

# ÉLELMISZERVIZSGÁLATI

K Ö Z L E M É N Y E K

JOURNAL OF FOOD INVESTIGATION

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

LXVIII. ÉVFOLYAM 3. SZÁM  
VOL. 68, 2022 NO. 3

SCIENCE – LIFE – QUALITY – SAFETY

2022. SZEPTEMBER 30.  
30 SEPTEMBER 2022

## Héjon erjesztett natúrborok vizsgálata

Examination of skin-fermented natural wines

**Zsírban oldódó vitaminok vizsgálata**

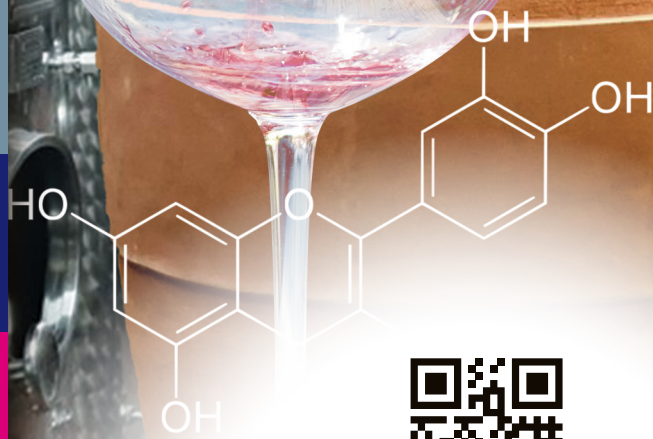
**Az őszi búza ásványianyag-tartalma**

**A propolisz jellemzői és felhasználása**

**Fűszerekkel dúsított kenyerek makroelem-tartalmának vizsgálata**

**Flexitáriánus étrend**

*Analysis of fat-soluble vitamins • Mineral content of autumn wheat • Characteristics and uses of propolis • Determination of the macroelement content of breads fortified with different spices • Flexitarian diet*



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

## TARTALOM – CONTENTS

|  |                     |
|--|---------------------|
| <b>Héjon erjesztett natúrborok vizsgálata</b><br><b>(Bene Zsuzsanna, Oláhné-Horváth Borbála, Kneip Antal, Balling Péter)</b><br><i>Examination of skin-fermented natural wines</i><br><i>(Zsuzsanna Bene, Borbála Oláhné-Horváth, Antal Kneip, Péter Balling)</i>  | <b>3964</b><br>3973 |
| <b>Zsírban oldódó A-, D2-, D3-, E- és K3-vitaminok meghatározása izotóphígítással és LC-MS/MS műszeregyüttessel</b><br><b>(Tölgyesi Ádám, Girincsi Evelin, Hermann Viktória, Simon Andrea, Bálint Mária)</b><br><i>Determination of fat-soluble vitamins A, D2, D3, E and K3 by isotope dilution and LC-MS/MS instrument assembly</i><br><i>(Ádám Tölgyesi, Evelin Girincsi, Viktória Hermann, Andrea Simon, Mária Bálint)</i>   | <b>3982</b><br>3994 |
| <b>Az őszi búza ásványi anyag tartalmának alakulása Magyarországon 30 év mérési eredményei alapján</b><br><b>(Ungai Diána, Sipos Péter, Győri Zoltán)</b><br><i>Evolution of the mineral content of winter wheat in Hungary based on 30 years of measurement results</i><br><i>(Diána Ungai, Péter Sipos, Zoltán Győri)</i>  | <b>4006</b><br>4013 |
| <b>A propolisz jellemzői és felhasználási lehetőségei</b><br><b>(Benedek Csilla, Veresné Bálint Márta)</b><br><i>Characteristics and uses of propolis</i><br><i>(Csilla Benedek, Márta Veresné Bálint)</i>   | <b>4020</b><br>4028 |
| <b>Különböző fűszerekkel dúsított kenyerek makroelem-tartalmának meghatározása és hozzájárulásuk a táplálkozási referencia értékhez</b><br><b>(Varga-Kántor Andrea, Alexa Loránd, Topa Emőke, Kovács Béla, Czipa Nikolett)</b><br><i>Determination of the macroelement content of breads fortified with different spices and their contribution to the nutrient reference value</i><br><i>(Andrea Varga-Kántor, Loránd Alexa, Emőke Topa, Béla Kovács, Nikolett Czipa)</i> | <b>4036</b><br>4047 |
| <b>Flexitáriánus étrend – a fenntartható táplálkozás?</b><br><b>(Bánáti Diána)</b><br><i>Flexitarianism – the sustainable food consumption?</i><br><i>(Diána Bánáti)</i>   | <b>4058</b><br>4075 |
| <b>Nemzeti szabványosítási hírek</b><br><b>(Szalay Anna)</b><br><i>Review of national standardization</i><br><i>(Anna Szalay)</i>  | <b>4092</b><br>4094 |

ISSN 0422-9576

OPEN



ACCESS

Tudományos folyóiratunk tartalma 2021-től szabadon hozzáférhető a [www.eviko.hu](http://www.eviko.hu) honlapon.

The content of our scientific journal will be freely available on the website [www.eviko.hu](http://www.eviko.hu) from 2021.



## Kedves Olvasóink!

*Szorong a szív, ha körül a béke áldott sugara alig halványan dereng, Sokak számára a háború sötét rémálma csak távolról mereng, Gyermekek, kik nem tudják, nem érzik, mily drágakő a csend, Mely immár hosszú hónapok óta megtört, s az égen félve reszket messze fent. Csak reményünk éltet, hogy béke lesz újra, hitünk óvjon minden embert, minden lelket, s mindent, mi szent<sup>1</sup>.*

Bízva a háború közeli végében, fordítsuk figyelmünket az élelmiszertudomány békés mezejére, s tekintsük át az ÉVIK őszi számának tartalmát.

Az ÉVIK 2022-3 számának vezető anyaga **Bene Zsuzsa és munkatársainak** munkája. Dolgozatukban egy ősi, Grúziából származó technológia alkalmazásával készített, héjon erjesztett borok érzékszervi és - korlátozott mennyiségű fogyasztása esetén érvényesülő - kedvező élettani hatásairól számolnak be. Kéziratukban a borkészítés technológiáját és a bor néhány, kedvező élettani hatással rendelkező összetevőjének vizsgálati eredményeit ismertetik.

**Tölgyesi Ádám és munkatársai** egy kényelmesen használható, izotóphígításon alapuló LC/MS/MS analitikai technikához dolgoztak ki eljárást zsírban oldódó – A-, D2-, D3-, E- és K3-vitaminok – meghatározására étrend-kiegészítő és pezsgőtabletta jellegű mintákból. Kidolgozott módszerüket hazai és nemzetközi körvizsgálatokban való részvétellel sikeresen validálták.

Harminc év távlatában összegyűjtött búzaminék ásványianyag-tartalmát vizsgálta **Ungai Diána és kutatócsoportja**. Munkájuk során őszi búzákat ásványianyag-tartalmát (foszfor, kálium, magnézium, kalcium, mangán, cink, réz) vizsgálták ICP/MS technika alkalmazásával. Az évek során kimutatható összetételi változásokat az évek függvényében boxplot diagramon is ábrázolták. A vizsgált 30 év viszonylatában szignifikáns ásványianyag-tartalom csökkenést nem tapasztaltak.

A **Benedek Csilla - Veresné Bálint Márta** szerzőpáros dolgozatunkkal a propolisznak az emberi egészségre gyakorolt kedvező hatásairól adnak rövid szakirodalmi áttekintést. A propolisz összetétele a méhcsalád kaptárának földrajzi helyétől, a fiziológiai állapotától, illetve a gyűjtési szezon időjárásától függően tág határok között változhat. Fontosabb összetevői a polifenolos vegyületek (fenolsavak, flavonoidok, flavonoid-észterek, diterpének, szeszkviterpének), lignánok, aromás aldehidek, alkoholok, aminosavak, zsírsavak, szerves savak, szénhidrogének, vitaminok és ásványi anyagok.

**Varga-Kántor Andrea** munkacsoportja különböző, fűszerekkel dúsított kenyerek érzékszervi és összetételi jellemzőit vizsgálta. A kenyértésztákhoz bazsalikomot, kaprot, oregánót, köményt, metélőhagymát, rozsmaringot és fokhagyma granulátumot adagoltak. A kisütött kenyerek érzékszervi vizsgálatát azok mikro- és mezo-elem tartalmának analízisével is kiegészítették. Az elemanalitikát ICP/OES technikával végezték. Mérési eredményeik alapján meghatározták, hogy a fűszerrel dúsított sütőipari termékek milyen mértékben járulnak hozzá a táplálkozási referencia értékhez (NRV – Nutrient Reference Value). A bazsalikkal, kaporral, oregánóval és metélőhagymával kiegészített kenyerek esetében állapítottak meg kiemelkedően kedvező összetételt.

**Bánati Diána** összefoglaló munkájában a húsfogyasztásukat csökkentő, flexitáriánus fogyasztók táplálkozási jellemzőiről számol be. A szakirodalom az ilyen étrendet gyakorló csoportot 'húscsökkentőknek', 'kevés húst evőknek' vagy 'félvegetáriánusoknak' is nevezi. A flexitáriánus kifejezést egyes vegetáriánusok és vegánok oximoronként bírálják, mivel az ezen étrendet követő emberek nem vegetáriánusok, hanem mindenevők, hiszen bár kisebb mértékben, de állatok húsát, valamint állati termékeket is fogyasztanak.

Remélem, kedves Olvasóink nyara kellemesen telt. Jutott idő kikapcsolódásra is, hogy az őszi időszak beköszöntével újult energiával tudjanak a munka és a tudomány felé fordulni. Jó olvasást, hasznos időtöltést kívánok Önöknek.

**Dr. Szigeti Tamás János**  
főszerkesztő

<sup>1</sup> A háború kísértő árnya (Szigeti Tamás János)



## Dear Readers!

*The heart is troubled when the blessed ray of peace is fading above around,  
/For many the dark nightmare of war is pondering so fare distant, / Children  
who do not know, not feel what kind a jewel stone is the silence, / Which for  
long months now has been broken by the strong violence, / And trembles in  
the sky far above from terrible source. / Only our hope lives, that peace may  
come again, / And the love, our faith may protect all people, souls / And all  
that is holy for us, like a gentle precious game<sup>1</sup>*

Trusting that war is near, let us turn our attention to the peaceful field of food science, and review the contents of the autumn issue of the JFI.

The lead article of JFI 2022-3 is the work of **Zsuzsa Bene and her colleagues**. In their paper, they report on the sensory and physiological benefits of fermented wines in skins, produced using an ancient technology from Georgia. In their manuscript, they describe the technology used to make the wine and the results of tests on some of the components of the wine that have beneficial physiological effects – consumed in moderate quantities.

**Ádám Tölgyesi and colleagues** have developed a method for a convenient LC/MS/MS analytical technique based on isotope dilution for the determination of fat-soluble vitamins A, D2, D3, E and K3 from dietary supplement and effervescent tablet samples. Their developed method has been successfully validated by participation in national and international ring trials.

**Diána Ungai and her research team** have investigated the mineral content of wheat samples collected over a period of 30 years. Their work involved the analysis of the mineral content (phosphorus, potassium, magnesium, calcium, manganese, zinc, copper) of winter wheat using ICP/MS techniques. The compositional variations over the years were also plotted on a boxplot diagram. No significant decrease in mineral content was observed over the 30 years studied.

The authors **Csilla Benedek and Márta Veresné Bálint** provide a short literature review on the beneficial effects of propolis on human health. The composition of propolis can vary widely depending on the geographical location of the hive, the physiological state of the hive and the weather during the collection season. Its main constituents are polyphenolic compounds (phenolic acids, flavonoids, flavonoid esters, diterpenes, sesquiterpenes), lignans, aromatic aldehydes, alcohols, amino acids, fatty acids, organic acids, hydrocarbons, vitamins and minerals.

**Andrea Varga-Kántor's team** investigated the organoleptic and compositional characteristics of different spice-enriched breads. They added basil, dill, oregano, cumin, chives, rosemary and garlic granules to bread dough. The sensory analysis of the baked breads was supplemented by an analysis of their micro- and meso-element content. The elemental analysis was performed by ICP/OES technique. The results of their measurements were used to determine the contribution of bakery products enriched with spices to the Nutrient Reference Value (NRV). Breads enriched with basil, dill, oregano and chives were found to have a highly favourable composition.

**Diána Bánáti** reports on the nutritional characteristics of flexitarian consumers who have reduced their meat consumption. The literature also refers to this group as 'meat reducers', 'low meat eaters' or 'semi-vegetarians'. The term 'flexitarian' is criticised by some vegetarians and vegans as an oxymoron, since people following this diet are not vegetarians but omnivores, since they also consume animal meat and animal products, albeit to a lesser extent.

I hope you had a pleasant summer. They have also had time to relax, so that they can return to work and science with renewed energy as autumn is coming soon. I wish you a good read and a useful time.

**Dr. Tamás János Szigeti**  
editor-in-chief

<sup>1</sup> *The haunting shadow of war (János Tamás Szigeti)*

BENE Zsuzsanna<sup>1</sup>, Oláhné-Horváth Borbála<sup>2</sup>, KNEIP Antal<sup>1</sup>, BALLING Péter<sup>2</sup>DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2022/3-1-HUN>

Érkezett: 2022. május – Elfogadva: 2022. július

## Héjon erjesztett natúrborok vizsgálata

**Kulcsszavak:** amfora, kvevri, kerámiatojás, organikus termelés, antioxidánsok, NMR-vizsgálat, kvercetin, procianidinek, katechinek, kávéssav, p-kumársav, galakturonsav, borostyánkősav, kaftársav, borkősav, almasav, hidroxifahéjsav

### 1. ÖSSZEFOGLALÁS

Az ősi fehérborkészítési technológia, a „kvevri” egyre nagyobb figyelmet kap a fogyasztók körében, nemcsak azért, mert egyedi és különleges, hanem azért is, mert a fenntarthatóság, a természetközelség alapvető jellemzői ennek a borkészítési eljárásnak. Mindezt az is mutatja, hogy a hagyományos agyagedényes, ősi grúz eljárás 2013-ban felkerült az UNESCO emberiség szellemi kulturális örökségeinek listájára, valamint 2020-ban a Nemzetközi Szőlészeti és Borászati Hivatal (OIV) felvette a héjon erjesztett fehérbort a különleges borok kategóriájába. Ez a hullám Magyarországon is jelen van, hiszen a „natúr” bor és „narancsbor”, a 2021-es jogszabályban már megjelentek, mint „Egyéb, korlátozottan használható kifejezések”. A borkészítési eljárás lényege a héjon történő erjesztés és a mikrooxidáció, amelynek edényzete többféle lehet: amfóra vagy kvevri, kerámiatojás, spin-hordó, ennek függvényében változhat a borok kémiai összetétele, valamint az aromakomponensek prekursor vegyületeinek képződése. A tanulmányban amfora és kerámiatojás edényzet használatából származó, a Tokaji borvidéken készített natúrborok vizsgálatára került sor.

<sup>1</sup> Tokaj-Hegyalja Egyetem, Lorántffy Intézet, Szőlészeti és Borászati Tanszék

<sup>2</sup> Pannon Egyetem, Soós Ernő Kutató- Fejlesztő Központ, Víztechnológiai Kutatócsoport

**BENE Zsuzsanna**

**OLÁHNÉ-HORVÁTH Borbála**

**KNEIP Antal**

**BALLING Péter**

[bene.zsuzsa@unithe.hu](mailto:bene.zsuzsa@unithe.hu)

[olahne.horvath.borbala@sooswrc.hu](mailto:olahne.horvath.borbala@sooswrc.hu)

[kneip.antal@unithe.hu](mailto:kneip.antal@unithe.hu)

[balling.peter@unithe.hu](mailto:balling.peter@unithe.hu)

<https://orcid.org/0000-0001-5310-4936>

<https://orcid.org/0000-0001-8809-546X>

<https://orcid.org/0000-0002-6948-8468>

<https://orcid.org/0000-0001-9833-6319>

## 2. Bevezetés

A natúr borkészítési filozófia napjainkra mozgalommá növekedett, számos országban készítőkre és fogyasztóközönségre talált. Filozófiájuk szerint még soha nem használt a borkészítő társadalom ennyi növényvédőszer a szőlőben, ennyi borászati segédanyagot és tartósítószer, mint napjainkban, ami rendkívül káros mind az élővilág, mind a növényvilágra és nem fenntartható gazdálkodások. Vissza kell térni a gyökerekhez, a régmúlt idők borászati gyakorlatához, ahol a borkészítés művészet és lelke van az így készített boroknak, a termőhely szelleme ötvöződik a borász művészi világával. Különösen igaz ez a Dél-Kaukázusban készített amforaborok világára [1].

