk a kísérleti lefutást.

A hatodik kísérlet esetén a 40 w/w%-os szacharóz oldat megfelelő hőmérsékletének és pH-jának elérése után hozzáadtuk a 40 g/kg Pectinex Ultra SP-L enzimet. Illetve a permeátum oldali szivattyú sebességét pedig 16 rpm-re állítottuk. A hatodik kísérlet mérési eredményeit a következő ábra mutatja be (**3. ábra**).



3. ábra. Szénhidrát-koncentráció a mintavételi idő függvényében. G - glükóz, GF - szacharóz, GF2 – 1-kesztóz, GF3 – nisztóz, F – fruktóz. (Fix paraméterek: 400 g/kg koncentrációjú szacharóz oldat, reaktorban lévő oldat tömege: 2 kg, hőmérséklet: 50°C, pH=5,5, transzmembrán nyomáskülönbség: 1 bar, változó paraméterek: enzimm koncentráció: 40 g/kg, permeátum oldali szivattyú sebessége: 16rpm, tartózkodási idő: 2,0 $\tau$ )

A hatodik kísérletben a szivattyú térfogatáramát az előző kísérletben beállított 12 rpm-ről 16 rpm-re növeltük, az enzimm koncentrációt pedig 50 g/kg-ról csökkentettük 40 g/kg-ra. A szacharóz-frukto-oligoszacharid konverzió mértéke egyre nagyobbak adódtak. A szacharóz koncentrációjának hozzávetőlegesen 55-60%-os csökkenése figyelhető meg. A permeátum oldali szivattyú megnövelt sebességének és a magas enzimm koncentráció alkalmazásával a szacharóz (GF) koncentrációja lecsökkent és a keletkezett termékek (GF2, GF3) koncentrációja megnövekedett az előző kísérletekhez képest. Melléktermékként glükóz (G) és kis mennyiségben fruktóz (F) keletkezett.

A szacharóz-frukto-oligoszacharid konverzió hatásfoka függ az enzimm koncentrációjától, illetve a tartózkodási időtől. Ha növeljük az enzimm koncentrációját, akkor lecsökken a konverzió időtartama és növekedik a hatásfoka. Ha a tartózkodási időt növeljük ugyanakkora enzimm koncentráció mellett, akkor szintén növekedik a szacharóz-frukto-oligoszacharid átalakulás hatásfoka. Továbbá magas enzimm koncentráció alkalmazásával magasabb polimerizációs fokú frukto-oligoszacharidok képződtek, így ha ezt a terméket szeretnénk nagyobb mennyiségben előállítani, akkor javasolt a magas enzimm koncentráció alkalmazása. A kísérlet során egy bizonyos idő után beáll az úgynevezett egyensúlyi (steady-state) állapot, amikor az egyes méréseknél a membránreaktor permeátum (kimenő) áramában a szénhidrát-frakciók koncentrációja időben állandósul.

### 5. A konverzió hatásfokának vizsgálata

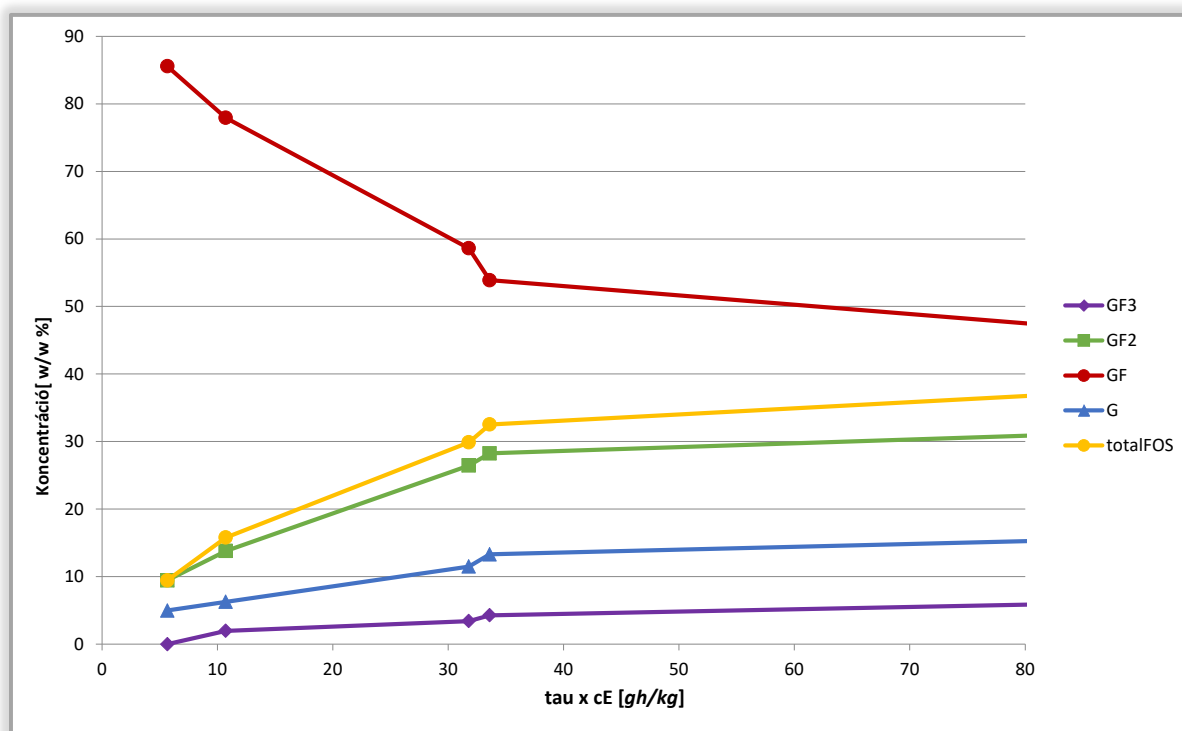
A kísérletsorozat során a legjobb konverziós hatásfokra kell törekedni, melyeket a mérési paraméterekkel lehet befolyásolni. Ezek a paraméterek a rendszerhez adott enzimm koncentráció és a permeátum oldali perisztaltikus szivattyú sebességével változtatható tartózkodási idő. Látható, hogy a perisztaltikus szivattyú sebességének növelésével a vizsgált szacharóz oldat túl gyorsan áramolt keresztül a rendszeren, így az enzimm nem volt elég ideje a szacharóz átalakítására. Az enzimm koncentráció növelésével pedig gyorsabb konverziót lehetett elérni, tehát a tartózkodási idő is lecsökkent. Ahhoz, hogy meghatározható legyen a leghatékonyabb beállítási paramétereket, a következőképpen számoltunk, minden minta tartózkodási idejéből ( $\tau$ ) számtani átlagot számoltunk, majd ezt az átlagot megszoroztuk az adott kísérlet során alkalmazott enzimm koncentrációjával ( $c_e$ ) (átlag  $\tau \times c_e$ ). Ezt az értéket pedig az egyes komponensek állandósult koncentrációinak átlag értékének függvényében ábrázoltuk, és a komponensek esetében az utolsó 3 érték számtani átlagát számítottuk. A mérési értékeket a **2. táblázat** tartalmazza.

2. táblázat. Komponens koncentrációk (G - glükóz, GF - szacharóz, GF2 – 1-kesztóz, GF3 – nisztóz, Total FOS – összes frukto-oligoszacharid). (Fix paraméterek: 400 g/kg koncentrációjú szacharóz oldat, reaktorban lévő oldat tömege: 2 kg, hőmérséklet: 50 °C, pH=5,5, transzmembrán nyomáskülönbség 1 bar)

	1. mérés	2. mérés	3. mérés	4. mérés	5. mérés	6. mérés
$\tau$ [h]	1,1	2,1	2,1	1,7	1,6	2,1
$c_E$ [g/kg]	5	5	15	20	50	40
$\tau \times c_E$ [gh/kg]	5,7	10,7	31,8	33,6	82,0	81,9
GF3 (1)	0,0	0,5	3,6	4,4	5,7	8,1
GF3 (2)	0,0	0,6	3,5	4,2	5,9	8,3
GF3 (3)	0,0	4,9	3,3	4,3	6,1	8,9
GF3 (Átlag)	0,0	1,9	3,4	4,3	5,9	8,5
GF2 (1)	9,2	13,7	26,9	28,7	30,6	32,2
GF2 (2)	9,7	14,2	26,7	28,6	30,8	32,2
GF2 (3)	9,5	13,5	25,7	27,5	31,7	31,8
GF2 (Átlag)	9,5	13,8	26,5	28,3	30,9	32,1
GF (1)	85,6	79,4	57,9	52,9	48,3	41,3
GF (2)	84,9	78,6	58,1	54,1	47,4	40,9
GF (3)	86,2	75,9	59,8	54,7	45,9	40,7
GF (Átlag)	85,6	77,9	58,6	53,9	47,2	40,9
G (1)	5,2	6,4	11,6	13,7	15,0	17,4
G (2)	5,4	6,7	11,7	13,1	15,4	17,5
G (3)	4,3	5,8	11,2	13,2	15,7	17,6
G (Átlag)	4,9	6,3	11,5	13,3	15,4	17,5
Total (FOS)	9,5	15,8	29,9	32,5	36,9	40,5

A táblázat tartalmazza az átlagos Tau ( $\tau$ ) értékeket és az enzimkoncentrációkat ( $c_E$ ), ezek szorzatát valamint a különböző komponensek koncentrációját három idővételi pontból és azok számtani átlagát. A táblázat alapján meghatározható, hogy abban a kísérletben, ahol a legnagyobb enzimkoncentrációt alkalmaztuk, ott volt a legnagyobb GF3 koncentráció is. Ahol a tartózkodási idő a legrövidebb volt, ott pedig alacsony koncentrációban képződött frukto-oligoszacharid. A következő ábra bemutatja a táblázatban összefoglalt adatokat **(4. ábra)**.

A diagram alapján meghatározható, hogy nagyobb  $\tau \times c_E$  értékhez kisebb GF (szacharóz) és magasabb frukto-oligoszacharid (GF2, GF3) koncentráció tartozik, tehát nagyobb enzimkoncentrációval vagy a tartózkodási idő növelésével javítható a konverzió hatásfoka.



4. ábra. Komponensek koncentrációi a tartózkodási idő és az enzimkoncentráció függvényében (G – glükóz, GF – szacharóz, GF2 – 1-kesztóz, GF3 – nisztóz, F – fruktóz, Total FOS – összes frukto-oligoszacharid)

#### Az eredmények összefoglalása

A kutatásban a frukto-oligoszacharidok enzimes szintézisét vizsgáltuk szakaszos, illetve folyamatos üzemmódú reaktorokban. A szakaszos üzemű keverős-tartályreaktorban végzett szintézis során a szacharóz koncentráció több mint felére csökkent a kiindulási koncentrációhoz képest, míg a frukto-oligoszacharidok hozzávetőlegesen 45%-ban jelentek meg a termékben. A folyamatos üzemű keverős-tartályreaktorban végzett kísérletek eredményei alapján megállapítható, hogy a rövid tartózkodási idő esetén az enzimnek nincs elég ideje az átalakításra, így a szacharóz oldat túl gyorsan áramlik át a rendszeren és alacsony frukto-oligoszacharid koncentrációt érhetünk el vele. A magasabb enzimkoncentráció alkalmazásával megjelentek a magasabb polimerizációs fokú (GF3) frukto-oligoszacharidok is. Ebből következtethető, ha a gyártási folyamat során GF3-at szeretnénk nagyobb mértékben szintetizálni, akkor javasolt a magasabb enzimkoncentráció alkalmazása. Az első mérés esetén volt a legkisebb a  $\tau \times c_E$  érték: 5,7 gh/kg, ebben az esetben 85,6 w/w% a szacharóz és 9,5 w/w% a frukto-oligoszacharidok koncentrációja. A hatodik mérésnél 81,9 gh/kg  $\tau \times c_E$  érték mellett 40,9 w/w % a szacharóz és 40,5 w/w% a frukto-oligoszacharid koncentrációja a vizsgált termékben. Megállapítható, hogy nagyobb  $\tau \times c_E$  értékhez kisebb szacharóz (GF) és nagyobb frukto-oligoszacharid (GF2, GF3) koncentrációk tartoznak. Tehát az enzimkoncentráció vagy a tartózkodási idő növelésével javítható a frukto-oligoszacharid kihozatal.

A frukto-oligoszacharid szakaszos szintézise egyszerűbb eljárás, a szakaszos üzemű reaktorok alkalmazásakor hátrány a termékben lévő enzim inaktiválása (hőkezeléssel és/vagy pH eltolással), továbbá költséges downstream műveletekkel el kell távolítani a rendszerből, ami a gyártó számára további költségeket jelent, viszont nagyon jó konverziós hatásfok érhető el vele. A frukto-oligoszacharid bioszintézise folytonos üzemű membránreaktor módszerének előnye, hogy az enzim inaktiválására nincsen szükség, hiszen a membrán alkalmazásával visszatartható és vezethető a rendszerben, ezért az elvezetett termék enzimentes lesz, a biokatalizátorok tartósabb használatát biztosítja, illetve az enzimkoncentráció vagy a tartózkodási idő növelésével magas frukto-oligoszacharid kihozatal érhető el, ami azt eredményezni, hogy nagyüzemi léptékben is hatékonyan lehet előállítani.

A kutatás folytatásaként hasznos irány lehet az enzinstabilitás vizsgálata a folytonos üzemű membránreaktorokban. Másik kutatási irány lehet további enzimpreparátumok alkalmazása oligoszacharidok előállítására céljából, így lehetőség nyílna akár új oligoszacharidok bioszintézisére is.

## 14. Irodalom

- [1] Niva, M. (2007). 'All foods affect health': understandings of functional foods and healthy eating among health-oriented Finns. *Appetite*, 48(3), 384-393.  
<https://doi.org/10.1016/j.appet.2006.10.006>
- [2] Illanes, A., & Guerrero, C. (2016). Functional foods and feeds: Probiotics, prebiotics, and synbiotics. In *Lactose-derived prebiotics: A process perspective* (35-86). Elsevier Inc.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802724-0.00002-0>
- [3] Roberfroid, M. B. (2002). Global view on functional foods: European perspectives. *British Journal of Nutrition*, 88(S2), S133-S138.  
<https://doi.org/10.1079/BJN2002677>
- [4] Biró, Gy. (2015). Élelmiszerek élettani funkciói – funkcionális élelmiszerek (EOQ MNB Szakmai konferencia, 2015.11.25.)  
<http://www.eoq.hu/szakb/3/szeged/hiro.pdf> (letöltés 2016.10.28.)
- [5] Salminen, S. (2001). Human studies on probiotics: aspects of scientific documentation. *Näringsforskning*, 45(1), 8-12.  
<https://doi.org/10.3402/fnr.v45i0.1783>
- [6] Rastall, R. A. (2010). Functional oligosaccharides: application and manufacture. *Annual review of food science and technology*, 1, 305-339.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.food.080708.100746>
- [7] Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of nutrition*, 125(6), 1401-1412.  
<https://doi.org/10.1093/jn/125.6.1401>
- [8] Grajek, W., Olejnik, A., & Sip, A. (2005). Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. *Acta Biochimica Polonica*, 52(3), 665-671.  
[https://doi.org/10.18388/abp.2005\\_3428](https://doi.org/10.18388/abp.2005_3428)
- [9] Yun, J. W. (1996). Fructo-oligosaccharides – occurrence, preparation, and application. *Enzyme and microbial technology*, 19(2), 107-117.  
[https://doi.org/10.1016/0141-0229\(95\)00188-3](https://doi.org/10.1016/0141-0229(95)00188-3)
- [10] Sánchez, O., Guio, F., Garcia, D., Silva, E., & Caicedo, L. (2008). Fructooligo saccharides production by *Aspergillus sp.* N74 in a mechanically agitate dairlift reactor. *Food and bioproducts processing*, 86(2), 109-115.  
<https://doi.org/10.1016/j.fbp.2008.02.003>
- [11] Erdős, B., Grachten, M., Czermak, P., & Kovács, Z. (2018). Artificial neural network-assisted spectrophotometric method for monitoring fructo-oligosaccharides production. *Food and bioprocess technology*, 11, 305-313.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-017-2011-3>
- [12] Antošová, M., Polakovič, M., & Bálaš, V. (1999). Separation of fructooligosaccharides on a cation-exchange HPLC column in silver form with refractometric detection. *Biotechnology techniques*, 13, 889-892. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008986426849>
- [13] Udomkun, P., Rungpichayapichet, P., Phuangcheen, N., & Innawong, B. (2021). Rapid determination of fructooligosaccharide in solar-dried banana syrup by using near-infrared spectroscopy. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15, 3397-3407.  
<https://doi.org/10.1007/s11694-021-00911-z>

Andrea VÖRÖS<sup>1</sup>, Zoltán KOVÁCS<sup>2</sup>, László SIPOS<sup>2</sup>DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2023/2-1-HUN>

Arrived: November 2022 – Accepted: February 2023

## *Effect of Residence Time and Enzyme Load on the Synthesis of Fructo-oligosaccharides in an Enzymatic Membrane Reactor – Summary*

**Keywords:** functional food, prebiotics, fructosyl transferase, fructo-oligosaccharides, membrane filtration, high performance liquid chromatography (HPLC), stirred tank reactor, enzymatic membrane reactor, sucrose

With the rise of health-conscious consumer attitudes, functional foods with beneficial effects are gaining popularity, which have been shown to have a positive impact on health and may reduce the risk of developing various diseases. In our research, we focused on oligosaccharides within the prebiotic food groups, in particular fructo-oligosaccharides (FOS). Enzymatic synthesis of FOS from sucrose can be carried out in batch or continuous reactors. In order to meet market needs, large-scale industrial production requires targeted research on the optimisation of various operational parameters that maximize conversion rates. In this study, we investigated the conversion of sucrose into fructo-oligosaccharides in batch and continuous reactors with respect to operational parameters that have a major influence on the yield of fructo-oligosaccharides. The sucrose to fructo-oligosaccharide conversion in a continuous enzyme membrane reactor was investigated by varying the enzyme load (5–40 g/kg) and the residence time (1.1 h–2.0 h). The carbohydrate composition of the resulting products was investigated by high performance liquid chromatography. During the synthesis in a batch stirred tank reactor, the sucrose concentration was more than halved compared to the initial concentration, while fructo-oligosaccharides were present in the product at approximately 45%. Our results indicate that although the enzyme membrane reactor underperforms stirred-tank reactors in term of product yield (45% vs 9.5–40.5%), it allows the production of enzyme-free FOS in a continuous fashion. With the use of higher enzyme concentrations and/or longer residence times, fructo-oligosaccharides with a higher degree of polymerisation (GF3) have also appeared in the product flow. The results were used to determine the optimal settings of operational parameters, such as residence time and enzyme load, to achieve the highest possible conversion.

<sup>1</sup> Soós Tészta Kft.

<sup>2</sup> Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Institute of Food Science and Technology

**Andrea VÖRÖS**  
**Zoltán KOVÁCS**  
**László SIPOS**

vooros.andrea@gmail.com  
kovacs.zoltan.andras@uni-mate.hu  
sipos.laszlo@uni-mate.hu

<https://orcid.org/0000-0001-5499-8046>  
<https://orcid.org/0000-0002-1397-3296>  
<https://orcid.org/0000-0002-4584-6697>

## *Ehető rovarok élelmiszeripari és takarmányozási célú felhasználásának lehetőségei*

**Kulcsszavak:** rovar, fehérje, összetétel, takarmányozás, élelmiszeripari felhasználás

### 1. Összefoglalás

Becslések szerint a világ népessége 2050-re meghaladja a 9 milliárdot [1]. Ez a hatalmas mértékű népesség-növekedés megköveteli tőlünk, hogy a jelenlegi élelmiszertermelésünket legalább kétszeresére növeljük [2]. Emellett azonban az tapasztalható, hogy a globális felmelegedés hatására világszerte fokozatosan csökkennek az élelmiszertermelésre használt mezőgazdasági területek [3]. Az egyre súlyosabb mértékű nyersanyaghiány miatt jelentős kutatások folynak, az alternatív fehérjeforrásként a takarmányozásban, valamint az élelmiszeriparban felhasználható növények, állatok, feltérképezése céljából. A számos lehetőség közül a rovarok alkalmazása jelentős figyelmet kap [4].

Az ehető rovarokat a világ számos részén fogyasztják hagyományosan, amely potenciálisan hozzájárulhat a világ élelmezésbiztonságához. Becslések szerint legalább 2 milliárd ember fogyaszt rendszeresen rovarokat [5], nemcsak tápértékük, hanem az ízük miatt is. Különösen a fejlett országokban, elsősorban a nyugati társadalmakban azonban a rovarokat ritkán fogyasztják, hiszen ezt kulturálisan nem tartják megfelelőnek [6]. A fogyasztói megítélés azonban megváltoztatható.

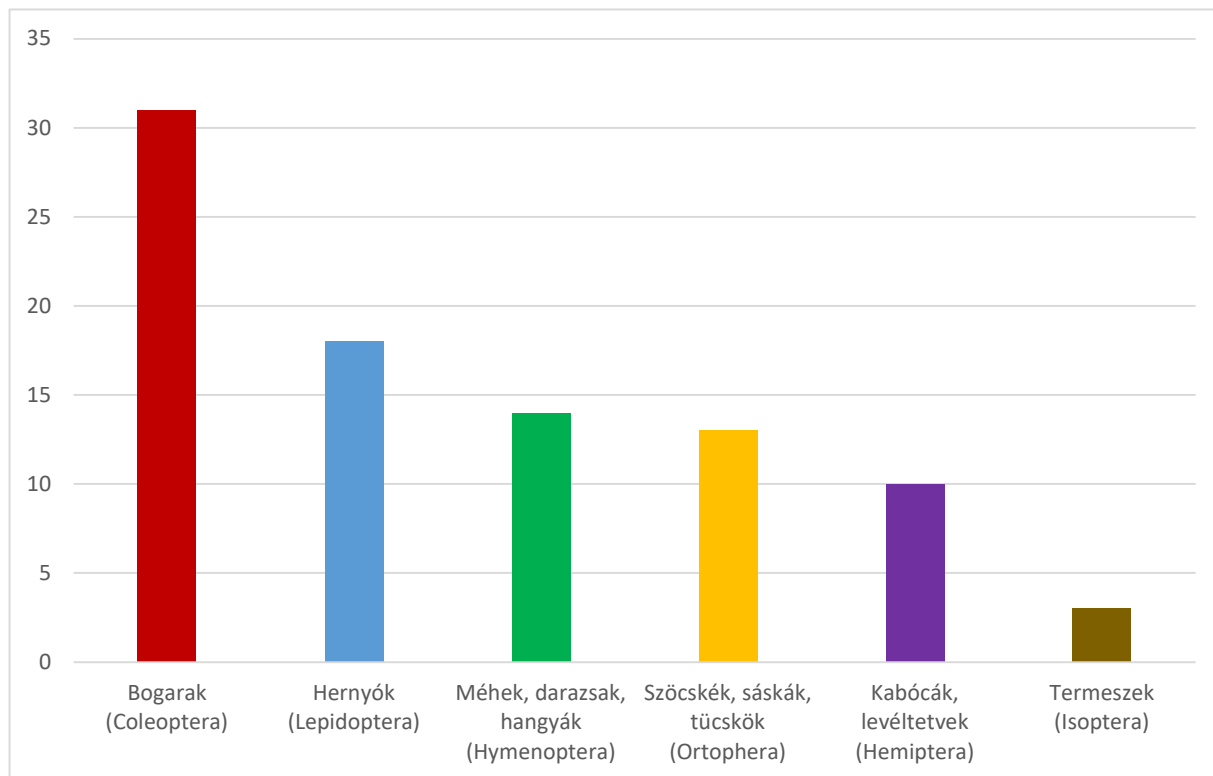
A rovarok megfelelő energia- és fehérjetartalmú, jó aminosav- és zsírsavprofilú, valamint számos mikrotápanyagot, például rezet tartalmazó élelmiszerek számítanak. Egyesek kiemelkedő vas-, magnézium-, mangán-, foszfor-, szelén- és cink-, valamint riboflavin, pantoténsav, biotin, tartalommal rendelkeznek [7]. A táplálkozási állapotot közvetlenül javító tulajdonságok mellett a rovarok a környezetre is pozitív hatással vannak. Fontos szerepet játszanak a hulladékok biológiai lebontásában és beporzóként a növények szaporodásában. Ezen túlmenően magas a takarmány átalakítási hatásfokuk és tenyésztésük kevésbé függ a termőföldtől, mint a hagyományos állattartás esetében, amely erőforrás-takarékos élelmiszer és takarmány előállítását teszi lehetővé. Emellett ki kell emelni, hogy kevesebb üvegházhatású gázt termelnek és lényegesen kevesebb vizet használnak, mint a hagyományos állattartás. Az ehető rovarok tenyésztésének és fogyasztásának növelése hatással van a gazdasági és társadalmi viszonyokra. A rovarok gyűjtése és termesztése minimális technikai vagy tőke-ráfordítással végezhető, így a társadalom legszegényebb tagjainak is lehetőséget ad a jövedelemszerzésre [8].

<sup>1</sup> Magyar Agár-és Élettudományi Egyetem, Budai Campus, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszertudományi Kutatócsoport



## 2. Bevezetés

Több mint 1900 ehető rovarfaj létezik, a legfontosabbak a *Coleoptera* (bogarak), *Lepidoptera* (lepkék), *Hymenoptera* (méhek, darazsak és hangyák), *Orthoptera* (szöcskék és tücskök), *Isoptera* (termeszek), *Hemiptera* (valódi bogarak) és *Homoptera* (kabócák) rendjébe tartoznak. Ezek felhasználásának százalékos értékeit mutatja be az **1.ábra [14]**.



1. ábra Az élelmezési célokra felhasznált rovarok fogyasztásának rend szerinti gyakorisága

Felmérések szerint Afrikában 250, Mexikóban 549, Kínában 180, azon belül is a Mekong térségében 160 rovarfajt fogyasztanak. Bár Japán nem trópusi ország, számos rovarfaj kedvelt táplálék, különösen a darazsak. Ehhez a hatalmas változatossághoz képest csak keveset tudunk a tápanyag-összetételükről és hasznosíthatóságukról. Egy nemrégiben megjelent áttekintésben 236 ehető rovar kémiai összetételét tették közzé [7]. Ezek az adatok azonban csak szárazanyagra számítják az összetételt, amely nem használható közvetlenül az emberi táplálkozás értékelésére és az élelmiszer-összetételi adatbázisok számára, hiszen ezek az adatbázisok az élelmiszerek-összetételt friss tömegük alapján értékelik.

Az ehető rovarok diverzifikálhatják az étrendeket, javíthatják a megélhetést, hozzájárulhatnak az élelmiszer- és táplálkozásbiztonsághoz, és más fehérjeforrásokhoz képest kisebb ökológiai lábnyomot hagynak maguk után. Ezek a potenciális előnyök, valamint a tápláló és környezeti szempontból fenntartható alternatív élelmiszerforrások feltárása iránti fokozott érdeklődés ösztönzi a rovarok élelmiszerként és takarmányként történő kereskedelmi célú termesztését [9].

A rovarok fogyasztásának biztonsági kockázatai nagymértékben függenek a rovarfajtól, a környezettől, amelyben tenyésztik, vagy amelyből gyűjtik őket, attól, hogy mivel táplálják a rovarokat, valamint az alkalmazott tenyésztési és feldolgozási módszerektől. Az élelmiszerbiztonsági veszélyek alapos felmérése segít a megfelelő higiéniai és gyártási gyakorlatok kialakításában, amelyek továbbra is kihívást jelentenek az ágazat számára [10].

A rovarok élelmiszer- és takarmány célú termesztése kulcsfontosságú kérdésnek bizonyult a piacok megbízható mennyiséggel való ellátása és a túlzott betakarításból eredő negatív környezeti hatások csökkentése szempontjából. Néhány országban, például Thaiföldön, Laoszban, Vietnamban és Kínában néhány rovarfajt "tenyésztnek" készpénzes jövedelemszerzés céljából, különösen emberi fogyasztásra, de takarmányozási és gyógyászati célokra is.

A rovarok, mint alternatív fehérjeforrás iránti növekvő érdeklődés vezetett ahhoz, hogy Hollandiában, Spanyolországban, Dél-Afrikában, az Amerikai Egyesült Államokban és más országokban is cégek alakultak, amelyek a rovarok tömeges tenyésztésére és rovaralapú termékek előállítására irányuló technikákat fejlesztettek ki.

A legtöbb fejlődő és trópusi országban a rovarok fogyasztása, az úgynevezett entomofágia elfogadott gyakorlat, míg a nyugati világban gyakran undorral reagálnak rá. Az az elképzelés, hogy az emberek az éhség miatt folyamodnak rovarevéshez, téves nyugati felfogás, mivel a rovarok származási országukban gyakran csemegének számítanak.

Kérdés az, hogy a trópusokhoz képest, a nyugati világban miért fogyasztanak lényegesen kevesebb rovar. Az tény, hogy a rovarok "hidegvérű" állatok, és a legtöbb trópusi rovarfaj nagyobb méretű, mint a hideg és mérsékelt éghajlaton élők. Ráadásul a trópusi régiókban nagyobb a rovarfajok sokfélesége, és a legtöbb ehető rovarfaj egész évben megtalálható. Ez azonban nem így van a hideg és mérsékelt égövi régiókban, ahol a rovarpopulációk a hideg éghajlati körülmények között téli álmot alszanak. Egy másik ok az, hogy általában nem fordulnak elő hatalmas tömegekben, például sáskarajokban. Másrészt a hideg és mérsékelt égövi övezetekben élő emberek is kevésbé élnek a természetben és a természettel együtt, mint a trópusi régiókban [12].

A nyugati hozzáállás, miszerint a rovarok fogyasztása primitív vagy barbárság, nem ösztönözte a fejlődő országokat arra, hogy ezt a témát a fejlesztési támogatások napirendjén előkelő helyre tegyék, még akkor sem, ha a téma számos tudományágat (pl. táplálkozás, természeti erőforrások kezelése, megélhetés-fejlesztés) érint.

Az elmúlt években az intézmények, magánszemélyek és a magánszektor érdekérvényesítő tevékenysége révén a rovarok, mint élelmiszerforrás egyre nagyobb figyelmet kapott a médiában és a politikai döntéshozók részéről, akik a rovarokat az élelmezésbiztonság és az ellenálló képesség javítása érdekében egy lehetőségnek tekintik [13].

Napjaink egyik legnagyobb környezeti problémája az állattenyésztésből származó trágya egyenlőtlen elosztása és a nagy mennyiségű szerves hulladék. Ezt a trágyát nem használják fel azonnal trágyaként a növények vagy a gabonafélék számára. A trágya tárolása és kezelése olyan környezeti problémákkal jár, mint a talaj- és levegőszennyezés, a helyszűke és a szagok. A tárolási problémák csökkentése érdekében a trágyakupacokon rovarokat lehet szaporítani, ami csökkenti a tápanyagszintet, az ömlesztett tömeg mennyiségét és a szagot.

A FAO Livestock's Long Shadow (Az állattenyésztés hosszú árnyéka) című jelentése [14] szerint az állattenyésztés, különösen a szarvasmarha-állomány nagymértékben hozzájárul a környezeti problémákhoz, amivel sürgősen foglalkozni kell. Az állati termékek iránti globális kereslet a következő 50 évben több mint kétszeresére fog nőni (az 1999/2001-es 229 millió tonnáról 2050-re 465 millió tonnára). Ugyanakkor az állattenyésztés már most is az összes mezőgazdasági terület mintegy 70%-át teszi ki. Az állattenyésztési ágazat jelentős mértékben hozzájárul az üvegházhatású gázok, például a CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> és N<sub>2</sub>O kibocsátásához. A Wageningeni Egyetem által közzétett tanulmány [15] megállapítja, hogy a rovar- és miniállat-tartás lényegesen kevesebb NH<sub>3</sub>- és CO<sub>2</sub>-egyenértéket termel, mint a hagyományos állattartás. Az állattartás mintegy 8%-os vízfelhasználást is jelent, amelynek nagy részét a takarmánynövényekre és a legelők öntözésére fordítják. Az állattenyésztés az erdőirtás egyik fő hajtóereje, és a biológiai sokféleség csökkenésének egyik főszereplője Európában.

Mivel a rovarok hidegvérűek, magas a táplálékhasznosítási arányuk, például a tücsköknek hatszor kevesebb takarmányra van szükségük, mint a szarvasmarháknak, négyszer kevesebbre, mint a juhoknak, és kétszer kevesebbre, mint a sertéseknek és a brojlercsirkéknek ugyanannyi fehérje előállításához. Emellett kevesebb üvegházhatású gázt bocsátanak ki, mint a hagyományos haszonállatok. Metánt például csak néhány rovar, például a termeszek és a csótányok termelnek. Előny továbbá, hogy sok esetben a rovarokat szerves hulladékon lehet termeszteni. A feldolgozás utáni fehérje-kihozatal is sokkal magasabb a rovarok esetében (pl. tücsök 80%), mint a marhahús (55%), sertéshús (70%) vagy bárányhús (35%) esetében. Ezért az ehető rovarok komoly alternatívát jelentenek a hagyományos termelés vagy más állati eredetű fehérjeforrások helyett, akár közvetlen emberi fogyasztásra, akár közvetve alapanyagként [16].