Ezekkel a termékekkel szemben gyakran felmerülő ellenérv az, hogy egyrészt mikrobiológiailag nem stabilak, hiszen nem történnek olyan technológiai műveletek, amelyek csökkentenék a szőlőről bekerülő és a mustban, borban felszaporodó mikroorganizmusok nagyságrendjét, másrészt nincs megfelelő növényvédelmi tevékenység a szőlőben olyan kórokozókkal szemben (pl. feketeerőthadás), amelyek megváltozott kémiai összetételt okoznak, illetve mikotoxinokat termelhetnek. További aggályos tényező, hogy a különféle tárolóedények migrációs tulajdonságairól kevés vizsgálati eredmény áll rendelkezésre.

## 3. Szakirodalmi áttekintés

### 3.1. A natúrbor fogalma, készítésének sajátosságai

A natúrbor-készítés mozgalmának gyökereit 1978 körül kell keresni, a francia Beaujolais-ban Marcel Lapierre és Julet Chauvet készített először bioszőlőből kén- és adalékmentes borokat [2].

A natúr borokra gyakran használt elnevezések: low-intervention wine („kis beavatkozású” bor), naked wine („meztelen” bor), raw wine („nyers” bor), amelyek a készítés során alkalmazott szabályokra utalnak.

2020. márciusában Charta elnevezéssel a francia Agrárminisztérium, az INAO (Institut national de l'origine et de la qualité – Nemzeti Eredet- és Minőségvédelmi Intézet) és a DGCCRF (Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes – Verseny-, Fogyasztási- és Csalás Elleni Főigazgatóság), a Natúr Borok Szövetségével közösen fogadta el a natúr borok szabályzatát és hivatalosan a „vin méthode nature” elnevezést.

3.1.1. A natúrborok legfontosabb jellemzői:

1. Minősített organikus (EU vagy Nature&Progrés), vagy legalább az átállás második évében lévő ültetvényről származó szőlőből kell származniuk;
2. A borkészítésre szánt szőlőt kizárólag kézzel szabad szüretelni;
3. Kizárólag spontán erjedési folyamatokat alkalmazhatnak,
4. Tilos adalék-anyagok hozzáadása;
5. Tilos a szőlő összetételének módosítása (sav-, alkohalnövelés);
6. Tilosak a „durvának” minősített beavatkozások (pl. szűrés, tangenciális szűrés, villám-pasztörizálás, hőkezelés, fordított ozmózis);
7. Erjedés előtt és közben tilos kén hozzáadása;
8. A címkéken a kénhasználattól függően kétféle logót használhatnak a termelők: „kén hozzáadása nélkül” ill. „<30 mg/l kén hozzáadásával”;
9. A nem natúrbornak számító tételeknek egyértelműen elkülöníthetőnek kell lenniük (differenciált címkézés) – elkerülve így a fogyasztó megtévesztését [2].

### 3.2. Héjonerjesztett fehérborok

A natúrborok speciális kategóriája a héjon erjesztett fehérborok, amely gyakran viseli a kvevri-, amfora-, borostyán- és narancsbor nevet. A változó trendek hatására a régi, hagyományos stílusok kezdenek megjelenni a borászok körében is. A héjon erjesztett fehérborok népszerűsége folyamatosan növekszik, hasonlóan, mint a természetes borokra irányuló egyre növekvő kereslet. A narancsborok ezen túlmenően különleges kategóriát képviselnek, hiszen a héjon áztatásnak köszönhetően egyszerre hordozzák a fehérborokra jellemző ízelet a vörösborokra jellemző textúrával és tanninokkal együtt [3]. A fogyasztók különösen kedvelik, amikor a tárolóedényzet speciális aromavilággal gazdagítja a bor ízét, így egyre több borkészítő használ kerámiatojást és amforát. E technológiának Franciaországban, Portugáliában, USA-ban, Olaszországban, Szlovéniában és Ausztriában számos követője van [4, 5, 6, 7, 8]. Eltérő szín (a mélysárgától a borostyánig), megnövekedett polifenol-tartalom [9, 10, 11], illékony vegyületek (vanília, pörkölt mogyoró, dió) képződése [12, 7], minerális jegyek megjelenése [13, 14] a legfontosabb megkülönböztető jegyek.

A héjjal való érintkezés időtartamának különösen fontos szerepe van nemcsak az erjedés, hanem az utána következő érlelés során is. A hosszú héjjal való érintkezési idő elősegíti mind a fenolos, mind az ásványi anyagok beoldódását. A borászati szempontból fontos procianidinek és katechinek a héjban, magban, kocsányban fordulnak elő, az egyszerű fenolok (kávésav, p-kumársav) legnagyobb koncentrációban a bogyóhúsban találhatóak. A minél hosszabb idejű héjon áztatás, az alkohol növekvő koncentrációja, valamint az erjedés során folyamatosan növekvő hőmérséklet hatására, a magból a borba kerülő tanninok részaránya is növekszik. Ez a folyamat a fenolos anyagokat tartalmazó sejtek javuló átteresztőképességével és/vagy felrepedésével hozható összefüggésbe. Ha a kierjedt újbort az erjedés befejeződése után még hosszabb ideig tartják héjon, összetételében a magból származó tanninok válnak dominánssá és a polimer pigmentek aránya is megnő [15, 16]. A termőhely [17], a szőlőfajta [18], a tőketerhelés [19], mustok, borok fenolos összetételére gyakorolt hatásával több kutatási eredményt is publikáltak.

A polifenolok közül kiemelkedő jelentősége van a kvercetinnek és a sikiminsavnak. A kvercetin 10-20 mg/l, a sikiminsav pedig 30-50 mg/l mennyiségben található meg fehérborokban. Erre a Nemzetközi Szőlészeti és Borászati Hivatal Bor és Egészség szakbizottságának vezetője, hívta fel a figyelmet, miután a madárinfluenza ellenszereként alkalmazott, a kínai csillagánizs kivonatából készített Tamiflu nevű gyógyszernek is ez a két vegyület a fő hatóanyaga. Ezzel a fehérborok fogyasztásának jótékony hatása is újabb érvet kapott [20].

### 3.3. Speciális tároló edényzetek

#### 3.3.1. Amfora

Világszerte sokféle készítik, minden fazekasmester egyedi eljárást és alapanyagot használ fel, sokszor a formavilág is változik. Magyarországon egy hazai fazekas munkái a legelterjedtebbek, amforáinak alapanyaga tűzálló anyag, amelyet saját anyagából készült samottal soványítottak. Tömör, kagylós töréselfületű, alapanyagai színesre égő tűzálló agyagok, amelyek az 1200-1250 °C-os égetés után savnak, lúgnak ellenálló cseréppé alakulnak, amelynek vízfelvétele 4% alatti (1. ábra).



1. ábra. Natúr amfora [21]

Az amforahasználat legfontosabb jellemzői:

- A fémtartállyal szemben, az amforában mikrooxidáció megy végbe;
- Amíg a fahordó erőteljes nyomot hagy a borok illatában és ízében, addig az amforákban a szőlőfajta és a terroir jellege érvényesül;
- Az amforákban a szőlőfajta olyan sajátos tulajdonságai válnak hangsúlyosabbá, amelyet egyébként a konvencionális borkészítési eljárások elfednek (pl. a furmint szőlőfajta gyógynövényes ízvilága);

- A terrakotta amforák olyan ásványi anyagokból készülnek, amelyek hasonlóak a szőlőtalaj összetételéhez, amelyeket a szőlőtőkék életük folyamán felvehetnek, így a szőlő az erjesztés és érlelés alatt ahhoz hasonló kémiai közegbe kerül, mint amilyenben a tőkén volt; az amforában történő borkészítés így felerősíti a borokban az ásványos jegyeket;
- Az amfora hatásos hőszigetelő képessége folyamatosan biztosítja, hogy az erjedési folyamat kiegyensúlyozott hőmérsékleti körülmények között menjen végbe.

### 3.3.2. Kerámiatojás

A kerámiatojás Ausztráliában elterjedt cement anyag alapú, tojásra emlékeztető formájú edényzet. A kerámiatojások gyártói között jó hírnévre tett szert egy ausztrál vállalkozás, amely világszerte értékesíti borerjesztésre és tárolásra alkalmazható termékeit. Az ausztrál edényzetek 11-12 mm falvastagságúak, 675 liter az úrtartalmuk és 180 kg az önsúlyuk. Égetésük 1285 °C-on, 42 órán tart, amely az edény falának különleges mikroporozusos szerkezetét biztosítja. A fordított tojás formája speciális anyagáramlást biztosít, amely a benne tárolt erjedő must előnyös keveredését biztosítja (**2. ábra**).



2. ábra. Kerámiatojás egy borászatban, Tállyán  
(Forrás: saját felvétel)

## 4. Anyag és módszer

### 4.1. Azonos évjáratú natúrborok összehasonlító elemzése kerámiatojás és agyagamfora használat esetén

A vizsgált borok származására vonatkozó adatokat az **1. táblázat** tartalmazza. A Tállyán működő borászatban natúr borkészítési technológiát alkalmaznak a boraik elkészítéséhez. A szőlőterületeik Tállya és Mád határában található 8 dűlőben, Furmint és Hárslevelű fajtákkal, integrált gazdálkodásban foglalkoznak. Törekednek a lehető legkevesebb növényvédő szer felhasználására, felszívódó hatóanyagot egyáltalán nem alkalmaznak. A boraik spontán módon erjednek, nem használnak borászati kezelőanyagot, a borokat kénmentesen készítik és töltik le. Az erjesztéshez a fentebb ismertetett ausztrál kerámiatojásokat használják.

A Furmint egy bodrogkeresztúri pincészetben készült, organikus termelésű szőlőből. Az erjesztést Magyarországról származó fekete agyag amforában (**3. ábra**) végezték.





3. ábra. Antracit amfora egy tokaji pincészetben  
(Forrás: saját felvétel)

A Franciaországban található Savoie borvidék egyik jellegzetes fehér szőlőfajtája a Roussette de Savoie amely ampelográfiai tulajdonságait tekintve sok hasonlóságot mutat a Furmint szőlőfajtaival. A genetikai vizsgálatok a rokonsági kapcsolatot nem erősítették meg, viszont az elmúlt években az Altesse fajta Európa szerte megjelenik különböző édes borairól híres borvidékeken. Tokajban, a Lencsés-dűlőből származik az alapanyag, amely a Tokaji Borvidék Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetében került feldolgozásra és egy agyag-amforában erjedt.

1. táblázat. A vizsgálathoz felhasznált borminták eredete

| Megnevezés                     | Hetény                                | Sipos                                 | Furmint                               | Altesse                               |
|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Származás                      | Hetény-dűlő, Tállya                   | Sipos-dűlő, Tállya                    | Lapis-dűlő, Bodrogkeresztúr           | Lencsés-dűlő, Tokaj                   |
| Szőlőfajta                     | 100% Furmint                          | 85% Furmint- 15% Hárslevelű           | 100% Furmint                          | 100% Altesse                          |
| Évjárat                        | 2020                                  | 2020                                  | 2020                                  | 2020                                  |
| Mustfok                        | 20,0 mM°                              | 20,9 mM°                              | 21,0 mM°                              | 18,0 mM°                              |
| Szőlőművelés                   | Biodinamikus                          | Biodinamikus                          | Organikus                             | Organikus                             |
| Feldolgozás módja              | Héjon áztatás és egészfürtös préselés | Héjon áztatás és egészfürtös préselés | Héjon áztatás és egészfürtös préselés | Héjon áztatás és egészfürtös préselés |
| Erjesztés és tárolás           | Kerámiatojás                          | Kerámiatojás                          | Agyagamfora                           | Agyagamfora                           |
| Élesztőhasználat               | Spontán                               | Spontán                               | Spontán                               | Spontán                               |
| Borászati segédanyag használat | Borászati segédanyag- és kénmentes    | Borászati segédanyag- és kénmentes    | 20 mg/l kénessav                      | 20 mg/l kénessav                      |

A kémiai összetétel vizsgálata nagyműszeres analitikával (NMR- Nucleic Magnetic Resonance) történt a Diagnosticum Zrt. Szerencsi laboratóriumában.

H NMR technika [22]: H NMR spektrumok rögzítése 26,85°C-on Bruker AVANCE 400 spectrométerrel és 400'54 ASCEND magnet rendszerrel (Bruker, Karlsruhe, Germany) proton NMR módban, frekvencián of 400.13 MHz. A célzott vizsgálathoz való minta előkészítés és vizsgálati paraméterek a következők voltak: pH állítás pH 3,1-ra automata BTPH rendszerrel, deutérium és tetrametil- szilán adagolása, relaxációs késés 4 s, mintavételi idő 3,98 s, spektrális szélesség: 8223,68 Hz.

Az adatok statisztikai elemzéshez MANOVA és függetlenség vizsgálatot használtunk és az IBM Corp. 2016 SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY (USA) szoftvert.

## 5. Vizsgálati eredmények

### 5.1. A kerámiatojásban és az amforában készített natúrborok NMR-vizsgálata

Az eredményeket a **2. táblázat** mutatja.

2. táblázat: Az egyes borminták kémiai összetétele és a vonatkozó NMR referencia adatbázis adatai konvencionális módon készített fehérborokhoz hasonlítva

| Bor megnevezése                                   | Furmint amfórábor   | Altesse amfórábor | Sipos kerámiatojás | Hetény kerámiatojás | Normál fehérbor                         |
|---|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---|
|   | <b>Mért értékek</b> |                   |                    |                     | <b>NMR referencia adatbázis alapján</b> |
| <b>Alapanalízis</b>                               |                     |                   |                    |                     |   |
| Alapjánalkohol (%vol)                             | 13,6                | 10,8              | 13,6               | 13,1                | 10,8 - 16,3                             |
| Cukor (g/l)                                       | <1,0                | <1,0              | <1,0               | <1,0                | 1,1 - 80,7                              |
| Borkósav (g/l)                                    | 2,20                | 1,2               | 3,02               | 3,7                 | 3,0 - 4,1                               |
| Almasav (g/l)                                     | 2,30                | 4                 | <0,2               | <0,2                | 0,2 - 5,5                               |
| Tejsav (g/l)                                      | <200                | 309               | 120                | 143                 | 200 - 400                               |
| Citromsav (mg/l)                                  | 284,00              | 312               | 230                | 390                 | 200 - 220                               |
| <b>Másodlagos anyagcseretermékek</b>              |                     |                   |                    |                     |   |
| Ecetsav (mg/l)                                    | 305,00              | 177               | 571                | 302                 | 100 - 942                               |
| Acetoin (mg/l)                                    | 17,00               | 43                | 10                 | 10                  | 10 - 15                                 |
| Etil-acetát (mg/l)                                | 59,00               | <50               | <50                | <50                 | 50 - 60                                 |
| Etil-laktát (mg/l)                                | <150                | <150              | <150               | <150                | 150 - 160                               |
| Fumársav (mg/l)                                   | 5,00                | 8                 | <5                 | <5                  | <5                                      |
| Glükonsav (mg/l)                                  | <400                | <400              | <400               | <400                | 400 - 424                               |
| Putreszcin(mg/l)                                  | <50                 | <50               | <50                | <50                 | <50                                     |
| Kadaverin (mg/l)                                  | <50                 | <50               | <50                | <50                 | <50                                     |
| HMF (mg/l)  | <5                  | <5                | <5                 | <5                  | <5                                      |
| Furfural (mg/l)                                   | <2                  | <2                | <2                 | <2                  | <2                                      |
| <b>Magasabb rendű alkoholok/Erjedési termékek</b> |                     |                   |                    |                     |   |
| Metanol (mg/l)                                    | 87                  | 101               | 44                 | 41                  | 30 - 265                                |
| 1,3-propán-diol (mg/l)                            | <40                 | <40               | <40                | <40                 | <40                                     |
| 2,3-bután-diol (mg/l)                             | 429                 | 557               | 388                | 310                 | 100 - 994                               |
| 2-metil-propanol (mg/l)                           | 99                  | <70               | <70                | <70                 | 70 - 138                                |
| 2-fenil-etanol (mg/l)                             | 39                  | 51                | 61                 | 39                  | 25 - 97                                 |
| 3-metil-butanol (mg/l)                            | 255                 | 179               | 152                | 139                 | 100 - 322                               |
| Acetaldehid (mg/l)                                | 82                  | 94                | 31                 | 22                  | 10 - 15                                 |
| Piroszőlősav (mg/l)                               | <20                 | <20               | <20                | <20                 | 20 - 31                                 |
| Galakturonsav (mg/l)                              | 606                 | 689               | 306                | 307                 | 160 - 250                               |
| Borstyánkósav (mg/l)                              | 749                 | 924               | 668                | 613                 | 50 - 500                                |
| <b>Aminosavak</b>                                 |                     |                   |                    |                     |   |
| 4-aminobután sav(mg/l)                            | <120                | <120              | <120               | <120                | 120 - 140                               |
| Alanin (mg/l)                                     | <35                 | <35               | <35                | <35                 | 35 - 50                                 |
| Arginin (mg/l)                                    | <150                | <150              | <150               | <150                | 150 - 170                               |
| Prolin (mg/l)                                     | 543                 | 303               | 162                | 255                 | 150 - 300                               |
| <b>(Poli)fenolok</b>                              |                     |                   |                    |                     |   |
| Kaftársav (mg/l)                                  | 18                  | 20                | 163                | 108                 | 15 - 20                                 |
| Epikatechin (mg/l)                                | <30                 | <30               | <30                | <30                 | 30 - 40                                 |
| Galluszsav(mg/l)                                  | <25                 | 25                | <25                | <25                 | 25 - 40                                 |
| Shikiminsav (mg/l)                                | 20                  | 55                | 24                 | 22                  | 20 - 25                                 |
| Trigonelline (mg/l)                               | 12                  | <10               | 12                 | 10                  | 10 - 11                                 |

A Bruker BioSpin GmbH adatbázisában szereplő normál fehérbor készítési eljárással készített fehérborok analitikai értékeivel összehasonlítva megállapítható, hogy a vizsgált héjon erjesztett fehérborok alacsonyabb borkósav tartalommal és magasabb citromsav, galakturonsav, borostyánkősav, kaftársav tartalommal rendelkeznek. A borkósav, almasav, citromsav a szőlőből származik, míg a galakturonsav, borostyánkősav az erjedés során képződik. Az eredményekből látható, hogy az erjedés végére a borkósav nagyobb része csökken borkókválás formájában, mint egy normál fehér bor esetében és az almasav is elbomolhat a természetes tejsavbaktérium flóra jelenlétének köszönhetően. A sikiminsav, amelynek előnyös élettani hatást tulajdonítanak, inkább fajtajellemzőnek bizonyul, mert csak az Altesse amforabor esetében volt mérhető számottevő koncentráció-különbség a többi bormintához képest. A kaftársav (kaffeoil-borkósav) hidroxifahéjsav származék és a kávésav borkósavval alkotott észtere, a szőlőbogyó húsának egyik legjelentősebb fenolos vegyülete. A hosszabb ideig tartó héjon áztatás és erjedés eredményeképpen a héjon erjesztett fehérborokban magasabbértékek mutathatók ki a normál fehérborokhoz képest, a kerámia tojásokban ötszörös mennyiség volt mérhető. Amennyiben a mustban jelen van redukált glutation (GSH), a kaftársav-orto-kinon elsőként ezzel lép reakcióba, 2-glutathionil-kaftársavat (grape reaction product, GRP) képezve. A GRP szintelen, nem reagál polifenol-oxidázzal és nem lép fel barnulás.

Összehasonlítva az amfora- és kerámia tojás borokat NMR analízissel és MANOVA statisztikai módszerrel, az alábbi megállapításokat tettük:

- Azokat, az egyes bormintákból származó mérési adatokat, amelyek között látszólag sincs különbség, elhagytuk. A többi paramétert csoportonként értékeltük, mivel a MANOVA egyik feltétele, hogy az együtt vizsgált változók száma nem lehet magasabb a megfigyelések számánál (tehát 3-nál, mert ennyi a megfigyelések száma edényzet-típusonként).
- Ezen felül azonban a változók a többváltozós varianciaanalízis egyéb feltételeinek megfeleltek: a reziduumok normális eloszlásúak és szórásuk homogén két kivétellel, ahol enyhén sérül: fumársav és metilbutanol esetén. Nincs „extreme” vagy „outlier” egy dimenzióban (itt megfelelő csere 4 esetben), és Mahalanobis távolság alapján több dimenzióban sem, a végső csoportok közt nincs multikollinearitás, ezért a fumársavat, a galakturonsavat és a 2-metil- propanolt nem vizsgáltuk külön, mert nem adott volna új, értékelhető eredményt az adott csoportban vizsgált egyéb változókhoz képest.
- A vizsgált egyértékű, nem magasabb rendű alkoholok (etanol, metanol) mennyiségében nem találtunk a tárolóedény típusától függő eltérést ( $F(2;3)=2,681; p=0,641$ ).
- Szőlő eredetű szerves savtartalom (borkósav, almasav, citromsav) esetén együtt vizsgálva nincs jelentős eltérés a borok közt tároló edénytípus szerint ( $F(2;3)=6,856; p=0,130$ ). Azonban önállóan a borkósavat ( $F(2;3)=23,115; p<0,05$ ) és almasavat ( $F(2;3)=36,914; p<0,05$ ) tekintve van eltérés: a kerámia tojásban tárolt borok borkósav tartalma magasabb, almasav tartalma alacsonyabb az amfora tételekhez képest.
- Az erjedés során képződött szerves savak (tejsav, ecetsav, borostyánkősav) esetén együtt vizsgálva nincs jelentős eltérés a borok közt tároló edénytípus szerint ( $F(2;3)=2,064; p=0,343$ ). Azonban önállóan a tejsavat ( $F(2;3)=11,755; p<0,05$ ) és borostyánkősavat ( $F(2;3)=10,814; p<0,05$ ) tekintve van eltérés: a kerámia tojásban tárolt borok tejsav és borostyánkősav tartalma alacsonyabb az amfora tételekhez képest. A modellen kívül vizsgálva a fumársav mennyisége nem eltérő ( $t(4)=4,303; p=0,238$ ), a galakturonsav ( $t(4)=4,303; p<0,05$ ) mennyisége eltér tároló edény szerint, a kerámia tojás esetén alacsonyabb.
- Az erjedési melléktermékek tekintetében (acetoin, acetaldehid) a tényezőket együttesen vizsgálva szignifikáns eltérést találtunk ( $F(2;3)=36,718; p<0,05$ ). Az acetaldehid tartalom a kerámia tojásban adódott alacsonyabbnak ( $F(2;3)=36,718; p<0,05$ ). Ugyanez mondható el az acetoin mennyiségére is, amely a szignifikancia határ közelében volt ( $F(2;3)=6,852; p=0,059$ ).
- A magasabb rendű alkoholokat (2,3-butándiol, 2-feniletanol, 3-metil-butanol) együttesen vizsgálva nincs eltérés ( $F(2;3)=6,826; p=0,130$ ), a butándiol önálló vizsgálata esetén a szignifikancia határon mozog az eredmény ( $F(2;3)=7,383; p=0,053$ ), a kerámia tojásban adódik alacsonyabbnak.
- A polifenolok (sikiminsav, trigonellin, kaftársav) együttes vizsgálata során nem mutattunk ki szignifikáns különbséget ( $F(2;3)=13,606; p=0,069$ ), de a kaftársav mennyisége jelentősen magasabb a kerámia tojásokban, ha értékeit egyedileg értékeltük ( $F(2;3)=36,977; p<0,05$ ).
- A prolin mennyiségében függetlenség vizsgálat alapján statisztikailag igazolható eltérést találtunk, a kerámia tojásban alacsonyabb a mennyisége ( $t(4)=2,770; p<0,05$ ). A szabad aminosavakra jellemző, hogy a borokban közel 50%-ban a prolin van jelen, 10% az arginin részesedése, az amforaborok esetében megmarad ez az arány, azonban a kerámia tojásokban a tokaji borokra jellemző részesedési arányt mutatja (30-25%) [23].

## 6. Következtetések

A natúr borkészítési technológia egy olyan szemlélet borban való megjelenítése, amely magában hordozza egyrészt a készítőjének természetközeli elhivatottságát, másrészt a termőföld sajátosságainak lenyomatát. Nagyon fontos szerepet kap a higiénia, amely nélkül a vegyszermentes technológia alkalmazása lehetetlenné válik. A természetességhez és a fenntarthatósághoz való ragaszkodás indokolhatja a különböző tárolóedények nyújtotta lehetőségek kipróbálását és hozzáadott értékkel ruházta fel az így készített borokat. Minden tárolóedényzet hozzátesz, alakít a bor kémiai összetételén. A piaci pozicionálásban is fontos tényezők lehetnek nemcsak azért, mert különlegesebb és egyediek, hanem azért is, mert a hozzájuk fűzött eszmei értékek (a szőlőtermés az anyaföldtől elválva hasonló közegben töltheti be borrá váló alakulásának életútját) megkülönböztető jelleggel ruházhatják fel ezeket a bortípusokat.

## 7. Irodalom

- [1] Chichua, D. (2009): Production of wine in Kvevri: History, description, analysis. <https://www.kvevri.org/hu/a-borkeszites-modszerere/> (Hozzáférés: 27.12.2021)
- [2] Geönczeöl A. (2020): Natúrbor – borforradalom, vagy csak egy mellékszál, *Agrofórum Extra* **86** 116-122. (Hozzáférés: 2021.12.27.)
- [3] Dara, J. (2020): Orange Wine is Trending for All the Right Reasons. *Wine Enthusiast*. <https://www.winemag.com/2020/05/28/orange-wine/> (Hozzáférés: 2021.12.27.)
- [4] Mandal, K. (2010): Genetische Charakterisierung von Wildhefe-Referenzstämmen mit geeigneten Markern. Wissensbericht 2010. Klosterneuburg, Austria, *Institut für Weinbau Klosterneuburg*:235-236.
- [5] Barisashvili, G. (2011): Making wine in kvevri - a unique Georgian tradition. Available at <https://www.kvevriproject.org/resources> (Hozzáférés: 2021.12.27.)
- [6] Kaltzin, W. (2012): „Natural wines” als. Trend. Seminar Önologisch XI. [https://www.derwinzer.at/fachartikel/kellertechnik/2012/04/\\_natural\\_wines\\_alstred.html](https://www.derwinzer.at/fachartikel/kellertechnik/2012/04/_natural_wines_alstred.html) (Hozzáférés: 2021.12.27.)
- [7] Martins, N., Garcia, R., Mendes, D., Costa Freitas, A.M., da Silva, M.G., Cabrita, M.J. (2018): An ancient winemaking technology: Exploring the volatile composition of amphora wines. *LWT* **96** 288-295.
- [8] Issa-Issa, H., Lipan, L., Cano-Ilamadrid, M., Nems, A., Corell, M., Calatayud-Garcia, P., A. Carbonell-Barrachina, Á., López-Lluch, D. (2021): Effect of Aging Vessel (Clay-Tinaja versus Oak Barrel) on the Volatile Composition, Descriptive Sensory Profile, and Consumer Acceptance of Red Wine. *Beverages* **7** 35. <https://doi.org/10.3390/beverages7020035> (Hozzáférés: 2021.12.27.)
- [9] Shalashvili, A., Ugrekhelidze, D., Targamadze, I., Zambakhidze, N. & Tsereteli, L. (2011): Phenolic Compounds and Antiradical Efficiency of Georgian (Kakhethian) Wines. *Journal of Food Science and Engineering* **1** 361-365.
- [10] Rossetti, F. & Boselli, E. (2017): Effects of in-amphorae winemaking on the chemical and sensory profile of Chardonnay wine. *Scientia Agriculturae Bohemica*, **48** (1) 39-46.
- [11] Bene ZS. & Kállay M. (2019): Polyphenol contents of skin-contact fermented white wines. *Acta Alimentaria* **48** 515-524.
- [12] Baiano, a., Mentana, A., Quinto, m., Centonze, D., Longobardi, F., Ventrella A., Agostiano, A., Varva, G., De Gianni, A., Terracone, C. (2015): The effect of in-amphorae aging on oenological parameters, phenolic profile and volatile composition of Minutolo white wine. *Food Res. Int.* **74** 294-305.
- [13] Diaz, C., Laurie, V.F., Molina, A.-M., Bücking, M. & Fisher, R. (2013): Characterization of selected organic and mineral components of kvevri wines. *Am. J. Enol. Vitic.* **64** 532-537.
- [14] Diaz, C. (2014): Investigation of traditional winemaking methods with a focus on spontaneous fermentation and the impact on aroma. *Doktorin dissertation*, RWTH Aachen University, Aachen, Németország
- [15] Darias-Martin, J., Rodríguez, M.O., Rosa, E.D., Lamuela-Raventós, M. (2000): Effect of skin contact on antioxidant phenolics in white wine, *Food Chemistry* **71** (4) 483 – 487. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00177-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00177-1)
- [16] Bene ZS. & Kállay M. (2018): A szőlő fenolos vegyületeinek borokra gyakorolt hatása a héjonerjesztés során. In: szerk. Dankó L.: *Narancsbor-Fejezetek a gasztronómiai újdonságok témaköréből*. Bodrogkeresztúr. Tokajbor-Bene Kft. Kiadó. pp.18-25.

- [17] Gambelli, L.& Santaroni, G.P. (2004) Polyphenols content in some Italian red wines of different geographical origins. *Journal of Food Composition and Analysis*. **17** (5) 613–618.
- [18] Landrault, N., Poucheret, P., Ravel, P., Gasc, F., Cros, G., Teissedre, P.L. (2001): Antioxidant capacities and phenolics levels of french wines from different varieties and vintages. *J. Agric. Food Chem.* **49** (7) 3341–3348.
- [19] Leskó, A. (2011): A tőketerhelés hatása a szőlőbogyó, a must és a bor összetételére. *PhD-értekezés*, BCE, Budapest
- [20] Kállay M. (2007): A bor alkotóelemei, a hazai borok sajátosságai. Az Országgyűlés mezőgazdasági bizottságának „A bor hatása az egészségre - Molekulától a betegágyig” című rendezvény szakmai előadása in [https://www.parlament.hu/biz38/mb/bor\\_nyilt\\_nap/bor\\_meghivo.htm](https://www.parlament.hu/biz38/mb/bor_nyilt_nap/bor_meghivo.htm) (Hozzáférés: 2021.12.27.)
- [21] Léglí A. (2015): A Léglí Kőagyag Amfora. <https://www.legli.hu/amfora> (Hozzáférés: 27.12.2021)
- [22] Godelmann, R., Fang, F., Humpfer, E., Schutz, B., Bansbach, M., Schafer, H., Spraul, M. (2013): Targeted and Nontargeted Wine Analysis by H<sup>-1</sup> NMR Spectroscopy Combined with Multivariate Statistical Analysis. Differentiation of Important Parameters: Grape Variety, Geographical Origin, Year of Vintage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **61** (23) 5610-5619.
- [23] Csomós E. (2003): Magyar fehér- és vörösborok összehasonlító vizsgálata a szabad aminosav és a biogén aminosav tartalom alapján. *PhD-értekezés*, BMGE, Budapest

Zsuzsanna BENE<sup>1</sup>, Borbála OLÁHNÉ-HORVÁTH<sup>2</sup>, Antal KNEIP<sup>1</sup>, Péter BALLING<sup>2</sup>

DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2022/3-1-ENG>

Received: May 2022 – Accepted: July 2022

## *Examination of skin-fermented natural wines*

**Keywords:** amphora, qvevri, ceramic egg, organic production, antioxidants, NMR analysis, quercetin, procyanidins, catechins, caffeic acid, p-coumaric acid, galacturonic acid, succinic acid, caftaric acid, tartaric acid, malic acid, hydroxycinnamic acid

### 1. SUMMARY

The ancient white wine making technology, the “qvevri”, is gaining more and more attention among consumers, not only because it is unique and special, but also because sustainability and closeness to nature are fundamental characteristics of this winemaking process. All of this is demonstrated by the fact that this ancient Georgian process using traditional clay vessels was added to the UNESCO List of Intangible Cultural Heritage of Humanity in 2013, and in 2020, The International Organisation of Vine and Wine (OIV) included skin-fermented white wine in the category of special wines. This wave is also present in Hungary, since “natural” wine and “orange wine” have already appeared in a 2021 law as „Other restricted terms”. The essence of the winemaking process is skin-contact fermentation and microoxidation, for which a number of vessels can be used: amphoras or qvevris, ceramic eggs or spin barrels, as a function of which the chemical composition of the wines may vary, as well as the formation of the precursor compounds of the aroma components. In this study, natural wines produced in the Tokaj wine region, using amphoras and ceramic egg vessels were examined.