Az ehető rovarok megtalálhatók a mezőgazdasági területeken, erdőkben, parlagon heverő területeken és vizekben. Tekintettel arra, hogy a rovarok az élőhelyek ilyen széles skáláján megtalálhatók, más természeti erőforrásokat védő „ernyőfajként” is tekinthetünk rájuk. Egy kenyai kutatás során [17], amely az erdők védelmét és a megélhetés javítását olyan "kereskedelmi rovarokkal", mint a mézelő méhek és a selyemlepkék, kombinálta, a megvalósítás során az erdők biológiai sokféleségének növekedését mutatták ki.

Olyan területeken, mint a Kongó-medence, Nyugat-Afrika vagy Délkelet-Ázsia, az ehető rovarok gazdasági értéke kiemelkedő, jelentősen befolyásolják a helyi gazdálkodási stratégiákat. A rovarok megbízható fehérje-, szénhidrát-, vitamin- és hagyományos gyógyszerforrásként jelentősen hozzájárulnak emberek millióinak élelmezésbiztonságához és megélhetéséhez. Mivel a rovarok betakarítása, feldolgozása és helyi piacokon történő értékesítése munkaigényes, emellett nem igényel nagyobb tőkebefektetést vagy földtulajdont. A szegények, különösen a nők és a gyermekek számára is elérhető, és jelentős bevételt jelent számukra [18]. Biológiai sokféleségükön rejlő táplálkozás képezi az alapját annak, jelentősen csökkenthető a rovarok fogyasztása által az éhezők száma.

Jelenleg Európában és az Egyesült Államokban növekszik leggyorsabban az ehető rovarok ipara, ahol azonban ez a tendencia magas húsfogyasztással is együtt jár [19]. Ezen túlmenően felismerték, hogy a rovaripar globális piaci méretének folyamatos növekedéséhez hozzájárulnak, az takarmány- és élelmiszeriparon túlmutatató alkalmazások, mint az alapanyag- és a gyógyszeripari felhasználás [20].

A gyakorlati előnyei ellenére számos akadály áll még a rovar-élelmiszerek fejlesztésének útjában, mivel a rovar-élelmiszerek koncepciója, fogalma nehezen illeszthető a hagyományos nyugati étkezési szokásokhoz [21]. Jelenleg a rovarélelmiszerek fejlesztése átmeneti stádiumban van, de a rovaripar jó úton halad arrafelé, hogy olyan sikeres fehérjeforrássá váljon, amely a globális piacon vezető szerepet fog betölteni [22, 23].

### **3. A rovarok, mint élelmiszer- és takarmányforrások ipari felhasználása**

#### **3.1. Élelmiszeripar**

Ázsia, Dél-Amerika, Afrika és Európa őshonos kultúráiban évszázados múltra tekint vissza a különféle rovarfajok fogyasztása [3, 24]. A thaiföldi Bangkok piacain végzett felmérés például 164 rovarfajt azonosított, amelyeket élelmiszerként árulnak [25]. A leggyakrabban fogyasztott rovarok a bogarak, hernyók, méhek, hangyák, tücskök, szöcskék, és a sáskák [24]. Zimbabwében, Zambiában és Nigériában az ehető rovarok általában az iskolákban, büfékben és nyílt piacokon kaphatók, jövedelmező üzletet jelentve [12]. Ezekben az országokban az étkezési fehérje akár 50%-a is származhat rovarokból, melyek sokszor magasabb piaci értékkel rendelkeznek, mint más fehérjeforrások [3]. Néhány rovar érzékszervi tulajdonságaik miatt nagyra értékelnek, és előkelő éttermekben fogyasztják őket [26]. Mexikóban, Laoszban, Kambodzsában például inyenc ételnek számít az escamoles (hangyatojás) [27].

Az ehető rovarok iránti érdeklődés fokozatosan növekszik, ugyanis az Élelmészeti és Mezőgazdasági Szervezet (FAO) népszerűsítésükbe kezdett, mint emberi fogyasztásra alkalmas alternatív fehérjeforrásoknak [6]. Az ehető rovarok piaca várhatóan 2023-ra meghaladja az 522 millió USD-t világszerte [28]. A rovarokkal kapcsolatos tartósan fennálló negatív megítélés azonban akadályozza a globális piac bővülését, és korlátozza a rovarok iránti kereslet bővülését, ami összefügghet azzal a ténnyel, hogy az emberek az általános neofóbia miatt szkeptikusak az újszerű élelmiszerekkel szemben [3]. Emiatt a tapasztalatlan fogyasztók a rovarokat félelem vagy undor forrásaként tekintik, erősen elutasítóak velük, mint az éttrendjükben szokásosan szereplő élelmiszerekkel szemben, és teljesen figyelmen kívül hagyják magas tápértéküket [29]. Az ilyen jellegű problémák, belső attitűdök leküzdése az ehető rovarok iparának egyik fő kihívása [30].

Szerencsére az új élelmiszerek megítéléséhez kapcsolódó pozitív társadalmi hozzáállás a rovarok elfogadásához és fogyasztásuk növekedéséhez vezet [31], mivel a fogyasztói attitűdöket több tényező is befolyásolja [32]. Ezért az ehető rovarokat népszerűsítő kezdeményezéseknek hangsúlyozni kell azok gyakorlati értékét, amely megteremtheti a fogyasztói keresletet. Kóstolás, rendezvények vagy oktatási műhelyek is lehetőséget biztosíthatnak az ehető rovarok megismerésére [28]. Egy másik módszer a fogyasztói megítélés javítására a rovaros recepteket tartalmazó szakácskönyvek létrehozása. Összességében tehát, az ehető rovarokkal való ismételt pozitív kapcsolat növeli a tudatosságot, és ösztönözheti a fogyasztást [32].

Ezenkívül szerepet játszhat az ehető rovarok hozzáférhetőségének növelése, olyan rovaralapú élelmiszer-összetevők fejlesztése, amelyek használatával nem befolyásolja negatívan az eredeti élelmiszer érzékszervi, minőségi tulajdonságait, tápértékét [10, 33, 34]. Az ehető rovarok beépítése a már megszokott élelmiszerekbe elfogadhatóbb lehet egy rovarfóbiás kultúra számára, mint a rovarok közvetlen élelmiszerként történő forgalomba hozatala. Másrészt a rovarok élelmiszer-összetevőként való felhasználása előnyös lehet a fenntartható üzleti modellek kialakításához is [24].

Az ehető rovarok iparának egyik fő akadálya a biztonságosságot és eltarthatóságot garantáló szisztematikus ipari feldolgozás hiánya [5]. A rovartermesztéshez szabványosításra és minőségellenőrzésre is szükség van, amihez kormányzati jogszabályokra és szabályozást igényel [24].

#### **3.2. Takarmányipar**

A magas tápérték, a minimális helyigény és az alacsony környezeti hatás együttesen teszik vonzóvá a rovarok állati takarmányozásban történő hasznosítását. Másik nagy előnye, hogy a rovarok már most is számos állati takarmány természetes részét képezik [35, 36]. A rovaralapú takarmányok különösen vonzóak, ha figyelembe vesszük a hagyományos takarmányok árait, amelyek jelenleg az állattenyésztési költségek mintegy 70%-át teszik ki [6].

Az ipari takarmánygyártás legígéretesebb, jól tanulmányozott rovar jelöltjei: a fekete katonalégy lárva, a sárga lisztkukac, selyemhernyók, szöcskék és a termeszek [3]. Az ezzel kapcsolatos kutatások kimutatták, hogy a rovarliszt részben helyettesítheti a kereskedelmi lisztet a brojlerek takarmányában, különösen a fehérjeforrásokat. Például a házilégy-lárvák lisztje a brojlerek takarmányában a halliszt 4%-át helyettesítheti anélkül, hogy negatív hatással lenne a hasított test tömegére és a takarmányozási hatékonyságra [37].

Egy másik kutatás szerint a 31%, szójalisztet tartalmazó brojlertakarmány sikeresen helyettesíthető, 26% szójaliszt +5% szárított sárga liszt kukac, illetve és 20% szójaliszt +10% szárított sárga liszt kukac tartalmú táppal [38]. A testtömeg növekedést, valamint a hasított test minőségének javulását tapasztalták akkor, amikor a brojlercsirkéket 10%-15% házilégylárvát tartalmazó táppal etették [39].

A kereskedelmi forgalomban kapható kukorica/soja alapú tápokkal összehasonlítva a házilégylárva alapú tápok jelentősen növelték a brojlercsirkék hasított testtömegét, teljes takarmányfelvételét és az átlagos napi testtömeg gyarapodásukat [40]. A táplálkozási értéken túl a rovaralapú takarmányok további előnye lehet, hogy szerepet játszhatnak a hústermékek ízének javításában. Egy Fülöp-szigeteki vizsgálat szerint például a fogyasztók jobban kedvelték a legelőn termesztett szöcskékkel etetett csirkék ízét, mint a kereskedelmi takarmányon tartott csirkékét [41].

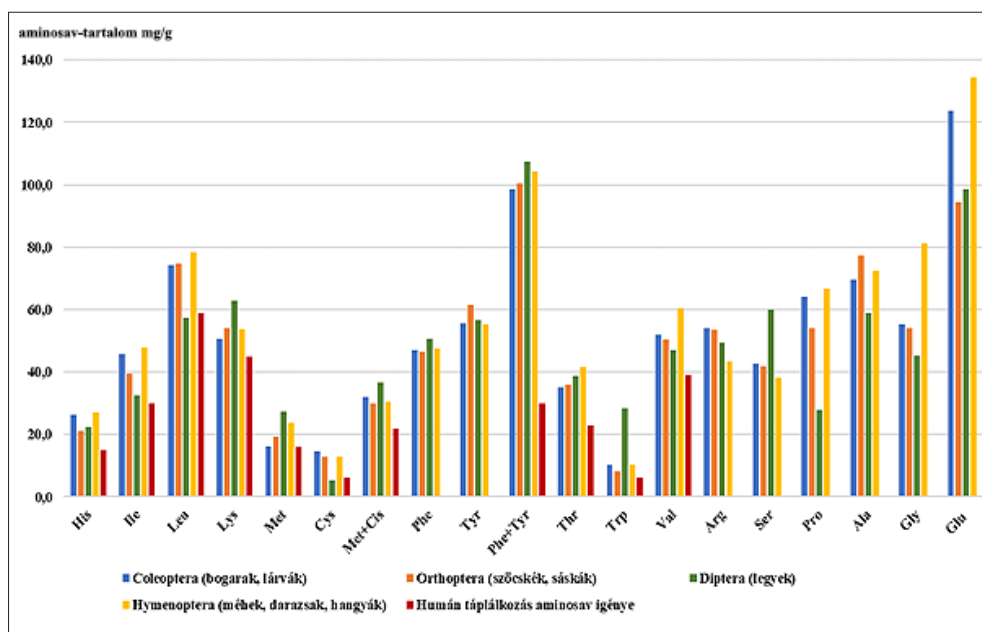
A rovaralapú takarmányokat tojástermelő baromfiknál is tesztelték. A halliszt helyettesítése szárított liszt kukacokkal 2,4%-kal növelte a tojástermelést [42]. Ázsiában és Afrikában a kisgazdaságok általában rovarokat használnak haltáplálékként [3]. Kutatások igazolták, hogy a házilégylárva akár a halliszt 75%-át is helyettesítheti a nilusi tilápia takarmányában, anélkül, hogy bármilyen káros hatása lenne [43]. Megfigyelték, hogy a halliszt a fekete katonalégylárvával való helyettesítése atlanti lazac takarmányában nem változtatja meg (*Salmo salar*) a halhús szagát, ízét vagy textúráját [44]. Hasonlóképpen, a liszt kukacok sikeresen helyettesíthetik a fekete törpeharcsa (*Ameiurus melas*) tápjának 40-80%-át anélkül, hogy a növekedési teljesítményre, vagy a húsmínőségre káros hatást gyakorolnának [45]. A halliszt helyettesítésének másik alternatívája a selyemhernyóbáb, amelyet sikeresen teszteltek az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) ivadékok takarmányozása esetén [46]. Pontyok (*Cyprinus carpio*) etetési kísérletei során is azt tapasztalták, hogy a selyemhernyó-lisztből készült étrend jobb volt - mind az emészthetőségét, mind a takarmány-átalakítási hatékonyságát tekintve -, mint a kontrollként használt levéllisztből készült takarmány [47].

Összefoglalva, a meglévő kutatási eredmények egyértelműen bizonyítják, hogy a rovarok ígéretes fehérjeforrást jelentenek az állati takarmányok számára, és alkalmasak a növekvő globális kereslet kielégítésére is [35]. A rovarok tömegtermesztésének megkezdése előtt azonban mind a kormányoknak, mind pedig a cégeknek, vállalatoknak arra kell törekedniük, hogy az ehető rovarokkal kapcsolatban felmerülő egészségügyi és minőségi problémákat megoldják [3].

#### 4. Az ehető rovarok, mint élelmiszerforrások

##### 4.1. Az ehető rovarok táplálkozási értéke

A rovarok tápértékét nehéz általánosítani, mivel az fajtoktól, nemtől, fejlődési stádiumtól, tápláléktól és a környezettől (hőmérséklet, páratartalom és fotoperiódus), sőt még az alkalmazott analitikai módszerektől is függ [48]. Mindazonáltal a kutatók általában egyetértenek abban, hogy a rovarok rendkívül gazdagok fehérjében, zsírból és vitaminokban [49]. Az ehető rovarok fehérjetartalma szárazanyagra számolva átlagosan 35%-60%, illetve 10%-25% friss tömegre vonatkoztatva [23, 50], amely magasabb, mint a növényi fehérjeforrásokra, többek között a gabonafélékre, hüvelyesekre pl. szójababra és a lencsére jellemző érték [51]. Az ehető rovarok közül az *Orthoptera* fajok (tűcskék, szöcskék, sáskák) fehérjében különösen gazdagok [49] és igen értékes alternatív fehérjeforrást jelentenek.



2. ábra Az élelmezési célokra felhasznált rovarok aminosav-összetétele

Ezek a fajok magas fenilalanin és tirozin tartalommal rendelkeznek, és számos faj található, amelyek gazdagok triptofánban, lizinben és treoninban (2. ábra) [96]. A rovarokból származó fehérje emészthetősége igen változó, részben azért, mert a hámfehérje aminosavjainak egy része a kitinhez - egy poliszacharidhoz - kötődik, amely a rovarok külső vázának, az exoskeletonnak összetevője [23]. Yi és munkatársai [85] három lisztkecskafajból és egy tücsökfajból vontak ki fehérjéket és jellemezték a fehérjefrakciókat. Arra a következtetésre jutottak, hogy a rovarfajok fehérjetartalma összehasonlítható a hagyományos húskészítményekével. Emellett a jövőbeni élelmiszeripari alkalmazások szempontjából ígéretes, hogy a rovarfehérjék géleket tudnak kialakítani az egyszerű vizes extrakciós eljárással nyert oldható frakciókkal.

Jelenleg kevésbé ismert, hogy az ember képes-e, legalább részben a kitin megemésztésére [52]. Természetesen az exoskeleton legalább egy részének eltávolítása a feldolgozás során járható megoldást jelenthet [35]. Kutatások igazolták, hogy az exoskeleton nagyrészt eltávolítása után a rovarfehérje emészthetősége 77-98%-os [53]. A fehérjék mellett a zsírok az ehető rovarok tápanyag-összetételének második legnagyobb részét teszi ki [11], amelynek mennyisége az *Orthoptera* rend (szöcskék, tücskök, sáskák) esetében 13 %, míg a *Coleoptera* rendbe tartozó rovaroknál (bogarak, lárvák) 33% körül található. Különböző tényezők, mint például a faj, nem, szaporodási szakasz, évszak, táplálkozás és az élőhely együttesen befolyásolják a rovarok zsírtartalmát. Megfigyelték, hogy a lárvák és a bábok több zsírt tartalmaznak, mint a kifejlett rovarok [11, 23]. Emellett a nőstények zsírosabbak, mint a hímek [23, 54]. A rovarok zsírsavprofilja is függ a fajtól és a táplálkozástól [23], bár általában több telítetlen zsírsavat (UFA) tartalmaznak, mint telített zsírsavakat (SFA) [54]. A rovarok zsírsavjai telítetlenségi fokukat tekintve általában hasonlóak a baromfi és a hal zsírsavaihoz, de több polítelítetlen zsírsavat (PUFA) tartalmaznak.

Az afrikai pálmabogár lárváit Nigériában csemegének tartják. A lárva lipidtartalma – szárazanyagra vetítve – 67% magasabb, mint a legtöbb hagyományos fehérjetartalmú élelmiszerben, például a marhahúsban, a csirkében, a tojásban és a tejben található mennyiség [86].

A rovarok szénhidrátjai főként kitin és glikogén formájában fordulnak elő. Az előbbi az N-acetil-D-glükózamin polimerje, amely az exoskeleton elsődleges alkotóeleme [6, 51], míg az utóbbi főként sejtekben és izomszövetekben tárolt energiaforrásként fordul elő a rovarokban [23]. Az ehető rovarok átlagos szénhidrát-tartalma 6,71% (büdösbogár) és 15,98% (kabóca) között mozog [11].

Egyes rovarok (pl. szöcskék, tücskök, természetek és lisztférgék) gazdagok: vasban, cinkben, kalciumban, rézben, foszforban, magnéziumban és mangánban. Ugyanakkor a legtöbb rovarfaj kevés kalciumot tartalmaz, mivel a rovarok gerinctelen állatokként nem rendelkeznek ásványi anyagokkal teli vázzal [11, 54].

A legtöbb ehető rovarnak a marhahúshoz hasonlóan magas vastartalma van [51], de jelenleg keveset tudunk a rovarok ásványi anyag-tartalmának biológiai hozzáférhetőségéről [54]. Számos rovarfaj, mint például a tücskök, a természetek és a hernyók cink- és vastartalma magasnak bizonyult. Ez azért is érdekes, mert a világ népességének több mint, 17 %-a cinkhiányban szenved [87]. Megállapították, hogy a rovarok fogyasztása nagymértékben biztosíthatja az embereknek ajánlott napi ásványi anyagokat, különösen a vas tekintetében [55]. Abban az esetben, ha a mikrotápanyagok 10 %-os biológiai hasznosulását tételezzük fel 10 g tücsök a felnőtt férfiak esetében a vas ajánlott tápanyagbevitelének 114 %-át, a felnőtt nők esetében pedig 53 %-át fedezné; míg ez az érték a cink esetében 36 és 51% [88]. A Kongói Demokratikus Köztársaságban egy hernyókból készült gabonapelyhely előnyeit vizsgálták, amelyet 6 és 18 hónapos csecsemők mikrotápanyagokban gazdag kiegészítő táplálásához használtak [89]. A 6-12 hónapos csecsemők naponta 30 g hernyó gabonapelyhet kaptak, a 12-18 hónapos csecsemők pedig 45 g-ot (100 g tartalmazott 1840-96 kJ (440 kcal) energiát, 23 g fehérjét, 21 g zsírt, 40 g szénhidrátot, valamint 12-7 mg Fe-t és 12-7 mg Zn-t). A gabonapelyhes csoportban a csecsemők hemoglobinkoncentrációja magasabb volt, és kevesebben voltak vérszegények a szokásos étrenddel tápláltakhoz képest. Ez azonban nem csökkentette az országban gyakran előforduló, Zika vírus okozta kissebesség előfordulási gyakoriságát. Kambodzsában a rizs alapú kiegészítő élelmiszerekben a mikrotápanyagok dúsítását állati eredetű élelmiszerek, például a helyi halak és a *Haplopelma sp. tarantula* pókok pl. *Araneae Theraphosidae* felhasználásával vizsgálták [90]. Ez utóbbit Kambodzsában szokásos módon fogyasztják is, és a helyi élelmiszerpiacokon kereskednek vele. A pókot magas cinktartalma (16 mg cink/100 g nyers súly) miatt használták.

A vitamintartalomra vonatkozó vizsgálatok szintén elégtelenek, de a rendelkezésre álló adatok arra utalnak, hogy az ehető rovarok karotint, B1, B2, B6, C, D, E és K vitaminokat [11] tartalmaznak, különösen az *Orthoptera* és a *Coleoptera* fajok folsav tartalma kiemelkedő [7].

A különböző feldolgozási módszerek azonban hatással lehetnek az ehető rovarok tápértékére. Kenyében például a pirítás és a napon történő szárítás csökkentette a *Ruspolia differens* szöcske fehérjeemészthetőségét és niacin-tartalmát, valamint a *Macrotermes subhyllanus* fajba tartozó szárnyas természetek riboflavin- és retinol-tartalmát [93].

## 4.2. Ehető rovarok élelmiszeripari feldolgozása

A hagyományos állati eredetű fehérjeforrások korlátozottan állnak rendelkezésre és várhatóan nem leszünk képesek tovább növelni a tenyésztett állatok számát olyan mértékben, ahogyan a Föld népessége növekszik, ezért a rovarokat egyre inkább a jövő táplálékának tekintik [56]. Hollandiában az entomofágia előmozdítására irányuló erőfeszítések közé tartoznak a rovarok élelmiszeripari felhasználásának elfogadtatására irányuló kampányok, a belőlük készült élelmiszerek ízvilágának a nyugati ízléshez történő alakítása. Ennek eredményeképpen egyes rovarokat (pl. sáskák, lisztkukacok) a kiskereskedelmi piacokon árusítanak [57].

A rovarokat porrá vagy lisztté dolgozzák fel a vizuális asszociációk minimalizálása és az ízletesség növelése érdekében [58]. Másrészt ahhoz, hogy elősegítsék az ehető rovarok élelmiszer-összetevőként való felhasználását hagyományos élelmiszerek előállításához a kutatók elkezdtek a rovarfehérjék funkcionális tulajdonságainak vizsgálatát, többek között a zselésítő képességet, habképeséget, emulziós kapacitást és oldhatóságot különböző pufferekben vagy oldószerekben, valamint keresik a megfelelő extrakciós módszereket (pl. zsírtalanítás, pH-változtatás, zimolízis vagy szonikáció) is [10, 33, 34, 59]. Vizsgálni kell azt is, hogy a jelentős telítetlen zsírsav összetétel mennyire befolyásolja a termék ízét és az eltarthatóságot a porított terméknel, illetve liszteknel.

## 4.3. Gyógyászati alkalmazások

A rovarokat fogyasztó kultúrák a táplálkozáson túl különböző egészségügyi előnyöket is tulajdonítanak nekik [24]. A hernyógomba például immunstimuláló és rákellenes tulajdonságokkal rendelkezik. A hagyományos kínai orvoslásban a hím *Antheraea pernyi* hímét afrodisziákumnak tartják [60], míg a hangyaalkoholról szintén úgy gondolják, hogy fokozza az immunitást és a libidót [61]. Számos bizonyíték utal arra is, hogy a természetes (*Macrotermes annandalei*) immunstimuláló hatásúak lehetnek [60]. Egy másik kutatási eredmény szerint, hosszú évszázadokra visszamenőleg tulajdonítanak jótékony egészségügyi hatásokat a selyemhernyónak (*Bombyx mori* L.) [62]. A közelmúltban végzett elemzések egy vércukorszint-csökkentő hatóanyagot azonosítottak a selyemhernyóporban, aminek eredményeképpen Koreában diabetikus gyógyszerként került fogalomba. Erről az egészségügyi hatásról a kínai Egészségügyi Minisztérium és az Állami Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hivatal is beszámolt [2, 10].

A rovarok enzimatisz hidrolizátumainak elemzése számos antioxidáns és diabetikus hatású anyagot azonosított, valamint az angiotenzin konvertáló enzim (ACE) gátlásának képességét (vérnyomás csökkentő hatás) is kimutatták [10, 54]. A *Spodoptera littoralis* lárvák hidrolizátumairól a kutatások azt igazolták, hogy erőteljes antioxidáns aktivitással és ACE gátló képességgel rendelkeznek [63]. Yoon és munkatársai [91] Japán orrszarvúbogár *Allomyrina dichotoma* lárvákat juttattak magas zsírtartalmú táppal etetett, elhízott egerekbe. A kiegészítésként adott lárvák hatására a zsigeri zsír csökkent, ami arra utal, hogy elhízás ellen táplálékkiegészítésként vagy gyógyszeres beavatkozásként is alkalmazható. Egereknél a Parkinson-kór kialakulását is meg lehetett akadályozni lisztkukac kifejlett egységeinek homogenátumával [92].

Az ehető rovarokban található, élettanilag fontos anyagok felfedezése a gyógyászati felhasználást potenciálisan fontos alkalmazássá teszi [28]. Tekintettel azonban a jelenlegi tudományos eredmények hiányára, több kutatásra van szükség ahhoz, hogy a rovarok egészséges élelmiszerként vagy gyógyszerként való fogyasztásának előnyeit megerősítsük.

## 4.4. Az ehető rovarok élelmiszerbiztonsága

Az élelmiszerbiztonság különösen fontos, amikor új élelmiszerforrásokkal foglalkozunk. Az ehető rovarokkal összefüggésben négyféle módon merülhetnek fel élelmiszerbiztonsági kockázatok: (1) maga a rovar lehet mérgező, (2) a rovar életciklusa során mérgező anyagokat vagy emberi kórokozókat vehetett fel környezetéből, (3) a rovar a betakarítást követően megromolhat, (4) a fogyasztók allergiás reakciót tapasztalhatnak a rovarra [49].

A világ bizonyos tájain egyes mérgező rovarokat is fogyasztanak, ahogy Afrika déli részén az ehető bűdösbogarat is. Ennek a rovarnak van egy védekező vegyszere, amely megfesti a bőrt és befolyásolja a látást is. Mégsem viselnek védőfelszerelést begyűjtésekor, amelyet főként éjszaka végeznek, amikor a rovar a hideg miatt mozgásképtelen. A helyi lakosság a védekező vegyi anyag eltávolítására szolgáló előkészítő módszereket alkalmaz, amelyekkel a rovar ízletesebbé válik.

Egy másik mérgező faj a tarka szöcske vagy bűdös sáska, amelyet Nyugat-Afrikában fogyasztanak. Ha molesztálják őket, olyan folyadékot választanak ki, amelynek szaga visszataszító az ember számára, éppen ezért az észak-kameruni mofuk a rovar helyi nyelvükön "mérgező sáskának" is nevezik.

Az ehető rovarok nagyon könnyen felvehetik a mérgező anyagokat vagy az emberi kórokozókat, éppen ezért a rovarok termesztését higiénikus körülmények között kell végezni. A rovarokba a talajjal való érintkezés révén bekerülhetnek spóráképző baktériumok is, pl. a *Mopane* hernyót gyakran a talajon terítik szét, amikor

a napon szárítják. Ezért ennél a hernyónál Mujuru és társai [94] hangsúlyozták, hogy igen fontos a helyes betakarítási és gyártási gyakorlat betartása a szennyeződés megelőzése érdekében.

A mikrobiális biztonság szempontjából a rovarok bélrendszerét, a testfelületet és a szájszerveket tekintik a kritikus területnek. A rovarok közvetítésével történő mikrobiális kolonizáció vertikálisan a petefészken, a tojáson keresztül, horizontálisan pedig a belőlük készült táplálékon és a környezeten keresztül történik [64, 65]. Ezért, a rovarok táplálékforrásként való felhasználása potenciális veszélyt jelenthet kórokozó-átvivőként. Emellett a rovarok bélrendszerében –melyet szinte lehetetlen eltávolítani - lévő mikrobióták típusa és mennyisége fontos szerepet játszhat a takarmányként történő felhasználás során is, hiszen a bélmikrobióta teljes mennyisége a rovar testtömegének mintegy 1-10%-át teszi ki [66]. Bár a rovar-specifikus patogén mikroorganizmusok többnyire nem jelentenek kockázatot az emberi egészségre, hiszen csak a rovar sejtjeit vagy szöveteit képesek kolonizálni. Előfordulhat azonban a humán patogén mikroorganizmusokkal történő kontamináció is, éppen ezért különösen fontos a szennyeződés elkerülése miatt a szabályozható ellenőrzött tenyésztési körülmények szigorú betartása [23].

Az allergiás reakciók tekintetében az figyelhető meg, hogy egyes ehető rovarok olyan allergén fehérjéket tartalmazhatnak, amelyek keresztreaktivitást mutattak az ízeltlábúakhoz tartozó pókfélék és rákfélék allergén fehérjéivel [67]. Az rovareredetű esetleges allergiás, illetve toxikus reakciók felderítése végett igen fontos, hogy figyelmet fordítsunk az ismeretlen potenciális allergénekre, amelyeket az ehető rovarok tartalmazhatnak.

Egyes emberek allergiásak a háziporakta- és/vagy a rákfélékre, és kérdéses, hogy ugyanilyen allergiás reakciókat mutatnának-e a rovarokkal, az ízeltlábúak törzsének egy másik rendjével szemben. A rákfélék, sokáig úgy vélték, hogy rendszertanilag messze elkülönülnek a rovaroktól, valójában azonban közel állnak egymáshoz, emiatt előfordulhat keresztreaktivitás. Az arginin-kináz allergénről kiderült, hogy felelős a *Macrobrachium* spp. garnélarák és a *Gryllus bimaculatus* mezei tücsök közötti keresztreakcióhoz. Verhoeckx és munkatársai [95] arra a következtetésre jutottak, hogy reális esély van arra, hogy a háziporakta-allergiás betegek reagálnak a sárga liszt kukac fehérjét tartalmazó élelmiszerekre. A hőkezelés (pl. sütés) hatása megváltoztathatja az ehető rovarok allergén jellegét. Ezt a garnélarákokra allergiás szérumokkal vizsgálták a Bombay sáska *Patanga succincta* esetében, amely Thaiföld egyik fő mezőgazdasági kártevője, de egyben népszerű élelmiszere is. A nyers és sült sáskákban sáskaallergénként azonosított fehérjék különböznek egymástól, kivéve a hexamerint, amely mindkettőben jelen van: enoláz és arginin-kináz a nyers sáskákban, valamint piruvát-kináz, enoláz és gliceraldehid-3-foszfát-dehidrogenáz a sült sáskákban. Más rovarfajok, például szöcskék és sáskák fogyasztásakor is tapasztaltak már ételallergiás reakciót.

További vizsgálatok szükségesek a veszélyes, illetve mérgező anyagok kimutatására, valamint arra, hogy kiválthatnak-e ezek az emberi szervezetben kóros tüneteket. Ezeknek a vizsgálatoknak az elvégzése nélkülözhetetlen az ehető rovarok takarmányként és élelmiszerforrásként való biztonságos felhasználásának garantálása érdekében.

Az ehető rovarokra vonatkozó jogszabályokat felülvizsgálták az EU-ban. A rovarokat már több uniós országban is élelmiszerként árusítják bár, ha 1997. május 15., előtt, ha nem fogyasztották "jelentős mértékben", akkor új élelmiszernek tekinthetők. Az új élelmiszerekről szóló rendelet azonban nem vonatkozik az egész rovarokra, mivel a meghatározás szerint "állatokból izolált élelmiszer-összetevők". 2015. november 25. óta a rovarok új élelmiszernek minősülnek, és egyszerűbb, világosabb és hatékonyabb, uniós szinten központosított engedélyezési eljárás alá tartoznak (2015/2283/EU rendelet).

Az USA-ban az ehető rovarok az élelmiszerekre, gyógyszerekre és kozmetikumokra vonatkozó törvény hatálya alá tartoznak. Az élelmezési célú rovaroknak tisztának és egészségesnek kell lenniük, vagyis szennyeződésektől, kórokozóktól, toxinoktól mentesnek, higiénikus körülmények között kell előállítani, csomagolni, tárolni és szállítani, és megfelelően kell címkézni őket. A címkén fel kell tüntetni a rovar tudományos nevét. A rovarokat kifejezetten emberi táplálkozásra kell tenyészteni a helyes gyártási gyakorlat szerint. A gyártás során ügyelni kell arra, hogy: a termék és a rovarok tápanyaga mikotoxinoktól, peszticidektől és nehézfémektől mentes, tiszta legyen. A címkén a szavatossági időt és amennyiben szükséges a fogyasztással kapcsolatos figyelmeztetés fel kell tüntetni, például, hogy a rákfélékre allergiás emberek számára nem ajánlott a fogyasztásuk, vagy a szárnyak és lábak eltávolítása szükséges. (pl. sáska), valamint azt, hogy szükséges-e hő vagy egyéb kezelés fogyasztás előtt.

## 5. Az ehető rovarok fogyasztásának eredete, szokásai

### 5.1. A rovarfogyasztás eredete

A kifinomult eszközök és a fejlett vadászati képesség hiánya miatt az ősi kultúrák kezdetben nagyobb valószínűséggel fogyasztottak rovarokat, mint halakat, vadakat. A mezőgazdaság kialakulásával és a haszonállatok háziiasításával azonban a rovarévis szokások számos régióban eltűntek [68]. A háziállatok megjelenéséből és tenyésztésük növekedéséből adódó táplálékhiány szintén hozzájárulhatott a rovarfogyasztás iránti igény csökkenéséhez. A kulturális szokások változásával a rovarok elsődleges táplálékból

rágcsálnivalókká, luxus alapanyagokká és csalikká váltak [69]. Néhány országban azonban a mai napig is használják a rovarokat, mint hétköznapi élelmiszerforrásokat.