<sup>1</sup> University of Tokaj, Lorántffy Institute, Department of Viticulture and Oenology

<sup>2</sup> University of Pannonia, Ernő Soós Research and Development Center Water Technology Research Group

**Zsuzsanna BENE**

**Borbála OLÁHNÉ-HORVÁTH**

**Antal KNEIP**

**Péter BALLING**

[bene.zsuzsa@unithe.hu](mailto:bene.zsuzsa@unithe.hu)

[olahne.horvath.borbala@sooswrc.hu](mailto:olahne.horvath.borbala@sooswrc.hu)

[kneip.antal@unithe.hu](mailto:kneip.antal@unithe.hu)

[balling.peter@unithe.hu](mailto:balling.peter@unithe.hu)

<https://orcid.org/0000-0001-5310-4936>

<https://orcid.org/0000-0001-8809-546X>

<https://orcid.org/0000-0002-6948-8468>

<https://orcid.org/0000-0001-9833-6319>

## 2. Introduction

Today, the philosophy of natural winemaking has grown into a movement, finding producers and consumers in many countries. According to their philosophy, winemaking society had never before used so many pesticides to protect grapes, so many winemaking aids and preservatives, as today, which is extremely harmful to both wildlife and flora, and this is not sustainable farming. It is necessary to return to the roots, to the winemaking practice of ancient times, when winemaking was an art and the wines produced this way had a soul, combining the spirit of the place of production with the artistic world of the winemaker. This is especially true for the world of amphora wines made in the South Caucasus [1].

The counterargument that often arises against these products is that, on the one hand, they are not microbiologically stable, since no technological operations are carried out that would reduce the amount of microorganisms entering from the grapes and proliferating in the must and wine and, on the other hand, there is no adequate plant protection activity in the grapes against pathogens (e.g., black rot) that lead to a changed chemical composition and may produce mycotoxins. Another factor of concern that only a limited amount of test results is available on the migration properties of the various storage vessels.

## 3. Literature review

### 3.1. The concept of natural wine, the peculiarities of its production

The roots of the natural winemaking movement can be traced back to 1978, when Marcel Lapierre and Julet Chauvet first made wines free of sulfur and additives in Beaujolais, France [2].

Commonly used names for natural wines include low-intervention wine, naked wine and raw wine, which refer to the rules used during their production.

In March 2020, a Charter formulating the regulation for natural wines and the official name „vin méthode nature” were adopted by the French ministry of Agriculture, the INAO (Institut national de l'origine et de la qualité, the National Institute of Origin and Quality) and the DGCCRF (Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes, the General Directorate for Competition Policy, Consumer Affairs and Fraud Control), together with the Association of Natural Wines.

3.1.1. Most important characteristics of natural wines:

1. Must be produced from grapes that are certified organic (EU or Nature&Progrés) or come from a vineyard that is at least in the second year of transition;
2. The grapes intended for winemaking may only be harvested by hand;
3. Only spontaneous fermentation processes may be used;
4. The use of additives is prohibited;
5. No modification of the composition of the grapes (increase in acid or alcohol content) is allowed;
6. No procedures classified as “rough” are allowed (e.g., filtration, tangential filtration, flash pasteurization, heat treatment, reverse osmosis);
7. Addition of sulfur before or during fermentation is prohibited;
8. Depending on the use of sulfur, producers can use two types of logos on the labels: „without added sulfur” or „less than 30 mg/l sulfur added”;
9. Lots that are not considered natural wines must be clearly distinguishable (differentiated labeling), thus avoiding consumer deception [2].

### 3.2. Skin-fermented white wines

A special category of natural wines is skin-fermented white wines, often called qvevri, amphora, amber or orange wines. As a result of changing trends, older, traditional styles are starting to appear among winemakers as well. The popularity of skin-fermented white wines is constantly increasing, similarly to the ever-increasing demand for natural wines. Additionally, orange wines represent a special category because, due to skin-contact fermentation, they simultaneously carry the flavors typical of white wines and the texture and tannins characteristic of red wines [3]. Consumers especially like it when the flavor of the wine is enriched with a special aroma range by the storage vessel, so more and more winemakers use ceramic eggs and amphoras. This technology has many followers in France, Portugal, the USA, Italy, Slovenia and Austria [4, 5, 6, 7, 8]. The most important distinguishing features are different color (from deep yellow to amber), increased polyphenol content [9, 10, 11], the formation of volatile compounds (vanilla, roasted peanuts, walnuts) [12, 7] and the appearance of mineral notes [13, 14].

The duration of contact with the skin plays a particularly important role not only during fermentation, but also during the subsequent maturation. A long contact time with the skin promotes the dissolution of both phenolic and mineral substances. Procyanidins and catechins, which are important from an oenological point of view, occur in the skin, the seeds and the stem, while simple phenols (caffeic acid, p-coumaric acid) are found in the highest concentration in the berry flesh. As a result of skin-contact soaking for as long as possible, increasing alcohol concentration and the continuously increasing temperature during fermentation, the proportion of tannins in the wine from the seeds also increases. This process may be related to the improved permeability and/or rupture of the cells that contain the phenolic substances. If the fermented new wine is kept on the skin for a longer time after the completion of the fermentation, tannins from the seeds become dominant in its composition and the proportion of polymeric pigments increases [15, 16]. Several research have been published on the effect of the place of production [17], the grape variety [18] and the grapevine load [19] on the phenolic composition of musts and wines.

Among polyphenols, quercetin and shikimic acid are of outstanding importance. Quercetin is found in amounts of 10 to 20 mg/l and shikimic acid in amounts of 30 to 50 mg/l in white wines. The head of the Wine and Health Committee of the International Organisation of Vine and Wine drew attention to this after it had become known that these two compounds are the main active ingredients of the drug Tamiflu, which is used as an antidote to avian flu and is made from Chinese star anise extract. This was another argument for the beneficial effect of white wine consumption [20].

### 3.3. Special storage vessels

#### 3.3.1. Amphora

They are made in many places all around the world, each master potter uses a unique process and raw material, and the shapes are often different. In Hungary, the works of a domestic potter are the most widespread, the raw material of his amphoras is a fire-resistant material, which is made thinner with chamotte made from its own material. They are solid, with a shell-like fracture surface, the raw materials are fire-resistant clays that burn to color and which, after firing at 1,200 to 1,250 °C, turn into pots resistant to acids and alkalis, with a water absorption of less than 4% (Figure 1).



Figure 1. Plain amphora [21]

Most important characteristics of amphora use:

- As opposed to metal containers, microoxidation takes place in the amphora;
- While wooden barrels leave a strong mark on the aroma and taste of the wines, the character of the grape variety and the terroir prevails in the amphoras;
- In the amphoras, the specific characteristics of the grape variety which are otherwise covered by conventional winemaking processes (e.g., the herbal flavor of the Furmint grape variety) become more prominent;



- Terracotta amphoras are made from minerals that are similar in composition to that of the vine soil, and which are absorbed by the vines during their life, which means that during fermentation and maturation the grapes end up in a chemical environment similar to the one they were in while on the vine; making wine in amphoras thus enhances the mineral notes in the wines;
- The effective thermal insulation of the amphora continuously ensures that the fermentation process takes place under balanced temperature conditions.

### 3.3.2. Ceramic egg

The ceramic egg is an egg-shaped vessel based on a cement material that is widespread in Australia. An Australian company that sells its products for wine fermentation and storage worldwide has gained a good reputation among ceramic egg manufacturers. The Australian vessels have a wall thickness of 11-12 mm, a volume of 675 liters and a tare weight of 180 kg. They are fired at 1,285 °C for 42 hours, which ensures the special microporous structure of the vessel's wall. The shape of the inverted egg ensures a special material flow, which guarantees the beneficial mixing of the fermenting must stored in it (**Figure 2**).



Figure 2. Ceramic egg in a winery in Tállya  
(Source: own photo)

## 4. Materials and methods

### 4.1. Comparative analysis of natural wines of the same vintage when using ceramic eggs and clay amphoras

**Table 1** contains the data on the origin of the examined wines. In the winery operating in Tállya, natural winemaking technology is used for the preparation of the wines. The grape growing areas are located on the border of Tállya and Mád in eight vineyards, with Furmint and Hárslevelű varieties cultivated in integrated farming. They strive to use as little pesticides as possible and use no absorbable active ingredients at all. Their wines undergo spontaneous fermentation, no wine processing agents are used, and the wines are made and bottled without sulfur. For fermentation, the Australian ceramic eggs described above are used.

Furmint wine was made from organic grapes in a winery in Bodrogkeresztúr. Fermentation was carried out in a black clay amphora from Hungary (**Figure 3**).



Figure 3. Anthracite amphora in a Tokaj winery  
(Source: own photo)

One of the characteristic white grape varieties of the Savoie wine region in France is Roussette de Savoie (named after the French word for „rust”)<sup>1</sup>, which shows many similarities with the Furmint grape variety in terms of its ampelographic properties. Genetic tests have not confirmed the familial relationship, but in recent years the Altesse variety has appeared all over Europe in various wine regions famous for their sweet wines. The raw material which was processed at the Tokaj Wine Region’s Research Institute for Viticulture and Oenology and fermented in a clay amphora comes from the Lencsés vineyard in Tokaj.

Table 1. Origin of the wine samples used in the analysis

| Name                      | Hetény  | Sipos   | Furmint                                       | Altesse                                       |
|---------------------------|---|---|---|---|
| Origin                    | Hetény vineyard, Tállya                       | Sipos vineyard, Tállya                        | Lapis vineyard, Bodrogkeresztúr               | Lencsés vineyard, Tokaj                       |
| Grape variety             | 100% Furmint                                  | 85% Furmint – 15% Hárslevelű                  | 100% Furmint                                  | 100% Altesse                                  |
| Vintage                   | 2020  | 2020  | 2020  | 2020  |
| Hungarian must grade      | 20.0 mM°                                      | 20.9 mM°                                      | 21.0 mM°                                      | 18.0 mM°                                      |
| Viticulture               | Biodynamic                                    | Biodynamic                                    | Organic                                       | Organic                                       |
| Processing method         | Skin-contact soaking and whole bunch pressing | Skin-contact soaking and whole bunch pressing | Skin-contact soaking and whole bunch pressing | Skin-contact soaking and whole bunch pressing |
| Fermentation and storage  | Ceramic egg                                   | Ceramic egg                                   | Clay amphora                                  | Clay amphora                                  |
| Yeast use                 | Spontaneous                                   | Spontaneous                                   | Spontaneous                                   | Spontaneous                                   |
| Wine processing agent use | Free of processing agents and sulfur          | Free of processing agents and sulfur          | 20 mg/l sulfurous acid                        | 20 mg/l sulfurous acid                        |

The chemical composition was examined with large instrument analysis (NMR - Nuclear Magnetic Resonance) in the Szerencs laboratory of Diagnosticum Zrt.

H NMR technique [22]: H NMR spectra were recorded at 26.85 °C with a Bruker AVANCE 400 spectrometer and a 400’54 ASCEND magnet system (Bruker, Karlsruhe, Germany) in proton NMR mode at a frequency of 400.13 MHz. For targeted analysis, sample preparation and analytical parameters were as follows: pH adjustment to pH 3.1 with an automatic BTPH system, addition of deuterium and tetramethylsilane, relaxation delay 4 s, sampling time 3.98 s, spectral width: 8223.68 Hz.

For the statistical analysis of the data, MANOVA and independence tests and IBM Corp. 2016 SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY (USA) software were used.

1 Altesse is the synonymous variety name – author’s note

## 5. Analytical results

### 5.1. NMR analysis of natural wines made in ceramic eggs and amphoras

The results are shown in **Table 2**.

Table 2. Chemical composition of the wine samples and the data of the relevant NMR reference database compared to white wines produced in a conventional way

| Name of wine                                 | Furmint amphora wine   | Altesse amphora wine | Sipos ceramic egg | Hetény ceramic egg | Normal white wine             |
|--|------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------|
|  | <b>Measured values</b> |                      |                   |                    | <b>NMR reference database</b> |
| <b>Basic analysis</b>                        |                        |                      |                   |                    |                               |
| Alcohol (%vol)                               | 13.6                   | 10.8                 | 13.6              | 13.1               | 10.8 - 16.3                   |
| Sugar (g/l)                                  | <1.0                   | <1.0                 | <1.0              | <1.0               | 1.1 - 80.7                    |
| Tartaric acid (g/l)                          | 2.20                   | 1.2                  | 3.02              | 3.7                | 3.0 - 4.1                     |
| Malic acid (g/l)                             | 2.30                   | 4                    | <0.2              | <0.2               | 0.2 - 5.5                     |
| Lactic acid (g/l)                            | <200                   | 309                  | 120               | 143                | 200 - 400                     |
| Citric acid (mg/l)                           | 284.00                 | 312                  | 230               | 390                | 200 - 220                     |
| <b>Secondary metabolites</b>                 |                        |                      |                   |                    |                               |
| Acetic acid (mg/l)                           | 305.00                 | 177                  | 571               | 302                | 100 - 942                     |
| Acetoin (mg/l)                               | 17.00                  | 43                   | 10                | 10                 | 10 - 15                       |
| Ethyl acetate (mg/l)                         | 59.00                  | <50                  | <50               | <50                | 50 - 60                       |
| Ethyl lactate (mg/l)                         | <150                   | <150                 | <150              | <150               | 150 - 160                     |
| Fumaric acid (mg/l)                          | 5.00                   | 8                    | <5                | <5                 | <5                            |
| Gluconic acid (mg/l)                         | <400                   | <400                 | <400              | <400               | 400 - 424                     |
| Putrescine (mg/l)                            | <50                    | <50                  | <50               | <50                | <50                           |
| Cadaverine (mg/l)                            | <50                    | <50                  | <50               | <50                | <50                           |
| HMF (mg/l)                                   | <5                     | <5                   | <5                | <5                 | <5                            |
| Furfural (mg/l)                              | <2                     | <2                   | <2                | <2                 | <2                            |
| <b>Higher alcohols/Fermentation products</b> |                        |                      |                   |                    |                               |
| Methanol (mg/l)                              | 87                     | 101                  | 44                | 41                 | 30 - 265                      |
| 1,3-propanediol (mg/l)                       | <40                    | <40                  | <40               | <40                | <40                           |
| 2,3-butanediol (mg/l)                        | 429                    | 557                  | 388               | 310                | 100 - 994                     |
| 2-methylpropanol (mg/l)                      | 99                     | <70                  | <70               | <70                | 70 - 138                      |
| 2-phenylethanol (mg/l)                       | 39                     | 51                   | 61                | 39                 | 25 - 97                       |
| 3-methylbutanol (mg/l)                       | 255                    | 179                  | 152               | 139                | 100 - 322                     |
| Acetaldehyde (mg/l)                          | 82                     | 94                   | 31                | 22                 | 10 - 15                       |
| Pyruvic acid (mg/l)                          | <20                    | <20                  | <20               | <20                | 20 - 31                       |
| Galacturonic acid (mg/l)                     | 606                    | 689                  | 306               | 307                | 160 - 250                     |
| Succinic acid (mg/l)                         | 749                    | 924                  | 668               | 613                | 50 - 500                      |
| <b>Amino acids</b>                           |                        |                      |                   |                    |                               |
| 4-aminobutanoic acid (mg/l)                  | <120                   | <120                 | <120              | <120               | 120 - 140                     |
| Alanine (mg/l)                               | <35                    | <35                  | <35               | <35                | 35 - 50                       |
| Arginine (mg/l)                              | <150                   | <150                 | <150              | <150               | 150 - 170                     |
| Proline (mg/l)                               | 543                    | 303                  | 162               | 255                | 150 - 300                     |
| <b>(Poly)phenols</b>                         |                        |                      |                   |                    |                               |
| Caftaric acid (mg/l)                         | 18                     | 20                   | 163               | 108                | 15 - 20                       |
| Epikatechin (mg/l)                           | <30                    | <30                  | <30               | <30                | 30 - 40                       |
| Gallic acid (mg/l)                           | <25                    | 25                   | <25               | <25                | 25 - 40                       |
| Shikimic acid (mg/l)                         | 20                     | 55                   | 24                | 22                 | 20 - 25                       |
| Trigonelline (mg/l)                          | 12                     | <10                  | 12                | 10                 | 10 - 11                       |

In comparison with the analytical values of the white wines included in the database of Bruker BioSpin GmbH and made with the normal white wine making process, it can be stated that the examined skin-fermented white wines had a lower content of tartaric acid and a higher content of citric acid, galacturonic acid, succinic acid and caftaric acid. Tartaric acid, malic acid and citric acid come from the grapes, while galacturonic acid and succinic acid are formed during fermentation. The results show that by the end of the fermentation, a greater part of tartaric acid is removed in the form of tartar than in the case of a normal white wine, and malic acid can also break down due to the presence of the natural lactic acid bacterial flora. Shikimic acid, to which a beneficial physiological effect is attributed, turned out to be characteristic of the variety, because a significant concentration difference compared to the other wine samples could only be measured in the case of the Altesse amphora wine. Caftaric acid (caffeoyltartaric acid) is a derivative of hydroxycinnamic acid and the ester of caffeic acid and tartaric acid, and is one of the most important phenolic compounds in the flesh of the grape berry. As a result of prolonged soaking and fermentation on the skins, higher values can be detected in skin-fermented white wines compared to normal white wines, with five times higher values measured in ceramic eggs. If reduced glutathione (GSH) is present in the must, caftaric acid-ortho-quinone reacts with this first, forming 2-glutathionylcaftaric acid (grape reaction product, GRP). GRP is colorless, does not react with polyphenol oxidase and no browning occurs.

Comparing amphora and ceramic egg wines using NMR analysis and the MANOVA statistical method, the following findings can be presented:

- Measurement data from the individual wine samples, which apparently show no difference, have been omitted. The other parameters were evaluated by group, since one of the conditions of MANOVA is that the number of variables examined together cannot be higher than the number of observations (that is, more than 3, because this was the number of observations per vessel type).
- In addition, however, the variables met the other conditions of multivariate analysis of variance: the residues are normally distributed and their standard deviation is homogeneous with two exceptions where it is slightly affected: in the case of fumaric acid and methylbutanol. There are no extremes or outliers in one dimension (there is a suitable exchange in 4 cases) and, based on the Mahalanobis distance, in several dimensions, there is no multicollinearity between the final groups, however, due to multicollinearity, fumaric acid, galacturonic acid and 2-methylpropanol were not examined separately, because it would not have given a new, evaluable result compared to the other variables examined in the given group.
- No differences were found in the quantity of monovalent, non-higher alcohols (ethanol, methanol) depending on the storage vessel type ( $F(2;3)=2.681$ ;  $p=0.641$ ).
- In the case of organic acid content of grape origin (tartaric acid, malic acid, citric acid), when examined together, there is no significant difference between the wines by storage vessel type ( $F(2;3)=6.856$ ;  $p=0.130$ ). However, when looking at tartaric acid ( $F(2;3)=23.115$ ;  $p<0.05$ ) or malic acid ( $F(2;3)=36.914$ ;  $p<0.05$ ) alone, there is a difference: wines stored in ceramic eggs have a higher tartaric acid content and a lower malic acid content compared to amphora batches.
- In the case of organic acids formed during fermentation (lactic acid, acetic acid, succinic acid), when examined together, there is no significant difference between the wines by storage vessel type ( $F(2;3)=2.064$ ;  $p=0.343$ ). However, when looking at lactic acid ( $F(2;3)=11.755$ ;  $p<0.05$ ) or succinic acid ( $F(2;3)=10.814$ ;  $p<0.05$ ) alone, there is a difference: wines stored in ceramic eggs have a lower content of lactic acid and succinic acid compared to amphora batches. When examined outside of the model, the amount of fumaric acid does not differ ( $t(4)=4.303$ ;  $p=0.238$ ), while the amount of galacturonic acid differs ( $t(4)=4.303$ ;  $p<0.05$ ) by storage vessel type, it being lower in the case of ceramic eggs.
- Regarding fermentation byproducts (acetoin, acetaldehyde), a significant difference was found when examining the factors together ( $F(2;3)=36.718$ ;  $p<0.05$ ). The acetaldehyde content was found to be lower in the ceramic egg ( $F(2;3)=36.718$ ;  $p<0.05$ ). The same can be said for the amount of acetoin, which was close to the significance limit ( $F(2;3)=6.852$ ;  $p=0.059$ ).
- When higher alcohols (2,3-butanediol, 2-phenylethanol, 3-methylbutanol) were examined together, there was no difference ( $F(2;3)=6.826$ ;  $p=0.130$ ), while when butanediol was examined independently, the result was close to the significance limit ( $F(2;3)=7.383$ ;  $p=0.053$ ), it being lower in ceramic eggs.
- When polyphenols (shikimic acid, trigonelline, caftaric acid) were examined together, no significant differences were detected ( $F(2;3)=13.606$ ;  $p=0.069$ ), but the amount of caftaric acid was significantly higher in ceramic eggs, if the values were assessed individually ( $F(2;3)=36.977$ ;  $p<0.05$ ).
- A statistically verifiable difference was found in the amount of proline based on an independence test, it being lower in ceramic eggs ( $t(4)=2.770$ ;  $p<0.05$ ). It is characteristic of free amino acids that proline is present in wines in almost 50%, the proportion of arginine is 10%, this ratio remains the same in amphora wines, but in ceramic eggs the proportion typical of Tokaj wines (30-25%) can be observed [23].

## 6. Conclusions

Natural winemaking technology is the representation in wine of an approach that demonstrates, on the one hand, the close-to-nature dedication of its maker, and on the other hand, the imprint of the characteristics of the vineyard soil. Hygiene plays a very important role, without which the use of a chemical-free technology becomes impossible. The insistence on naturalness and sustainability can justify trying out the possibilities offered by different storage vessels and endows the wines produced in this way with added value. Each storage vessel adds to and shapes the chemical composition of the wine. They can also be important factors in market positioning, not only because they are special and unique, but also because the ideological values associated with them (the grape harvest, separated from mother earth, can complete its life journey of becoming wine in a similar environment) can endow these types of wine with a distinctive character.

## 7. References

- [1] Chichua, D. (2009): Production of wine in Kvevri: History, description, analysis. <https://www.kvevri.org/hu/a-borkeszites-modszere/> (Acquired: 27.12.2021)
- [2] Geönczeöl A. (2020): Natúrbor – borforradalom, vagy csak egy mellékszál, *Agrofórum Extra* **86** 116-122. (Acquired: 27.12.2021)
- [3] Dara, J. (2020): Orange Wine is Trending for All the Right Reasons. *Wine Enthusiast*. <https://www.winemag.com/2020/05/28/orange-wine/> (Acquired: 27.12.2021)
- [4] Mandal, K. (2010): Genetische Charakterisierung von Wildhefe-Referenzstämmen mit geeigneten Markern. Wissensbericht 2010. Klosterneuburg, Austria, *Institut für Weinbau Klosterneuburg*:235-236.
- [5] Barisashvili, G. (2011): Making wine in kvevri - a unique Georgian tradition. Available at <https://www.kvevriproject.org/resources> (Acquired: 27.12.2021)
- [6] Kaltzin, W. (2012): „Natural wines” als. Trend. Seminar Önologisch XI. [https://www.derwinzer.at/fachartikel/kellertechnik/2012/04/\\_natural\\_wines\\_alstred.html](https://www.derwinzer.at/fachartikel/kellertechnik/2012/04/_natural_wines_alstred.html) (Acquired: 27.12.2021)
- [7] Martins, N., Garcia, R., Mendes, D., Costa Freitas, A.M., da Silva, M.G., Cabrita, M.J. (2018): An ancient winemaking technology: Exploring the volatile composition of amphora wines. *LWT* **96** 288-295.
- [8] Issa-Issa, H., Lipan, L., Cano-lamadrid, M., Nems, A., Corell, M., Calatayud-Garcia, P., A. Carbonell-Barrachina, Á., López-Lluch, D. (2021): Effect of Aging Vessel (Clay-Tinaja versus Oak Barrel) on the Volatile Composition, Descriptive Sensory Profile, and Consumer Acceptance of Red Wine. *Beverages* **7** 35. <https://doi.org/10.3390/beverages7020035> (Acquired: 27.12.2021)
- [9] Shalashvili, A., Ugrekhelidze, D., Targamadze, I., Zambakhidze, N. & Tsereteli, L. (2011): Phenolic Compounds and Antiradical Efficiency of Georgian (Kakhetian) Wines. *Journal of Food Science and Engineering* **1** 361-365.
- [10] Rossetti, F. & Boselli, E. (2017): Effects of in-amphorae winemaking on the chemical and sensory profile of Chardonnay wine. *Scientia Agriculturae Bohemica*, **48** (1) 39-46.
- [11] Bene ZS. & Kállay M. (2019): Polyphenol contents of skin-contact fermented white wines. *Acta Alimentaria* **48** 515-524.
- [12] Baiano, a., Mentana, A., Quinto, m., Centonze, D., Longobardi, F., Ventrella A., Agostiano, A., Varva, G., De Gianni, A., Terracone, C. (2015): The effect of in-amphorae aging on oenological parameters, phenolic profile and volatile composition of Minutolo white wine. *Food Res. Int.* **74** 294-305.
- [13] Diaz, C., Laurie, V.F., Molina, A.-M., Bücking, M. & Fisher, R. (2013): Characterization of selected organic and mineral components of kvevri wines. *Am. J. Enol. Vitic.* **64** 532-537.
- [14] Diaz, C. (2014): Investigation of traditional winemaking methods with a focus on spontaneous fermentation and the impact on aroma. *Doktorin dissertation*, RWTH Aachen University, Aachen, Németország
- [15] Darias-Martin, J., Rodríguez, M.O., Rosa, E.D., Lamuela-Raventós, M. (2000): Effect of skin contact on antioxidant phenolics in white wine, *Food Chemistry* **71** (4) 483 – 487. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00177-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00177-1)
- [16] Bene ZS. & Kállay M. (2018): A szőlő fenolos vegyületeinek borokra gyakorolt hatása a héjjoneresztés során. In: szerk. Dankó L.: *Narancsbor-Fejezetek a gasztronómiai újdonságok témaköréből*. Bodrogkeresztúr. Tokajbor-Bene Kft. Kiadó. pp.18-25.

- [17] Gambelli, L.& Santaroni, G.P. (2004) Polyphenols content in some Italian red wines of different geographical origins. *Journal of Food Composition and Analysis*. **17** (5) 613–618.
- [18] Landrault, N., Poucheret, P., Ravel, P., Gasc, F., Cros, G., Teissedre, P.L. (2001): Antioxidant capacities and phenolics levels of french wines from different varieties and vintages. *J. Agric. Food Chem.* **49** (7) 3341–3348.
- [19] Leskó, A. (2011): A tőketerhelés hatása a szőlőbogyó, a must és a bor összetételére. *PhD-értekezés*, BCE, Budapest
- [20] Kállay M. (2007): A bor alkotóelemei, a hazai borok sajátosságai. Az Országgyűlés mezőgazdasági bizottságának „A bor hatása az egészségre - Molekulától a betegágyig” című rendezvény szakmai előadása in [https://www.parlament.hu/biz38/mb/bor\\_nyilt\\_nap/bor\\_meghivo.htm](https://www.parlament.hu/biz38/mb/bor_nyilt_nap/bor_meghivo.htm) (Acquired: 27.12.2021)
- [21] Léglí A. (2015): A Léglí Kőagyag Amfora. <https://www.legli.hu/amfora> (Acquired: 27.12.2021)
- [22] Godelmann, R., Fang, F., Humpfer, E., Schutz, B., Bansbach, M., Schafer, H., Spraul, M. (2013): Targeted and Nontargeted Wine Analysis by  $H^{-1}$  NMR Spectroscopy Combined with Multivariate Statistical Analysis. Differentiation of Important Parameters: Grape Variety, Geographical Origin, Year of Vintage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **61** (23) 5610-5619.
- [23] Csomós E. (2003): Magyar fehér- és vörösborok összehasonlító vizsgálata a szabad aminosav és a biogén aminosav tartalom alapján. *PhD-értekezés*, BMGE, Budapest

## Zsírban oldódó A-, D2-, D3-, E- és K3-vitaminok meghatározása izotóphígítással és LC-MS/MS műszeregyüttessel

**Kulcsszavak:** vízben oldódó és vízben nem oldódó vitaminok, vitamerek, koenzimek, kofaktorok, napi beviteli érték (RDI – Recommended Daily Intake), izotóphígítás

### 1. ÖSSZEFOGLALÁS

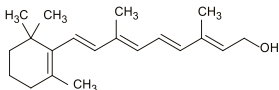
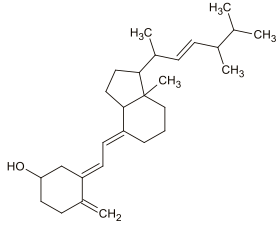
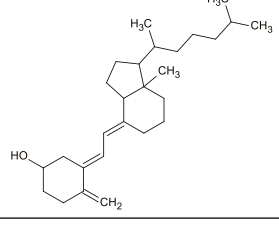
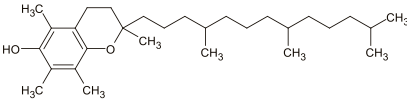
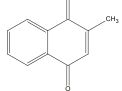
Közleményünk célja élelmiszerekben (búzáliszt, üdítő, pezsgőtabletta) és étrendkiegészítőkben alacsony mennyiségben előforduló zsírban oldódó A-, D2-, D3-, E-vitaminok teljes (természetes eredetű és hozzáadott) meghatározása folyadékkromatográfiás tandem tömegspektrometriai (LC-MS/MS) módszerrel. A mintákat a célkomponensek izotópjelölt származékaival hígítottuk (A-vitamin-d6, D2-vitamin-d3, D3-vitamin-d3, E-vitamin-d6), majd az extrakciót és szappanosítást követően folyadék-folyadék extrakcióval tisztítottuk azokat. Egy oldószercserét követően C8-as HPLC oszlopon savas mozgófázisok (0,1% hangyasav vízben/metanolban) alkalmazásával és LC-MS/MS technikával határoztuk meg a vitaminok koncentrációját. Táplálék kiegészítőkben fontos lehet a zsírban oldódó K3-vitamin vizsgálata is, mert a K3-vitamin alkalmazása humán készítményekben jelenleg nem engedélyezett. A K3-vitamin meghatározása során szappanosításra nincs szükség, szerkezetéből adódóan a lúgos hidrolízis a K3-vitamin bomlásához vezetne, így ezt a komponenst egy, a többi vitamintól eltérő módszerrel vizsgáltuk. A K3-vitamin kis mennyiségben történő LC-MS/MS jellegű vizsgálata a K3-vitamin MS készülékben mutatott alacsony érzékenysége miatt bonyolultabb, mint a többi vitaminé. A K3-vitamin meghatározását ezért L-ciszteinnel, mint származékképző reagenssel történő kémiai származékképzést követően végeztük, szintén izotóphígítással és LC-MS/MS technikával. A módszereket laboratóriumon belüli validálását követően hazai és nemzetközi körvizsgálatokban sikeresen alkalmaztuk csecsemő tápszerben és folyékony vitamin készítményben.