### 5.2. Ehető rovarok Ázsiában

Koreában a selyemhernyóbáb-konzerveket a kiskereskedelmi piacokon árulják, mint rágcsálnivalókat. Ezen kívül a szöcskék (*Oxya velox*) főleg vidéken népszerűek [70].

Japánban az inago nevű ételben a sült szöcskéket szójával ízesítik. A méh- vagy darázs lárvákat/felnőtt egyedeket drága csemegének tekintik; nyersen, szójaszósszal főzve vagy rizzsel tálalják [26].

Az entomofágia több mint 2000 éve létezik Kínában és körülbelül 324 rovarfajt a fogyasztanak [71]. Indiában a rovarok felhasználása igen széles körű ideértve a selyem-, műtrágya-, élelmiszer- és gyógyszergyártást is. A *Samia ricini* selyemhernyó bábja Északkelet-Indiában különleges csemegének számít [72]. Indiában összességében mintegy 255 fajt használnak fel élelmiszerként, bár az intenzitás az évszakok vagy a regionális különbségek függvényében változhat kultúrától függően [73]. Thaiföldön a rovarok fontos fehérje-, zsír- és egyéb tápanyagforrást jelentenek. Ubonban például csak a falvakban naponta 20-60 g rovarot fogyasztanak [74] és több mint 80 rovarfajt tartanak ehető élelmiszer-forrásnak [26]. Fontos továbbá, hogy a thaiföldi Közegészségügyi Minisztérium a rovarok fogyasztását ajánlja a vidéki lakosság számára, hogy biztosítani tudják a megfelelő tápanyagellátást.

### 5.3. Ehető rovarok Óceániában

A *Rhynchophorus ferrugineus* lárvája Pápua Új-Guineában igen népszerű, és a nyári fesztiválok különleges csemegéjének számít [75]. A helyi régiókban sáskát, tücsköt, sőt még pókot is fogyasztanak [76]. Az őslakos törzsek a *Cossidae*, *Noctuidae*, *Cerambycidae* rovarfajok széles választékát fogyasztják, valamint méheket [77]. Ausztráliában az európai eredetű populációk körében az entomofágia kevésbé jellemző [30]. Ugyanakkor, az ehető rovarok piaca drámaian megnőtt az ún. bushfood iránti érdeklődés növekedésével párhuzamosan, és a rovarok ma már számos étterem étlapján is megtalálhatóak [78]. Bushfoodnak neveznek minden olyan Ausztráliában őshonos ételt, amelyet az ausztrál őslakosok, az ausztrál „aboriginek” fogyasztottak.

### 5.4. Ehető rovarok Afrikában

Az ehető rovarok fontos szerepet játszanak Afrika étkezési kultúrájában is [12]. Itt a legnépszerűbb rovarok a hernyók és a termeszek, de más rovarrendek tagjait is széles körben fogyasztják [26], beleértve az *Orthoptera* (egyenesszárnyúak) és *Coleoptera* (bogarak) rendjébe tartozókat [79]. Afrika országaiban összesen mintegy 470 rovarfajt fogyasztanak, elsősorban szöcskéket. Jellemző, hogy étrendjükben az ehető rovarok az állati eredetű fehérje több mint 20%-át adhatják. Összességében elmondható, hogy Afrikában az entomofágia széles körben elterjedt és fontos az emberi táplálkozás szempontjából [79].

### 5.5. Ehető rovarok Amerikában

Amerikában az ehető rovarok az egyik legfontosabb fehérjeforrást jelentettek különösen az amazóniai törzseknél, ahol a nők és a gyermekek aktívan gyűjtögetik őket [80]. Dél-Amerikában a *Rhynchophorus palmarum* és az ún. Atta hangyák különösen népszerűek és tömegesen fogyasztják őket [26]. Mexikóban az ehető rovarokat mind a vidéki, mind a városi régiókban hagyományosan fogyasztják. A spanyol hódítás után azonban a városok növekvő nyugatiasodásával az entomofágia nagyrészt a vidéki területekre korlátozódott [38]. Mindazonáltal a mexikói éttermek kedvelt csemegéje az escamol, amely egy aromás fűszerekkel sült rovarétel [26].

Kutatások során Mexikóban sárga lisztukacporral egészítettek ki tortillákat, amelyek fogyasztói elfogadottsága kiváló volt. A por 58% fehérjét tartalmazott (gazdag esszenciális aminosavakban, mint például fenilalanin, tirozin és triptofán), zsírsavösszetétele 20% olajsavból és 9% linolsavból állt.

Kolumbiában a yukpa nép régebben igen kedvelte a rovarokat, amelyeket a hús helyett is gyakran fogyasztottak, azonban a tömeges erdőirtás miatt kénytelenek voltak a rovarfogyasztást csökkenteni [81].

## 6. Az ehető rovarokkal szembeni negatív hozzáállás

A nyugati értékek átvétele a hagyományosan rovarokat fogyasztó országokban összefügg a rovarok fogyasztásának csökkenésével [26, 30, 38]. A globális piac sikeres bővítése érdekében fontos lenne az ehető rovarokkal szembeni nyugati attitűdök megváltoztatása. Több magyarázat is létezik arra, hogy a nyugati kultúrák általában miért nem alakult ki az entomofágia. Ezek többek között a rovarok mérete, szétszórt elterjedtsége és szezonális elérhetetlensége [5]. Emellett sok esetben tapasztalható, hogy a meglévő kulturális különbségeket a nyugati kultúrák a hagyományos népek becsmérése érdekében használták fel, ami a



rovarfogyasztással kapcsolatban kialakult undor asszociációjához vezetett [82]. Annak ellenére, hogy a rovarok mindössze 0,2%-a káros valójában az emberi szervezetre, mégis ezen káros rovarokkal kapcsolatos tartósan negatív vélekedések hozzájárulnak az entomofília elutasításához [5]. Fontos olyan, rendszerszintű erőfeszítéseket tenni - a kormányzok – a tudományos élet, az ipar között, melyek segítségével a kulturális attitűdök megváltoztathatóak.

## 7. A rovarok, mint élelmiszerforrások jövőbeli kilátásai

A rovarfogyasztás számos előnye ellenére a rovaripar jövője a nyugati társadalmakban meglehetősen bizonytalan [6, 56], hiszen a rovarokkal szemben meglévő kulturális ellenszenv megváltoztatása nem könnyű feladat [26]. Szerencsére azonban az ehetsé rovarokkal kapcsolatos fogyasztói ismeretek bővülése a rovaros élelmiszerekért való fizetési hajlandóságot is növeli [83]. Kutatások [6, 13] igazolták, hogy az ismertség növelésére irányuló folyamatos promóciós erőfeszítések, az íz és a megjelenés javítását célzó fejlesztésekkel párosulva sikeresen javították a rovarfogyasztás negatív megítélését néhány nyugati országban. A Belgiumban például a fogyasztók egyre inkább elfogadják a rovarokat, mint kiváló élelmiszerforrást [20]. Hollandiában is a rovaripar piaca egyre bővül, tenyésztésük egyre nagyobb méretekben valósul meg. Megfigyelhető, hogy egyre nagyobb a fagyasztva szárított rovarpor húspótlóként történő értékesítése [24]. Az elfogadottság növelése érdekében az élelmiszereket befolyásoló társadalmi, gyakorlati és kontextuális, fogyasztást befolyásoló tényezőkre kell felhívni a fogyasztók figyelmét [84]. Ezek az erőfeszítések további folyamatos kutatást, oktatást és promóciót foglalnak magukban az ehetsé rovarokban rejlő lehetőségekkel kapcsolatban, amelyek a környezeti, népesedési és a mezőgazdaságilag hasznosítható földterületek csökkenésével kapcsolatos problémák megoldására szolgálnak ma és a jövőben. Másrészt figyelembe kell vennünk azt a tényt is, hogy a rovarok élelmiszeripari vagy takarmányozási célú felhasználása megköveteli a megfelelő higiéniai követelmények betartása mellett történő ipari méretű tenyésztésüket.

## Irodalom

- [1] Park S, Yun E. (2018): Edible insect food: Current scenario and future perspectives. *Food Sci Anim Resour Ind* 7:12-20.
- [2] Belluco S, Losasso C, Maggioletti M, Alonzi CC, Paoletti MG, Ricci A. (2013): Edible insects in a food safety and nutritional perspective: A critical review. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 12:296-313.
- [3] Dobermann D, Swift JA, Field LM. (2017): Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. *Nutr Bull* 42:293-308.
- [4] Patel S, Suleria HAR, Rauf A. (2019): Edible insects as innovative foods: Nutritional and functional assessments. *Trends Food Sci Technol* 86:352-359.
- [5] van Huis A. (2016): Edible insects are the future? *Proc Nutr Soc* 75:294-305.
- [6] van Huis A, van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, Vantomme P. (2013): Edible insects: Future prospects for food and feed security. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- [7] Rumpold BA, Schluter OK. (2013a): Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Mol Nutr Food Res* 57:802-823.
- [8] Nakagaki, B. J.; DeFoliart, G. R. (1991): Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food, and the comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. *J. Econom. Entom.*, 84 (3): 891-896
- [9] Nonaka, K. (2009): Feasting on insects. *Entomological Research*, 39(5), 304–312. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-5967.2009.00240.x>.
- [10] Nongonierma AB, FitzGerald RJ. (2017): Unlocking the biological potential of proteins from edible insects through enzymatic hydrolysis: A review. *Innov Food Sci Emerg Technol* 43:239-252.
- [11] Mlcek J, Rop O, Borkovcova M, Bednarova M. (2014): A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe—a review. *Pol J Food Nutr Sci* 64:147-157.
- [12] Mutungi C, Irungu FG, Nduko J, Mutua F, Affognon H, Nakimbugwe D, Ekese S, Fiaboe KKM. (2019): Postharvest processes of edible insects in Africa: A review of processing methods, and the implications for nutrition, safety and new products development. *Crit Rev Food Sci Nutr* 59:276-298.
- [13] Looy H, Dunkel FV, Wood JR. (2014): How then shall we eat? Insect-eating attitudes and sustainable foodways. *Agric Human Values* 31:131-141.
- [14] <https://www.fao.org/3/a0701e/a0701e00.htm>
- [15] [https://www.wur.nl/upload\\_mm/2/8/0/f26765b9-98b2-49a7-ae43\\_5251c5b694f6\\_234247%5B1%5D](https://www.wur.nl/upload_mm/2/8/0/f26765b9-98b2-49a7-ae43_5251c5b694f6_234247%5B1%5D)

- [16] Ghosh S, Lee SM, Jung C, Meyer-Rochow VB. (2017): Nutritional composition of five commercial edible insects in SouthKorea. *J Asia-Pac Entomol* 20:686-694.
- [17] Ungai M. N. M, Mwangi J. F., Schliesske J., Ampe K.A.H.L. (2009): The Accompanying Fauna of Honey Bee Colonies (*Apis mellifera*) in Kenya, *Entomologie heute* 21 (2009), 127-140
- [18] Toledo, A., Burlingame, B. (2006): Biodiversity and nutrition: A common path toward global food security and sustainable development. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 477-483.
- [19] Mlcek J, Rop O, Borkovcova M, Bednarova M. (2014): A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe—a review. *Pol J Food Nutr Sci* 64:147-157.
- [20] van Thielen L, Vermuyten S, Storms B, Rumpold B, van Campenhout L. (2019): Consumer acceptance of foods containing edible insects in Belgium two years after their introduction to the market. *J Insects Food Feed* 5:35-44.
- [21] Murefu TR, Macheka L, Musundire R, Manditsera FA. (2019): Safety of wild harvested and reared edible insects: A review. *Food Control* 101:209-224.
- [22] Kohler R, Kariuki L, Lambert C, Biesalski HK. (2019): Protein, amino acid and mineral composition of some edible insects from Thailand. *J Asia Pac Entomol* 22:372-378.
- [23] Schluter O, Rumpold B, Holzhauser T, Roth A, Vogel RF, Quasigroch W, Vogel S, Heinz V, Jager H, Bandick N, Kulling A, Knorr D, Steinberg P, Engel KH. (2017): Safety aspects of the production of foods and food ingredients from insects. *Mol Nutr Food Res* 61:1600520.
- [24] Raheem D, Carrascosa C, Oluwole OB, Nieuwland M, Saraiva A, Millan R, Raposo A. (2018): Traditional consumption of and rearing edible insects in Africa, Asia and Europe. *Crit Rev Food Sci Nutr* 59:2169-2188.
- [25] Yhoun-aree J. (2010): Edible insects in Thailand: Nutritional values and health concerns. In *Forest insects as food: Humans bite back*. Durst PB, Johnson DV, Leslie RN, Shono K (ed). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand. 201-216.
- [26] DeFoliart GR. (1999): Insects as food: Why the western attitude is important. *Annu Rev Entomol* 44:21-50.
- [27] Ramos-Elorduy BJ. (1997): The importance of edible insects in the nutrition and economy of people of the rural areas of Mexico. *Ecol Food Nutr* 36:347-366.
- [28] Han R, Shin JT, Kim J, Choi YS, Kim YW. (2017): An overview of the South Korean edible insect food industry: Challenges and future pricing/promotion strategies. *Entomol Res* 47:141-151.
- [29] van Huis A. (2016): Edible insects are the future? *Proc Nutr Soc* 75:294-305.
- [30] Yen AL. (2009): Edible insects: Traditional knowledge or western phobia? *Entomol Res* 39:289-298.
- [31] Yen AL. (2010): Edible insects and other invertebrates in Australia: Future prospects. In *Forest insects as food: Humans bite back*. Durst PB, Johnson DV, Leslie RN, Shono K (ed). FAO, Bangkok, Thailand. 65-84.
- [32] van Thielen L, Vermuyten S, Storms B, Rumpold B, van Campenhout L. (2019): Consumer acceptance of foods containing edible insects in Belgium two years after their introduction to the market. *J Insects Food Feed* 5:35-44.
- [33] Purschke B, Meinschmidt P, Horn C, Rieder O, Jager H. (2018): Improvement of techno-functional properties of edible insect protein from migratory locust by enzymatic hydrolysis. *Eur Food Res Technol* 244:999-1013.
- [34] Yi L, van Boekel MAJS, Boeren S, Lakemond CMM. (2016): Protein identification and in vitro digestion of fractions from *Tenebrio molitor*. *Eur Food Res Technol* 242:1285-1297.
- [35] Rumpold BA, Schluter OK. (2013b): Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innov Food Sci Emerg Technol* 17:1-11.
- [36] Veldkamp T, Bosch G. (2015): Insects: A protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. *Anim Front* 5:45-50.
- [37] Awoniyi TAM, Aletor VA, Aina JM. (2003): Performance of broiler-chickens fed on maggot meal in place of fishmeal. *Int J Poult Sci* 2:271-274.
- [38] Ramos-Elorduy J, Gonzalez EA, Hernandez AR, Pino JM. (2002): Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *J Econ Entomol* 95:214-220.
- [39] Hwangbo J, Hong EC, Jang A, Kang HK, Oh JS, Kim BW, Park BS. (2009): Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens. *J Environ Biol* 30:609-614.
- [40] Pretorius Q. (2011): The evaluation of larvae of *Musca domestica* (common house fly) as protein

source for broiler production. Ph. D. Dissertation, Stellenbosch University, Stellenbosch, Republic of South Africa.

- [41] Litton E. (1993): Grasshopper consumption by humans and freerange chickens reduces pesticide use in the Philippines. *Food Insects Newsletter* 6:3.
- [42] Wang Y, Chen Y, Li X, Xia J, Du Q, Zhi C. (1996): Study on the rearing larvae of *Tenebrio molitor* Linne and the effects of its processing and utilizing. *Acta Agriculture Universitatis Henansis* 30:288-292.
- [43] Wang L, Li J, Jin JN, Zhu F, Roffeis M, Zhang XZ. (2017): A comprehensive evaluation of replacing fishmeal with housefly (*Musca domestica*) maggot meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Growth performance, flesh quality, innate immunity and water environment. *Aquac Nutr* 23:983-993.
- [44] Lock ER, Arsiwalla T, Waagbo R. (2016): Insect larvae meal as an alternative source of nutrients in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) postsmolt. *Aquac Nutr* 22:1202-1213.
- [45] Roncarati A, Gasco L, Parisi G, Terova G. (2015): Growth performance of common catfish (*Ameiurus melas* Raf.) fingerlings fed mealworm (*Tenebrio molitor*) diet. *J Insects Food Feed* 1:233-240.
- [46] Kurbanov AR, Milusheva RY, Rashidova SS, Kamilov BG. (2015): Effect of replacement of fish meal with silkworm (*Bombyx mori*) pupa protein on the growth of *Clarias gariepinus* Fingerling. *Int J Fish Aquat Stud* 2:25-27.
- [47] Swamy HV, Devaraj KV. (1994): Nutrient utilization by common carp (*Cyprinus carpio* Linn) fed protein from leaf meal and silkworm pupae meal based diets. *Indian J Anim Nutr* 11:67-71.
- [48] van Huis A, Oonincx DGAB. (2017): The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agron Sustain Dev* 37:43.
- [49] Rumpold BA, Schluter OK. (2013a): Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Mol Nutr Food Res* 57:802-823.
- [50] Melo V, Garcia M, Sandoval H, Jimenez HD, Calvo C. (2011): Quality proteins from edible indigenous insect food of Latin America and Asia. *Emir J Food Agric* 23:283-289.
- [51] Bukkens SG. (1997): The nutritional value of edible insects. *Ecol Food Nutr* 36:287-319.
- [52] Muzzarelli RAA, Boudrant J, Meyer D, Manno N, DeMarchis M, Paoletti MG. (2012): Current views on fungal chitin/chitosan, human chitinases, food preservation, glucans, pectins and inulin: A tribute to Henri Braconnot, precursor of the carbohydrate polymers science, on the chitin bicentennial. *Carbohydr Polym* 87:995-1012.
- [53] DeFoliart GR. (1999): Insects as food: Why the western attitude is important. *Annu Rev Entomol* 44:21-50.
- [54] de Castro RJS, Ohara A, dos Santos Aguilar JG, Domingues MAF. (2018): Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future challenges. *Trends Food Sci Technol* 76:82-89.
- [55] Latunde-Dada GO, Yang W, Vera Aviles M. (2016): *In vitro* iron availability from insects and sirloin beef. *J Agric Food Chem* 64:8420-8424.
- [56] Sogari G. (2015): Entomophagy and Italian consumers: An exploratory analysis. *Prog Nutr* 17:311-316.
- [57] Schosler H, De Boer J, Boersema JJ. (2012): Can we cut out the meat of the dish? Constructing consumer-oriented pathways towards meat substitution. *Appetite* 58:39-47.
- [58] Bubler S, Rumpold BA, Jander E, Rawel HM, Schluter OK. (2016): Recovery and techno-functionality of flours and proteins from two edible insect species: Meal worm (*Tenebrio molitor*) and black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Heliyon* 2: e00218.
- [59] Mishyna M, Martinez JJI, Chen J, Benjamin O. (2019): Extraction, characterization and functional properties of soluble proteins from edible grasshopper (*Schistocerca gregaria*) and honey bee (*Apis mellifera*). *Food Res Int* 116:697-706.
- [60] Chen X, Feng Y, Chen ZY. (2009): Common edible insects and their utilization in China. *Entomol Res* 39:299-303. de Castro RJS, Ohara A, dos Santos Aguilar JG, Domingues MAF. 2018. Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future challenges. *Trends Food Sci Technol* 76:82-89.
- [61] Liu DW, Sun QS, Li T. (2004): The anti-fatigue activity of polyhachis vicina roger extract in mice. *Chin J Food Hyg* 16:334-343.

- [62] Kim SA, Kim KM, Oh BJ. (2008): Current status and perspective of the insect industry in Korea. *Entomol Res* 38: S79-S85.
- [63] Vercruyssen L, Smagghe G, Beckers T, van Camp J. (2009): Antioxidative and ACE inhibitory activities in enzymatic hydrolysates of the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. *Food Chem* 114:38-43.
- [64] Dematheis F, Kurtz B, Vidal S, Smalla K. (2012): Microbial communities associated with the larval gut and eggs of the western corn rootworm. *PLOS ONE* 7:e44685.
- [65] Yun JH, Roh SW, Whon TW, Jung MJ, Kim MS, Park DS, Yoon C, Nam YD, Kim YJ, Choi JH, Kim JY, Shin NR, KIM SH, Lee WJ, Bae JW. (2014): Insect gut bacterial diversity determined by environmental habitat, diet, developmental stage, and phylogeny of host. *Appl Environ Microbiol* 80:5254-5264.
- [66] Douglas AE. (2015): Multiorganismal insects: Diversity and function of resident microorganisms. *Annu Rev Entomol* 60:17-34.
- [67] Ribeiro JC, Cunha LM, Sousa-Pinto B, Fonseca J. (2018): Allergic risks of consuming edible insects: A systematic review. *Mol Nutr Food Res* 62:1700030.
- [68] Abrams HL. (1987): The preference for animal protein and fat: A cross-cultural survey. Temple University Press, Philadelphia, PA, USA.
- [69] Smeathman H. (1781): Some account of the termites, which are found in Africa and other hot climates. In a letter from Mr. Henry Smeathman, of Clement's Inn, to Sir Joseph Banks, Bart. *P. R. S. Philos Trans R Soc Lond* 71:17810033.
- [70] Pemberton RW. (1994): The revival of rice-field grasshoppers as human food in South Korea. *Pan-Pac Entomol* 70:323-327.
- [71] Feng Y, Chen XM, Zhao M, He Z, Sun L, Wang CY, Ding WF. (2018): Edible insects in China: Utilization and prospects. *Insect Sci* 25:184-198.
- [72] Peigler RS. (1993): Wild silks of the world. *Am Entomol* 39:151-162.
- [73] Chakravorty J. (2014): Diversity of edible insects and practices of entomophagy in India: An overview. *J Biodivers Biopros Dev* 1:124.
- [74] Sungpuag P, Puwastien P. (1983): Nutritive value of unconventional protein source: Insect. *Pochanogan Sarn* 1:5-12.
- [75] Mercer CWL. (1993): Insects as food in Papua New Guinea. In *Proceedings of Invertebrates Farming Seminar*. Institute of Tropical Medicine, Antwerp, Belgium. pp 157-162.
- [76] Meyer-Rochow VB, Changkija S. (1997): Uses of insects as human food in Papua New Guinea, Australia, and North-East India: Cross-cultural considerations and cautious conclusions. *Ecol Food Nutr* 36:159-185.
- [77] Macfarlane WV. (1978): Aboriginal desert hunter-gatherers in transition. *Symposium on the Nutrition of Aborigines*, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Melbourne. 49-62.
- [78] Irvine G. (1989): Putting insects on the Australian menu. *Food Aust* 41:565-566.
- [79] Kelemu S, Niassy S, Torto B, Fiaboe K, Affognon H, Tonnang H, Maniania NK, Ekesi S. (2015): African edible insects for food and feed: Inventory, diversity, commonalities and contribution to food security. *J Insect Food Feed* 1:103-119.
- [80] Dufour DL. (1987): Insects as food: A case study from the northwest Amazon. *American Anthropol* 89:383-397.
- [81] Ruddle K. (1973): The human use of insects: Examples from the Yukpa. *Biotropica* 5:94-101.
- [82] Looy H, Dunkel FV, Wood JR. (2014): How then shall we eat? Insect-eating attitudes and sustainable foodways. *Agric Human Values* 31:131-141.
- [83] Piha S, Pohjanheimo T, Lahteenmaki-Uutela A, Kreckova Z, Otterbring T. (2018): The effects of consumer knowledge on the willingness to buy insect food: An exploratory cross-regional study in Northern and Central Europe. *Food Qual Prefer* 70:1-10.
- [84] House J. (2016): Consumer acceptance of insect-based foods in the Netherlands: Academic and commercial implications. *Appetite* 107:47-58.
- [85] Yi L, Lakemond CMM, Sagis LMC et al. (2013): Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species. *Food Chem* 141, 3341-3348.
- [86] Ekpo KE & Onigbinde AO (2005): Nutritional potentials of the larva of *Rhynchophorus phoenicis* (F). *Pak J Nutr* 4, 287.

- [87] Gibson RS (2015): Dietary-induced zinc deficiency in low income countries: challenges and solutions The Avanelle Kirksey Lecture at Purdue University. *Nutr Today* 50, 49–55.
- [88] Christensen DL, Orech FO, Mungai MN et al. (2006): Entomophagy among the Luos of Kenya: a potential mineral source? *Int J Food Sci Nutr* 57, 198–203.
- [89] Bauserman M, Lokangaka A, Gado J et al. (2015): A cluster-randomized trial determining the efficacy of caterpillar cereal as a locally available and sustainable complementary food to prevent stunting and anaemia. *Public Health Nutr* 18, 1785–1792.
- [90] Skau JK, Touch B, Chhoun C et al. (2015): Effects of animal source food and micronutrient fortification in complementary food products on body composition, iron status, and linear growth: a randomized trial in Cambodia. *Am J Clin Nutr* 101, 742–751.
- [91] Yoon Y-I, Chung MY, Hwang J-S, Han MS et al. (2015): *Allomyrina dichotoma* (Arthropoda: Insecta) larvae confer resistance to obesity in mice fed a high-fat diet. *Nutrients* 7, 1978–1991.
- [92] Ushakova NA, Kovalzon VM, Bastrakov AI et al. (2015): The ability of *Alphitobius diaperinus* homogenates immobilized on plant sorbent to block the development of mouse parkinsonism. *Dokl Biochem Biophys* 461, 94–97.
- [93] Kinyuru JN, Kenji GM, Njoroge SM et al. (2010): Effect of processing methods on the in vitro protein digestibility and vitamin content of edible winged termite (*Macrotermes subhylanus*) and grasshopper (*Ruspolia differens*). *Food Bioprocess Technol* 3, 778–782.
- [94] Mujuru FM, Kwiri R, Clarice Nyambi CW et al. (2014): Microbiological quality of *Gonimbrasia belina* processed under different traditional practices in Gwanda, Zimbabwe. *Int J Curr Microbiol Appl Sci* 3, 1085–1094.
- [95] Verhoeckx KCM, Van Broekhoven S, den Hartog-Jager CF et al. (2014): House dust mite (Der p 10) and crustacean allergic patients may react to food containing Yellow mealworm proteins. *Food Chem Toxicol* 65, 364–373.
- [96] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mnfr.201200735>

Erika KOPPÁNYNÉ SZABÓ<sup>1</sup>, Anna JÁNOSI<sup>1</sup>DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2023/2-2-HUN>

Arrived: September 2022 – Accepted: December 2023

## *Possible Uses of Edible Insects for Food and Feed – Summary*

**Keywords:** insect, protein, ingredient, feedstuff, usage for food production

It is estimated that the world population will exceed 9 billion by 2050. This huge population growth will require us to at least double our current food production. However, we are also experiencing a gradual reduction in the amount of agricultural land used for food production worldwide as a result of global warming. Due to the increasing scarcity of raw materials, significant research is being carried out to identify plants and animals that can be used as alternative sources of protein for animal feed and food. Among the many possibilities, the use of insects is receiving considerable attention.

Edible insects have been traditionally consumed in many parts of the world, potentially contributing to world food security. It is estimated that at least 2 billion people regularly consume insects, not only for their nutritional value but also for their taste. However, in developed countries, especially in Western societies, insects are rarely consumed as it is considered culturally inappropriate. However, consumer perceptions can be changed.

Insects are considered to be a food with good energy and protein content, a good amino acid and fatty acid profile, and a high concentration of micronutrients such as copper. Some have high levels of iron, magnesium, manganese, phosphorus, selenium, and zinc, as well as riboflavin, pantothenic acid, and biotin. In addition to the properties that directly improve nutritional status, insects also have a positive impact on the environment. They play an important role in the biodegradation of waste and as pollinators in plant reproduction. In addition, they have a high feed conversion efficiency and are less dependent on arable land than conventional livestock farming, which allows for the production of resource-efficient food and feed. It should also be pointed out that they produce less greenhouse gases and use significantly less water than conventional livestock farming. Increasing the production and consumption of edible insects has an impact on economic and social conditions. Insect collection and cultivation can be carried out with minimal technical or capital inputs, providing income-generating opportunities for the poorest members of society.

Currently, the edible insect industry is growing fastest in Europe and the United States, where this trend is also associated with high meat consumption. In addition, it is recognised that the continued growth of the global insect industry is contributing to its continued market size, with applications beyond feed and food, such as feedstock and pharmaceutical uses.

Despite the many benefits of insect consumption, the future of the insect industry in Western societies is rather uncertain, as changing the cultural aversion to insects is not an easy task. Fortunately, increasing consumer knowledge about edible insects is also increasing the willingness to pay for insect foods. Research has shown that continuous promotional efforts to increase awareness, coupled with improvements in taste and presentation, have been successful in improving negative perceptions of insect consumption in some Western countries. In order to increase acceptance, consumers need to be made aware of the social, practical, and contextual factors influencing food consumption. These efforts will include continued education and promotion of the potential of edible insects to address environmental, population, and arable land loss issues today and in the future.

<sup>1</sup> Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Buda Campus, Institute of Food Science and Technology, Food Science Research Group

Erika KOPPÁNYNÉ SZABÓ  
Anna JÁNOSI

Koppanyne.Szabo.Erika@uni-mate.hu <https://orcid.org/0000-0001-8321-7157>  
Janosi.Anna@uni-mate.hu <https://orcid.org/0000-0002-7200-4487>

## *Milyen jövője van a személyre szabott élelmiszereknek?*

**Kulcsszavak:** személyre szabott élelmiszerek, élelmiszeripari vállalatok, vállalati megvalósíthatóság

### 1. Összefoglalás

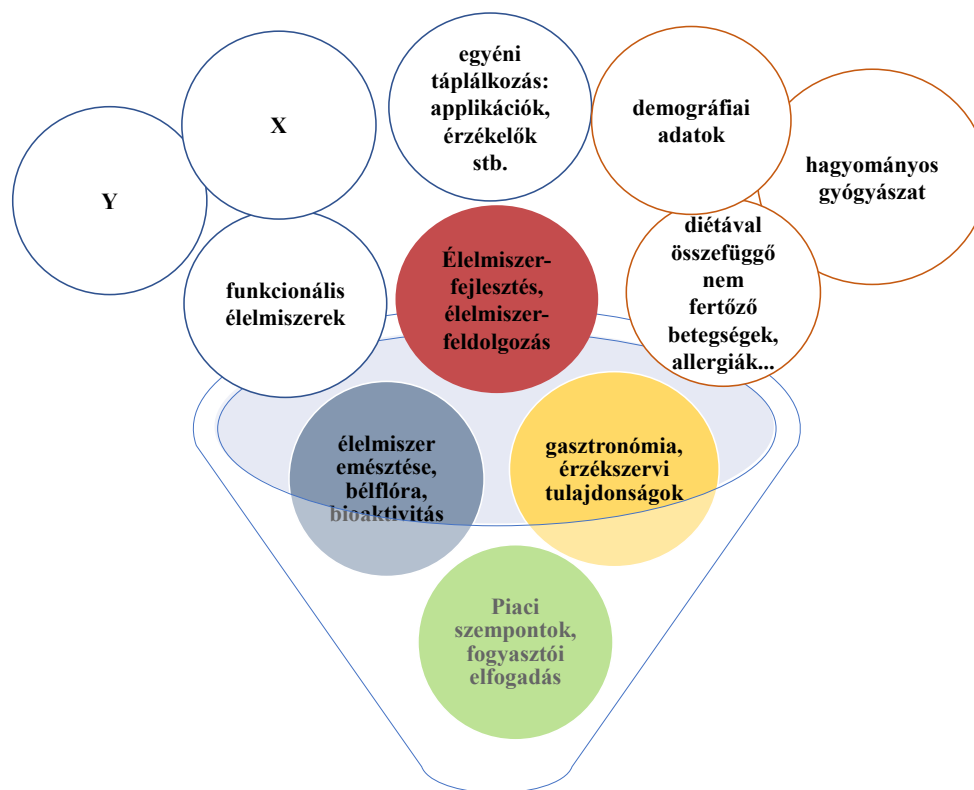
A táplálkozással összefüggésbe hozható betegségek napjaink egyik világméretű problémájának számítanak, Európában még mindig a vezető halálokok között szerepelnek. A tendencia javulásához tudatosítani kell a fogyasztókban, hogy ennek legfőbb oka a megváltozott életmód, melynek szerves részét képezi a táplálkozás. Jelentős változtatásra van szükség a lakosság étkezési szokásaiban, amihez az ezt célzó stratégiák hatékonyságát is javítani kell. A hosszú távú megoldás részét képezhetné a személyre szabott táplálkozás irányába történő elmozdulás, melynek egyik lehetséges alkalmazási területe a személyre szabott élelmiszerek előállítása és fogyasztása. Számos élelmiszeripari vállalat látta meg az ebben rejlő lehetőséget és kezdte el kutatási-fejlesztési tevékenységét ezen a területen, azonban az említett termékek széles körben történő forgalmazása még nem kezdődött el. Ennek egyik oka, hogy gyártásuk rendkívül komplex és időigényes folyamat, mely mélyre ható multidiszciplináris ismereteket igényel, hiszen a személyre szabást befolyásoló tényezők köre meglehetősen tág és száma is igen nagy.

Primer kutatásom során online kérdőíves megkérdezést végeztem a Magyarországon jelenleg tevékenykedő élelmiszeripari vállalatok körében. A kapott eredmények tükrében elmondható, hogy a személyre szabott élelmiszerek tömeges előállítása és értékesítése még várat magára, a hatékony megvalósításnak számos korlátja van (magas költségek, nem megfelelő infrastrukturális háttér, illetve kompetenciabeli hiányosságok). Ezen túl fontos a kialakult tévhiteket is eloszlatni, miszerint a személyre szabott marketing nem egyenlő a személyre szabott élelmiszerekkel.

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Marketing és Kereskedelem Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

## 2. Bevezetés – A személyre szabott élelmiszerek

Napjainkban még mindig világméretű probléma a civilizációs betegségek számának drasztikus növekedése, melyeknek számottevő része szoros összefüggésben áll a helytelen táplálkozási szokásokkal. Európában vezető haláloknak számítanak a szív-érrendszeri, valamint a különböző daganatos megbetegedések. Ezen halálokok legfontosabb kockázati tényezői egyértelműen kapcsolatba hozhatók a mindennapi étkezéssel [1]. E globális probléma megoldásának részét képezheti a tömeges étrendi ajánlások helyett a személyre szabott táplálkozás irányába történő elmozdulás.



## SZEMÉLYRE SZABOTT ÉLELMISZER

1. ábra: A személyre szabott élelmiszer koncepciója  
Forrás: Saját szerkesztés [8] alapján

A személyre szabott táplálkozás már egészen az 1970-es évek óta ismert fogalom [2]. Az egyén életkorát vagy más sajátos fiziológiai jellemzőt figyelembe véve már régóta léteznek különféle táplálkozási ajánlások eltérő fogyasztói szegmensek számára, például gyermekeknek, időseknek, terhes nőknek, sportolóknak stb. Emellett az allergiás vagy krónikus betegségekben szenvedőknek (pl. cukorbetegeknek) szintén speciális étrendre van szüksége [3, 4, 5]. A személyre szabott táplálkozás egy olyan koncepció, amely az étrendet, az élelmiszereket, valamint a tápanyagokat az adott egyén speciális (genetikai, életstílus- és környezeti) szükségleteire adaptálja [5]. Ennek az egyik lehetséges alkalmazási területe a genetikai információkra épülő táplálkozási vagy életmódbeli tanácsadás. Ez mára vonzó üzleti lehetőséggé vált, amit jól mutat az egyre nagyobb számban megjelenő, ezen szolgáltatás nyújtására épülő piaci ajánlat [6, 7]. Ahhoz azonban, hogy a személyre szabott táplálkozás valóban hatékonyan működjön az egyén számára, megfelelő és személyre szabott élelmiszereket kell elérhetővé tenni. Ehhez viszont ismeretekre van szükség arról, hogy a tápanyagok, élelmiszerek, termelési folyamatok és maguk a fogyasztók mely jellemzői befolyásolhatják a személyre szabást [8].

A személyre szabott táplálkozás – táplálkozási tanácsadás mellett megjelenő – másik lehetséges formája a személyre szabott élelmiszerek előállításának [9, 10], vagyis olyan specifikus funkcionális élelmiszerek létrehozása, amelyek konkrét kockázati csoportokat céloznak meg [11]. Számos élelmiszeripari vállalat látta meg az ebben rejlő lehetőséget és kezdte el kutatási-fejlesztési munkáját [3] – többek között a Coca-Cola vagy a Nestlé, amelyek genetikai információkra épülő élelmiszereket és italokat kívánnak bevezetni [12] –, viszont e termékek széleskörű forgalmazása még nem kezdődött el [13].

Az európai fogyasztók – különösen egészségügyi problémákkal küzdve – arról számoltak be, hogy nyitottak a genetikájuknak megfelelő élelmiszerek személyre szabására [14]. Tehát elmondható, hogy a fogyasztók az optimális egészségi állapotot részesítik előnyben, ami így az élelmiszerválasztás és ezáltal az élelmiszertermelés fő mozgatórugójává is válhat [3].



[8] egy ábrán (1. ábra) szemléltette azokat a tényezőket, melyek a személyre szabott élelmiszerek előállításának folyamatában szerepet játszanak (a színes kiemelt körökön belül található tényezők adják a tanulmány főbb fejezeit és vannak részletesebben taglalva, azonban a szerzők kiemelték, hogy a többi, nem említett tényező is nélkülözhetetlen a sikeres megvalósításhoz). Ezen termékek fejlesztése idő- és munkaigényes, valamint multidiszciplináris és mélyreható ismereteket igényel az élelmiszerekkel kapcsolatos területek széles körében.

A személyre szabott élelmiszerek előállításában kiemelt szerepe van az élelmiszer-feldolgozásnak és fejlesztésnek (food development, food processing), amely lehetővé teszi az alapanyagok és összetevők módosítását, valamint specifikus funkcionális, táplálkozási és érzékszervi tulajdonságok kialakítását [15, 16].

[8] szerint a fent említett folyamat sikerre juttatásának következő eleme, melyet figyelembe kell venni, az emésztés, mely az élelmiszer mechanikai és kémiai lebontását jelenti kisebb komponensekre, amelyek ezáltal könnyebben felszívódnak a véráramba. A feldolgozási és élelmiszer-jellemzők, mint például a mikroszerkezet, befolyásolhatják az emésztési mechanizmust, illetve a makro- és mikro tápanyagok biológiai hozzáférhetőségét (food digestion, microbiota, bioactivity) [17, 18]. Ezen kívül az élelmiszer-összetevők közötti, az emésztés során fellépő kölcsönhatások megzavarhatják a tápanyagok emészthetőségét és felszívódását, ezt pedig szintén figyelembe kell venni a személyre szabott táplálkozásra szánt élelmiszerek kidolgozásakor [8].

Korábban a személyre szabott élelmiszerek kulináris vonatkozásai alacsonyabb prioritást élveztek, mint az élelmiszer „technikaibb” szempontjai (pl. allergének koncentrációja), de ma már a fogyasztók magasabb érzékszervi minőséget várnak el a személyre szabott termékektől és a funkcionális élelmiszerektől is, a termékek ízletessége is fontos tényező a fogyasztói elégedettség szempontjából (gastronomy, sensory attributes) [19, 20].

[8] megközelítésének utolsó két kiemelt tényezője a piaci szempontok, illetve a fogyasztói elfogadás (market aspects, consumer acceptance), vagyis ahogy [21] megfogalmazta: a sikeres élelmiszer-fejlesztéshez meg kell érteni a személyes egyéni döntéseket. Egyes termék kategóriákban a személyre szabás megvalósítható, míg másoknál a szegmens alapú megközelítés hatékonyabb lehet.

A személyre szabott élelmiszertermék-fejlesztés kihívást jelent a gyártósorok számára és többnyire személyre szabott marketingként valósul meg a fogyasztók sikeres elérése érdekében [22], miközben a fogyasztó számára a választás örömeit nyújtja [23]. A személyre szabott élelmiszerek speciális előnyeit hangsúlyozó marketingkommunikációs stratégiák fogyasztói elfogadásának felmérése értékes terepe lehet a jövőbeli kutatásoknak.

[10] tanulmányában azt a konklúziót vonja le, miszerint az új élelmiszer-technológiák – mint például a genetikai alapú személyre szabás –, innovációkat tesznek lehetővé az élelmiszerszektorban. Azonban a fogyasztói elfogadás meghatározó tényező a sikeres élelmiszertermékek kifejlesztésénél, mivel a fogyasztók nem minden új technológiát egyformán fogadnak el. Következésképpen a fogyasztók új élelmiszer-technológiákhoz való hozzáállását már a termékfejlesztés korai szakaszában figyelembe kell venni. Tovább árnyalja a képet, hogy ezen felül az összes érdekelt fél előzetes bevonása kulcsfontosságú a személyre szabott élelmiszerek sikeres kereskedelmi forgalomba hozatalához. Számos szakértői érdekelt csoportot azonosít a szerző a személyre szabott élelmiszerek létrehozásánál, mint például: élelmiszeripar, kutatók/akadémikusok, politikai döntéshozók, nem kormányzati érdekcsoportok, egészségügyi szakemberek, a média és természetesen a végfelhasználók. Annak felderítésére azonban még további kutatásokra van szükség, hogy az élelmiszer-technológia és a fogyasztói sajátosságok kombinálhatók-e a személyre szabott élelmiszerek széles körben való elterjedéséhez [8].

Egy másik szempont, amely alapvető szerepet fog játszani ebben a forgatókönyvben, az a személyre szabott élelmiszer-formulák előállítására alkalmas technológiák alkalmazása lesz. A 3D nyomtatás lehetővé teszi, hogy közvetlenül szabályozzuk, mit teszünk az ételünkbe, illetve, hogy a keverékhez egyedi mennyiségű fehérjét, cukrot, vitaminokat, ásványi anyagokat és egyéb funkcionális vegyületeket adjunk [24]. A jelenlegi 3D nyomtatási technológiát azonban még korlátozza a magas költsége, az időigénye és a nagyüzemi gyártáshoz szükséges mennyiség, tehát ez a technika egyelőre nem tekinthető a hagyományos élelmiszer-előállítás helyettesítésének, hanem inkább egy olyan módszernek, amellyel testreszabott élelmiszereket lehet előállítani prototípusokként vagy kis sorozatban [25].

Habár a személyre szabott élelmiszerek koncepciója a jövőben egy igen komoly probléma megoldásában játszhatna szerepet, azonban a fejlesztésük és gyártásuk is komplex folyamat, mely több kérdést von maga után. Rendelkeznek-e a hazai élelmiszergyártó vállalatok megfelelő infrastrukturális háttérrel, illetve megvan-e a szükséges humán erőforrás és szaktudás? A kivitelezés kérdéskörén túl a fogyasztói igények és az elfogadás is egy sarkalatos pontja a személyre szabott élelmiszerek előállításának és széles körben való elterjedésének.

### 3. Anyag és módszer

A kutatási kérdések megválaszolásához először szakirodalmi áttekintést végeztem, feldolgozva releváns nemzetközi és hazai forrásokat. Ezt követően kvantitatív adatgyűjtést hajtottam végre, kérdőíves megkérdezés formájában. A szekunder kutatás eredményeire alapozva fogalmaztam meg a kérdéseket, melyeket Magyarországon tevékenykedő élelmiszeripari vállalatoknak (2941 db) küldtem el online formában. A kérdőívre végül 251 válasz érkezett be. A minta megoszlása szocio-demográfiai háttérváltozók szerint a **1. táblázatban** látható.

1. táblázat: A minta szocio-demográfiai megoszlása (N=251)

<b>A válaszadók megoszlása a vállalat székhelye (régión) szerint</b>	<b>db</b>	<b>%</b>
Észak-Alföld	31	12,4
Dél-Alföld	43	17,1
Észak-Magyarország	33	13,1
Közép-Magyarország	90	35,9
Közép-Dunántúl	24	9,6
Dél-Dunántúl	16	6,4
Nyugat-Dunántúl	14	5,6
<b>A válaszadók megoszlása a vállalat alapításának éve szerint</b>		
2020 után	35	13,9
2010 és 2020 között	67	26,7
2000 és 2010 között	59	23,5
1990 és 2000 között	64	25,5
1980 és 1990 között	16	6,4
1980 előtt	10	4
<b>A válaszadók megoszlása a vállalat típusa (foglalkoztatottak száma és éves nettó árbevétel) szerint</b>		
Mikrovállalat (<10 fő; éves nettó árbevétel ≤ 2 millió euró)	144	57,4
Kisvállalat (<50 fő; éves nettó árbevétel ≤ 10 millió euró)	78	31,1
Középvállalat (<250 fő; éves nettó árbevétel ≤ 50 millió euró)	23	9,2
Nagyvállalat (>250 fő; éves nettó árbevétel ≥ 50 millió euró)	6	2,4
<b>Válaszadók megoszlása a kitöltő beosztása szerint</b>		
Felsővezető	195	77,7
Középvezető	43	17,1
Beosztott	13	5,2

A kérdőív 15 kérdésből állt, melyben voltak feleletválasztós, valamint 5-fokozatú Likert-skálás kérdések, ahol 1=egyáltalán nem ért egyet; 5=teljes mértékben egyetért. Az eredmények értékelése során leíró statisztikai módszereket (átlag, szórás, relatív szórás, ferdeség) és keresztábrák elemzéseket alkalmaztam.

### 4. Eredmények és értékelésük

Először arra voltam kíváncsi, hogy a kérdőívet kitöltő vállalatok hallottak-e már a személyre szabott élelmiszerek koncepciójáról vagy ez számukra egy teljesen ismeretlen fogalom. Az eredmények alapján elmondható, hogy mindössze 36,7% százalékuk találkozott már a kifejezéssel. A folytatás előtt egy rövid definíció segítségével ismerttettem a fogalmat, a válaszadás megkönnyítése és a kérdések egyszerűbb értelmezése végett.

Ezt követően arra kértem a kitöltőket, hogy 1-től 5-ig értékeljék a személyre szabott élelmiszerek vállalati megvalósíthatóságára vonatkozó kérdéseket (**2. táblázat**).

2. táblázat: Személyre szabott élelmiszerek és vállalati megvalósíthatóság (N=251)

Kérdés	Statisztikai mutatószám			
	Átlag	Szórás	Relatív szórás (%)	Ferdeség
Véleménye szerint a jövőben a személyre szabott élelmiszerek széles körben elérhetőek lesznek?	2,70	1,23	45,56	0,38
Véleménye szerint adott-e a technológiai/infrastrukturális háttér ahhoz, hogy az élelmiszeripari vállalatok a jövőben személyre szabott élelmiszereket állítsanak elő Magyarországon nagyüzemben?	2,04	1,02	49,76	0,98
Az Ön vállalatánál adott-e a technológiai/infrastrukturális háttér ahhoz, hogy a jövőben személyre szabott élelmiszereket állítsanak elő nagyüzemben?	1,82	1,09	59,66	1,23
Véleménye szerint adott-e a humán erőforrás/szaktudás ahhoz, hogy az élelmiszeripari vállalatok a jövőben személyre szabott élelmiszereket állítsanak elő Magyarországon nagyüzemben?	2,10	1,01	48,23	0,90
Az Ön vállalatánál adott-e a humán erőforrás/szaktudás ahhoz, hogy a jövőben személyre szabott élelmiszereket állítsanak elő nagyüzemben?	1,98	1,09	55,04	0,92
Véleménye szerint a magyarországi élelmiszeripari vállalatok rendelkeznek-e olyan multidiszciplináris ismeretekkel, melyek segítségével megvalósítható lenne a személyre szabott élelmiszerek előállítás?	2,09	0,99	47,51	0,73

A rövid ismertető után 2,70-es átlagértéket kapott az a jövőkép, miszerint a személyre szabott élelmiszerek széles körben elérhetőek lesznek (szórás: 1,23). A válaszadók 49,8%-a vélte úgy, hogy ez a forgatókönyv egyáltalán nem fog bekövetkezni, ezzel ellentétesen csupán 26,3% vélekedett. A magyarországi vállalatokkal kapcsolatos tapasztalat/kialakult kép nem mondható túl kedvezőnek, hiszen átlagosan 2,04-re értékelték az ahhoz szükséges technológiai/infrastrukturális háttérrel való ellátottságot, hogy nagyüzemben állítsanak elő az élelmiszergyártó cégek személyre szabott élelmiszereket (szórás: 1,02). Miután a kitöltőknek átfogóan kellett értékelniük a hazai helyzetet, ugyanebben a vonatkozásban a saját technológiai fejlettségüket is pontozni kellett, ami még a 2,0-es átlagot sem érte el (átlag: 1,82; szórás: 1,09). Az előző két kérdéshez hasonlóan a rendelkezésre álló humán erőforrást és szaktudást is értékelni kellett a vállalatoknak először magyarországi, majd saját vállalatuk viszonylatában. Itt az átlagértékek rendre 2,10 (szórás: 1,01) és 1,98 (szórás: 1,09) lettek. A háttérváltozókkal történő összevetés során szignifikáns kapcsolat volt megfigyelhető a vállalat alapításának éve, illetve a szaktudás országos szinten való meglétének értékelése között ( $p=0,029$ ). Ebben az esetben az a tendencia figyelhető meg, hogy minél fiatalabb egy vállalat, annál kedvezőbb értékelést adtak. A saját humán erőforrás megítélése és a kitöltő beosztása között szintén szignifikáns volt a kapcsolat ( $p=0,037$ ). A legalacsonyabb átlagértékek a beosztottaktól (1,23), a legmagasabbak a felsővezetőktől (2,03) érkeztek. A vállalati megvalósíthatóságra vonatkozó utolsó kérdésnél arra voltam kíváncsi, hogy a megkérdezettek véleménye szerint a hazánkban működő élelmiszeripari cégek rendelkeznek-e olyan multidiszciplináris tudással, melynek segítségével megvalósítható lenne a személyre szabott élelmiszerek előállítás. A válaszok átlaga 2,09 lett, továbbá szignifikáns kapcsolatot fedeztem fel a vállalat alapításának éve ( $p=0,031$ ), illetve a vállalat típusa ( $p=0,031$ ) között. A 2010 és 2020 között alapított cégek (átlag: 2,36), valamint a mikrovállalatok (átlag: 2,21) ítélték meg legkedvezőbbben ezt a kérdést.

A kérdőív második szakasza a személyre szabott élelmiszerek fogyasztói elfogadásáról szólt, természetesen ez is a kínálati oldal szemszögéből vizsgálva (3. táblázat). A kitöltők véleménye alapján a magyar lakosság nem lenne elutasító a személyre szabott élelmiszereket illetően, ám kifejezetten elfogadónak sem ítélték meg őket (átlag: 2,82; szórás: 1,02). A vásárlási hajlandóságukat azonban némiképp kedvezőbbben értékelték, ha az az egészségük megőrzése érdekében történik (átlag: 3,29; szórás: 1,03). Ennél a kérdésnél erős szignifikáns kapcsolatot találtam a vállalat típusával ( $p=0,001$ ). A kisvállalatok képviselőitől származik a legalacsonyabb

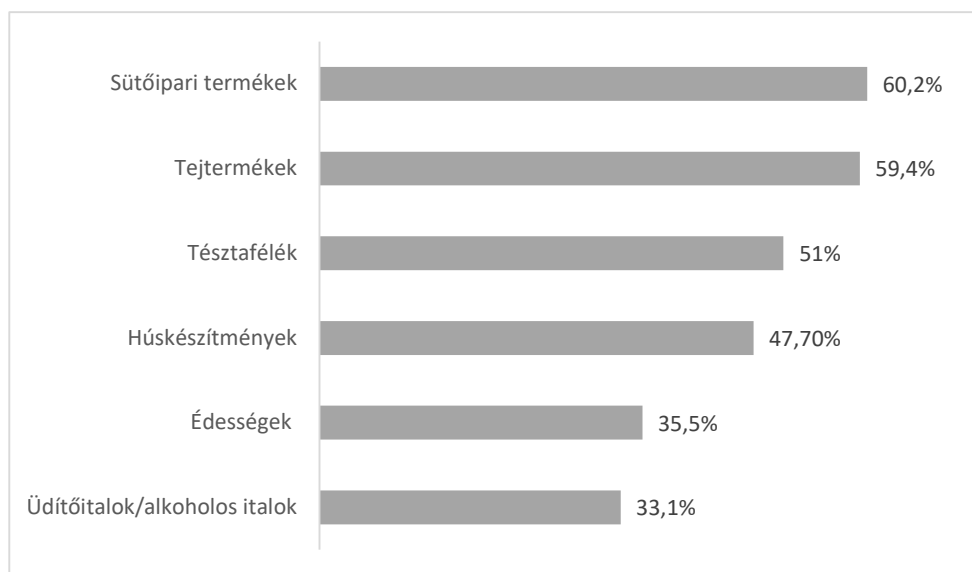
átlag (2,65), a középvállalatoktól a legmagasabb (3,53). Ennél a témakörnél a legmagasabb átlagértéket (4,50) a fogyasztók érzékenységének értékelése kapta (szórás: 0,89), ezzel párhuzamosan pedig a válaszadók úgy vélték, hogy a többletfizetési hajlandóság valószínűsíthetően nem lenne túl magas a vizsgált termékek esetén (átlag: 2,42; szórás: 1,15). Az előbbi két esetben szignifikáns összefüggés is volt a háttérváltozókkal. Az ár fontosságának megítélése eltért a vállalat alapításának éve szerint ( $p=0,031$ ), az összes (a mintában szereplő) 1980 előtt létesített hazai élelmiszergyártó cég kivétel nélkül úgy vélekedett, hogy a fogyasztók számára az ár kiemelten fontos szempont a személyre szabott élelmiszerek vásárlása során. A többletfizetési hajlandóság értékelése pedig a kitöltő beosztásával mutatott összefüggést ( $p=0,028$ ), a beosztottak véleménye szerint ez részben megvalósulhatna (átlag: 2,62), a középvezetők ezt pesszimistábban gondolták (átlag: 2,00). Végül magas, 4,39-es átlaggal szerepelt az ízletesség (szórás: 0,79) mint fontos kritérium a személyre szabott élelmiszerek vásárlásakor.

3. táblázat: Személyre szabott élelmiszerek és fogyasztói elfogadás (N=251)

Kérdés	Statistikai módszer			
	Átlag	Szórás	Relatív szórás (%)	Ferdesség
Véleménye szerint a magyar lakosság mennyire lenne elfogadó a személyre szabott élelmiszerek koncepcióját illetően?	2,82	1,02	36,04	0,33
Véleménye szerint vásárolnának-e a hazai fogyasztók személyre szabott élelmiszereket az egészségük megőrzése/helyreállítása érdekében?	3,29	1,03	31,34	-0,22
Véleménye szerint mennyire fontos szempont a fogyasztók számára a termékek ára a személyre szabott élelmiszerek esetében?	4,50	0,89	19,82	-1,87
Véleménye szerint hajlandó lenne-e a magyar lakosság többet fizetni a személyre szabott élelmiszerekért?	2,42	1,15	47,52	0,37
Véleménye szerint mennyire fontos szempont a fogyasztók számára a termékek ízletessége a személyre szabott élelmiszerek esetében?	4,39	0,79	18,09	-1,40

A harmadik blokk az esetleges forgalomba kerülés és elterjedés jövőképeivel kapcsolatos kérdéseket tartalmazta. A megkérdezett vállalatok megközelítőleg 60%-ban vélekedtek úgy, hogy a 3D nyomtatás a későbbiekben szerepet fog kapni a személyre szabott élelmiszerek elterjedésének forgatókönyvében. Habár szignifikáns összefüggés nem volt a háttérváltozókkal, azonban mégis megemlítendő, hogy minél régebbre tehető a (a mintában szereplő) vállalat alapításának éve, annál kevésbé tartották ezt a kimenetelt valószínűnek.

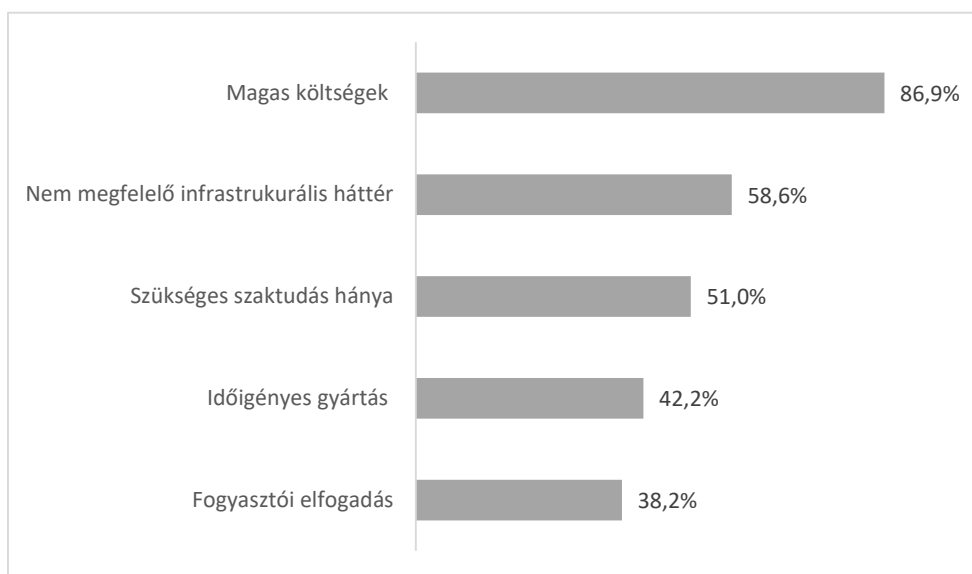
Ezt követően arra kértem a kitöltőket, hogy jelöljék meg azt/azokat az élelmiszertermékeket, melyek esetében leginkább esélyt látnak arra, hogy a jövőben esetleg személyre szabottan (is) forgalomba kerülhetnek (**2. ábra**).



2. ábra: Élelmiszer-kategóriák személyre szabott élelmiszerként való forgalomba kerülésének valószínűsége (N=251)

A legtöbb szavazat a sütőipari termékekre érkezett, a felmérésben részt vevők 60,2%-a gondolta úgy, hogy ez az élelmiszer-kategória az, aminél a személyre szabás leginkább megvalósítható. Nem sokkal lemaradva, második helyen a tejtermékek végeztek 59,4%-kal, a dobogó harmadik fokát pedig a tésztafélék (51%) foglalták el. Az egyes kategóriák háttérváltozókkal történő összevetése során a tejtermékek jövőbeli személyre szabásának megítélése és a kitöltők beosztása között volt szignifikáns összefüggés ( $p=0,006$ ). Ezt a termékcsoporthoz a felsővezetők mindössze 53,3%-a, míg a beosztottak 84,6%-a jelölte meg. A felsorolt kategóriák közül a válaszadók az üdítőitalokat/alkoholos italokat találták a személyre szabásra a legkevésbé alkalmasnak. Ebben az esetben a vállalat típusával találtam szignifikáns kapcsolatot ( $p=0,005$ ). Erre a kategóriára legnagyobb arányban a középvállalatok (65,2%), legkisebb arányban pedig a kisvállalatok (25,6%) tették le a voksukat. Megadtam a lehetőséget arra is, hogy a kitöltők maguk nevezzenek meg olyan termékeket/kategóriákat, melyek esetében elképzelhető lenne ez a jövőkép. A teljesség igénye nélkül, a vitaminok, pezsgőtabletták, szirupok, készételek, testépítést és sportolást támogató funkcionális élelmiszerek, táplálékkiegészítők, izotóniás italok, továbbá a fermentált élelmiszerek kerültek fel a listára. Itt még érdemes megemlíteni, hogy több esetben is érkezett olyan válasz, miszerint nem látnak esélyt arra, hogy a személyre szabás bármilyen élelmiszer esetében megvalósítható lenne.

Az utolsó kérdésben a személyre szabott élelmiszerek elterjedésének potenciális akadályai kerültek a fókuszba (**3. ábra**). Kimagasló arányban (86,9%) a magas költségeket jelölték meg a legtöbben, ezt követte a nem megfelelő infrastruktúrális háttér (58,6%), majd a szaktudás hiánya (51%). E tekintetben a megkérdezettek legkevésbé a fogyasztói elfogadást tartották gátló tényezőnek. Ebben az esetben is volt lehetőség saját vélemény megfogalmazására. Volt, aki úgy vélte, sok időbe telik, amíg ezek a termékek kifejlesztésre kerülnek és megismertetik őket a fogyasztókkal. Mások a keresletet, a megbízható munkaerő, illetve általában a munkaerő hiányát vagy a nem megfelelő tájékoztatást és információátadást (az ilyen típusú élelmiszerek előnyeivel kapcsolatban) tartják akadálnak. Ezen túl megemlítésre került az is, hogy a fogyasztók fejében kialakult egy kép az élelmiszerek kinézetéről, ízéről, áráról, amihez „hozzá szoktatták őket évtizedeken keresztül”, így nagy tömegben nem fogják megfizetni a minőséget, amíg féláron kapható a „selejt” is.



3. ábra: A személyre szabott élelmiszerek elterjedésének lehetséges akadályai a válaszadók szerint (N=251)

## 5. Következtetések

Habár a vizsgálatban részt vevő vállalatok közel kétharmada még nem hallott a személyre szabott élelmiszerek koncepciójáról, a téma rövid ismertetése után a többség úgy vélte, nem nagy a valószínűsége annak, hogy ezek a termékek a jövőben széles körben elérhetőek lesznek. A kapott eredmények alapján elmondható, hogy ennek több oka is lehet. A magas előállítási/gyártási költségek, a nem megfelelő infrastruktúrális/technológiai háttér, továbbá a szakképzett munkaerő hiánya mind szerepet játszik ebben a forgatókönyvben.

A személyre szabott élelmiszerek létrehozásához szükséges kompetenciák vizsgálata esetén felszínre került, hogy a kitöltők a magyarországi viszonylatokat sem látják erre alkalmasnak, azonban saját magukat és helyzetüket még negatívabban ítélik meg.

Korábbi felmérések [14, 3] arról számoltak be, hogy az európai fogyasztók nyitottak az élelmiszerek személyre szabására, különösen akkor, ha az egészségi állapotuk azáltal megőrizhető, így ez a szempont az élelmiszer-termelés egyik fő mozgatórugójává válhat. A kutatásban részt vevő élelmiszergyártó cégek is hasonló véleményen vannak, még ha nem is ennyire határozott ez az álláspontjuk. Azonban a keresleti oldalt tekintve a választás során az egyik legfőbb mozgatórugó és egyben korlátozó tényező a termékek (magas) ára.

[19] és [20] is beszámolt korábban arról, hogy a fogyasztók ma már az élelmiszerek fiziológiai szükségleteket kielégítő funkcióján túl magasabb érzékszervi minőséget várnak el. Ezen felvetést megerősítve kijelenthető, hogy a megkérdezett vállalatok szerint a személyre szabott élelmiszerek ízletessége valóban fontos kritérium a sikeres forgalomba hozatalhoz.

Egyre több tanulmány születik azzal kapcsolatban, hogy a 3D nyomtatás miként fogja megreformálni az élelmiszeripart (többek között [24, 25, 26, 27]), lehetővé téve a személyre szabott élelmiszerek bonyolult tervezését és megvalósítását. A kapott válaszokból is az a konklúzió vonható le, miszerint ezt sok vállalat egy elképzelhető jövőképek tartja.

## 6. Köszönetnyilvánítás

A publikáció az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3-II-DE-334 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs alapról finanszírozott szakmai támogatásával készült.