<sup>1</sup> Bálint Analitika Kft.

## 2. Bevezetés

A vitaminok olyan szerves molekulák, melyek az emberi és állati szervezet működéséhez elengedhetetlenül fontosak. Szükségesek a sejtállomány gyarodásához, illetve fenntartásához, bizonyos szervek hibátlan működéséhez, a normál anyagcsere fenntartásához [1]. A vitaminok összetett szerves molekulák, amelyeknek szerkezete, illetve a szervezetben betöltött funkciója egymástól nagyon eltérő, ezért a legegyszerűbb, ha oldhatóságuk alapján csoportosítjuk őket. Ennek alapján megkülönböztetünk vízben-, és zsírban oldódó vitaminokat [1]. Vízben oldódó vitaminok a C-, és B-vitaminok. Ezeket a vitaminokat a szervezet nem képes sokáig tárolni, többnyire a vizelettel ürülnek a szervezetből, ezért szükséges naponta pótolni a megfelelő mennyiségben őket. Zsírban oldódó vitaminok: A-, D-, E- és K-vitaminok (1. táblázat).

1. táblázat. A vizsgált A-, D2-, D3-, E- és K3-vitaminok szerkezete, triviális neveik és fontosabb fizikai-kémiai jellemzőjük.

| A vizsgált vitamin szerkezeti képlete   | Triviális név                | Molekulatömeg g/mol | LogP |
|---|------------------------------|---------------------|------|
|    | A-vitamin (retinol)          | 265,5               | 5,7  |
|    | D2-vitamin (calciferol)      | 396,7               | 7,5  |
|  | D3-vitamin (cholecalciferol) |                     | 7,5  |
|  | E-vitamin (alfa-tokoferol)   | 430,7               | 12,2 |
|  | K3-vitamin (menadion)        | 180,2               | 2,2  |

Ellentétben a vízben oldódókkal, ezeket a vitaminokat a szervezet akár hónapokig is képes tárolni. A vitaminokat a változatos táplálkozással tudjuk bevinni szervezetünkbe.

Megkülönböztetünk természetes, az élelmiszerekben előforduló vitaminokat és szintetikus, az élelmiszerekhez adalékolt vitaminokat. Sajnos az utóbbiak nem tudnak úgy hasznosulni, mint a természetes formájuk, illetve csökkentik más tápanyagok hasznosulását, és a vesét is megterhelik. A mintákhoz adalékolt vitaminok mellett ugyanis nincsenek a felszívódáshoz szükséges enzimek, koenzimek, kofaktorok, ellentétben az élelmiszerekben természetesen előfordulókkal. A 1169/2011/EU rendelet XIII. melléklete alapján a felnőttek számára ajánlott napi vitamin és ásványi anyag beviteli referencia értékek A-vitamin vonatkozásában 800 µg/nap, D-vitamin esetén 5 µg/nap, E-vitamin vonatkozásában 12 mg/nap és K-vitamin esetén 75 µg/nap [2]. A K3-vitamint állattenyésztésben alkalmazzák, a takarmányokhoz adalékolják [3]. viszont A K3-vitamin emberi fogyasztásra szánt élelmiszerekhez nem keverhető így étrend-kiegészítőkből sem fordulhat elő [12]

A vitaminok vizsgálatánál fontos jelezni, hogy az élelmiszerhez adott vitamin vizsgálatáról van-e szó vagy a teljes vitamintartalom meghatározásáról. A természetben előforduló B-vitaminok és vitamerek ugyanis sokszor kötött formában vannak jelen a mintában, melyből hidrolízissel vagy enzimes előkészítéssel lehet őket felszabadítani [4]. Zsírban oldódó vitaminok esetén ugyanakkor a minta-előkészítés mindig tartalmaz szappanosítási lépést, mely során felszabadulnak kötött formájukból a vitaminok így lehetőség nyílik a teljes vitamintartalom meghatározására [5],[6],[7],[8],[9]. Jelen dolgozatban zsírban oldódó vitaminok meghatározásával foglalkozunk.



A vitaminok vizsgálatát szabvány szerint folyadékkromatográfiás (HPLC) módszerrel kell végezni, optikai detektorral (HPLC-UV). Ezek a szabványok magas koncentrációban (>mg/100g) előforduló vitaminok meghatározását tartalmazzák. A kisebb koncentrációban (µg/100g) előforduló vitaminok vizsgálatához vagy hosszadalmasabb és bonyolultabb előkészítésre van szükség, amelynek során nagyfokú mintatisztítást és dúsítást végzünk (pl. preparatív HPLC-vel) [5],[6],[7],[8],[9], vagy olyan mérés technikát kényszerülünk alkalmazni, amely lehetővé teszi a komplex mátrixok vizsgálata során is a célkomponensek szelektív meghatározását. Ilyen kapcsolt technika a folyadékkromatográfia – tandem tömegspektrometria (LC-MS/MS), melyet izotóphígítással alkalmazva a vizsgált vegyületek koncentrációja nagy pontossággal meghatározható. Izotóphígítás során a mintákat a célkomponensek izotópjelölt (<sup>2</sup>H, <sup>13</sup>C, <sup>15</sup>N, <sup>18</sup>O) analógjaikkal, mint belső standardokkal (internal standard, ISTD) adalékolunk és keverünk el homogén módon. Ezen ISTD-k kompenzálják a célkomponensek veszteségeit mind a minta-előkészítés, mind a műszeres vizsgálat során [4]. Laboratóriumunk elkötelezett az izotópjelölt ISTD-k használata mellett, ezért olyan LC-MS/MS módszert dolgoztunk ki zsírban oldódó vitaminok kismennyiségű meghatározására, mely az összes izotópjelölt analógot (vitaminok deuterált vegyületeit) tartalmazza. A közleményünk célja zsírban oldódó vitaminok (A, D2, D3 és E) búzalisztból, üdítőből, pezsgőtablettából és étrend-kiegészítőből történő meghatározása LC-MS/MS műszeregyüttessel, illetve a módszer validálása és alkalmazása. További célunk volt a K3-vitamin étrend-kiegészítőkből történő meghatározására LC-MS/MS módszer kidolgozása, mely során a megfelelő érzékenység eléréséhez kémiai származékképzést próbáltunk ki.

### 3. Anyag és módszer

#### 3.1. Felhasznált anyagok és eszközök

A vitaminok (A, D2, D3, E és K3) analitikai minőségű standardjait, az izotópjelölt analógok közül a D2-vitamin-d3-at, D3-vitamin-d3-at, E-vitamin-d6-ot és K3-vitamin-d8-at, az L-ciszteint, aszkorbinsavat, nátriumhidroxidot, az Ascentis Express C8 (100 x 3 mm, 2,7 µm) HPLC oszlopot, a HPLC minőségű oldószereket és a hangyasavat a Sigma-Merck Kft.-től (Budapest, Magyarország) szereztük be. Az A-vitamin-d6-ot a Cambridge Isotope Laboratories-től (Andover, MA, USA) rendeltük. A standardokat (A-vitamin kivételével) és az E-vitamin-d6, K3-vitamin-d8 belső standardokat etilalkoholban oldottuk, úgy hogy koncentrációjuk 1 mg/mL legyen. Az oldatokat hűtőben +4 °C-on legfeljebb fél évig tároltuk. A D2-vitamin-d3 (100 µg/mL metanolban) és D3-vitamin-d3 (1000 µg/mL metanolban) jelzett standardok oldat formában érkeztek. Az A-vitamint és az A-vitamin-d6-ot 0,1% (m/v) butil-hidroxitoluolt (BHT) tartalmazó metanolban oldottuk (1 mg/mL) és -18 °C-on legfeljebb fél évig tároltuk. A kalibrációhoz 10 µg/mL-es standard keveréket (A, D2, D3, E) és 10 µg/mL-es egyéni K3 standard oldatot készítettünk metanolban és hűtőben +4 °C-on 3 hónapig tároltuk. A belső standardokból 20 µg/mL-es ISTD standard keveréket (A-vitamin-d6, D2-vitamin-d3, D3-vitamin-d3, E-vitamin-d6) és 10 µg/mL-es egyéni K3-vitamin-d8 ISTD standard oldatot készítettünk metanolban és hűtőben -18 °C-on legfeljebb 3 hónapig tároltuk.

Az LC-MS/MS vizsgálatokhoz Shimadzu Nexera UHPLC LC-30AD folyadékkromatográfiás rendszert használtunk, amely egy SIL-30AC auto samplert, CTO-20AC kolonna termosztátot és egy CBM-20A communications bus module-t (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) foglalt magában. Az UHPLC-hez kapcsolt hármass kvadrupol tömegspektrométer egy IonDrive Turbo V Source ionforrással rendelkező AB Sciex 6500+ QTRAP volt és egy Turbo V Source ionforrással szerelt 6500 QTRAP készülék (a két rendszert felváltva használtuk). A mérő szoftver Analyst (1.7.1) és a mennyiségi meghatározáshoz használt szoftver MultiQuant (3.0.3) volt (Sciex; Warrington, Cheshire, UK).

Az extrakcióhoz használt rázó gép egy CAT S50 flask shaker (M. Zipperer GmbH, Ballrechten-Dottingen, Németország) volt. A minták bepárlásához a TurboVap II (Biotage, Uppsala, Svédország) típusú bepárlót használtunk. A folyékony vitamin táplálék kiegészítő körvizsgálati és reggeliző hely minőség ellenőrző (quality control, QC) mintákat a FAPAS-tól (Food Analysis Performance Assessment Scheme, Sand Hutton, UK) rendeltük, illetve a csecsemőtápszer körvizsgálati mintát a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivataltól (NÉBIH, Budapest, Magyarország) rendeltük.

#### 3.2. Minta-előkészítés A-, D2-, D3- és E-vitaminok meghatározására

A vizsgálat búzalisztból, üdítőből, pezsgőtablettából és étrend-kiegészítőből történt. 1,00 g homogén mintát mértünk 60 mL-es üvegcsövekbe és 50 µL 20 µg/mL-es ISTD oldatot (A-vitamin-d6, D2-vitamin-d3, D3-vitamin-d3, E-vitamin-d6) pipettáztunk rájuk, majd 20 mL etanolt és 5 mL desztillált vizet adtunk hozzájuk. Ezt követően 0,5 g aszkorbinsavat és 5 mL 12,5 M nátriumhidroxid oldatot mértünk a mintákra. A mintákat 60°C-on mágneses kevertetőn kevertettük másfél óráig. Az extrakciót/szappanosítást követően a mintákat hagytuk szobahőmérsékleten lehűlni, majd 5 mL desztillált vizet és 5 mL n-hexánt adtunk a mintákhoz. A mintát 1 óráig ráztuk (700 rpm), majd 10 percig hagytuk a folyadék fázisokat szétválni. A hexános fázisból 1,0 mL-t üveg bepárlócsövekbe pipettáztunk és 40°C-on nitrogén áram alatt szárazra pároltunk. A mintamaradékot 1,0 mL metanolban oldottuk vissza és PTFE fecskendőszűrőn (Gen-lab Kft., Budapest, Magyarország) HPLC vial-ba szűrtük. A minta-előkészítés során a minta hígulása ötszörös volt.

### 3.3. LC-MS/MS módszer A-, D2-, D3- és E-vitaminok meghatározására

A vitaminokat C8-as HPLC oszlopon választottuk el lineáris és bináris gradiens elúcióval (**1. ábra**). A vizes mozgófázis (eluens A) 0,1% (v/v) hangyasavas víz volt, a szerves mozgófázis (eluens B) 0,1% (v/v) hangyasavas metanol volt. Az oldószer gradiensben a B eluens aránya 0 és 3 perc között 80%-ról 100%-ra nőtt, B eluens aránya 3 és 10 perc között 100% volt, B eluens aránya 10 és 10,1 perc között 80%-ra csökkent és 14 percig 80% volt. Az áramlási sebesség 0,5 mL/perc, az analízis idő 14 perc volt, az injektálási térfogat 5 µL, a kolonna termostát 30 °C volt. Az MS/MS detektálási körülményeket a **2. táblázat** tartalmazza. Az ionforrás beállításai a következők voltak: köpenygáz: 45 egység, gas 1 (porlasztó gáz): 40 egység, gas 2 (szárító gáz): 40 egység, szárítógáz hőmérséklete: 350 °C, kapilláris feszültség: +5500 V.

2. táblázat. Az A-, D2-, D3- és E-vitaminok MRM ionátmenetei és a hozzájuk tartozó feszültség értékek. A mennyiségi értékeléshez használt ionátmeneteket félkövérrel jelöltük.

| Anyaiion (m/z) | Leányion (m/z) | Komponens       | Klaszterbontó feszültség (V) | Belépő feszültség (V) | Ütközési energia (V) | Kilépő cella-feszültség (V) |
|----------------|----------------|-----------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|
| 431,4          | <b>165,1</b>   | E-vitamin1      | 120                          | 9                     | 40                   | 15                          |
| 431,4          | 137,1          | E-vitamin2      | 120                          | 9                     | 68                   | 19                          |
| 437,4          | <b>171,1</b>   | E-vitamin-d6_1  | 120                          | 9                     | 40                   | 15                          |
| 437,4          | 143,1          | E-vitamin-d6_2  | 120                          | 9                     | 68                   | 19                          |
| 385,4          | 90,9           | D3-vitamin1     | 115                          | 5                     | 98                   | 9                           |
| 385,4          | 367,4          | D3-vitamin2     | 115                          | 5                     | 21                   | 17                          |
| 385,4          | <b>259,2</b>   | D3-vitamin3     | 115                          | 5                     | 21                   | 17                          |
| 388,4          | <b>90,9</b>    | D3-vitamin-d3_1 | 150                          | 10                    | 46                   | 11                          |
| 388,4          | 259,2          | D3-vitamin-d3_2 | 150                          | 10                    | 46                   | 11                          |
| 269,2          | <b>93,1</b>    | A-vitamin1      | 100                          | 11                    | 35                   | 5                           |
| 269,2          | 157,2          | A-vitamin2      | 100                          | 11                    | 41                   | 15                          |
| 269,2          | 119,1          | A-vitamin3      | 100                          | 11                    | 31                   | 5                           |
| 275,2          | <b>96,1</b>    | A-vitamin-d6_1  | 100                          | 11                    | 35                   | 5                           |
| 275,2          | 122,1          | A-vitamin-d6_2  | 100                          | 11                    | 31                   | 5                           |
| 397,2          | <b>69,1</b>    | D2-vitamin1     | 96                           | 10                    | 51                   | 8                           |
| 397,2          | 91,1           | D2-vitamin2     | 96                           | 10                    | 83                   | 8                           |
| 400,2          | <b>69,1</b>    | D2-vitamin-d3_1 | 96                           | 10                    | 51                   | 8                           |
| 400,2          | 91,1           | D2-vitamin-d3_2 | 96                           | 10                    | 83                   | 8                           |

### 3.4. Minta-előkészítés K3-vitamin meghatározására étrend-kiegészítőből

60 mL-es üvegcsövekbe 1,00 g homogén mintát mértünk és 100 µL 10 µg/mL-es K3- vitamin-d8 ISTD oldatot pipettáztunk rájuk, majd 20 mL etanolt és 5 mL desztillált vizet adtunk hozzájuk. A mintákat szobahőmérsékleten 1 óráig rázógépen extraháltuk (700 rpm), majd 15 mL desztillált vizet és 5 mL n-hexánt adtunk hozzájuk. A mintát 1 óráig ráztuk (700 rpm), majd 10 percig hagytuk a folyadék fázisokat szétválni. A hexános fázisból 1,0 mL-t üveg bepárlócsövekbe pipettáztunk és 40 °C-on nitrogén áram alatt szárazra pároltunk. A mintamaradékot 0,5 mL metanolban oldottuk vissza és 0,5 mL frissen készült 0,2% (v/v) hangyasavas L-ciszteïn (1 mg/mL-es) oldatot adtunk hozzájuk. Vortex-kevertetést követően fél óráig hagytuk állni a mintákat szobahőmérsékleten, míg a reakció lezajlott, majd újabb kevertetést követően hidrofíil PTFE fecskendőszűrőn (Gen-lab Kft., Budapest, Magyarország) HPLC vial-ba szűrtük a mintákat. A minta-előkészítés során a minta hígulása ötszörös volt.