## 7. Irodalom

- [1] Panyor Á. (2019): A táplálkozás és a civilizációs betegségek kapcsolata. *Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok* **14** (2) 99-107. doi:10.14232/jtgf.2019.2.99-107
- [2] Nizel, A. E. (1972): Personalized nutrition counseling. *American Society of Dentistry for Children* **39** (5) 353-360.
- [3] de Roos, B. (2013): Personalized nutrition: Ready for practice? *Proceedings of the Nutrition Society* **72** (1) 48-52. doi:10.1017/S0029665112002844
- [4] Fallaize, R., Macready, A. L., Butler, L. T., Ellis, J. A., Lovegrove, J. A. (2013): An insight into the public acceptance of nutrigenomic-based personalised nutrition. *Nutrition Research Reviews* **26** (1) 80-88. doi:10.1017/S0954422413000024
- [5] Kussmann, M., Fay, L. B. (2008): Nutrigenomics and personalized nutrition: Science and concept. *Journal of Personalized Medicine* **5** (5) 447-455. doi:10.2217/17410541.5.5.447
- [6] Ronteltap, A., van Trijp, H., Berezowska, A., Goossens, J. (2013): Nutrigenomics-based personalised nutritional advice: In search of a business model? *Genes and Nutrition* **8** (2) 153-163. doi:10.1007/s12263-012-0308-4
- [7] Kiss M., Farkas N. D. (2021): Genetic-Based Personalized Nutrition in Hungary – Is There a Viable Business Model? *Abstract* **15** (3-4)
- [8] Ueland, Ø., Altintzoglou, T., Kirkhus, B., Lindberg, D., Rognså, G. H., Rosnes, J. T., Rud, I., Varela, P. (2020): Perspectives of personalised food. *Trends in Food Science & Technology* **102**, 169-177. doi:10.1016/j.tifs.2020.05.021
- [9] Ghosh, D. (2010): Personalised food: How personal is it? *Genes and Nutrition* **5** (1) 51-53. doi:10.1007/s12263-009-0139-0
- [10] Ghosh, D. (2014): The drivers and consumer attitudes in the personalisation of health and nutrition. *Agro Food Industry Hi Tech* **25** (2) 48-49.
- [11] Roosen, J., Bruhn, M., Mecking, R. A., Drescher, L. S. (2008): Consumer demand for personalized nutrition and functional food. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* **78** (6) 269-274. doi:10.1024/0300-9831.78.6.269
- [12] Ahlgren, J., Nordgen, A., Perrudin, M., Ronteltap, A., Savigny, J., van Trijp, H., Nordström, K., Görman, U. (2013): Consumers on the Internet: Ethical and legal aspects of commercialization of personalized nutrition. *Genes and Nutrition* **8** (4) 349-355. doi:10.1007/s12263-013-0331-0.
- [13] Ronteltap, A., van Trijp, J. C., Renes, R. J. (2009): Consumer acceptance of nutrigenomics-based personalised nutrition. *British Journal of Nutrition* **101** (1) 132-144. doi:10.1017/S0007114508992552
- [14] Stewart-Knox, B. J., Bunting, B. P., Gilpin, S., Parr, H. J., Pinhao, S., Strain, J. J., Almada, M. D. V., Gibney, M. (2009): Attitudes toward genetic testing and personalised nutrition in a representative sample of European consumers. *British Journal of Nutrition* **101**, 982-989. doi:10.1017/S0007114508055657
- [15] Augustin, M. A., Riley, M., Stockmann, R., Bennett, L., Kahl, A., Lockett, T., Osmond, M., Sanguansri, P., Stonehouse, W., Zajac, I., Cobiac, L. (2016): Role of food processing in food and nutrition security. *Trends in Food Science & Technology* **56**, 115-125. doi: 10.1016/j.tifs.2016.08.005.
- [16] Weaver, C. M., Dwyer, J., Fulgoni, V. L., 3rd, King, J. C., Leveille, G. A., MacDonald, R. S., Ordovas,

J. M., Schnakenberg, D. (2014): Processed foods: Contributions to nutrition. *American Journal of Clinical Nutrition* **99**, 1525-1542. doi:10.3945/ajcn.114.089284

- [17] Gibson, R. S. (2007): The role of diet- and host-related factors in nutrient bioavailability and thus in nutrient-based dietary requirement estimates. *Food and Nutrition Bulletin* **28** (1 Suppl International) 77-100. doi:10.1177/15648265070281S108
- [18] Hiolle, M., Lechevalier, V., Floury, J., Boulier-Monthéan, N., Prioul, C., Dupont, D., et al. (2020): In vitro digestion of complex foods: How microstructure influences food disintegration and micronutrient bioaccessibility. *Food Research International* **128**:108817. doi:10.1016/j.foodres.2019.108817
- [19] Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., Lugasi, A. (2008): Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance - a review. *Appetite* **51**, 456-467. doi:10.1016/j.appet.2008.05.060
- [20] Verbeke, W. (2006): Functional foods: Consumer willingness to compromise on taste for health? *Food Quality and Preference* **17**, 126-131. doi:10.1016/j.foodqual.2005.03.003
- [21] Dijksterhuis, G. (2016): New product failure: Five potential sources discussed. *Trends in Food Science & Technology* **50**, 243-248. doi:10.1016/j.tifs.2016.01.016
- [22] Goldsmith, R. E. (1999): The personalised marketplace: Beyond the 4Ps. *Marketing Intelligence & Planning* **17**, 178-185. doi:10.1108/02634509910275917
- [23] Altintzoglou, T., Skuland, A. V., Carlehög, M., Sone, I., Heide, M., Honkanen, P. (2015): Providing a food choice option increases children's liking of fish as part of a meal. *Food Quality and Preference* **39**, 117-123. doi:10.1016/j.foodqual.2014.06.013
- [24] Severini, C., Derossi, A. (2016): Could the 3D Printing Technology be a Useful Strategy to Obtain Customized Nutrition? *Journal of Clinical Gastroenterology* **50**, 175-178. doi:10.1097/MCG.0000000000000705
- [25] Le-Bail, A., Chierigato Maniglia, B., Le-Bail, P. (2020): Recent advances and future perspective in additive manufacturing of foods based on 3D printing. *Current Opinion in Food Science* **35**, 54-64. doi:10.1016/J.COFS.2020.01.009
- [26] Lin, Y. J., Punpongsanon, P., Wen, X., Iwai D., Sato, K., Obrist, M., Mueller, S. (2020): FoodFab: Creating Food Perception Illusions using Food 3D Printing. Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'20). Honolulu, HI, USA, April 25-30. doi:10.1145/3313831.3376421
- [27] Punpongsanon, P., Lin, Y. J., Wen, X., Iwai D., Sato, K., Obrist, M., Mueller, S. (2020): Demonstration of FoodFab: Creating Food Perceptual Illusions using Food 3D Printing. CHI '20 Extended Abstracts, April 25.30, Honolulu, HI, USA

## *What is the Future of Personalized Food? – Summary*

---

**Keywords:** personalized food, food companies, feasibility

Nutrition-related diseases are one of today's global problems and are still among the leading causes of death in Europe. To improve the trend, consumers need to be made aware that the main cause is lifestyle changes, of which nutrition is an integral part. A significant change in the eating habits of the population is needed, which will require improving the effectiveness of strategies to achieve this. A shift towards personalised nutrition, with the production and consumption of personalised food items as one possible application, could be part of the long-term solution. A number of food companies have seen the potential and have started R&D in this area, but the widespread commercialisation of these products has not yet started. One reason for this is that their production is a very complex and time-consuming process, requiring in-depth multidisciplinary knowledge, as the range and number of factors influencing customisation is very large.

In my primary research I conducted an online questionnaire survey among food companies currently operating in Hungary. Although almost two thirds of the 251 companies surveyed had not heard of the concept of personalised food, after a brief introduction to the topic, the majority of them considered that it was unlikely that these products would be widely available in the future.

The results suggest that there are several reasons for this. High production/manufacturing costs, inadequate infrastructure/technology and lack of skilled labour all play a role in this scenario.

When examining the competences required to create personalised food, it emerged that respondents do not see the Hungarian context as suitable for this either, but they have an even more negative perception of themselves and their situation.

Previous surveys have reported that European consumers are open to personalising food, especially if it can preserve their health, and this aspect could become a key driver for food production. The food companies that participated in the research share a similar view, even if their position is not as strong. However, on the demand side, the (high) price of products is one of the main drivers and constraints in the choice.

Several studies have reported in the past that consumers now expect a higher sensory quality in addition to the physiological function of food. Confirming this, the companies surveyed consider that the palatability of personalised foods is indeed an important criterion for successful marketing.

More and more studies are being done on how 3D printing will reform the food industry, enabling the sophisticated design and implementation of personalised food. One conclusion that can be drawn from the responses received is that many companies see this as a viable vision for the future.

In the light of the results obtained, it can therefore be concluded that the mass production and marketing of personalised food is still a long way off, with a number of barriers to effective implementation (high costs, inadequate infrastructure and skills gaps). It is also important to dispel the misconceptions that personalised marketing is not the same as personalised food.

<sup>1</sup> University of Debrecen, Faculty of Economics and Business, Institute of Marketing and Commerce



## Fogyasztói élelmiszerhulladék-csökkentési programok Európában

**Kulcsszavak:** élelmiszer-pazarlás, globális élelmiszertermelés, élelmiszerhulladékok platformja, EU Zöld megállapodás, Love Food Hate Waste kampány, Strefowa projekt

### 1. Összefoglalás

Az elmúlt két évtizedben a tudományos közösség jelentős mértékű ismeretet halmozott fel a fogyasztói élelmiszer-pazarlással kapcsolatban. Ismerjük a pazarlást befolyásoló egyéni, társadalmi, demográfiai tényezőket, és számos tapasztalatunk van a csökkentési programok tervezésének, kivitelezésének tekintetében. Az Európai Unió ebben az időszakban az élelmiszer-hulladékok csökkentésére jogszabályi keretrendszert, valamint szakpolitikai programcsomagot épített fel. Az EU célja, hogy – követve az ENSZ fenntartható fejlődési irányvonalát (SDG 12.3) – 2030-ig felére csökkentse a fogyasztói élelmiszer-hulladék mennyiségét [1]. Ennek érdekében a tagállamokat nemzeti élelmiszerhulladék-megelőzési programok indítására, valamint az élelmiszer-hulladékok mennyiségének mérésére és jelentésére kötelezte. Cikkünkben ismertetjük az említett jogszabályi és szakpolitikai keretrendszert. Tanulmányunk célja továbbá feltérképezni a tagállami élelmiszerhulladék-megelőzési programokat, valamint azok célkitűzéseit vizsgálni az ENSZ SDG 12.3 csökkentési cél tükrében. Megvizsgáltuk az élelmiszerhulladék-csökkentés területén zászlóshajónak számító nemzetközi projekteket is. Az eddigi tapasztalatok alapján a tagállamok elköteleződtek az 50%-os csökkentési cél irányában, azonban az összehangolt mérési módszertan, a viszonyítási bázis és a beavatkozási programok hatékonysága terén egyelőre kevés információ áll rendelkezésre. A csökkentési cél reális megvalósíthatósága tehát egyelőre kérdéses. Javaslatunk az EU szintjén egyéni tagállami csökkentési célok meghatározása, valamint a csökkentési programok hatékonyságát ellenőrző egységes rendszer kialakítása.

<sup>1</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

<sup>2</sup> Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Kockázatkezelési Igazgatóság

<sup>3</sup> Állatorvostudományi Egyetem, Élelmiszerlánc-tudományi Intézet

**KASZA Gyula**  
**KUNSZABÓ Atilla**  
**MIKULÁS Viktória**  
**DORKÓ Annamária**  
**SZAKOS Dávid**

kasza.gyula@uni-mate.hu  
kunszabo.atilla@univet.hu  
mikulasv@nebih.gov.hu  
dorkoa@nebih.gov.hu  
szakos.david@univet.hu

<https://orcid.org/0000-0003-3120-2820>  
<https://orcid.org/0000-0002-5797-6632>  
<https://orcid.org/0000-0002-0280-0090>

## 2. Bevezetés

A 21. századi globális élelmiszerellátási láncnak számos kihívással, megoldásra váró nehézséggel kell szembenéznie, amelyek az ellátási lánc valamennyi szereplőjét érintik [2, 3]. Míg a Föld jelentős részén a mai napig tömeges alultápláltság tapasztalható [4], a nemzetközi agrár- és élelmiszer-kereskedelem egyre összetettebb hálózata új problémák elé állítja a társadalmat, úgymint az új veszélyek megjelenése, vagy az élelmiszer-hulladékok keletkezése [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Globális szinten évente 1,3 milliárd tonna olyan élelmiszert állítunk elő, amelyet aztán nem fogyasztunk el [11], ez a mennyiség a hulladékkezelés és a termelés során feleslegesen felhasznált inputok terén is jelentős környezetterhelést eredményez. A gazdaságilag fejlettebb országokban megfigyelhető jelenség, hogy az élelmiszerlánc végén, a fogyasztók háztartásában keletkezik a legtöbb élelmiszer-hulladék, míg a kevésbé fejlett területeken elsősorban az elsődleges termelés, feldolgozás és a logisztikai folyamatok színterein jelentkezik nagy mennyiségű veszteség, amely technológiai elmaradottságra és gazdaságszervezési problémákra egyaránt visszavezethető [12]. Európai becslések szerint az EU tagállamokban keletkezett élelmiszer-hulladékok 53%-a háztartásokhoz köthető [13].

Az élelmiszer-pazarlásnak súlyos gazdasági, társadalmi, valamint környezeti következményei vannak. Az ENSZ becslései szerint a világon keletkező üvegházhatású gáz kibocsátás 8-10%-a az előállított, de el nem fogyasztott élelmiszerekhez köthető [14]. Az Európai Unió élelmiszer-hulladék „termelése” 186 megatonna szén-dioxiddal egyenértékű üvegházhatású gáz kibocsátást eredményez [15], mely csupán 10 megatonnával marad el Spanyolország 2019-es teljes gáz kibocsátásától [16]. Magyarországon egy fő átlagosan évente 65,5 kg élelmiszer-hulladékot termel otthonában, melynek csaknem fele a valódi pazarlást jelentő, úgynevezett „elkerülhető” kategóriába sorolható [17]. Az elkerülhető élelmiszer-hulladék azt jelenti, hogy az élelmiszer emberi fogyasztásra eredetileg tökéletesen alkalmas volt, és a kidobás oka többnyire a tudatosság hiányából fakadó nem megfelelő fogyasztói magatartás – pl. túl sok étel főzése, túlméretezett adag a tányéron, feledékenység miatt túltárolt élelmiszer [18] – amely nagyobb odafigyeléssel orvosolható lehetne. Legnagyobb arányban főtt ételek kötnek ki a magyar háztartások hulladéktárolóiban [19], mely a feldolgozottsági fok és az ebből adódó környezetterhelés szempontjából kifejezetten kedvezőtlen. Ezt követik a zöldségek és gyümölcsök, valamint a pékáruk.

## 3. Az élelmiszer-pazarlás okai

Az elmúlt 20 évben számos, a fogyasztói és háztartási élelmiszer-pazarlás okait vizsgáló nemzetközi tudományos közlemény látott napvilágot [20, 21, 22, 23, 24]. A kutatók megannyi befolyásoló tényezőt vizsgáltak, így például a demográfiai jellemzőket, mellyel kapcsolatban többen megállapították, hogy a tehetősebbek, a fiatalok, a férfiak, valamint a kis gyermeket nevelő családok többnyire pazarlóbbak [19, 25, 26, 27]. A demográfiai jellemzők azonban csak közvetett hatást gyakorolnak az élelmiszer-pazarlásra [28]. Ahhoz, hogy ezt a komplex mechanizmust megértsük, mélyebb összefüggéseket kell keresnünk, melyekhez a fogyasztói attitűdök és szokásmintázatok, az életmód, a társadalmi normák, valamint az élelmiszerekkel kapcsolatos ismeretek feltárásán keresztül tudunk közelebb kerülni [29]. Egyes eredmények arra utalnak, hogy az élelmiszer-pazarlás kevésbé a tudatos magatartás következményeként, mint inkább a megrögzött fogyasztói szokások, rutinszerű cselekmények eredőjeként jelentkezik [17, 30]. Ilyen rutinszerű kedvezőtlen gyakorlat lehet például a túl sok étel főzése, a túlvásárlás, a nem megfelelő tárolás, vagy a lejáratí idő figyelmen kívül hagyása [31]. További azonosított tényező a fogyasztók élelmiszerekkel kapcsolatos ismeretének hiánya - pl. a különböző dátumjelölésekkel kapcsolatos tudáshiány [32, 33]. Az élelmiszer-pazarlás szintjét ugyanakkor csökkenti a fogyasztók társadalmi, valamint egyéni értékrendje, pl. büntudat és az egyéni felelősség érzése [34], illetve az élelmiszerekkel kapcsolatos pozitív attitűd [35, 36]. A kutatási tapasztalatok alapján az élelmiszer-pazarlás mértékét az élelmiszerekkel kapcsolatos fogyasztói magatartás befolyásolja közvetlenül, melyre a lehetőségek (idő, eszközök); a motiváció (attitűd, tudatosság, társadalmi normák); valamint az egyéni képességek (ismeretek, gyakorlati tudás) hatnak [28]. Ezekre pedig hatást gyakorolnak a demográfiai jellemzők (nem, kor, jövedelem, képzettség, háztartás mérete). A hazai kutatásokból is kiderül, hogy a jobb módú háztartások szignifikánsan többet pazarolnak, a kisgyerekes családok élelmiszer-hulladéka is lényegesen több, mint az átlag. A magyar eredmények elemzése feltárta továbbá, hogy az idősebbek (különösen, akik megélték a második világháborút követő nehezebb évtizedeket) alig pazarolnak, és a nők, valamint azok is, akik bármilyen saját élelmiszer-termelési tevékenységet folytatnak, szintén lényegesen tudatosabban bánnak az élelmiszerekkel [19, 27]. Érdekes eredmény, hogy az egyetemisták, és az egyetemet frissen végzettek között már most látható egy olyan csoport, amely véleményvezérnek tekinthető, és az élelmiszer-pazarlás visszafogása mellett más területen is igyekeznek fenntartható módon élni (energiatudatosság, vízfelhasználás, közlekedési szokások), még ha ennek számos akadálya is van, mint például az idő, vagy a megfelelő ismeretek hiánya [37, 38].

#### 4. Beavatkozási lehetőségek

A háztartási ételmaradék-pazarlást tehát összetett egyéni, demográfiai, társadalmi, valamint kulturális tényezők befolyásolják, ezáltal nem könnyű feladat egyértelmű beavatkozási pontokat találni, illetve hatékony kommunikációs stratégiát építeni. A kutatások többnyire egy irányba mutatnak abban a tekintetben, hogy az ételmaradék-mennyiségének csökkentésére célzott kommunikációt alkalmazó szemléletformáló kampányok indítását javasolják [27, 31, 39, 40]. Szakos et al. (2021) szerint a leghatékonyabb módja ennek a már gyermekkorban elkezdett szemléletformálás és oktatás [27, 41]. Zamri et al. (2020) eredményei alapján az oktatási programok hatékony és kevésbé költséges megoldást nyújtanak a szemléletformálásra és az ételmaradék-fogyasztói szintű csökkentésére [42]. Bizonyos kutatások alapján már az is elegendő a magatartás megváltoztatására, ha a háztartások elkezdik mérni az ételmaradékukat és tudatosítják a kidobás okát [43]. Mások arra a következtetésre jutottak, hogy a fogyasztók által észlelt magatartási kontroll – tehát, hogy a fogyasztó mennyire érzi magát képesnek a helyzet megváltoztatására – fejlesztésével lehet pozitív eredményt elérni [44]. Shaw et al. (2018) kísérletei alapján az ételmaradék-pazarlás környezeti terheit és költségvonzatait hangsúlyozó üzenetek nem bizonyulnak hatékony eszköznek [45]. Egy másik kutatás szerint mind a gyakorlati, mind az elméleti információ kiemelten fontos, melyekhez fogyasztói kutatásokkal támogatott, célcsoport-specifikus üzeneteket kell átadni [46]. Az 1. táblázatban saját gyűjtés alapján bemutatjuk a fogyasztói ételmaradék-pazarlás csökkentést célzó szemléletformálási és oktatási programok leggyakrabban alkalmazott eszközeit és üzeneteit.

1. táblázat. A fogyasztói ételmaradék-pazarlás csökkentést célzó szemléletformálási és oktatási programok alkalmazott eszközei és üzenetei

Célterület	Csatornák, eszközök	Üzenetek
Lakossági szemléletformálás	Elektronikus/letölthető anyagok <ul style="list-style-type: none"> <li>- Útmutatók</li> <li>- Infografikák</li> <li>- Videók</li> <li>- Sajtómegjelenések (cikkek, rádiós interjúk, TV megjelenés, hirdetés)</li> </ul> Tematikus programok <ul style="list-style-type: none"> <li>- Versenyek, kihívások</li> <li>- Tervezett, egyszeri alkalmú intervenciók</li> <li>- Roadshow események (kiteleplés)</li> <li>- Főzőtanfolyamok</li> </ul>	Általános ismeretek <ul style="list-style-type: none"> <li>- Számadatok</li> <li>- Környezeti, gazdasági, társadalmi hatás</li> <li>- Ételmaradék eszmei értéke</li> </ul> Tudás- és képességfejlesztés <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tervezés (bevásárlólista, mennyiségi szükségletek)</li> <li>- Vásárlás (minőségmegőrzési és fogyaszthatósági idő, szezonális termékek)</li> <li>- Tárolás (hűtés hőmérséklete, FIFO elv, fagyaszthatóság)</li> </ul>
Iskolai oktatás	Elektronikus/letölthető anyagok <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tananyagok (tankönyv, munkafüzet, szerkeszthető prezentációk)</li> <li>- Videók</li> <li>- Társasjátékok, kvízek</li> </ul> Tematikus programok <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tantermi órák, interaktív előadások</li> <li>- Kiteleplés gyermekeseményekre</li> <li>- Egyéni/csoportos versenyek, díjak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ételkészítés (mennyiség, új fogások fogyasztható maradékokból)</li> <li>- Fogyasztás (adagok mérete)</li> <li>- Hulladékkezelés (komposztálás, állatok etetése)</li> </ul>

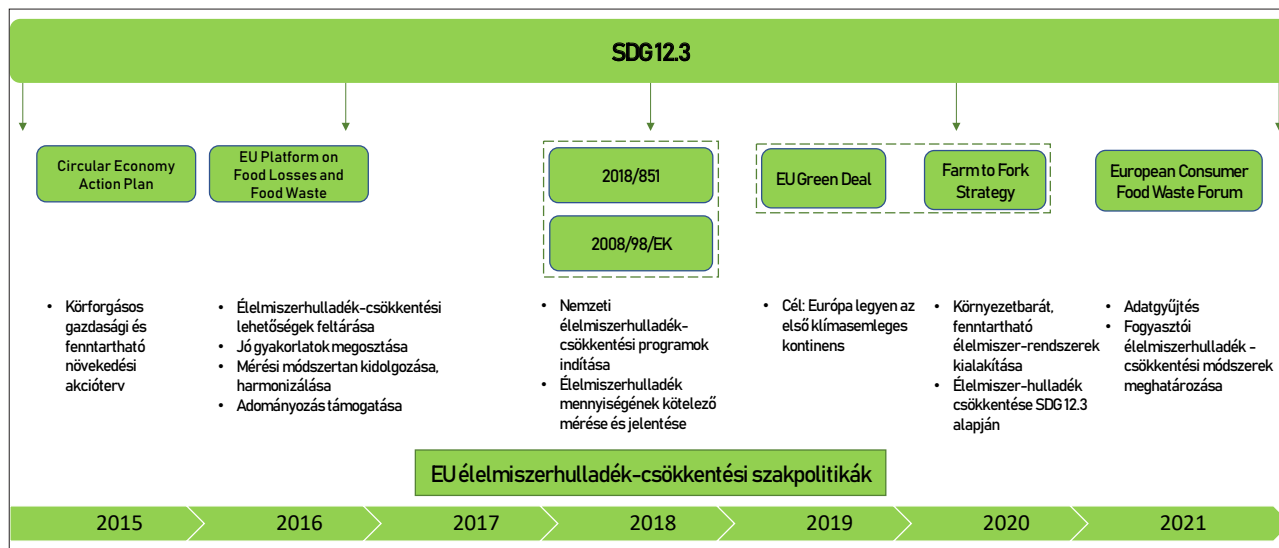
#### 5. Nemzetközi szakpolitikai irányvonalak

Ebben a fejezetben áttekintést nyújtunk az európai háztartási ételmaradék-megelőzési programokról, csökkentési stratégiákról, jogszabályokról, valamint megvizsgáljuk, hogy az egyes programok megfelelnek-e az ENSZ 12.3 Fenntartható Fejlődési Célkitűzésének. További cél annak megállapítása, hogy a megelőzési programok vizsgálják-e tevékenységük hatékonyságát az ételmaradék-megelőzésének tekintetében.

Ahhoz, hogy csökkentjük az ételmaradék-pazarlást, valamint a vele járó társadalmi és környezeti terhet, szigorú szakpolitikai célkitűzésekre és ellenőrzési stratégiára van szükség. Az ENSZ 2015-ben 17 Fenntartható Fejlődési Cél (Sustainable Development Goals – SDG) fogalmazott meg, melyek célja a társadalmi jólét megteremtése, a bolygó védelme, a szegénység és éhezés felszámolása, valamint a szereplők együttműködésének ösztönzése [1]. A fenntartható fogyasztási célkitűzés egyik alpontja, hogy 2030-ig világszinten a felére csökkentjük a fogyasztók és a kiskereskedelmi láncok szintjén az ételmaradék-mennyiségét (SDG 12.3). Az ENSZ ételmaradék-csökkentési irányvonalait egy az egyben tükrözik az Európai Unió elmúlt években kiadott fenntarthatósági és klímavédelmi szakpolitikái [47, 48]. A Termőföldtől az Asztalig Stratégia (Farm to Fork Strategy), az EU Zöld Megállapodás (EU Green Deal) részeként kijelenti, hogy az Európai Bizottság elkötelezi magát az ENSZ SDG 12.3 irányában, és ezzel stratégiai pályára állítja az ételmaradék-pazarlás Unió szintű visszaszorítását, valamint a tagállamokat is aktív fellépésre ösztönzi [48].

Az uniós törekvések azonban már ezt megelőzően is elkezdődtek. Az EU körforgásos gazdaságra vonatkozó cselekvési terve (Circular Economy Action Plan) kijelölte a Bizottságot egy közösségi élelmiszerhulladék-mérési módszertan kidolgozására, hogy ezzel támogassa az SDG 12.3 élelmiszer-pazarlásra vonatkozó célkitűzésének elérését és maximalizálja az élelmiszerlánc valamennyi szereplőjének hozzájárulását [49]. Ezzel együtt a cselekvési terv egy élelmiszerhulladék-megelőzést célzó szervezet megalakulását javasolta, melynek megfelelően 2016-ban létrehozták az Európai Unió – szakpolitikai képviselőket, kutatókat, üzleti érdekelt feleket, valamint civil szervezeteket tömörítő – Élelmiszer-veszteségek és Élelmiszer-hulladékok Platformját (EU Platform on Food Losses and Food Waste). A Platform tevékenységének legfőbb célja, hogy támogassa az összes szereplőt az élelmiszer-pazarlás megelőzéséhez szükséges intézkedések meghatározásában, a legjobb gyakorlatok megosztásában, valamint az elért eredmények értékelésében. A Platform kulcsjavaslatokat dolgozott ki az élelmiszerlánc minden szintjén az élelmiszer-hulladékok csökkentésére [50], melyben a fogyasztók esetében az az egyszerű információátadáson alapuló szemléletformálás helyett előtérbe helyezi a gyakorlati tanácsok átadását, valamint a társadalmi normákra gyakorolt hatást. További kutatásokat javasol a fogyasztói magatartás mélyebb megértésére, valamint a különböző társadalmi szegmensek meghatározására. Az EU Platform magyarországi nemzeti delegáltja a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih) Maradék nélkül programjának vezetője, de a szervezetben képviselteti magát az Agrárminisztérium, valamint a Magyar Élelmiszerbank is [51]. Az EU Közös Kutatóközpontja (Joint Research Centre, JRC) a Bizottsággal közösen 2021-ben létrehozta a 16 kutatóból álló Európai Fogyasztói Élelmiszer-hulladék Fórumot (European Consumer Food Waste Forum), amelybe egy magyar szakember is meghívást kapott [52]. A Fórum célkitűzései: i) az élelmiszer-pazarlást előidéző tényezők áttekintése és a fogyasztói magatartás változtatásának lehetőségei; ii) kutatás és adatgyűjtés a fogyasztói élelmiszer-pazarlás megelőzését és csökkentését célzó beavatkozásokról, különösen az EU-tagállamokban; iii) az azonosított beavatkozások értékelése megvalósíthatóságuk, elérhetőségük és hatékonyságuk alapján; iv) kutatási protokoll kidolgozása a hatékony beavatkozásokhoz és további, célcsoportra szabott kutatások végrehajtásához; v) többszintű, bizonyítékokon alapuló eszköztár kidolgozása, amelyet az EU-tagállamok, valamint a helyi hatóságok is alkalmazni tudnak [53].

Az EU 2018-ban hatályba lépett hulladékokról szóló, a 2008/98/EK irányelvet módosító 2018/851 irányelve felszólítja a tagállamokat, hogy indítsanak nemzeti megelőzési programokat, melyeken keresztül csökkentik a keletkező élelmiszer-hulladékok mennyiségét [54]. Emellett 2022-től kötelezővé tették a tagállamok számára, hogy évente mérjék és jelentsék élelmiszerhulladék-mennyiségüket, teret adva ezzel a 2030-ra kitűzött csökkentési cél folyamatos ellenőrzésének. A jelentés minőségi követelményeire vonatkozó jogszabály ugyan keretbe foglalja az alkalmazható módszereket, azonban nem ad egységes útmutatást a tagállamok számára [55]. Az **1. ábrán** összefoglaltuk az EU szinten kiadott élelmiszerhulladék-megelőzési szakpolitikákat, jogszabályokat.



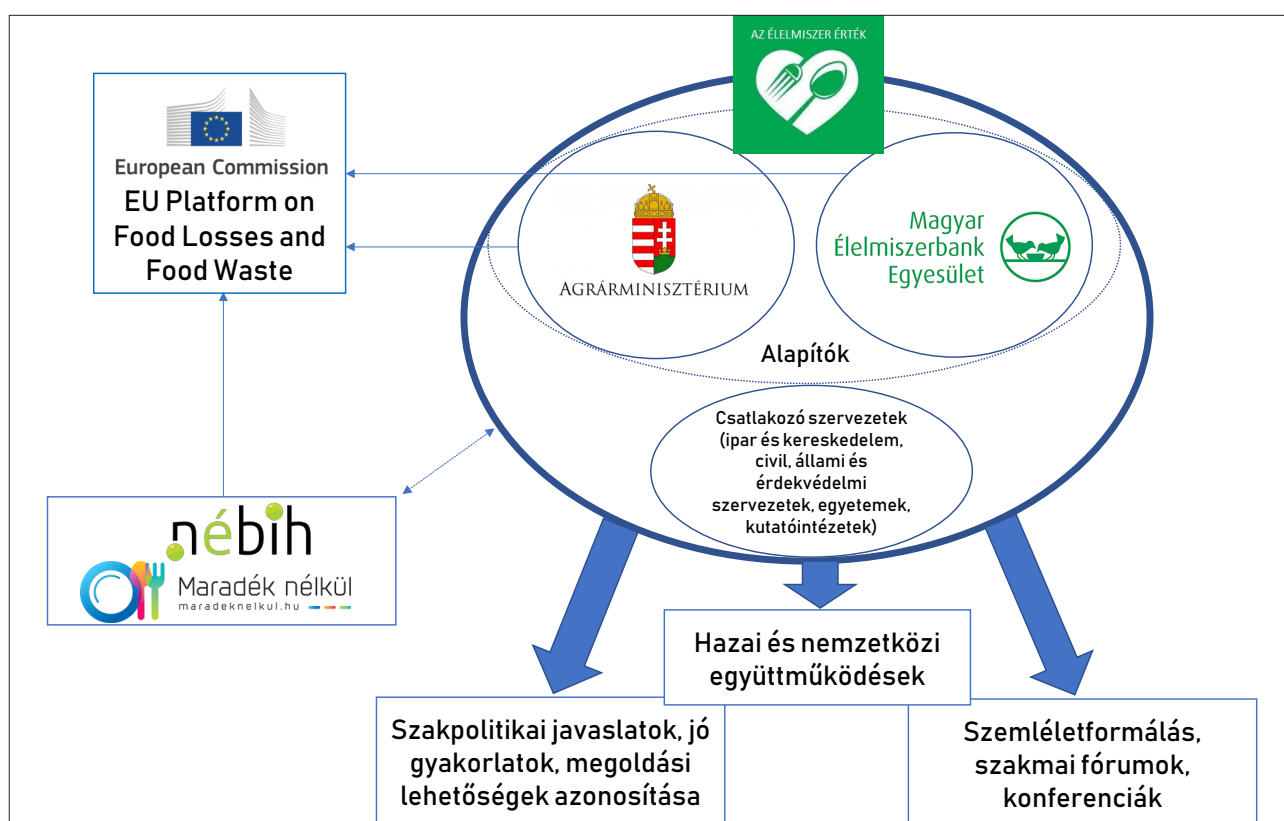
1. ábra. Az Európai Unió élelmiszerhulladék-megelőzést célzó fontosabb szakpolitikái

## 6. Magyarország háztartási élelmiszerhulladék-csökkentési irányvonalai

Nemcsak az Unió szintjén mozgat meg komoly szakpolitikai erőket az élelmiszer-pazarlás kérdésköre: az elmúlt évtizedben Magyarországon is elkezdődtek az élelmiszer-hulladék csökkentését célzó törekvések. Az Agrárminisztérium és a Magyar Élelmiszerbank Egyesület együttműködésében 2014-ben létrejött az Élelmiszer Érték Fórum [56]. A jelenleg 58 tagszervezetet számláló Fórum célja az érdekelt felek találkoztatása, a szemléletbeli, technológiai és jogszabályi kihívások feloldása és ezáltal egyrészt az élelmiszer-hulladék csökkentése, másrészt pedig az emberi fogyasztásra alkalmas, élelmiszer-biztonsági szempontból kifogástalan élelmiszer-felesleg lehető legnagyobb arányú adományozása. A Fórum lehetőséget biztosít az élelmiszer-ágazat szereplőinek az aktuális kérdések megvitatására, így például 2021-ben a lejárt minőségmegőrzési

idejű termékek adományozásának jogszabályba foglalt feltételeiről, valamint a kötelező élelmiszerhulladék-mérésről tartottak konferenciát a tagok.

Az Élelmiszer Érték Fórum megalakulása után két évvel indult a Nébih EU-LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement) program társfinanszírozásában megvalósuló Maradék nélkül elnevezésű szemléletformáló projektje [57, 58]. A program elsősorban a háztartásokra, és ezen belül is a valódi pazarlást jelentő elkerülhető élelmiszer-hulladékok megelőzésére összpontosít. A Maradék nélkül program számos elérési indikátort, valamint fogyasztói élelmiszerhulladék-csökkentési célt is megfogalmazott. A program keretében 2016-ban és 2019-ben két háztartási élelmiszerhulladék-mérés készült (előbb 100, majd 165 háztartás bevonásával), melyek eredményei alapján három év alatt 4%-os csökkenés volt megfigyelhető [17, 19]. Az elérési indikátorok szempontjából kiemelkedő eredményeket sikerült elérni a program (2016-os) kezdete óta. Szemléletformáló, kommunikációs anyagok segítségével 200 millió lakost, az oktatási program keretében pedig – mely magában foglal elektronikus és nyomtatott tananyagokat, interaktív tanórákat, két témaspecifikus nyári tábort, valamint iskolásoknak szervezett versenyeket, kvízeket – 15.500 iskolást és 1800 tanárt sikerült személyesen elérni, valamint csaknem félmillió oktatási kiadvány talált gazdára [59, 60]. A Nébih a Maradék nélkül programon belül a jövőben is fenntartja élelmiszer-hulladékokkal kapcsolatos fogyasztói szemléletformálását, az iskolai tevékenységek pedig a hivatal oktatási programján keresztül fognak megvalósulni, melynek immár szerves részét képezi a fenntartható élelmiszer-fogyasztással kapcsolatos tudásanyag is. A 2. ábrán az Élelmiszer Érték Fórum szervezeti felépítése, valamint kapcsolódó szervezetei láthatók.



2. ábra. Az Élelmiszer Érték Fórum felépítése és kapcsolódó szervezetei

Az élelmiszerhulladék-csökkentés kérdésköre a 2021–2027 időszakra vonatkozó Országos Hulladékgazdálkodási Tervben is említésre került. A stratégia előre bocsátja, hogy az ENSZ 12.3 Fenntartható Fejlődési Céljának megfelelően Magyarország cselekvési tervet dolgoz ki az élelmiszerhulladékok csökkentésére.

## 7. Európai körkép - az EU tagállamok megelőzési programjai

A JRC európai felmérése alapján a fogyasztói magatartás változását célzó programok többnyire négy irányban indulnak el: szemléletformálás/oktatás; a magatartás változását segítő digitális eszközfejlesztés; iskolai programok; valamint díjak és ösztönzők [61]. A JRC jelentése szerint a megelőzési programok értékeléséhez az alábbi kritériumokat kell vizsgálni:

- a program minőségjellemzőinek definiálása (probléma meghatározás, célok definiálása, megvalósítási stratégia, értékelő rendszer kialakítása);
- hatékonyság (az eredmények elérésének sikeressége);

- hatásosság (az eredmények elérése a legkisebb idő/költség/energiaráfordítással);
- fenntarthatóság;
- átültethetőség és méretezhetőség (más kontextusba való helyezés, vagy más méretekben való alkalmazás);
- területek közötti együttműködés (programba bevont szereplők és azok együttműködése).

A JRC jelentésében áttekintett megelőzési programok többsége nem alkalmazott úgynevezett fő teljesítménymutatókat (Key Performance Indicator), amelyek a tevékenységek hatékonyságáról adnának visszajelzést [61]. A háztartási élelmiszerhulladék-csökkentési jó gyakorlatok valós eredményességének értékelése – azaz, hogy egy adott megelőzési programnak/beavatkozási tevékenységnek köszönhetően mennyivel csökken a vizsgált populációban az élelmiszer-hulladék mennyisége – jelen állás szerint tehát nem megoldott, amelyet más kutatások is megerősítettek [62, 63].

A nemzeti élelmiszerhulladék-megelőzési programok többségében az élelmiszerlánc minden szintjét érintik. A nemzeti szintű élelmiszerhulladék-csökkentési szakpolitikákat szemléletformálási kampányok egészítik ki, melyeket gyakran uniós pályázati források bevonásával indítanak. Az iskolai oktatás, valamint az országos oktatási kerettanterv bővítése is több tagállamban bekerült a célkitűzések közé, habár ez utóbbi összetett jogszabályi eljárást von maga után, így nagy mértékben akadályozott. A következőkben Európában a területen élen járó országok megelőzési programjait, konzorciális projektjeit mutatjuk be a teljesség igénye nélkül. Az információkat első sorban az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (European Environmental Agency, EEA) áttekintéséből [64], valamint az EU élelmiszerhulladék- és veszteség központ (EU Food Loss and Waste Prevention Hub) honlapjáról [65] gyűjtöttük össze. A gyűjtés kiegészítésére szolgál az **1. sz. melléklet**, melyben az EU összes országának élelmiszerhulladék-megelőzési programjait mutatjuk be.

Hollandia számos szakpolitikai dokumentumában elköteleződött az SDG 12.3 irányába. A holland nemzeti program koordinátora az agrártárcaért felelős minisztérium, a program végrehajtását pedig a Food Waste Free United alapítvány végzi [66]. Fő céljuk az országban keletkező 1 milliárd kilogramm élelmiszer-hulladék minimalizálása. A fogyasztók szintjén több mint egy évtizede (2010 óta) hároméves periódusokban élelmiszer-hulladék mérést végeznek [67], hogy visszajelzést kapjanak a tevékenységük hatékonyságáról. Eredményeik alapján 2010 és 2019 között 29%-os csökkenést értek el a háztartások szintjén (jelenleg 34,3 kg az egy főre eső élelmiszer-hulladék mennyisége). A fizikai élelmiszerhulladék-mérést fogyasztói kérdőíves felmérések is kiegészítik [68].

Németországban 2019-ben megjelent a nemzeti élelmiszerhulladék-csökkentési stratégia. A stratégia megfelel az ENSZ SDG 12.3 50%-os csökkentési célkitűzésének [66]. A nemzeti stratégia részeként 2015-ben kiinduló tanulmányt készítettek az élelmiszerlánc valamennyi szintjén keletkező élelmiszer-hulladék mennyiségéről, azonban a csökkentési programok értékelését célzó kutatás azóta nem készült. A háztartások szintjén 2016-ban és 2017-ben 6853 háztartásra kiterjedő országosan reprezentatív felmérést készítettek [29]. Legújabb élelmiszerhulladék-csökkentési és -mérési akciójuk három fázisból áll: az első fázisban a toborzott háztartások lemérik élelmiszer-hulladékukat, majd egy beavatkozási kampányt követően ismét, végül pár hónap elteltével egy harmadik alkalommal szintén elvégeznek egy mérést [69, 70]. Ez egy olyan mérési sorozatnak ígérkezik, mely pontos visszajelzést ad az országos beavatkozási kampány rövid- és hosszútávú hatékonyságáról.

A portugál nemzeti stratégia egy 14 pontos, célkitűzésekkel, indikátorokkal és időszávvá definiált akciócsomagból áll [66]. A programnak része számos szemléletformáló intézkedés, és ezeket számszerű indikátorokkal követik nyomon (pl. tudatosságnövelő akciók előmozdítása a fogyasztók körében; gyermekkori oktatás; képzések szervezése az élelmiszerlánc különböző szereplői számára, jó gyakorlatok megosztása) [71]. A háztartási élelmiszer-hulladékok mennyiségére vonatkozó nyomonkövetési rendszer kialakítását azonban nem írták elő.

Svédország 2012 óta méri az élelmiszer-hulladék szintjét az országban [66]. A program irányelvei megfelelnek az ENSZ SDG 12.3 célkitűzésnek. A svéd kormány két mérföldkőnek számító élelmiszerhulladék-csökkentési célt fogadott el környezetvédelmi célkitűzései között, amelyek célja az élelmiszerláncban keletkező élelmiszer-vesztés és -hulladék csökkentése. Az első mérföldkő célja 2020 és 2025 között az élelmiszer-hulladék teljes mennyiségét legalább 20%-kal csökkenteni az egy főre jutó tömeg alapján; a második pedig, hogy 2025-re az élelmiszertermelés nagyobb hányada jusson el a kiskereskedőkhöz és a fogyasztókhoz. Az eredményeket éves szinten nyomon követik, a kormány számára éves jelentéseket állítanak össze. A két cél a felülvizsgált svéd hulladékgazdálkodási terv és hulladék-megelőzési program (2018-2023) részét is képezi.

Az Egyesült Királyságban a 2002-ben kiadott hulladékstratégiának köszönhetően megalakult a WRAP (Waste and Resources Action Programme) [72], valamint ezen belül a Love Food Hate Waste kampány (LFHW). Az LFHW kampány hatékonysági mérései alapján 2007 és 2012 között 24%-kal sikerült csökkenteni

az egy főre eső háztartási élelmiszer-hulladék mennyiségét [73]. Az LFHW kampányokból és közösségi szerepvállalásokból állt helyi hatóságok, élelmiszer-kiskereskedők és közösségi csoportok bevonásával. A lakosság elköteleződésére helyi intenzív kampányokat, élelmiszerhulladék-csökkentési kihívásokat, roadshow eseményeket, főzőtanfolyamokat, képzéseket, workshopokat szerveztek. Néhány alkalommal, nem egységes módszertant alkalmazva esettanulmány jelleggel mérték a program intervenciók tevékenységének hatékonyságát. Két esettanulmány eredménye 15%-os csökkenést mutatott az elkerülhető háztartási élelmiszer-hulladékok esetében, két helyi intenzív kampány hatására.

Az uniós forrásokon alapuló konzorcialis együttműködések zászlóshajóiként lehet említeni a FUSIONS, valamint a REFRESH projekteket. A FUSIONS (2012-2016) 21 partnerszervezettel együtt javaslatot tett az élelmiszer-hulladék fogalmának rendszerhatárait, definíciójára, egységes mérési módszertant dolgozott ki, Európa szintű együttműködést ösztönzött, szakpolitikai és jogszabályi helyzetelemzést végzett, valamint számba vette a társadalmi kezdeményezéseken alapuló innovációkat [74]. A REFRESH projekt széleskörű kutatási tevékenységének köszönhetően azonosította a fogyasztói élelmiszer-pazarlást meghatározó magatartási tényezőket, meghatározta az EU-ban keletkező élelmiszer-hulladékok mértékét, valamint szakpolitikai javaslatokat dolgozott ki a probléma mérséklésére [75]. Mindkét projekt nagy hatást gyakorolt a jelenlegi EU szintű szakpolitikai és tudományos törekvésekre.

Három osztrák és két magyar partnerszervezet együttműködésében indult 2016-ban a Strefowa projekt az EU Interreg programjának támogatásával [76]. A projekten belül megvalósult kiskereskedelmi láncokban történő szemléletformálás (ösztönzés a közelebbi lejáratú joghurt választására), oktatási tananyagfejlesztés, iskolai menzákban való interaktív szemléletformálás, valamint a turizmus szektorban keletkező élelmiszerhulladék-csökkentési lehetőségek felmérése. Roadshow eseményeken keresztül 2000 osztrák lakosnak osztottak „elsősegély dobozokat”, melyek tartalmaztak élelmiszerhulladék-megelőzési tippeket, maradék recept ötleteket, fagyasztási segédletet, fagyasztó tasakot, tárolási hőmérsékleti útmutatót, „ne feledkezz meg rólam” kártyát, valamint adományozást hirdető kártyát. A dobozok hatékonyságát kérdőívek segítségével mérték, melyben a válaszadóknak egyéni értékelést kellett adniuk a megosztott információkkal kapcsolatban. A válaszadók közel 46%-a nyilatkozta, hogy az „elsősegély” doboznak köszönhetően kevesebb élelmiszert dob ki. A beavatkozási akció következtében észlelhető számszerű élelmiszerhulladék-csökkenésről azonban nem gyűjtöttek adatokat.

## 8. Következtetések, jövőkép

Az ENSZ SDG 12.3, és a benne szereplő 50%-os háztartási élelmiszerhulladék-csökkentés ambiciózus célkitűzés, amely kiváló hivatkozási alapként szolgál és erős ösztönzőként hat az élelmiszerlánc valamennyi szereplőjére. Tapasztalataink alapján kevés kivétellel az összes tagállam, ha nem is jogszabályi szinten rögzíti, de szakpolitikai dokumentumaiban stratégiai kérdésként tekint rá. Az elmúlt években sikerült uniós szinten jogszabályi keretekbe foglalni az élelmiszer-hulladék definícióját, megelőzési programok létesítését, a kötelező mérést, valamint az alkalmazható mérési módszereket. Az 50%-os csökkentési cél megvalósíthatósága azonban egyelőre nyitott kérdés. A tagállamok közötti egyeztetésekben számos felvetés merül fel, például a mért adatok minőségével kapcsolatban. Az egységes módszertan hiánya nagyban befolyásolja az eredményeket. A kérdés, hogy azon országok, amelyek már több éve intenzív kampányokat működtetnek, és kiemelkedő eredményeket értek el (pl. Hollandia), meddig fogják tudni csökkenteni a háztartásokban keletkező élelmiszer-hulladékok szintjét. Az alacsonyabb bázisokról induló országok várható jövőbeli eredményei, és a további csökkenés üteme nyilvánvalóan nem összehasonlítható azon tagállamok csökkentési mértékével, amelyek csak most lépnek erre az útra. Felmerül továbbá, hogy mennyire hatékonyak a csökkentési programok azokban az országokban, ahol a pazarlás szintje – például az kisebb lakossági reáljövedelmek miatt – alapvetően jóval alacsonyabb az átlagnál. A nemzeti megelőzési programok és az EU támogatással megvalósuló projektek számos sikert könyvelhetnek el, azonban konkrét hatékonysági mutatókat többnyire nem tudnak felmutatni, így kevés információ áll rendelkezésre a beavatkozási tevékenységek valódi teljesítményéről. A COVID-19 járvány, az utóbbi időben kialakult politikai és katonai konfliktushelyzet, valamint a térségbe egyre inkább begyűrűző energiaválság társadalmi-gazdasági hatásai a fogyasztói élelmiszer-pazarlásra is hatást gyakoroltak és fognak gyakorolni, amelyek szintén befolyásolják majd az országjelentések eredményeit. A gyűjtött információk alapján javaslatunk az EU szintjén egyéni tagállami csökkentési célok meghatározása, valamint a csökkentési programok hatékonyságát ellenőrző egységes rendszer kialakítása.

### Támogatásra vonatkozó információ

A cikk az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-5 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával, valamint a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Ösztöndíj programjának támogatásával készült.

1. számú melléklet

Ország	Nemzeti élelmiszerhulladék-megelőzési program	Dátum	Irányító szervezet	Csökkentési indikátor	ENSZ 12.3 elköteleződés	Fontosabb tevékenységek
Ausztria	Lebensmittel sind kostbar! (Az élelmiszer értékes!)	2012	Klíma-, Környezet-, Energia-, Közlekedésügyi, Innovációs és Technológiai Minisztérium	50% 2030-ig	igen	Szemléletformálás; oktatás; szorosabb együttműködés az érdekelt felek között; önkéntes megállapodás; adományozás segítése
Belgium	Flanders Plan de Gestion des Ressources et des Déchets	2015	Government of Flanders - Department of Agriculture and Fisheries	15% 2020-ig; 30% 2025-ig	igen	2023-ig iskolások 30%-a tudatos lesz az élelmiszer-pazarlást tekintve; lakossági edukáció, jó gyakorlatok
	Wallonia - Plan REGAL : Réduction du Gaspillage Alimentaire en Wallonie		Service public de Wallonie	30% 2025-ig	igen	
Bulgária	National Plan on Waste Management (2021-2028)	2021	Ministry of Agriculture, Food and Forestry; Ministry of Environment and Waters; Bulgarian Food Safety Agency	25% 2026-ig; 50% 2030-ig	igen	Nemzeti élelmiszerhulladék-adatbázis; élelmiszerágazat csökkentési tevékenységeinek támogatása; fogyasztói magatartás fejlesztés; szemléletformálás; adományozás támogatása
	National Programme for the Prevention and Reduction of Food Waste (2021-2026)	2021				
Ciprus	FoodPrint - LIFE projekt	2014				Problémafeltárás; együttműködési hálózat; workshopok és konzultációk szervezése az érdekeltekkel; az adományozás támogatása; szemléletformálás
Csehország	Hulladékcsökkentési program - élelmiszerhulladék-szekció	2014	Környezetvédelmi Minisztérium	n/a 2030-ig	igen	Adományozás támogatása; szemléletformálás; oktatási anyagok fejlesztése; jogszabályi környezet elemzése; csomagolás csökkentése; mérési módszertan fejlesztése; eredmények monitorozása
Dánia	ONE/THIRD	2021	Danish Veterinary and Food Administration; Danish Environmental Protection Agency; Ministry of Food, Agriculture and Fisheries	50% 2030-ig	igen	Civil lakosság segítése az élelmiszerhulladék csökkentésében; üzleti lehetőségek feltárása; adatgyűjtés és a hatékonyság felmérése; tudás és tapasztalatcsere külföldi partnerekkel



Ország	Nemzeti élelmiszerhulladék-megelőzési program	Dátum	Irányító szervezet	Csökkentési indikátor	ENSZ 12.3 elköteleződés	Fontosabb tevékenységek
Észtország	National Food Waste Prevention Plan	2014	Ministry of the Environment; Ministry of Rural Affairs	50% 2030-ig	igen	Adatgyűjtés; jogszabályi célkitűzések; érdekelt felek és hatóságok együttműködése; KFI; adományozás; szemléletformálás, kommunikáció, tréning
Finnország	National Waste Plan (2023)	2018	National Resources Institute Finland	50% 2030-ig, 2021-ig 13% a kereskedelemben	igen	Monitoring rendszer; önkéntes megállapodás; adományozás; fogyasztói magatartás; iskolai oktatás
Franciaország	National Waste Prevention Program; National Pact Against Food Waste	2017	Ministry of Agriculture and Food; Ministry for the Ecological Transition	50% 2025-ig a kiskereskedelemben és vendéglátás közétkeztetés szektorokban; 50% 2030-ig minden szektorban	igen	Adatgyűjtés; adományozás; oktatás; jelölés oktatása
Görögország	National Waste Prevention Strategic Plan	2021	Ministry of Environment and Energy	50% 2030-ig	igen	Élelmiszer-hulladékkal kapcsolatos ismeretek bővítése; adományozás támogatása; információátadás és szemléletformálás
Hollandia	Nemzeti élelmiszerhulladék-csökkentési program	2020	Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality; Food Waste Free United Foundation	50% 2030-ig	igen	Monitoring rendszer; szemléletformálás; üzleti lehetőségek; erők egyesítése a fogyasztók körében és az élelmiszerláncban
Horvátország	National Food Waste Prevention and Reduction Plan	2019	Ministry of Agriculture; Ministry of Economy and Sustainable Development	50% 2030-ig	igen	Ágazati útmutatók; rövid ellátási láncok; önkéntes megállapodások; szemléletformálás; gyermekkori oktatás; kutatás és innováció támogatása; monitoring rendszer
Írország	National waste policy			50% 2030-ig	igen	
	Stop Food Waste		Environmental Protection Agency			Információ átadás; szemléletformálás; oktatási tananyagfejlesztés; kommunikációs kampány
	Food Path	2020				Beavatkozási tevékenységek hatékonyságának értékelése, alternatív módszerek keresése a háztartási élelmiszer-hulladék csökkentésre

Ország	Nemzeti élelmiszerhulladék-megelőzési program	Dátum	Irányító szervezet	Csökkentési indikátor	ENSZ 12.3 elköteleződés	Fontosabb tevékenységek
Lengyelország	Act of 19 July 2019 on food waste prevention	2019	Ministry of Agriculture and Rural Development; Ministry of Climate and Environment	50% 2030-ig	igen	Oktatás; szektorok közötti együttműködés; zöld tervezés; környezetirányítási rendszerek; szemléletformálás; adományozás
Lettország	Food Waste Prevention Programme (2021-2028)	2021	Ministry of Environmental Protection and Regional Development; Ministry of Agriculture	30% 2025-ig, 50% 2030-ig	igen	Adományozás fejlesztése; szemléletformálás; mérés és monitoring; KFI támogatása
Litvánia	National Waste Prevention and Management Plane (2021-2023)	2021	Ministry of Environment of the Republic of Lithuania; Ministry of Agriculture of the Republic of Lithuania; State Food and Veterinary Service	50% 2030-ig	igen	Adományozás; szemléletformálás; dátumjelölés oktatása; gyermekek oktatása
Luxemburg	National Waste and Resource Management Plan	2018	Ministry of Agriculture, Viticulture and Rural Development	50% 2030-ig	igen	Érdekeltek bevonása; infrastruktúra és eszközfejlesztés (pl. szemléletformáló programok); jogszabályok és szabványok áttekintése; kommunikáció fejlesztése
Magyarország	Országos Hulladékgyaldálkodási Terv	2021	Innovációs és Technológiai Minisztérium	50% 2030-ig	igen	Mérési módszertan kidolgozása; biohulladék kötelező elkülönített gyűjtése; házi és közösségi komposztálás elősegítése; szemléletformálás
	Maradék nélkül program	2016	Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal		igen	Gyermekkori oktatás; szemléletformálás; élelmiszerhulladék-mérés; hazai és nemzetközi együttműködések
Málta				n/a		
Németország	National Strategy for Food Waste Reduction	2019	Federal Ministry of Food and Agriculture	30% 2025-ig, 50% 2030-ig	igen	Szakpolitikai rendszer felépítése; magatartás formálása; kutatás és digitális átmenet; adományozás; rendszeres élelmiszerhulladék-mérés
	Too good for the bin!	2012	Federal Ministry of Food and Agriculture			Szemléletformálás; oktatás; képzés; kutatás

Ország	Nemzeti élelmiszerhulladék-megelőzési program	Dátum	Irányító szervezet	Csökkentési indikátor	ENSZ 12.3 elköteleződés	Fontosabb tevékenységek
Olaszország	National Waste Prevention Programme	2013	Ministry of Environment, Land and Sea Protection	n/a	n/a	Élelmiszerhulladék-jogszabály hatályba léptetése; adományozás; nemzeti tanácsadó kerekasztal; mérés; kommunikációs kampányok; szemléletformálás; innovatív projektek; iskolai oktatás
	National Food Waste Prevention Plan (PINPAS)	2014	Ministry of Environment, Land and Sea Protection; University of Bologna; Last Minute Market initiative			
Portugália	National Strategy and Action Plan to Combat Food Waste	2016	National Commission for Combating Food Waste	50% 2030-ig	igen	Szemléletformálás; iskolai képzés; professzionális képzés; proaktív jelentési szakpolitika kialakítása; jó gyakorlatok fejlesztése; adminisztratív terhek csökkentése; szereplők közötti együttműködés erősítése; mérési és jelentési rendszer alkalmazása
Románia	Romanian Law 217/2016	2016	Ministry of Agriculture and Rural Development	50% 2030-ig	igen	Mérés; gazdasági ösztönzők tanulmányozása; szemléletformálás
Spanyolország	More Food, Less Waste national strategy	2013	Ministry of Agriculture, Fisheries and Food	50% 2030-ig a háztartásokban és kiskereskedelemben; 20% az élelmiszerlánc egyéb szintjein	igen	Élelmiszerhulladék-csökkentési jogszabály; adományozás segítése; szemléletformálás; oktatási tananyagok
Svédország	National Food Strategy - More to do more	2018	Swedish National food Agency; Swedish Board of Agriculture; Swedish Environmental Protection Agency	20% 2025-ig; 50% 2030-ig	igen	Nemzeti csökkentési célkitűzések; élelmiszerlánc szereplők együttműködése; fogyasztói magatartás megváltoztatása; KFI tevékenységek
Szlovákia	Plan for prevention of food waste	2016	Ministry of Agriculture and Rural Development	n/a	n/a	Okok vizsgálata; magatartás változtatása gazdasági ösztönzőkkel segítve; együttműködési platform létrehozása; élelmiszer-hulladék felhasználásának ösztönzése; adományozás segítése; szemléletformálás
Szlovénia	Strategy for less food losses and food waste	2016	Ministry of Agriculture, Forestry and Food	n/a	n/a	Fenntartható gyártás és feldolgozás; információ és szemléletformálás; oktatás és képzés; jogszabályi intézkedések

## 7. Irodalom

- [1] United Nations (2015): Sustainable Development Goals. <https://sdgs.un.org/goals>
- [2] Popp J; Lakner Z; Harangi-Rakos M; Fari M. (2014): The effect of bioenergy expansion: Food, energy, and environment. *Renewable and sustainable energy reviews*, 32 pp. 559-578. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.056>
- [3] Wognum P. N; Bremmers H; Trienekens J. H; Van Der Vorst J. G; Bloemhof J. M. (2011): Systems for sustainability and transparency of food supply chains—Current status and challenges. *Advanced engineering informatics*, 25 (1) pp. 65-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2010.06.001>
- [4] Popp J; Oláh J; Kiss A; Lakner Z. (2019): Food security perspectives in sub-Saharan Africa. *Amfiteatru Economic*, 21 (51) pp. 361-376. DOI: <https://doi.org/10.24818/EA/2019/51/361>
- [5] Ercsey-Ravasz M; Toroczka Z; Lakner Z; Baranyi J. (2012): Complexity of the international agro-food trade network and its impact on food safety. *PloS one*, 7 (5) pp. 37810. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037810>
- [6] Kasza Gy; Szabó-Bódi B; Lakner Z; Izsó T. (2019): Balancing the desire to decrease food waste with requirements of food safety. *Trends in Food Science & Technology*, 84 pp. 74-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.019>
- [7] Aday S; Aday M. S. (2020): Impact of COVID-19 on the food supply chain. *Food Quality and Safety*, 4 (4) pp. 167-180. DOI: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyaa024>
- [8] Madarász T; Kontor E; Antal E; Kasza Gy; Szakos D; Szakály Z. (2022): Food Purchase Behavior during The First Wave of COVID-19: The Case of Hungary. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (2) pp. 872. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19020872>
- [9] Behnassi M; El Haiba M. (2022): Implications of the Russia–Ukraine war for global food security. *Nature Human Behaviour*, 6 pp. 754-755. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01391-x>
- [10] Plasek B; Lakner Z; Badak-Kerti K; Kovács A; Temesi Á. (2021): Perceived Consequences: General or Specific? The Case of Palm Oil-Free Products. *Sustainability*, 13 (6) pp. 3550. <https://doi.org/10.3390/su13063550>
- [11] FAO (2011): Global Food Losses and Food Waste. <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf> (Hozzáférés: 2022. 08. 11.)
- [12] Parfitt J; Barthel M; Macnaughton S. (2010): Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, 365 (1554) pp. 3065-3081. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>
- [13] FUSIONS (2016): Estimates of European Food Waste Levels <http://eu-fusions.org/phocadownload/Publications/Estimates%20of%20European%20food%20waste%20levels.pdf> (Hozzáférés: 2022. 08. 11.)
- [14] UNEP (2021): Food Waste Index Report 2021 <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35280/FoodWaste.pdf> (Hozzáférés: 2022. 08. 11.)
- [15] Scherhauser S; Moates G; Hartikainen H; Waldron K; Obersteiner G. (2018): Environmental impacts of food waste in Europe. *Waste management*, 77 pp. 98-113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.038>
- [16] Statista (2019): Total emissions of carbon dioxide (CO2) in the member states of the European Union (EU) in 2019 (in million metric tons). <https://www.statista.com/statistics/789024/emissions-co2-dioxide-of-carbon-by-country-eu/> (Hozzáférés: 2022. 08. 11.)
- [17] Kasza Gy; Dorkó A; Kunszabó A; Szakos D. (2020): Quantification of household food waste in Hungary: A replication study using the FUSIONS methodology. *Sustainability*, 12 (8) pp. 3069. <https://doi.org/10.3390/su12083069>
- [18] Quested T; Johnson H (2009): Household Food and Drink Waste in the UK. *Wastes & Resources Action Programme (WRAP), Banbury.* <https://wrap.org.uk/sites/default/files/2020-12/Household-Food-and-Drink-Waste-in-the-UK-2009.pdf> (Hozzáférés: 2022. 08. 11.)
- [19] Szabó-Bódi B; Kasza Gy; Szakos D. (2018): Assessment of household food waste in Hungary. *British Food Journal*, 120 (3) pp. 625-638. DOI: <https://doi.org/10.1108/BFJ-04-2017-0255>
- [20] Diaz-Ruiz R; Costa-Font M; Gil J. M. (2018): Moving ahead from food-related behaviours: an alternative approach to understand household food waste generation. *Journal of Cleaner Production*, 172 pp. 1140-1151. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.148>
- [21] Obersteiner G; Cociancig M; Luck S; Mayerhofer J. (2021): Impact of optimized packaging on food

waste prevention potential among consumers. *Sustainability*, 13 (8) pp. 4209. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13084209>

- [22] Principato L; Mattia G; Di Leo A; Pratesi C. A. (2021): The household wasteful behaviour framework: A systematic review of consumer food waste. *Industrial Marketing Management*, 93 pp. 641-649. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.07.010>
- [23] Amicarelli V; Laigoia G; Sampietro S; Bux C. (2021): Has the COVID-19 pandemic changed food waste perception and behavior? Evidence from Italian consumers. *Socio-Economic Planning Sciences*, 101095. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101095>
- [24] Oláh J; Kasza Gy; Szabó-Bódi B; Szakos D; Popp J; Lakner, Z. (2022): Household food waste research: the current state of the art and a guided tour for further development. *Frontiers in Environmental Science*, 725. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.916601>
- [25] Grasso A. C; Olthof M. R; Boevé A. J; van Dooren C; Lähteenmäki L; Brouwer I. A. (2019): Socio-demographic predictors of food waste behavior in Denmark and Spain. *Sustainability*, 11 (12) pp. 3244. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11123244>
- [26] Ilakovac B; Voca N; Pezo L; Cerjak M. (2020): Quantification and determination of household food waste and its relation to sociodemographic characteristics in Croatia. *Waste Management*, 102 pp. 231-240. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.10.042>
- [27] Szakos D; Szabó-Bódi B; Kasza Gy. (2021): Consumer awareness campaign to reduce household food waste based on structural equation behavior modeling in Hungary. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (19) pp. 24580-24589. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09047-x>
- [28] van Geffen E. J; van Herpen H. W. I; van Trijp J. C. M. (2016): *Causes & Determinants of Consumers Food Waste.: Project Report, EU Horizon 2020 REFRESH*. Wageningen University and Research. <https://research.wur.nl/en/publications/causes-amp-determinants-of-consumers-food-waste-project-report-eu> (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [29] Herzberg R; Schmidt T. G; Schneider F. (2020): Characteristics and determinants of domestic food waste: A representative diary study across Germany. *Sustainability*, 12 (11) pp. 4702. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12114702>
- [30] Falasconi L; Cicatiello C; Franco S; Segrè A; Setti M; Vittuari M. (2019): Such a shame! A study on self-perception of household food waste. *Sustainability*, 11 (1) pp. 270. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11010270>
- [31] Schanes K; Dobernig K; Gözet B. (2018): Food waste matters – A systematic review of household food waste practices and their policy implications. *Journal of Cleaner Production*, 182 pp. 978-991. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.030>
- [32] Farr-Wharton G; Foth M; Choi J. H. J. (2014): Identifying factors that promote consumer behaviours causing expired domestic food waste. *Journal of Consumer Behaviour*, 13 (6) pp. 393-402. DOI: <https://doi.org/10.1002/cb.1488>
- [33] Canali M; Amani P; Aramyan L; Gheoldus M; Moates G; Östergren K; Silvennoinen K; Waldron K; Vittuari M. (2016): Food waste drivers in Europe, from identification to possible interventions. *Sustainability*, 9 (1) pp. 37. <https://doi.org/10.3390/su9010037>
- [34] Parizeau K; von Massow M; Martin R. (2015): Household-level dynamics of food waste production and related beliefs, attitudes, and behaviours in Guelph, Ontario. *Waste management*, 35 pp. 207-217. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.019>
- [35] Stancu V; Haugaard P; Lähteenmäki L. (2016): Determinants of consumer food waste behaviour: Two routes to food waste. *Appetite*, 96 pp. 7-17. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.025>
- [36] Djekic I; Miloradovic Z; Djekic S; Tomasevic I. (2019): Household food waste in Serbia—Attitudes, quantities and global warming potential. *Journal of Cleaner Production*, 229 pp. 44-52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.400>
- [37] Dimitrova A; Vaishar A; Štátná M. (2021): Preparedness of Young People for a Sustainable Lifestyle: Awareness and Willingness. *Sustainability*, 13 (13) pp. 7204. <https://doi.org/10.3390/su13137204>
- [38] Lindemann-Matthies P; Hoyer E; Remmele M. (2021): Collective Public Commitment: Young People on the Path to a More Sustainable Lifestyle. *Sustainability*, 13 (20) pp. 11349. <https://doi.org/10.3390/su132011349>
- [39] Thyberg K. L; Tonjes D. J. (2016): Drivers of food waste and their implications for sustainable policy development. *Resources, Conservation and Recycling*, 106 pp. 110-123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.11.016>