### 3.5. LC-MS/MS módszer K3-vitamin meghatározására

A K3-vitamint származékképzés után C8-as HPLC oszlopon választottuk el lineáris és bináris gradiens elúcióval (**2. ábra**). A vizes mozgófázis (eluens A) 0,1% (v/v) hangyasavas víz, a szerves mozgófázis (eluens B) 0,1% (v/v) hangyasavas metanol volt. Az oldószer gradiensben a B eluens aránya 0 és 1 perc között 20% volt, B eluens aránya 1 és 5 perc között 20%-ról 70%-ra nőtt, B eluens aránya 5,1 és 8 perc között 95% volt, majd 8,1 percnél 20%-ra csökkent a B eluens aránya és 12 percig 20% volt.

Az áramlási sebesség 0,45 mL/perc, az analízis idő 12 perc volt, az injektálási térfogat 10 µL, a kolonna termosztát 30 °C volt. Az MS/MS detektálási körülményeket a **3. táblázat** tartalmazza. Az ionforrás beállításai a következők voltak: köpenygáz: 45 egység, gas 1 (porlasztó gáz): 40 egység, gas 2 (szárító gáz): 40 egység, szárító gáz hőmérséklete: 350 °C, kapilláris feszültség: +5500 V.

3. táblázat. A származékolt K3-vitamin MRM ionátmenetei és a hozzájuk tartozó feszültség értékek. A mennyiségi értékeléshez használt ionátmeneteket félkövérrel jelöltük.

| Anyaiion (m/z) | Leányion (m/z) | Komponens       | Klaszterbontó feszültség (V) | Belépő feszültség (V) | Ütközési energia (V) | Kilépő cella-feszültség (V) |
|----------------|----------------|-----------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|
| 294,1          | <b>122,1</b>   | K3-vitamin1     | 51                           | 10                    | 13                   | 14                          |
| 294,1          | 173,1          | K3-vitamin2     | 51                           | 10                    | 21                   | 20                          |
| 294,1          | 105,1          | K3-vitamin3     | 51                           | 10                    | 47                   | 12                          |
| 294,1          | 205,1          | K3-vitamin4     | 51                           | 10                    | 17                   | 24                          |
| 294,1          | 77,1           | K3-vitamin5     | 51                           | 10                    | 77                   | 34                          |
| 294,1          | 115,1          | K3-vitamin6     | 51                           | 10                    | 67                   | 12                          |
| 301,1          | <b>122,1</b>   | K3-vitamin-d8_1 | 51                           | 10                    | 13                   | 14                          |
| 301,1          | 180,1          | K3-vitamin-d8_2 | 51                           | 10                    | 21                   | 20                          |
| 301,1          | 109,1          | K3-vitamin-d8_3 | 51                           | 10                    | 47                   | 12                          |
| 301,1          | 212,1          | K3-vitamin-d8_4 | 51                           | 10                    | 17                   | 24                          |
| 301,1          | 120,1          | K3-vitamin-d8_5 | 51                           | 10                    | 67                   | 12                          |

### 3.6. Ionátmenetek optimalizálása

0,1% (v/v) hangyasavas metanollal hígított 1 µg/mL-es egyéni standard oldatokat infúziós fecskendőből fecskendő pumpával juttatunk a tömegspektrométerbe és az automata optimalizáló szoftver segítségével minimum 2 ionátmenetet állítottunk be mindegyik komponens esetén, kivéve a K3-vitaminnál. K3-vitamin esetén a standard oldatból (10 µg/mL) 0,5 mL-t származékoltunk 0,5 mL L-cisztein oldattal és a származékot optimalizáltuk 6 ionátmenettel a tömegspektrométerben, hogy megtaláljuk azokat az átmeneteket, melyekkel a mintában előforduló mátrix vegyületek nem rendelkeznek a K3-származék retenciósi időablakán belül.

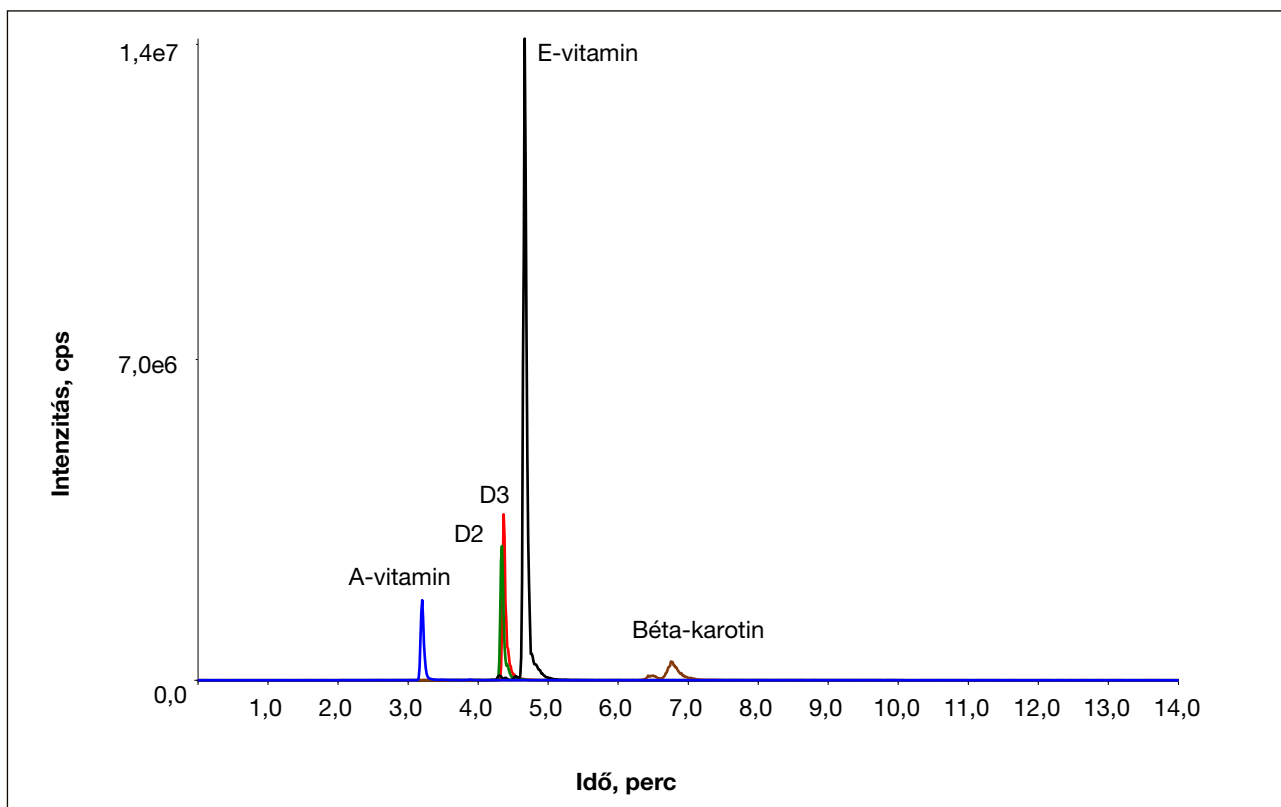
### 3.7. Módszer-validálás

A zsírban oldódó A-, D2-, D3- és E-vitaminok búzaliszt, üdítő, pezsgőtabletta és étrend- kiegészítő mintákból történő meghatározását laboratóriumon belüli validálással érvényesítettük. A vizsgált analitikai teljesítményjellemzők az következők voltak: szelektivitás, azonosítás (ion arányok), visszanyerés 0,5 és 5 mg/kg-os szinteken 10-10 párhuzamos minta vizsgálatával, ismételhetőség és reprodukálhatóság. A mennyiségi meghatározás határát (LOQ) a jel/zaj arányból határoztuk meg. A K3 vitamin étrend-kiegészítőből történő meghatározását azonos eljárás alapján validáltuk 0,1 és 1,0 mg/kg-os szinten 8-8 ismétléssel. A kalibrációt hétpontos mérőgörbe illesztéssel vizsgáltuk a pontok: 0,01 µg/mL, 0,05 µg/mL, 0,10 µg/mL, 0,50 µg/mL, 1,0 µg/mL, 5,0 µg/mL és 10,0 µg/mL volt. Az ISTD-k koncentrációja 0,2 µg/mL volt.

## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1. LC-MS/MS módszer zsírban oldódó vitaminok meghatározására

A zsírban oldódó vitaminok apoláros jellegükből adódóan atmoszférikus nyomású kémiai ionizációval (APCI), mint ionforrással vizsgálhatók LC-MS mérések során [10]. Az általunk használt készülék ugyanakkor electrospray (ESI) forrással is nagy érzékenység mellett ionizálta a vitaminokat, így APCI-ra nem volt szükség. Az ionátmenetek optimalizálását követően a kromatográfiás elválasztást C8-as HPLC oszlopon próbáltuk, mert az A-, D2-, D3- és E-vitaminok lipofil jellegükből (**1. táblázat**) adódóan a C18-as kolonnán túl nagy visszatartást mutatnak. Ezenfelül sok minta tartalmaz nagy mennyiségben természetes eredetű és/vagy hozzáadott béta-karotint, amelynek hidrofóbicitása még nagyobb, így C18-as kolonnáról csak hosszú mosást követően lehet eluálni. C8-as oszlopon a vitaminok visszatartása jelentősen csökkent a C18-as kolonnán mutattakhoz képest (**1. ábra**). A savas kémhatású eluensek használatát a pozitív ionizációs mód miatt választottuk.



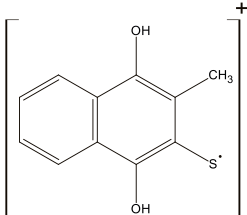
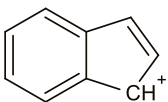
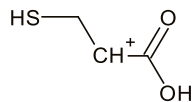
1. ábra. A-, D2-, D3- és E-vitaminok (1 µg/mL) elválasztása C8-as HPLC oszlopon.

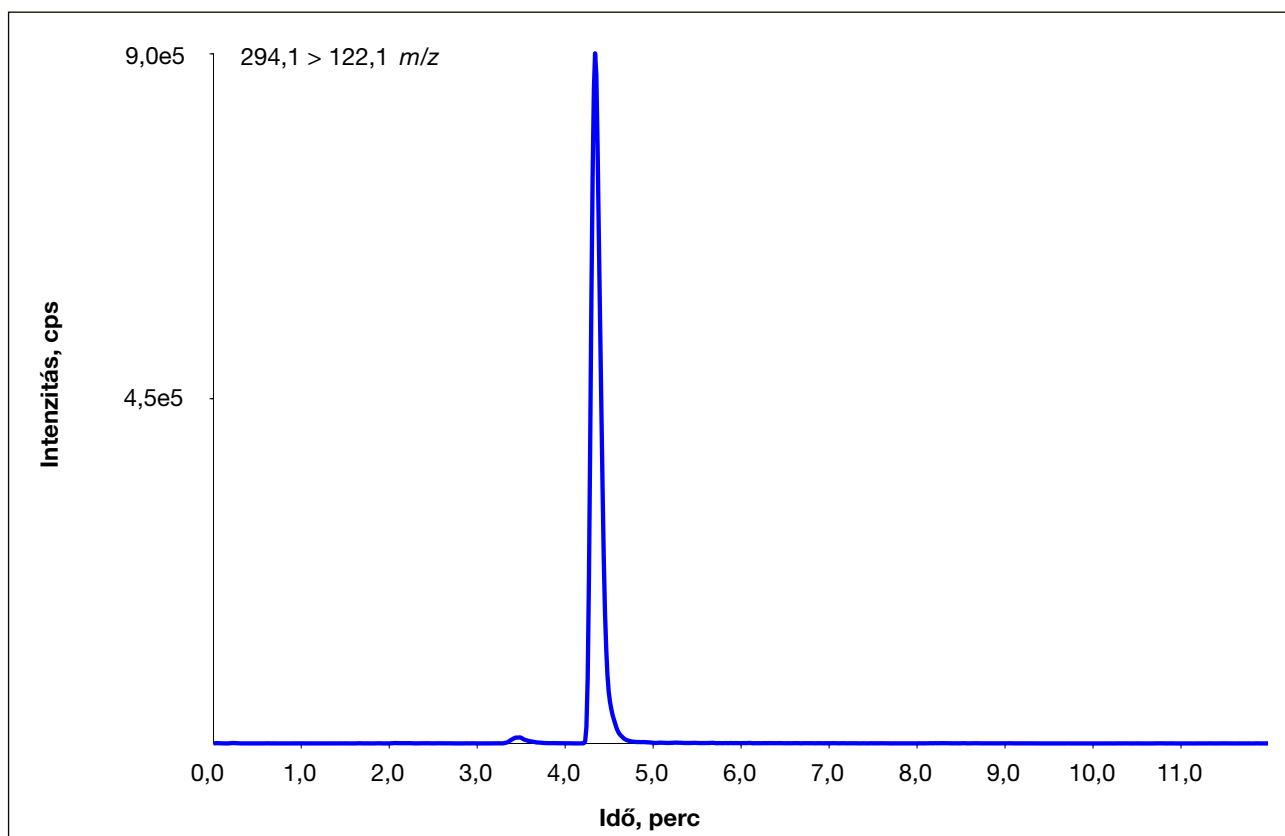
A K1- és K2-vitaminokhoz képest a K3-vitamin natív formában nehezen ionizálható, így LC-MS-sel nehezen vizsgálható. Yuan és munkatársai kémiai származékképzést javasoltak K3-vitaminra, ami után már megfelelő érzékenységgel detektálható ez a vitamin is MS készülékkel [11]. Az általunk alkalmazott származékképzés alapja Yuan és munkatársai módszere, melyben ciszteaminnal reagáltatják a K3-vitamint azonos körülmények között, amelynek során egy Michael addíciós reakció megy végbe [11]. Mi nem ciszteaminnal, hanem L-ciszteinnel végeztük a reakciót. A származék hidrofobicitása a cisztein bevitelét követően jóval alacsonyabb, mint a natív K3-vitaminé (4. táblázat) és visszatartása is ez által csökken a C8-as oszlopon (2. ábra).