- [40] van Geffen L; van Herpen E; van Trijp H. (2020): Household Food Waste—How to Avoid It? An Integrative Review. In Närvänen E; Mesiranta N; Mattila M; Heikkinen A. (eds) *Food Waste Management*. Palgrave Macmillan, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-20561-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20561-4_2)
- [41] Kunszabó A; Szakos D; Kasza Gy. (2019): Food waste – a general overview and possible solutions. *Hungarian Agricultural Research* 28 (3) pp. 14-19.
- [42] Zamri G. B; Azizal N. K. A; Nakamura S; Okada K; Nordin N. H; Othman N; Akhir F. N. MD; Sobian A; Kaida N; Hara, H. (2020): Delivery, impact and approach of household food waste reduction campaigns. *Journal of Cleaner Production*, 246 pp. 118969. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118969>
- [43] Leverenz D; Moussawel S; Maurer C; Hafner G; Schneider F; Schmidt T; Kranert M. (2019): Quantifying the prevention potential of avoidable food waste in households using a self-reporting approach. *Resources, Conservation and Recycling* 150 pp. 104417. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104417>
- [44] Visschers V. H; Wickli N; Siegrist M. (2016): Sorting out food waste behaviour: A survey on the motivators and barriers of self-reported amounts of food waste in households. *Journal of Environmental Psychology*, 45 pp. 66-78. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.11.007>
- [45] Shaw P. J; Smith M. M; Williams I. D. (2018): On the prevention of avoidable food waste from domestic households. *Recycling*, 3 (2) pp. 24. <https://doi.org/10.3390/recycling3020024>
- [46] Bretter C; Unsworth K. L; Russell S. V; Quested T. E; Doriza A; Kaptan G. (2022): Don't put all your eggs in one basket: Testing an integrative model of household food waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 185 pp. 106442. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106442>
- [47] European Commission (2019): Communication from the Commission – The European Green Deal. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1576150542719&uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN> (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [48] European Union (2020): Farm to Fork Strategy – For a fair, healthy and environmentally-friendly food system. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f\\_action-plan\\_2020\\_strategy-info\\_en.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf) (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [49] Európai Bizottság (2015): A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A RÉGIÓK BIZOTTSÁGÁNAK – Az anyagkörforgás megvalósítása – a körforgásos gazdaságra vonatkozó uniós cselekvési terv. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015DC0614&from=EN> (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [50] EU Platform on Food Losses and Food Waste (2019): Recommendations for Action in Food Waste Prevention. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-05/fs\\_eu-actions\\_action\\_platform\\_key-rcmnd\\_en.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-05/fs_eu-actions_action_platform_key-rcmnd_en.pdf) (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [51] EU Platform on Food Losses and Food Wastes (2022): [https://food.ec.europa.eu/safety/food-waste/eu-actions-against-food-waste/eu-platform-food-losses-and-food-waste\\_en](https://food.ec.europa.eu/safety/food-waste/eu-actions-against-food-waste/eu-platform-food-losses-and-food-waste_en) (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [52] European Consumer Food Waste Forum (2022): [https://knowledge4policy.ec.europa.eu/projects-activities/european-consumer-food-waste-forum\\_en](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/projects-activities/european-consumer-food-waste-forum_en) (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [53] Vittuari M; Herrero L. G; Masotti M; Iori E; Caldeira C; Qian Z; Bruns H; van Herpen E; Obersteiner G; Kaptan G; Mikkelsen E. M; Swannell R; Kasza G; Nohlen H; Sala S. (2023): How to reduce consumer food waste at household level: A literature review on drivers and levers for behavioural change. *Sustainable Production and Consumption*, 38 pp 104-114.
- [54] Európai Parlament és Tanács (2018): AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS (EU) 2018/851 IRÁNYELVE (2018. május 30.) a hulladékokról szóló 2008/98/EK irányelv módosításáról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851&from=EN> (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [55] Európai Bizottság (2019): A BIZOTTSÁG (EU) 2019/1597 FELHATALMAZÁSON ALAPULÓ HATÁROZATA (2019. május 3.) a 2008/98/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvnek az élelmiszerhulladék szintjének egységes mérésére vonatkozó közös módszertan és minimális minőségi követelmények tekintetében történő kiegészítéséről. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32019D1597> (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [56] Az Élelmiszer Érték Fórum: <https://www.azelelmiszerertek.hu/> (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [57] Maradék nélkül program: [https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n\\_proj\\_id=5823](https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=5823) (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [58] Maradék nélkül program (2022): Hivatalos weboldal. <https://maradeknelkul.hu/> (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)

- [59] Maradék nélkül program (2020): 2016-2020 Project Wasteless – Layman’s report. <https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/1171081/Project+Wasteless+Layman%27s+Report+final.pdf> (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [60] Nébih (2022): A Nébih Oktatási Programjának hivatalos weboldala. <https://nebihoktatas.hu/> (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [61] Joint Research Centre (2019): Assessment of Food Waste Prevention Actions - Development of an evaluation framework to assess the performance of food waste prevention actions. [https://ec.europa.eu/food/system/files/2019-12/fs\\_eu-actions\\_eu-platform\\_jrc-assess-fw.pdf](https://ec.europa.eu/food/system/files/2019-12/fs_eu-actions_eu-platform_jrc-assess-fw.pdf) (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [62] Reynolds C; Goucher L; Quested T; Bromley S; Gillick S; Wells V. K; Evans D; Koh L; Kanyama A. C; Katzeff C; Svenfelt A; Jackson P. (2019): Consumption-stage food waste reduction interventions—What works and how to design better interventions. *Food policy*, 83 pp. 7-27. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2019.01.009>
- [63] De Laurentiis V; Caldeira C; Sala S. (2020): No time to waste: assessing the performance of food waste prevention actions. *Resources, Conservation and Recycling*, 161 pp. 104946. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104946>
- [64] European Environment Agency (2022): Country profiles on waste prevention. <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-prevention/countries> (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [65] EU Food Loss and Waste Prevention Hub (2022): EU Member States. [https://ec.europa.eu/food/safety/food\\_waste/eu-food-loss-waste-prevention-hub/eu-member-states](https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste/eu-food-loss-waste-prevention-hub/eu-member-states) (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [66] European Food Loss and Waste Prevention Hub (2020): EU Member States. [https://ec.europa.eu/food/safety/food\\_waste/eu-food-loss-waste-prevention-hub/eu-member-states](https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste/eu-food-loss-waste-prevention-hub/eu-member-states) (Hozzáférés: 2023. 06. 16.)
- [67] Van Dooren C; Janmaat O; Snoek J; Schrijnen M. (2019): Measuring food waste in Dutch households: A synthesis of three studies. *Waste management*, 94 pp. 153-164. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.05.025>
- [68] Janssens K; Lambrechts W; van Osch A; Semeijn J. (2019): How consumer behavior in daily food provisioning affects food waste at household level in The Netherlands. *Foods*, 8 (10) pp. 428. <https://doi.org/10.3390/foods8100428>
- [69] Zu Gut Für Die Tonne (2022): Németország élelmiszerhulladék megelőzési programja. <https://www.zugutfuerdietonne.de/jetzt-engagieren/citizen-science> (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [70] Federal Ministry of Food and Agriculture (2019): National Strategy for Food Waste Reduction. [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/\\_Food-and-Nutrition/Strategy\\_FoodWasteReduction.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/_Food-and-Nutrition/Strategy_FoodWasteReduction.pdf?__blob=publicationFile&v=3) (Hozzáférés: 2023. 06. 16.)
- [71] National Commission for Combating Food Waste (2018): National Strategy and Action Plan to Combat Food Waste. [https://www.cncda.gov.pt/images/Estrategia/ENCDA\\_Atualizacao-Out2018\\_EN.pdf](https://www.cncda.gov.pt/images/Estrategia/ENCDA_Atualizacao-Out2018_EN.pdf) (Hozzáférés: 2023. 06. 16.)
- [72] Quested T. E; Marsh E; Stunell D; Parry A. D. (2013): Spaghetti soup: The complex world of food waste behaviours. *Resources, Conservation and Recycling*, 79 pp. 43-51. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.04.011>
- [73] Yamakawa H; Williams I; Shaw P; Watanabe K. (2017): Food waste prevention: Lessons from the Love Food, Hate Waste campaign in the UK. In Proceedings of the 16th International Waste Management and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Sardinia, Italy (pp. 2-6).
- [74] EU FUSIONS (2016): About FUSIONS. <http://eu-fusions.org/index.php/about-fusions#overview-of-work-packages-wp> (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [75] Refresh (2020): Final Results. [https://eu-refresh.org/sites/default/files/REFRESH%20Final%20Results%20Brochure\\_200225\\_0.pdf](https://eu-refresh.org/sites/default/files/REFRESH%20Final%20Results%20Brochure_200225_0.pdf) (Hozzáférés: 2022. 08. 12.)
- [76] Strategies to reduce and manage food waste (2016): Hivatalos weboldal. <http://www.reducefoodwaste.eu/kezdolap.html> (Hozzáférés: 2023. 06. 16.)

## *Consumer Food Waste Reduction Programmes in Europe – Summary*

**Keywords:** food waste, global food processing, EU Platform on Food Losses and Food Waste, EU Green Deal, Love Food Hate Waste campaign, Strefowa project

Over the past two decades, the scientific community has accumulated a considerable knowledge on consumer food waste. We know the individual, social and demographic factors that influence wastage, and we have a wealth of experience in designing and implementing reduction programmes. During this period, the European Union has built up a legislative framework and a set of policy programmes to reduce food waste. The EU has set a target to halve the amount of food waste from consumers by 2030, following the UN Sustainable Development Goals (SDG 12.3). To achieve this goal, it has committed Member States to launch national food waste prevention programmes and to measure and report food waste. The Hungarian national food waste prevention program is called *Maradék nélkül* (Wasteless), which operates an educational and awareness-raising program, conducts household food waste measurements, and builds relationships with stakeholders at the national and international levels. In this article, we describe this legislative and policy framework. Our study also aims to map national food waste prevention programmes and to examine their objectives in the light of the UN SDG 12.3 reduction target. We also looked at flagship international projects in the field of food waste reduction.

The UN SDG 12.3 and its target of a 50% reduction in household food waste is an ambitious goal that serves as an excellent reference point and a strong incentive for all actors in the food chain. Our experience shows that all Member States, if not enshrined in legislation, consider it as a strategic issue in their policy documents. In recent years, we have succeeded in establishing a legal framework at EU level for the definition of food waste, the establishment of prevention programmes, mandatory measurement and the measurement methods to be used. However, the feasibility of the 50% reduction target is still an open question. A number of issues have been raised in discussions between Member States, for example on the quality of measured data. The lack of a common methodology has a major impact on the results. The question is how far countries that have been running intensive campaigns for several years and have achieved outstanding results (e.g. the Netherlands) will be able to reduce the level of food waste in households. The expected future results of countries starting from lower bases and the rate of further reduction are clearly not comparable to the reduction rates of Member States that are only now starting on this path. There is also the question of how effective reduction programmes are in countries where the level of waste is fundamentally much lower than average, for example because of lower real incomes. National prevention programmes and EU-funded projects can claim a number of successes, but they tend to lack concrete indicators of effectiveness, so there is little information on the real performance of intervention activities. The COVID-19 pandemic, the recent political and military conflicts and the socio-economic impact of the energy crisis, which is increasingly affecting the region, have had and will continue to have an impact on consumer food waste, which will also influence the results of the country reports. On the basis of the information gathered, we propose to set individual reduction targets for Member States at EU level and to establish a single system for monitoring the effectiveness of reduction programmes.

<sup>1</sup> Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Buda Campus, Institute of Food Science and Technology

<sup>2</sup> National Food Chain Safety Office, Kockázatkezelési Igazgatóság

**Gyula KASZA**

[kasza.gyula@uni-mate.hu](mailto:kasza.gyula@uni-mate.hu)

<https://orcid.org/0000-0003-3120-2820>

**Atila KUNSZABÓ**

[kunszaboa@nebih.gov.hu](mailto:kunszaboa@nebih.gov.hu)

<https://orcid.org/0000-0002-5797-6632>

**Viktória MIKULÁS**

[mikulasv@nebih.gov.hu](mailto:mikulasv@nebih.gov.hu)

**Annamária DORKÓ**

[dorkoa@nebih.gov.hu](mailto:dorkoa@nebih.gov.hu)

**Dávid SZAKOS**

[kszakosd@nebih.gov.hu](mailto:kszakosd@nebih.gov.hu)

<https://orcid.org/0000-0002-0280-0090>



## Növényi tejhelyettesítő italok fejlesztése lencséből (*Lens culinaris* L.)

**Kulcsszavak:** növényi ital, lencse, viszkozitás, fehérségi index, érzékszervi tulajdonságok, fehérjetartalom

### 1. Összefoglalás

A tejcukorérzékenyek, tejfehérje-allergiások, vagy növényi alapú étrendet követők számára mindennapi élelmiszernek számítanak a tej helyettesítésére szolgáló növényi italok. Az egészségügyi szempontok mellett a növényi italok választásának oka lehet például az állat- és környezetvédelem, illetve a fenntarthatóság is. A piacon már számos különböző tejhelyettesítő ital megtalálható, amelyek közül a legelterjedtebbek a szójából, mandulából, rizsből és kókuszából készült italok. A szója tápanyagtartalom tekintetében kiemelkedő a többi italalapanyaghoz képest. A lencse a szójához hasonló előnyös beltartalommal és számos pozitív élettani hatással rendelkezik, azonban jelenleg egy gyártó kínálatában sem található lencseit.

Jelen tanulmány célja olyan vörös lencse alapú ital fejlesztése volt, melynek érzékszervi tulajdonságai hasonlítanak a piacon kapható szójaitalokéhoz. Referenciának a szójaalapú Dream&Joya Almond Protein italt választottuk. Az alapított vörös lencse korpából, só és víz hozzáadásával készítettük Vegital növényi italkészítő segítségével. Az előállítási technológiát áztatással, enzimes (amiláz) kezeléssel és centrifugálással bővítettük. A lencsét mandulával, kókusszal és rizzsel kombináltuk. A fejlesztések során a technológiai lépések, illetve az alapanyagok kombinálásának hatását vizsgáltuk. Meghatároztuk a minták fehérségi indexét, viszkozitását és szárazanyagtartalmát. Az italok érzékszervi jellemzésére profilanalízist alkalmaztunk. A minták nyers fehérjetartalmát Kjeldahl-módszerrel (N×6,25) vizsgáltuk.

A technológiai lépések közül az enzimkezelés és a centrifugálás nélkül nem lehetett a referenciához hasonló viszkozitást elérni. A centrifugálás hatására a szárazanyagtartalom is jelentősen csökkent. A rizzsel való kiegészítés nem befolyásolta az italok fehérségi indexét, azonban kedvezőtlen hatást gyakorolt a viszkozításra. A mandulával és kókusszal való kombinálás a viszkozításra nem volt szignifikáns hatással, míg a fehérségi indexet kedvezően befolyásolta. Az érzékszervi bírálat alapján kisebb-nagyobb mértékben mindegyik vizsgált lencseital esetében érezhető volt a lencse íz és illat, ami hozzájárulhatott a referenciához viszonyított alacsonyabb kedveltségi pontszámhoz. A bírálók véleménye alapján a mandulát és kókuszt is tartalmazó lencseital állaga hasonlított legjobban a tejéhez. A kombinált lencseitalok fehérjetartalma elmaradt a referenciáéhoz képest, azonban a piacon lévő gabona és mandula alapú növényi italokhoz képest így is kiemelkedő.

<sup>1</sup> Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar, Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék

## 2. Bevezetés

Egyre többen fogyasztják a növényi alapú tejhelyettesítő italokat egészségügyi okokból (például tehéntejfehérje-allergia, laktóz-intolerancia), vegán, ovo-vegetáriánus étrendek vagy divatdiéták követése, továbbá állatvédelmi vagy környezetvédelmi szempontok miatt. [1] A hazai táplálkozási ajánlás, az Okostányér legújabb verziója is tartalmaz már tanácsot a növényi italok fogyasztására vonatkozóan: „Ha növényi italt iszol, akkor válaszd a dúsított, hozzáadott cukrot nem tartalmazó fajtákat.” [2] Évről évre nő a kereslet a növényi alapú termékek iránt. Európában 2013-ban 1,8 milliárd euró folyt be a növényi alapú tejhelyettesítő italok eladásából, 2018-ban már közel 3 milliárd euró. [1]

A növényi italok többféle alapanyagból készülhetnek: gabonákból (pl. rizs, zab, köles), hüvelyesekből (pl. szója, zöldborsó), olajos magvakból (pl. mandula, dió), pálmaféléből (kókusz), álgabonákból (pl. quinoa, hajdina), stb. [3] A forgalmazott növényi italok tápanyagtartalma függ az alapanyagként felhasznált növény beltartalmától és az előállításuk során alkalmazott technológiai eljárásuktól is. Azonban általánosságban elmondható, hogy tápanyagtartalmuk jelentősen eltér a tehéntejéhez képest. Fehérjetartalmuk a tehéntejnél alacsonyabb, inkomplett, valamint biológiai hasznosulásuk is kisebb. A növényi italok közül a legmagasabb fehérjetartalommal a hüvelyesekből készült italok rendelkeznek, a boltok polcain főleg a szójából készült italok találhatóak meg. [4] Azonban jellegzetes ízük, potenciális allergén hatásuk, valamint a génmódosítástól való félelem miatt a szójaitalok népszerűsége csökken a fogyasztók körében. [5]

A lencse (*Lens culinaris* L.) szintén a hüvelyesek családjába tartozik. Alacsony zsír- és magas rosttartalommal rendelkezik. Nagy mennyiségű fehérjét (20,6-31,4%) tartalmaz. Azonban kéntartalmú aminosavakban szegény, emiatt csak más növényi fehérjeforrásokkal, például gabonákkal kombinálva tudja biztosítani az esszenciális aminosavsükségletet. Antioxidáns hatású polifenolokban gazdag. Rendszeres fogyasztásával csökken a vastagbélrák és a kettes típusú cukorbetegség kialakulásának kockázata. Koleszterin- és vérnyomáscsökkentő hatását is kimutatták. [6]

A lencsék felhasználási köre folyamatosan bővül a különböző élelmiszeripari ágazatokban: kenyerek, száraztészták, húspogácsák, joghurtok, salátaöntetek stb. [7] Tápanyagtartalma és feldolgozhatósága miatt növényi italként való felhasználásra is alkalmas választásnak ígérkezik. [8-9]

## 3. Célkitűzés

Munkánk célja egy kedvező érzékszervi tulajdonságokkal rendelkező vörös lencse alapú növényi ital fejlesztése volt. Vizsgáltuk a különböző technológiai lépések (áztatás, enzimes előkezelés, centrifugálás), valamint a lencse és az egyéb alapanyagok (mandula, kókusz, rizs) kombinálásának hatását a termék egyes fizikai (viszkózitás, fehérségi index) és beltartalmi (száranyag-, fehérjetartalom) jellemzőire. Eredményeinket egy kereskedelmi forgalomban kapható szójaalapú italhoz hasonlítottuk.

## 4. Anyagok és módszerek

### 4.1. Felhasznált anyagok

A vörös lencse, a szeletelt mandula, a kókuszreszelék és a rizs kiskereskedelmi forgalomból származtak. Az italok előállításához felhasznált vörös lencse korpát a tanszéken állítottuk elő. A lencsemagokat Grindomix GM200 késes homogenizátor (Retsch GmbH) segítségével őröltük, majd szitáltuk. Az 500 µm feletti szemcseátmérővel bíró korpafrakció felhasználásával készültek az italok. Referenciának a Dream&Joya Almond Protein (Mona Naturprodukte GmbH) szójaalapú italt választottuk. Az enzimes kezeléshez kiskereskedelmi forgalomban kapható Amylase GA 500 keményítőbontó enzimet (E-6782, MoonshinersChoice) használtunk fel.

### 4.2. Vizsgált minták

Az alapital vörös lencse korpa (70 g), só (1,68 g) és víz (1200 ml) felhasználásával készült. A technológiai lépések vizsgálatok az előállított minták a lencsén kívül mandulát (30 g) is tartalmaztak. A receptet a referencia termék összetételéhez (5,8% szójabab, 2,5% mandula, 0,14g/100 ml só) igazítottuk. A minták előállításakor a következő technológiai lépéseket kombináltuk: áztatás (1 órán át szobahőmérsékleten), enzimes előkezelés (a főzést megelőzően, 1,2 ml amiláz jelenlétében, 1 órán át 40 °C-on), centrifugálás (szűrést követően, 3000 rpm-en 10 percig).

A mintákat a Vegital növényi italkészítő gép (Malompark Kft.) segítségével állítottuk elő (Főzött italok, levesek program). Az italokat főzést követően előbb egy fémszűrőn majd egy textil szűrőzsákon keresztül szűrtük át.

A különböző alapanyagok hatásának vizsgálatok az alapreceptet 30 g mandulával, 30 g kókusszal, 10 g rizzsel, illetve ezek kombinációival egészítettük ki. A minták előállítása során enzimes előkezelést és centrifugálást is végeztünk. A mintakódokat az **1. táblázat**ban foglaltuk össze.

1. táblázat. Az előállított italok kódolása

Mintakód	Lencséhez hozzáadott alapanyagok			Technológiai lépések		
	Mandula	Kókusz	Rizs	Áztatás	Enzimes előkezelés	Centrifugálás
VL-M (-)	30 g	---	---	---	---	---
VL-M Áz	30 g	---	---	X	---	---
VL-M En	30 g	---	---	---	X	---
VL-M Ce	30 g	---	---	---	---	X
VL-M Áz+Ce	30 g	---	---	X	---	X
VL-M En+Ce	30 g	---	---	---	X	X
VL	---	---	---	---	X	X
VL-M	30 g	---	---	---	X	X
VL-K	---	30 g	---	---	X	X
VL-R	---	---	10 g	---	X	X
VL-M-K	30 g	30 g	---	---	X	X
VL-M-R	30 g	---	10 g	---	X	X
VL-K-R	---	30 g	10 g	---	X	X
VL-M-K-R	30 g	30 g	10 g	---	X	X

### 4.3. Vizsgálati módszerek

A minták reológiai tulajdonságait rotációs viszkoziméterrel (ViscoQC 300), koncentrikus hengeres (CC26) mérőrendszerrel (Anton Paar) vizsgáltuk. A mérést 20°C hőmérsékleten végeztük. A minták folyásgörbéjét vettük fel: a nyírófeszültséget ( $\tau$ , Pa) mértük úgy, hogy 0,1-30 1/s között 10 fokozatban egyenletesen növelve a deformációsebességet ( $\dot{\gamma}$ , 1/s). A folyásgörbére a Herschel-Bulkley modellt illesztettük, amely alapján a minták látszólagos viszkozitását (C, mPa.s) és folyáshatárát ( $\tau_0$ , Pa) határoztuk meg. A hatványkitevő (p) az összes minta esetében egy körüli értéket adott.

$$\tau = \tau_0 + C \times \dot{\gamma}^p$$

A szárazanyag-tartalom meghatározását szárítószekrényes módszerrel (105°C-on, 2 órán át) hajtottuk végre. A minták színének jellemzésére CR-410 kromamétert (Konica Minolta) használtunk. A CIELAB színingermérő rendszer szerinti színkoordinátákból (L\*: világossági tényező, a\*: zöld-vörös tényező, b\*: kék-sárga tényező) fehérségi indexet (FI) számoltunk az alábbi képlet segítségével:

$$FI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$$

A kombinált italok és a referencia érzékszervi tulajdonságainak jellemzésére profilanalízist alkalmaztunk. A 16 fős bírálói panelt a tanszék hallgatói és dolgozói alkották. A vizsgált tulajdonságokat (pl. fehér szín, édes íz) 10 fokozatú intenzitás skálán értékelték. Az állag esetében a két szélső és a középső értéket leíró kifejezések alapján pontozták a mintákat: vízszerű (0); tejre emlékeztető, testes (5); sűrű, gélyszerű (10). A mintákat kedveltség szerint is sorrendbe állították: a legkedveltebb minta 1-es, míg a legkevésbé kedvelt 5-ös rangszámot kapott.

Az italok nitrogéntartalmát Kjeldahl-módszerrel határoztuk meg. Kénsav és katalizátor jelenlétében a mintát elroncsoltuk. A desztillálás során felszabadult ammóniát bórsav oldatba vezettük. A titrálás során faktorozott 0,1 n sósav oldatot alkalmaztunk mérőoldatként. A fehérjetartalom számítása során a konverziós faktor 6,25 volt.

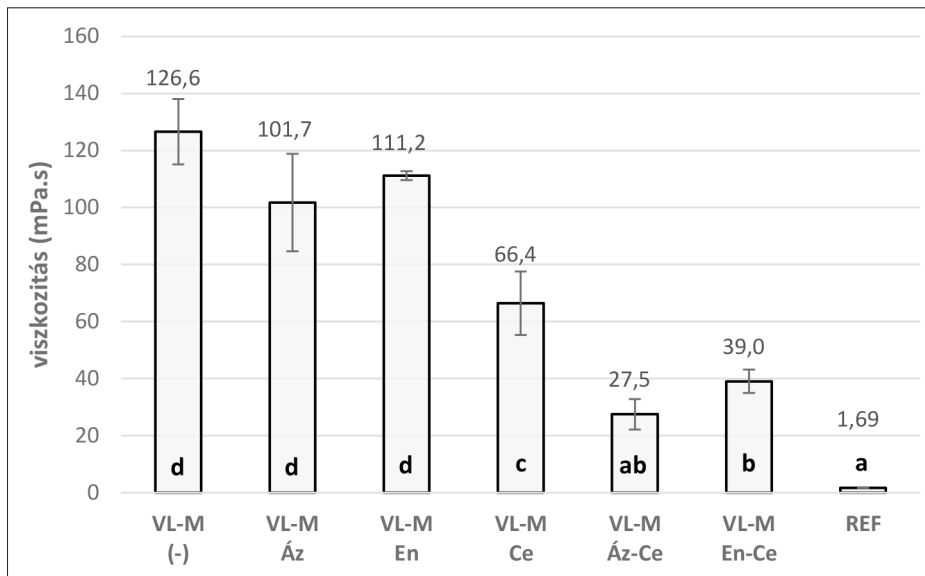
### 4.4. Statisztikai elemzés

Az adatok elemzésére a Statistica v14.0.0.15 (TIBCO Software Inc.) programot használtuk. A minták átlagértékeinek összehasonlítására egytényezős varianciaanalízist és Tukey-féle post hoc tesztet alkalmaztunk, a szignifikanciaszint  $\alpha=0,05$  volt.

## 5. Eredmények és értékelésük

### 5.1. Technológiai lépések hatása a viszkozításra és a szárazanyag-tartalomra

A viszkozitás kiemelt figyelmet kapott a technológiai lépések hatásának vizsgálatokor (1. ábra). A homogenizált tejekhez képest a növényi italoknál gyakori az ülepedés, valamint a magas keményítőtartalmuk gélszerkezetet létrehozva sűrűvé teszik az italt. Az alap lencseital, azaz a VL-M (-) minta viszkozitása 2 nagyságrenddel nagyobb volt, mint a referenciáival. Önmagában az áztatás vagy az enzimes kezelés nem okozott szignifikáns változást. Azonban a centrifugálás hatására felére csökkent a viszkozitás érték. Az áztatást vagy az enzimes kezelést centrifugálással kombinálva tudtunk elérni a referenciáival megegyező vagy hasonló viszkozitást.

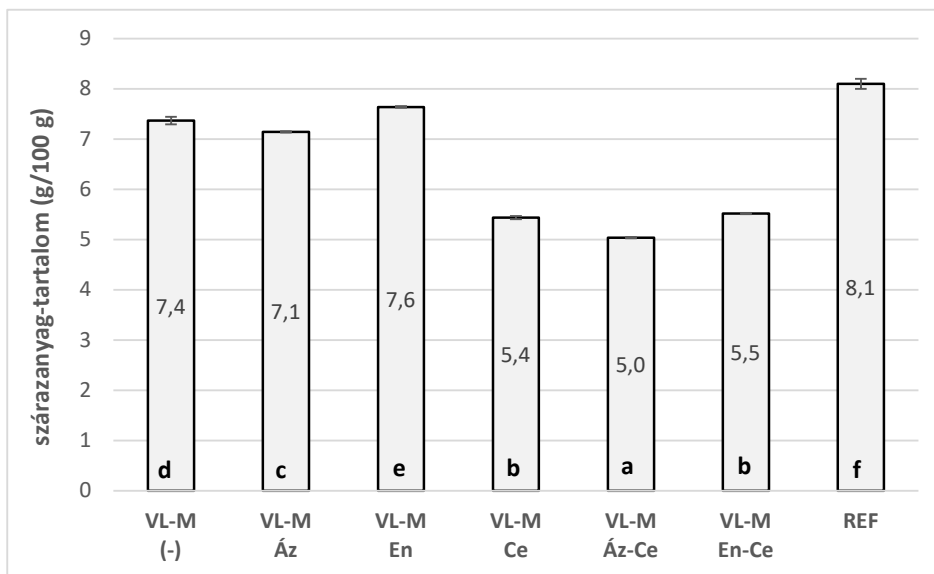


1. ábra. Technológiai lépések hatása az italok látszólagos viszkozítására (n=3) Az eltérő betűk szignifikáns különbséget jelölnek Tukey post hoc teszt alapján,  $\alpha=0,05$  mellett.

VL: vörös lencse, M: mandula, Áz: áztatás, En: enzimes előkezelés, Ce: centrifugálás, REF: referencia

A technológiai lépések szárazanyag-tartalomra gyakorolt hatását a 2. ábra szemlélteti. Az enzimes kezelés kismértékű, szignifikáns (0,2%) emelkedést eredményezett. Az áztatott minta esetében is emelkedést vártunk több anyag kioldódása miatt, azonban ehelyett kismértékű (0,3%), szignifikáns csökkenést tapasztaltunk, ami vélhetően a szűrést akadályozó kioldódott anyagoknak tulajdonítható. A centrifugálás volt a legnagyobb hatással a szárazanyag-tartalomra. A centrifugált minták esetében 2,0-2,1%-kal alacsonyabb értéket mértünk. Az áztatást centrifugálással kombinálva kaptuk a legalacsonyabb szárazanyag-tartalmat.

Eredményeink alapján a referenciához hasonló összetétel esetén a megfelelő viszkozitás elérése érdekében az alap előállítási eljárást enzimes előkezeléssel és centrifugálással szükséges kiegészíteni.



2. ábra. Technológiai lépések hatása az italok szárazanyag-tartalmára (n=3)

Az eltérő betűk szignifikáns különbséget jelölnek Tukey post hoc teszt alapján,  $\alpha=0,05$  mellett.

VL: vörös lencse, M: mandula, Áz: áztatás, En: enzimes előkezelés, Ce: centrifugálás, REF: referencia

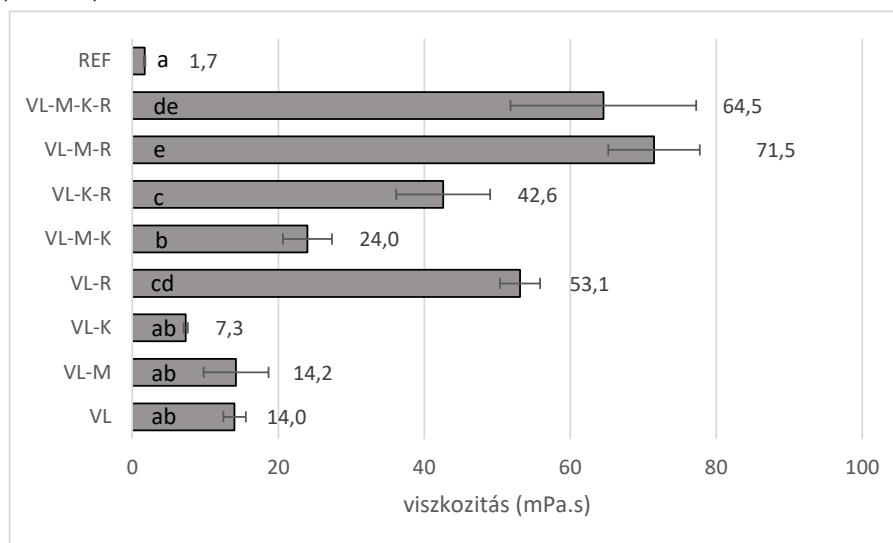
## 5.2. Különböző alapanyagok hatása a lencseital viszkozitására, fehérségi indexére és szárazanyag-tartalmára

A referenciaital, az alapital (VL), a kókusszal (VL-K) és a mandulával (VL-M) kombinált lencseitalok viszkozitása között statisztikailag nincs eltérés. A rizst kókusszal és mandulával megegyező mennyiségben alkalmazva pudingszerű állagot kaptunk. Az eredeti mennyiség harmadának (10 g) hozzáadásával is jelentősen nőtt az italok viszkozitása (**3. ábra**).

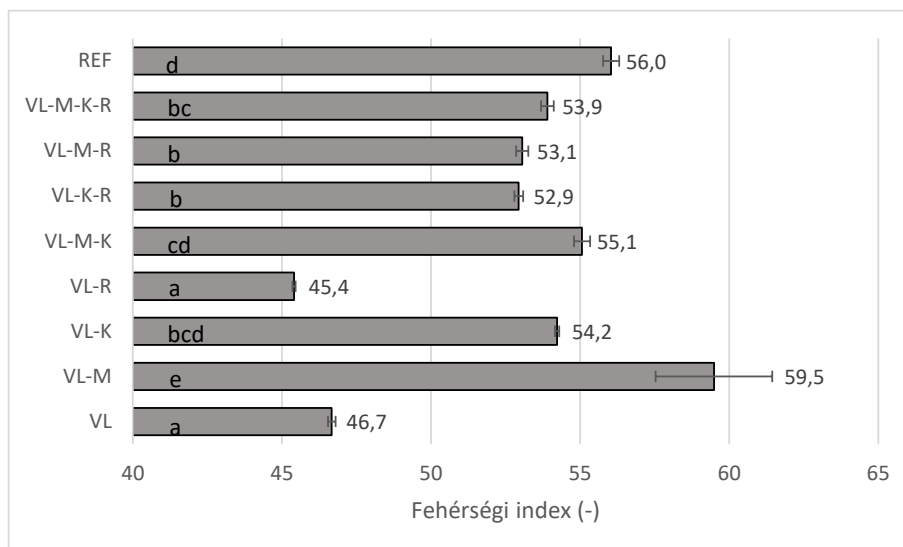
A fehérségi index a tejek egyik legfontosabb minőségi paramétere. A fogyasztók által ismert tehéntejhez képest a növényi alapú tejhelyettesítő italok fehérsége, színe jelentősen eltérhet. Egyes fogyasztók számára ez az eltérés kizáró okként is szolgálhat a növényi ital vásárlása során, így ezt a szempontot is figyelembe kell venni az ilyen típusú termékek fejlesztésekor. **[10]**

A rizs önmagában hozzáadva nem befolyásolta az ital fehérségét. A kókusz és a mandula önmagában, és kombinálva is jelentős pozitív változást eredményezett. VL-M minta esetében a referencia italéhoz képest is magasabb fehérségi indexet számoltunk (**4. ábra**).

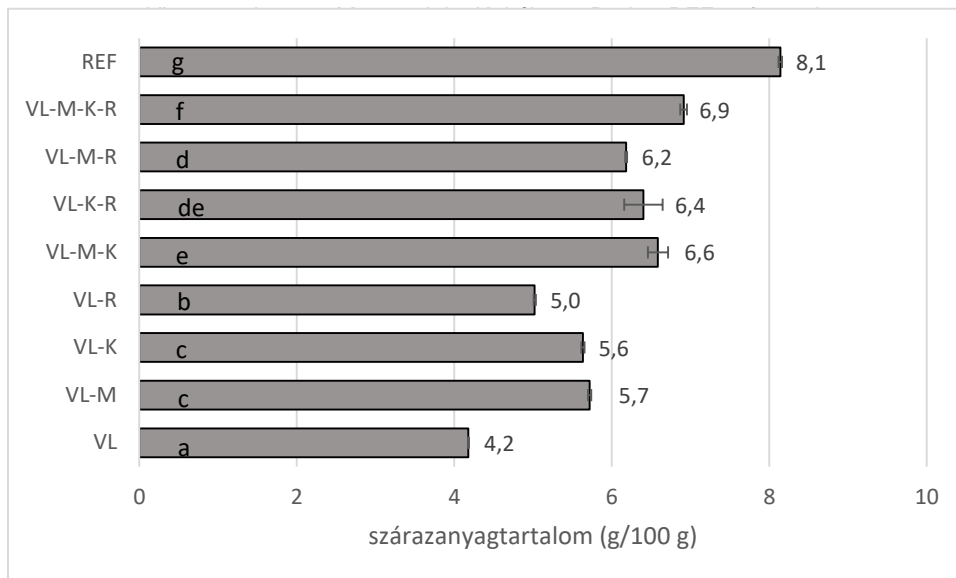
A mandula és a kókusz hozzáadása azonos mértékben (1,5% és 1,4%) növelte meg az ital szárazanyag-tartalmát. Rizsből a kisebb mennyiséget (10 g-ot) alkalmazva is jelentős mértékű (0,8%) változást tapasztaltunk. Azonban mindhárom alapanyag hozzáadása esetén sem sikerült a referenciához hasonló szárazanyag-tartalmat elérni (**5. ábra**).



3. ábra. Az alapanyagok hatása az italok látszólagos viszkozitására (n=3)  
Az eltérő betűk szignifikáns különbséget jelölnek Tukey post hoc teszt alapján,  $\alpha=0,05$  mellett.  
VL: vörös lencse, M: mandula, K: kókusz, R: rizs, REF: referencia



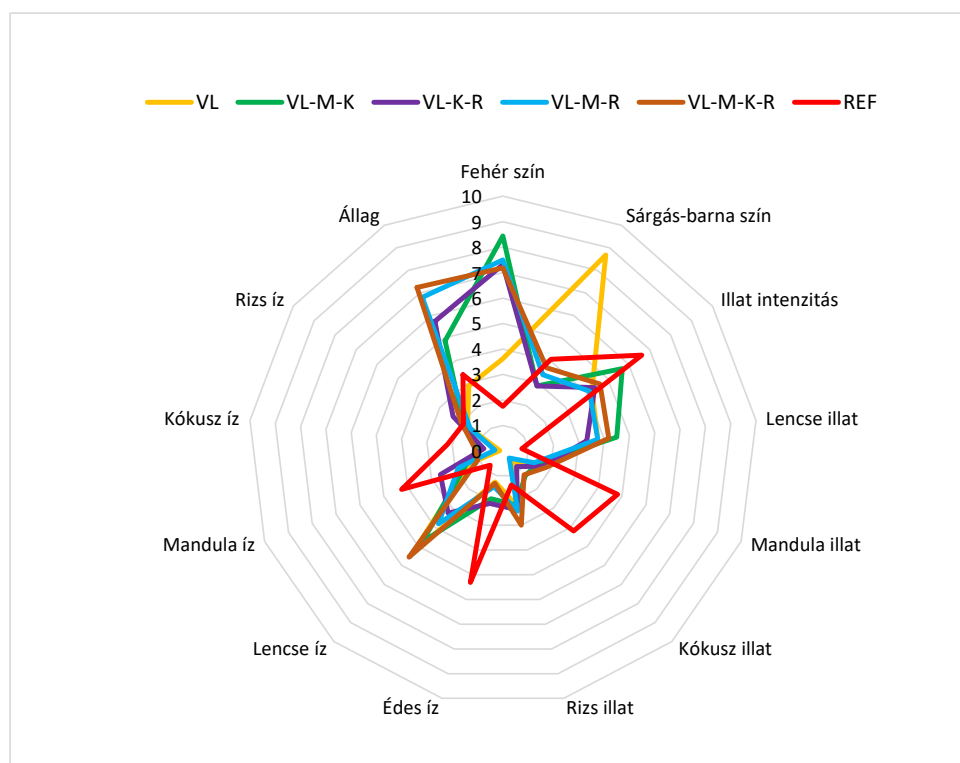
4. ábra. Az alapanyagok hatása az italok fehérségi index értékére (n=3)  
Az eltérő betűk szignifikáns különbséget jelölnek Tukey post hoc teszt alapján,  $\alpha=0,05$  mellett.



5. ábra. Az alapanyagok hatása az italok szárazanyag-tartalmára (n=3)  
 Az eltérő betűk szignifikáns különbséget jelölnek Tukey post hoc teszt alapján,  $\alpha=0,05$  mellett.  
 VL: vörös lencse, M: mandula, K: kókusz, R: rizs, REF: referencia

### 5.3. Érzékszervi bírálat

A két illetve három alapanyaggal kombinált lencseitalok érzékszervi profilját a **6. ábra** mutatja. A bírálók véleménye alapján a kombinált lencseitalok fehérebbek, mint az alapital (VL) és a referencia. A VL mintát sárgás-barna szín jellemzi. Kisebb-nagyobb mértékben mindegyik mintánál éreztek lencse ízt (0,8-5,6) és illatot (0,8-4,5). Mindkét tulajdonságnál a referencia kapta a legalacsonyabb pontszámot. A referencia a lencseitalokhoz viszonyítva magasabb pontszámot kapott a mandula és a kókusz illat intenzitására. Habár egyik ital sem tartalmazott hozzáadott cukrot, a referenciát jelentősen édesebbnek találták, ehhez vélhetően hozzájárult a termékben megtalálható természetes aroma is. A vizsgálat során az 5-ös érték jelölte a tejszerű állagot. A referenciát és a VL mintát a tejnél hígabbnak jelölték meg. A mandulát és kókuszt is tartalmazó VL-M-K minta állaga állt legközelebb a tejéhez. A rizstartalmú mintákat inkább sűrűnek jelölték.



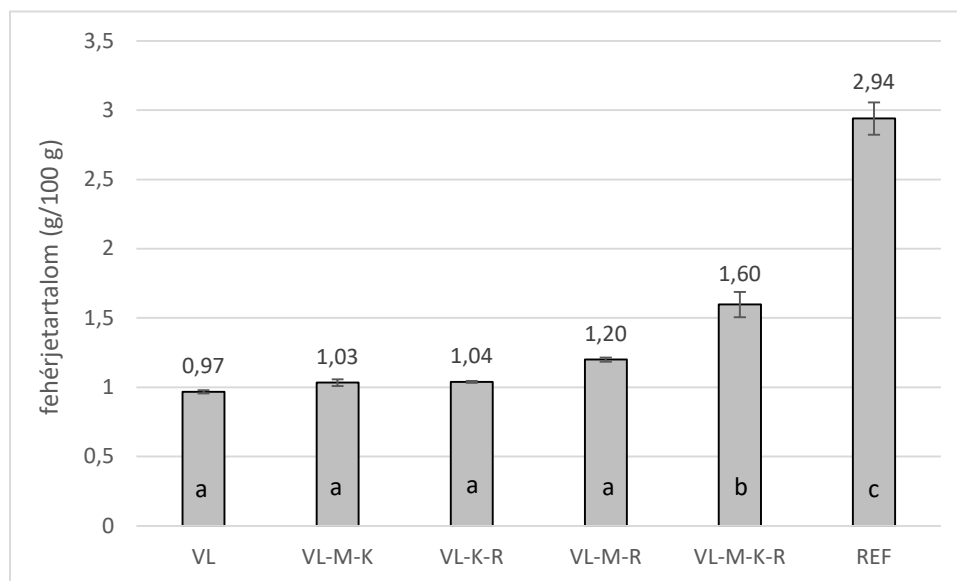
6. ábra: A kombinált italok és a referencia érzékszervi profilja (n=16)  
 VL: vörös lencse, M: mandula, K: kókusz, R: rizs, REF: referencia

Kedveltség tekintetében a referencia kiemelkedő volt, ezt a mintát tették a legtöbben az első helyre. Az átlag rangsor pontszáma 1,3, míg a többi minta esetében 3,0-4,6 volt. A magasabb kedveltséghez szintén hozzájárulhatott a referenciában található természetes aroma. Több bíráló is megjegyezte, hogy kellemes vaníliás ízű volt.

#### 5.4. Fehérjetartalom

A lencsék növényi italként való felhasználásának egyik fontos szempontja volt, hogy magas fehérjetartalommal rendelkeznek. Felmerül a kérdés, hogy a centrifugált kombinált lencseitalok valóban jó alternatívát nyújtanak-e a szójaitalok helyettesítésére fehérjetartalom szempontjából.

Az érzékszervi vizsgálatba bevont minták nyers fehérjetartalmát a **7. ábra** mutatja. A centrifugálási lépésen is átesett vörös lencse ital (VL) a leülepedett rétegben levő fehérje elvesztése ellenére is számottevő fehérjetartalommal bír. Két alapanyag együttes hozzáadása nem okozott szignifikáns emelkedést a fehérjetartalomban. A hármas kombináció esetében már magasabb (1,6 g/100 g) értéket mértünk, mely közel fele volt a referencia ital fehérjetartalmának. Az egyéb forgalomban lévő szójaitalokhoz viszonyítva alacsonyabb, azonban a piacon lévő gabona és mandula alapú növényi italokhoz képest, melyek fehérjetartalma általában < 0,5 % [10], így is kiemelkedő.



7. ábra. A lencseitalok és a referenciaital fehérjetartalma (n=3)  
Az eltérő betűk szignifikáns különbséget jelölnek Tukey post hoc teszt alapján,  $\alpha=0,05$  mellett.  
VL: vörös lencse, M: mandula, K: kókusz, R: rizs, REF: referencia

#### 6. Következtetés és javaslat

A kísérleteink alapján a vörös lencse megfelelő alapanyagként bizonyult növényi italok készítésére. Az előállítási technológia során a megfelelő viszkozitás eléréséhez az amiláz enzimes kezelés mellett a centrifugálás is szükséges, habár a szárazanyag-tartalom nagymértékű csökkenését eredményezi.

A lencséhez adott további alapanyagok eltérő hatással voltak a vizsgált paraméterekre. A rizs hozzáadása megnövelte a lencseitalok viszkozitását, míg a mandula és a kókusz nem volt rá szignifikáns hatással. Az érzékszervi vizsgálat alapján a mandula és a kókusz együttes használatával a tejéhez hasonló állag érhető el. Az objektív műszeres színmérés és az érzékszervi vizsgálat eredményei alapján a mandula és a kókusz hozzáadása fehérebb italt eredményez, mint a csak lencséből készült változat. A lencse, rizs, mandula és kókusz kombinálásával előállított ital 1,5 % feletti fehérjetartalommal rendelkezik, amely bár elmarad a szójaalapú italok fehérjetartalmától, a kereskedelmi forgalomban kapható egyéb termékekhez képest magasabb. Az érzékszervi jellemzők alapján megállapítható, hogy megfelelő ízesítés (pl. természetes aromák, cukor) esetén a lencseitalok versenyképes alternatívát jelenthetnek a szójaalapú italokkal szemben.

A tej sajátos biológiai anyag, amely csak italfunkciójában és egyes paramétereiben helyettesíthető növényi italokkal. Az italok tápanyagtartalma elmarad a tejétől, melyet az étrend tervezésekor figyelembe kell venni [2]. Jövőbeli terveink között szerepel a lencseitalok táplálkozás-élettani tulajdonságainak jellemzése és fejlesztése.

## 7. Köszönetnyilvánítás

A kutató-fejlesztő munka az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-1-I -SE-11 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

## 8. Irodalom

- [1] Laassal M., Kallas Z. (2019): Consumers preferences for dairy-alternative using home-scan data in Catalonia. *Beverages* **5** (3) 55. <https://doi.org/10.3390/beverages5030055>
- [2] Magyar Dietetikusok Országos Szövetsége (2021): OKOSTÁNYÉR® felnőtteknek. <https://www.okostanyer.hu/okostanyer-felnott/> (Hozzáférés/Acquired: 01. 05. 2022)
- [3] Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R.K. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional. *Journal of Science and Technology* **53** (9) 3408-3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
- [4] Csengeri L. (2020): Növényi italok piaci körkép. *Új Diéta* **29** (1) 17-20.
- [5] Jeske S., Zannini E., Arendt E.K. (2018): Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free rawmaterials. *Food Research International* **110** 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.045>
- [6] Jarpa-Parra M. (2018): Lentil protein: A review of functional properties and food application. An overview of lentil protein functionality. *International Journal of Food Science and Technology* **53** (4) 892-903. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13685>
- [7] Romano A., Gallo V., Ferranti P., Masi P. (2021): Lentil flour: nutritional and technological properties, *in vitro* digestibility and perspectives for use in the food industry. *Current Opinion in Food Science* **40** 157-167. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.04.003>
- [8] Jeske S., Bez J., Arendt E.K., Zannini E. (2019): Formation, stability, and sensory characteristics of a lentil-based milk substitute as affected by homogenisation and pasteurisation. *European Food Research and Technology* **245** 1519-1531. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03286-0>
- [9] Bonke A., Sieuwerts S., Petersen I.L. (2020): Amino acid composition of novel plant drinks from oat, lentil and pea. *Foods* **9** 429. <https://doi.org/10.3390/foods9040429>
- [10] Jeske S., Zannini E., Arendt E.K. (2017): Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition* **72** 26–33. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0583-0>



## *Developing milk substitute drinks from lentils (Lens culinaris L.) – Summary*

**Keywords:** plant drink, lentils, viscosity, whiteness index, sensory properties, protein content

For people who are intolerant to lactose, allergic to milk proteins, or follow a plant-based diet, plant-based beverages as a substitute for milk are a common food. In addition to health considerations, reasons for choosing plant-based drinks may include animal welfare, environmental protection, and sustainability. A wide variety of milk substitutes are available on the market; the most commonly retailed drinks are made from soy, almonds, rice, and coconut. Soy is superior in protein content compared to other beverage ingredients\*. Lentils have a similar beneficial nutritional content to soy and a number of positive physiological effects, but no manufacturer currently offers lentils in its range.

The aim of the present study was to develop a red lentil-based beverage with sensory properties similar to those of soy beverages available on the market. The soy-based Dream&Joya Almond Protein drink was chosen as a reference. The base drink was made from red lentil bran, salt, and water using a Vegital plant drink maker. The production process was extended by soaking, enzymatic treatment using amylase enzyme, then centrifugation. Lentils were combined with almonds, coconut, and rice. During the development, the effect of the technological steps and the combination of raw materials was investigated. The whiteness index, viscosity, and dry matter content of the samples were determined. Profile analysis was used for the sensory characterization of the beverages. The crude protein content of the samples was determined by the Kjeldahl method. The ratio of nitrogen content and protein content is a classical value, i.e. 1:6.25.

Among the technological steps, it was not possible to obtain a viscosity similar to the reference without enzyme treatment and centrifugation. The addition of rice did not affect the whiteness index of the beverages, but had a negative effect on the viscosity. Combination with almonds and coconut had no significant effect on viscosity, while the whiteness index was positively affected. The sensory evaluation showed that the taste and smell of the lentils were perceptible to a greater or lesser extent in all the tested lentils, which may have contributed to the lower liking score compared to the reference. In the judges' opinion, the lentils containing almonds and coconut had the most similar texture to milk. The protein content of the combined lentil beverages was lower than the reference, but still superior to the cereal and almond based plant drinks on the market.

<sup>1</sup> Semmelweis University, Faculty of Health Sciences, Department of Dietetics and Nutritional Sciences

Lívia HAJAS

[hajas.livia@semmelweis.hu](mailto:hajas.livia@semmelweis.hu)

<https://orcid.org/0000-0002-0288-313X>

Dóra TIHANYI

[tdtihanyidori@gmail.com](mailto:tdtihanyidori@gmail.com)

Réka HERMÁNNÉ Dr. JUHÁSZ

[hermanne.juhasz.reka@semmelweis.hu](mailto:hermanne.juhasz.reka@semmelweis.hu)

<https://orcid.org/0000-0003-2708-370X>

## Nemzeti szabványosítási hírek

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

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

### 2022. december – 2023. május hónapban bevezetett szabványok:

#### 07.100. Mikrobiológia

MSZ EN ISO 7704:2023 Víztisztaság. A mikroorganizmusok tenyésztési módszerekkel történő közvetlen megszámlálására használt membránszűrők teljesítményvizsgálati követelményei (ISO 7704:2023) – Az MSZ ISO 7704:1992 helyett –

MSZ EN ISO 20976-2:2023 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Az élelmiszertermékek és takarmányfélék „challenge” tesztjeire vonatkozó követelmények és irányelvek. 2. rész: „Challenge” tesztek az inaktiválási potenciál és a kinetikai paraméterek vizsgálatára (ISO 20976-2:2022)

#### 13.060 Víztisztaság

MSZ ISO 5667-5:2023 Víztisztaság. Mintavétel. 5. rész: Útmutató az ivóvíz mintavételéhez vízkezelő művekből és elosztóhálózatokból

MSZ ISO 5667-10:2021 Víztisztaság. Mintavétel. 10. rész: Útmutató a szennyvizek mintavételéhez

MSZ EN ISO 10304-4:2022 Víztisztaság. Oldott anionok meghatározása ionkromatográfiás módszerrel. 4. rész: Klorát, klorid és klorit meghatározása gyengén szennyezett vízben (ISO 10304-4:2022)

MSZ EN ISO 13165-2:2023 Víztisztaság. Rádium-226. 2. rész: Emanometriás vizsgálati módszer (ISO 13165-2:2022) – Az MSZ EN ISO 13165-2:2020 helyett –

MSZ EN ISO 19040-1:2023 Víztisztaság. Víz és szennyvíz ösztrogénaktivitásának meghatározása. 1. rész: Ösztrogénhatás mérése élesztőtesztrel (*Saccharomyces cerevisiae*) (ISO 19040-1:2018)

MSZ EN ISO 19040-2:2023 Víztisztaság. Víz és szennyvíz ösztrogénaktivitásának meghatározása. 2. rész: Ösztrogénhatás mérése élesztőtesztrel (*A-YES*, *Arxula adeninivorans*) (ISO 19040-2:2018)

MSZ EN ISO 19040-3:2023 Víztisztaság. Víz és szennyvíz ösztrogénaktivitásának meghatározása. 3. rész: In vitro riporter gén-vizsgálat emberi sejtekkel (ISO 19040-3:2018)

MSZ EN ISO 20595:2023 Víztisztaság. Egyes nagyon illékony szerves vegyületek meghatározása vízben. Statikus gőztér-analízises gázkromatográfiás tömegspektrometria (HS-GC-MS) (ISO 20595:2018)

MSZ EN ISO 20596-2:2023 Víztisztaság. Illékony, gyűrűs metil-sziloxánok meghatározása vízben. 2. rész: Folyadék-folyadék extrakció gázkromatográfiás tömegspektrometriával (GC-MS) (ISO 20596-2:2021)

### 65 Mezőgazdaság

#### 65.120 Takarmányanyagok

MSZ ISO 5984:2023 Takarmányok. A nyershamutartalom meghatározása – Az MSZ ISO 5984:1992 helyett –

MSZ EN 17053:2018 Takarmányok. Mintavételi és elemzési módszerek. A nyomelemek, a nehézfémek és más elemek meghatározása takarmányban ICP-MS-sel (multimódszer)

### 67 Élelmiszeripar

#### 67.050 Élelmiszertermékek vizsgálatának és elemzésének általános módszerei

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

MSZ EN 15633-1:2020 Élelmiszerek. Élelmiszer-allergének kimutatása immunológiai módszerekkel. 1. rész: Általános szempontok

MSZ EN 15842:2020 Élelmiszerek. Élelmiszer-allergének kimutatása. Általános szempontok és a módszerek validálása

MSZ EN 17641:2023 Élelmiszerek. Multimódszer az aflatoxinok, a deoxinivalenol, a fumonizinek, az ochratoxin A, a T-2 toxin, a HT-2 toxin és a zearalenon meghatározására, LC-MS/MS-sel

MSZ EN 17644:2023 Élelmiszerek. Élelmiszer-allergének kimutatása folyadékkromatográfiával. Tömegspektrometriás (LC-MS-) módszerek. Általános szempontok

MSZ EN ISO 22753:2023 Molekuláris biomarker-vizsgálatok. Módszer a genetikailag módosított vetőmagvak és gabonák almintaként vett csoportjainak vizsgálata során kapott analitikai eredmények statisztikai értékelésére. Általános követelmények (ISO 22753:2021, 2022. novemberi helyesbített változat)

*67.060 Gabonafélék, hüvelyesek és a belőlük származó termékek*

MSZ EN ISO 7301:2023 Rizs. Előírások (ISO 7301:2021)

MSZ EN ISO 11746:2023 Rizs. A szemek biometrikus jellemzőinek meghatározása (ISO 11746:2020) – Az MSZ EN ISO 11746:2012 és az MSZ EN ISO 11746:2012/A1:2018 helyett –

MSZ EN 16923:2023 Élelmiszerek. A T-2 toxin és a HT-2 toxin meghatározása gabonafélékben, valamint csecsemőknek és kisgyermekeknek szánt gabonatermékekben, SPE-tisztítással és HPLC-MS/MS-sel – Az MSZ EN 16923:2017 helyett –

*67.120 Hús, hústermékek és egyéb állati termékek*

MSZ EN 17266:2020 Élelmiszerek. Az elemek és ezek kémiai formáinak meghatározása. Szerves higany meghatározása a tenger gyümölcseiben elemihigany-analízissel

*67.200 Étolajok és -zsírok. Olajmagvak*

MSZ EN ISO 660:2021 Állati és növényi zsírok és olajok. A savszám és a savasság meghatározása (ISO 660:2020)

MSZ EN ISO 5555:2001/A1:2014 Állati és növényi zsírok és olajok. Mintavétel. 1. módosítás: Flexitartályok (ISO 5555:2001/Amd 1:2014)

MSZ EN ISO 9936:2016 Állati és növényi zsírok és olajok. Tokoferol- és tokotrienoltartalom meghatározása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával (ISO 9936:2016)

MSZ EN ISO 12872:2023 Olívaolaj és olívaolaj-olaj. A 2-gliceril-monopalmitát-tartalom meghatározása (ISO 12872:2022) – Az MSZ EN ISO 12872:2014 helyett –

*67.250 Élelmiszerekkel érintkező anyagok és cikkek*

MSZ EN 1186-2:2023 Élelmiszerekkel érintkezésbe kerülő anyagok és termékek. Műanyagok. 2. rész: A növényi olajokba való teljes migráció vizsgálati módszerei – Az MSZ EN 1186-2:2002, az MSZ EN 1186-4:2002, az MSZ EN 1186-6:2002, az MSZ EN 1186-8:2002, az MSZ EN 1186-10:2003 és az MSZ EN 1186-12:2002 helyett –

MSZ EN 1186-3:2023 Élelmiszerekkel érintkezésbe kerülő anyagok és termékek. Műanyagok. 3. rész: A könnyen párologó modellanyagokba való teljes migráció vizsgálati módszerei – Az MSZ EN 1186-3:2002, az MSZ EN 1186-5:2002, az MSZ EN 1186-7:2002, az MSZ EN 1186-9:2002, az MSZ EN 1186-14:2003 és az MSZ EN 1186-15:2003 helyett –

**2022. december – 2023. május hónapban helyesbített szabványok:**

*13.060 Vízhőmérséklet*

MSZ EN ISO 10523:2012 Vízhőmérséklet. A pH meghatározása (ISO 10523:2008)

Anna SZALAY<sup>1</sup>

## *Review of national standardization*

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

### **Published national standards from December 2022 to May 2023**

#### 07.100. Microbiology

MSZ EN ISO 7704:2023 Water quality. Requirements for the performance testing of membrane filters used for direct enumeration of microorganisms by culture methods (ISO 7704:2023) – which has withdrawn the MSZ ISO 7704:1992 –

MSZ EN ISO 20976-2:2023 Microbiology of the food chain. Requirements and guidelines for conducting challenge tests of food and feed products. Part 2: Challenge tests to study inactivation potential and kinetic parameters (ISO 20976-2:2022)

#### *13.060 Water quality*

MSZ ISO 5667-5:2023 Water quality. Sampling. Part 5: Guidance on sampling of drinking water from treatment works and piped distribution systems

MSZ ISO 5667-10:2021 Water quality. Sampling. Part 10: Guidance on sampling of waste water

MSZ EN ISO 10304-4:2022 Water quality. Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions. Part 4: Determination of chlorate, chloride and chlorite in water with low contamination (ISO 10304-4:2022)

MSZ EN ISO 13165-2:2023 Water quality. Radium-226. Part 2: Test method using emanometry (ISO 13165-2:2022) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 13165-2:2020 –

MSZ EN ISO 19040-1:2023 Water quality. Determination of the estrogenic potential of water and waste water. Part 1: Yeast estrogen screen (*Saccharomyces cerevisiae*) (ISO 19040-1:2018)

MSZ EN ISO 19040-2:2023 Water quality. Determination of the estrogenic potential of water and waste water. Part 2: Yeast estrogen screen (*A-YES*, *Arxula adeninivorans*) (ISO 19040-2:2018)

MSZ EN ISO 19040-3:2023 Water quality. Determination of the estrogenic potential of water and waste water. Part 3: In vitro human cellbased reporter gene assay (ISO 19040-3:2018)

MSZ EN ISO 20595:2023 Water quality. Determination of selected highly volatile organic compounds in water. Method using gas chromatography and mass spectrometry by static headspace technique (HS-GC-MS) (ISO 20595:2018)

MSZ EN ISO 20596-2:2023 Water quality. Determination of cyclic volatile methylsiloxanes in water. Part 2: Method using liquid-liquid extraction with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) (ISO 20596-2:2021)

### **65 Agriculture**

#### *65.120 Animal feeding stuffs*

MSZ ISO 5984:2023 Animal feeding stuffs. Determination of crude ash – which has withdrawn the MSZ ISO 5984:1992 –

MSZ EN 17053:2018 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis. Determination of trace elements, heavy metals and other elements in feed by ICP-MS (multi-method)

<sup>1</sup> Hungarian Standards Institution

## 67 Food technology

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

MSZ EN 15633-1:2020 Foodstuffs. Detection of food allergens by immunological methods. Part 1: General considerations

MSZ EN 15842:2020 Foodstuffs. Detection of food allergens. General considerations and validation of methods

MSZ EN 17641:2023 Foodstuffs. Multimethod for the determination of aflatoxins, deoxynivalenol, fumonisins, ochratoxin A, T-2 toxin, HT-2 toxin and zearalenone by LC-MS/MS

MSZ EN 17644:2023 Foodstuffs. Detection of food allergens by liquid chromatography. Mass spectrometry (LC-MS) methods. General considerations

MSZ EN ISO 22753:2023 Molecular biomarker analysis. Method for the statistical evaluation of analytical results obtained in testing sub-sampled groups of genetically modified seeds and grains. General requirements (ISO 22753:2021, Corrected version 2022-11)

### 67.060 Cereals, pulses and derived products

MSZ EN ISO 7301:2023 Rice. Specification (ISO 7301:2021)

MSZ EN ISO 11746:2023 Rice. Determination of biometric characteristics of kernels (ISO 11746:2020) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 11746:2012 and MSZ EN ISO 11746:2012/A1:2018 –

MSZ EN 16923:2023 Foodstuffs. Determination of T-2 toxin and HT-2 toxin in cereals and cereal products for infants and young children by SPE clean up and HPLC-MS/MS – which has withdrawn the MSZ EN 16923:2017 –

### 67.120 Meat, meat products and other animal produce

MSZ EN 17266:2020 Foodstuffs. Determination of elements and their chemical species. Determination of organomercury in seafood by elemental mercury analysis

### 67.200 Edible oils and fats. Oilseeds

MSZ EN ISO 660:2021 Animal and vegetable fats and oils. Determination of acid value and acidity (ISO 660:2020)

MSZ EN ISO 5555:2001/A1:2014 Animal and vegetable fats and oils. Sampling. Amendment 1: Flexitanks (ISO 5555:2001/Amd 1:2014)

MSZ EN ISO 9936:2016 Animal and vegetable fats and oils. Determination of tocopherol and tocotrienol contents by high-performance liquid chromatography (ISO 9936:2016)

MSZ EN ISO 12872:2023 Olive oils and olive-pomace oils. Determination of the 2-glyceryl monopalmitate content (ISO 12872:2022) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 12872:2014 –

### 67.250 Materials and articles in contact with foodstuffs

MSZ EN 1186-2:2023 Materials and articles in contact with foodstuffs. Plastics. Part 2: Test methods for overall migration in vegetable oils – which has withdrawn the MSZ EN 1186-2:2002, MSZ EN 1186-4:2002, MSZ EN 1186-6:2002, MSZ EN 1186-8:2002, MSZ EN 1186-10:2003 and MSZ EN 1186-12:2002 –

MSZ EN 1186-3:2023 Materials and articles in contact with foodstuffs. Plastics. Part 3: Test methods for overall migration in evaporable simulants – which has withdrawn the MSZ EN 1186-3:2002, MSZ EN 1186-5:2002, MSZ EN 1186-7:2002, MSZ EN 1186-9:2002, MSZ EN 1186-14:2003 and MSZ EN 1186-15:2003 –

## Corrected national standards from December 2022 to May 2023

### 13.060 Water quality

MSZ EN ISO 10523:2012 Water quality. Determination of pH (ISO 10523:2008)

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

## **Szerzőink / Authors**

### **DORKÓ Annamária**

*Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Kockázatkezelési Igazgatóság / National Food Chain Safety Office*

### **FARKAS Noémi Dóra**

*Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Marketing és Kereskedelem Intézet / University of Debrecen, Faculty of Economics and Business, Institute of Marketing and Commerce*

### **HAJAS Livia**

*Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar, Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék / Semmelweis University, Faculty of Health Sciences, Department of Dietetics and Nutritional Sciences*

### **HERMÁNNÉ Dr. JUHÁSZ Réka**

*Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar, Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék / Semmelweis University, Faculty of Health Sciences, Department of Dietetics and Nutritional Sciences*

### **JÁNOSI Anna Dr.**

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campus, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszertudományi Kutatócsoport / Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Buda Campus, Institute of Food Science and Technology, Food Science Research Group*

### **KASZA Gyula Dr.**

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet / Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Buda Campus, Institute of Food Science and Technology*

### **KOPPÁNYNÉ SZABÓ Erika Dr.**

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campus, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszertudományi Kutatócsoport / Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Buda Campus, Institute of Food Science and Technology, Food Science Research Group*

### **KOVÁCS Zoltán Dr.**

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszeripari Műveletek és Folyamattervezés Tanszék / Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Institute of Food Science and Technology, Department of Food Measurement and Process Control*

### **KUNSZABÓ Atila**

*Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Kockázatkezelési Igazgatóság / National Food Chain Safety Office*

### **MIKULÁS Viktória**

*Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Kockázatkezelési Igazgatóság / National Food Chain Safety Office*

### **SIPOS László Dr.**

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Árukezelési, Kereskedelmi, Ellátási Lánc és Érzékszervi Minősítési Tanszék / Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Institute of Food Science and Technology, Department of Postharvest Science, Trade, Supply Chain and Sensory Analysis*

### **SZAKOS Dávid Dr.**

*Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Kockázatkezelési Igazgatóság / National Food Chain Safety Office*

### **TIHANYI Dóra Dr.**

*Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar, Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék / Semmelweis University, Faculty of Health Sciences, Department of Dietetics and Nutritional Sciences*

### **VÖRÖS Andrea**

*Soós Tészta Kft.*