4. táblázat. A származékolat K3-vitamin anyaiója (294,1 m/z) és leányionjai LC-ESI(+)-MS/MS műszeregyüttessel rögzítve.

| Anyaión/leányion | m/z   |
|------------------|-------|
|                  | 294,1 |
|                  | 122,1 |
|                  | 173,1 |

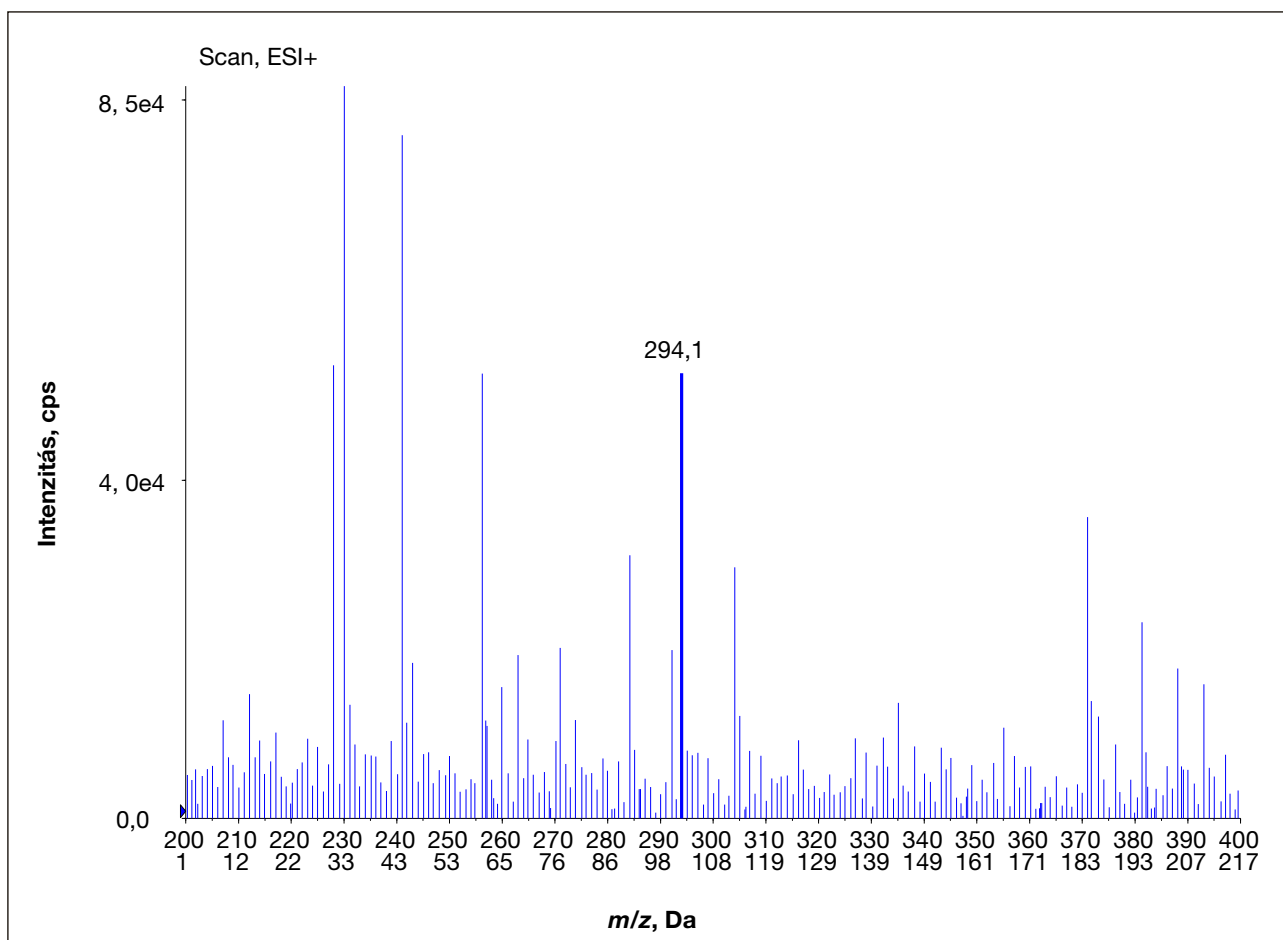
A táblázat a következő oldalon folytatódik!

| Anyaiion/leányion   | m/z   |
|---|-------|
|  | 205,1 |
|  | 115,1 |
|  | 105,1 |



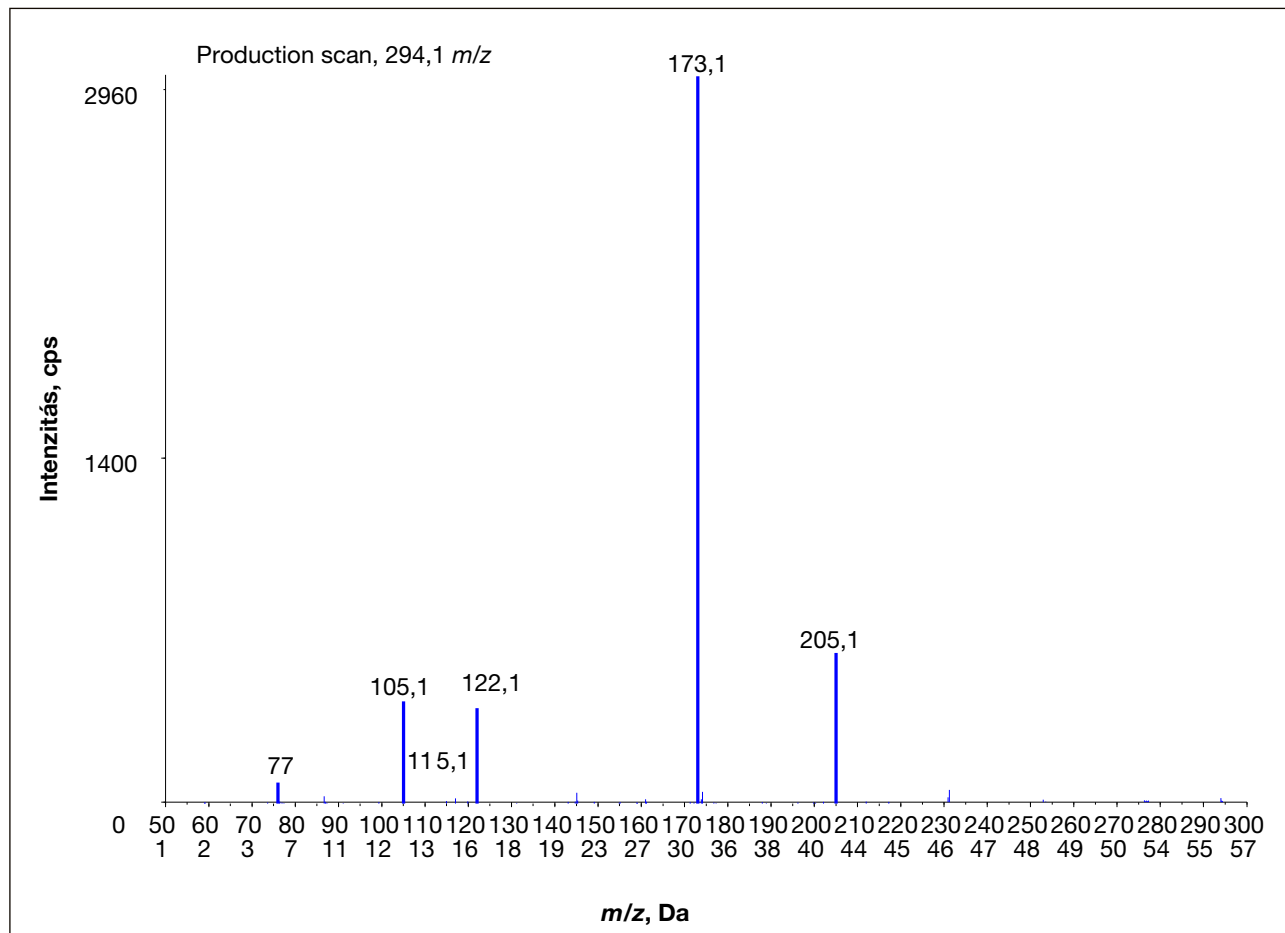
2. ábra. Származékolt K3-vitamin (1 µg/mL) elválasztása C8-as HPLC oszlopon.

A K3-vitamin és az L-cisztein közti származékolás végbemeneteléről tömegspektrum felvételével bizonyosodtunk meg. A **3.4. szakaszban** leírtak alapján 5 µg/mL-es származékolt oldatot készítettünk és a származék tömegspektrumát Q1 scan módban vettük fel 200 – 400  $m/z$  tartományban pásztázva (**3. ábra**). A feltételezett származék kvázi molekulaionjának (protonált molekulának)  $[M+H]^+$  monoizotópos tömege 294,1 Da, amelynek jele meg is jelent a spektrumban (**3. ábra**).



3. ábra. Származékolt K3-vitamin (5 µg/mL) tömegspektruma.

Tehát a reakció feltételezhetően L-ciszteinnel is végbement, amit product ion spektrum felvételével is igazoltunk (**4. ábra**).



4. ábra. Származékolt K3-vitamin (5 µg/mL) product ion spektruma.

A product ion spektrumban a 294,1 m/z iont fragmentáltuk 15 V ütközési energiával, a fragmenseket a **4. táblázat** tartalmazza. A 115,1 m/z és 205,1 m/z ionok egyértelműen a K3-vitaminhoz tartoznak, Yuan és munkatársai által közölt K3-vitamin fragmensek szerkezeteit igazolja **[11]**. A 173,1 m/z fragmens megfelel a K3-vitamin protonált molekulájának, a 122,1 m/z fragmens pedig az L-cisztein protonált molekulája.

#### 4.2. A módszerek validálása, körvizsgálat

A módszerek validálása során a vakmintákban nem volt interferáló jel a célkomponensek retenciós időablakain belül és a mintákban detektált célkomponensek ion-arányaik megegyeztek a kalibráló oldatokban számolt ion-arányokkal, így az MS/MS azonosítás feltétele teljesült. A kalibráció 0,01 és 1,0 µg/mL koncentráció között volt lineáris, felette (1,0 – 10,0 µg/mL) kvadratikus jellegűvé vált a görbe. Az ISTD-vel korrigált relatív visszanyerési értékek teljesítették a 80-120%-os kritériumot és a precizitás értékek (RSD%) se haladták meg a 10%-ot (5-9. táblázat).

5. táblázat. A-, D2-, D3-, és E-vitamin reprodukálhatósági vizsgálata búzalisztból 0,5 és 5,0 mg/kg-os szinten.

| 0,5 mg/kg     | A-vitamin | D2-vitamin | D3-vitamin | E-vitamin |
|---------------|-----------|------------|------------|-----------|
| Átlag (mg/kg) | 0,504     | 0,511      | 0,509      | 0,476     |
| S (mg/kg)     | 0,008     | 0,008      | 0,016      | 0,062     |
| RSD%          | 1,63      | 1,64       | 3,11       | 13,0      |
| Visszanyerés% | 101       | 102        | 102        | 95,2      |
| 5,0 mg/kg     | A-vitamin | D2-vitamin | D3-vitamin | E-vitamin |
| Átlag (mg/kg) | 5,12      | 5,21       | 5,05       | 5,16      |
| S (mg/kg)     | 0,237     | 0,008      | 0,113      | 0,174     |
| RSD%          | 4,63      | 1,64       | 2,24       | 3,38      |
| Visszanyerés% | 102       | 102        | 101        | 103       |

6. táblázat. A-, D2-, D3-, és E-vitamin reprodukálhatósági vizsgálata üdítóből 0,5 és 5,0 mg/kg-os szinten.

| 0,5 mg/kg     | A-vitamin | D2-vitamin | D3-vitamin | E-vitamin |
|---------------|-----------|------------|------------|-----------|
| Átlag (mg/kg) | 0,504     | 0,505      | 0,508      | 0,531     |
| S (mg/kg)     | 0,013     | 0,010      | 0,013      | 0,054     |
| RSD%          | 2,55      | 2,03       | 2,49       | 10,1      |
| Visszanyerés% | 101       | 101        | 102        | 106       |
| 5,0 mg/kg     | A-vitamin | D2-vitamin | D3-vitamin | E-vitamin |
| Átlag (mg/kg) | 5,07      | 5,05       | 5,07       | 5,30      |
| S (mg/kg)     | 0,107     | 0,068      | 0,092      | 0,085     |
| RSD%          | 2,11      | 1,35       | 1,81       | 1,61      |
| Visszanyerés% | 101       | 101        | 101        | 106       |

7. táblázat. A-, D2-, D3-, és E-vitamin reprodukálhatósági vizsgálata pezsgőtablettából 0,5 és 5,0 mg/kg-os szinten.

| 0,5 mg/kg     | A-vitamin | D2-vitamin | D3-vitamin | E-vitamin |
|---------------|-----------|------------|------------|-----------|
| Átlag (mg/kg) | 0,514     | 0,509      | 0,493      | 0,526     |
| S (mg/kg)     | 0,015     | 0,007      | 0,013      | 0,012     |
| RSD%          | 3,01      | 1,46       | 2,59       | 2,19      |
| Visszanyerés% | 103       | 102        | 98,5       | 105       |
| 5,0 mg/kg     | A-vitamin | D2-vitamin | D3-vitamin | E-vitamin |
| Átlag (mg/kg) | 5,20      | 5,22       | 5,49       | 5,68      |
| S (mg/kg)     | 0,214     | 0,184      | 0,217      | 0,135     |
| RSD%          | 3,98      | 3,43       | 3,87       | 2,31      |
| Visszanyerés% | 104       | 104        | 110        | 114       |



8. táblázat. A-, D2-, D3-, és E-vitamin reprodukálhatósági vizsgálata étrend-kiegészítőből 0,5 és 5,0 g/kg-os szinten.

| 0,5 mg/kg     | A-vitamin | D2-vitamin | D3-vitamin | E-vitamin |
|---------------|-----------|------------|------------|-----------|
| Átlag (mg/kg) | 0,520     | 0,521      | 0,505      | 0,515     |
| S (mg/kg)     | 0,024     | 0,019      | 0,012      | 0,039     |
| RSD%          | 4,58      | 3,58       | 2,30       | 7,54      |
| Visszanyerés% | 104       | 104        | 101        | 103       |
| 5,0 mg/kg     | A-vitamin | D2-vitamin | D3-vitamin | E-vitamin |
| Átlag (mg/kg) | 5,33      | 5,63       | 5,49       | 4,87      |
| S (mg/kg)     | 0,322     | 0,387      | 0,211      | 0,134     |
| RSD%          | 5,98      | 6,80       | 3,87       | 2,67      |
| Visszanyerés% | 107       | 113        | 110        | 97,5      |

9. táblázat. K3-vitamin reprodukálhatósági vizsgálata étrend-kiegészítőből 0,1 és 1,0 mg/kg-os szinten.

| 0,1 mg/kg     | K3-vitamin | 1,0 mg/kg     | K3-vitamin |
|---------------|------------|---------------|------------|
| Átlag (mg/kg) | 0,0931     | Átlag (mg/kg) | 1,083      |
| S (mg/kg)     | 0,0041     | S (mg/kg)     | 0,0835     |
| Visszanyerés% | 93,1       | Visszanyerés% | 108        |
| RSD%          | 4,40       | RSD%          | 7,71       |

A meghatározás alsó határának (LOQ) az alsó kalibrációs pontot határoztuk meg, mely a minta 5-szörös hígulása miatt így 0,05 mg/kg-nak felel meg. Az LOQ-t kisebb mintahígítással vagy az injektálási térfogat növelésével lehetne tovább csökkenteni. A módszer pontosságát hazai és nemzetközi körvizsgálatokban történő részvételekkel igazoltuk. A NÉBIH által szervezett programban a csecsemő tápszer A- és E-vitamint tartalmazott; a mintához rendelt értékek A- és E-vitamin vonatkozásában 0,495 és 13,6 mg/100 g voltak. Az általunk detektált értékek: 0,465 és 13,6 mg/100 g, ami -0,3 és 0,0 Z-score-nak felelt meg. A sikeres körvizsgálat feltétele a  $-2 \leq Z \leq 2$ . A FAPAS szervezésében a második körvizsgálati mintában egy folyékony vitamin étrend-kiegészítő D3-vitamin tartalmát vizsgáltuk és 0,206 mg/100 g D3-vitamint detektáltunk. A célérték 0,211 mg/100 g volt, amire a számolt Z-score -0,2, így az elfogadható. Körvizsgálati eredményeinket a **10. táblázatban** foglaltuk össze.

10. táblázat. Körvizsgálati eredmények.

| Mátrix                              | Komponens  | Mért érték (mg/100 g) | Mintához rendelt érték (mg/100 g) | Z-score érték | Értékelés |
|-------------------------------------|------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------|-----------|
| Csecsemő tápszer                    | A-vitamin  | 0,465                 | 0,495                             | -0,3          | Megfelelő |
|                                     | E-vitamin  | 13,6                  | 13,6                              | 0,0           | Megfelelő |
| Folyékony vitamin étrend-kiegészítő | D3-vitamin | 0,206                 | 0,211                             | -0,2          | Megfelelő |

## 5. Következtetések

Jelen dolgozat célja egy új LC-MS/MS módszer kidolgozása volt zsírban oldódó vitaminok meghatározására élelmiszer és étrend-kiegészítő jellegű mintákban. A vizsgálatot izotóphígítással kombinálva sikerült nagy pontosságú és magas precizitású módszert fejleszteni, melyet laboratóriumon belül validáltunk, illetve hazai és nemzetközi körvizsgálatokban sikeresen alkalmaztunk.

## 6. Irodalom

- [1] Zempleni, J., Suttie, J.W., Gregory III, J.F., Stover, P.J. (2013): Handbook of Vitamins, 5<sup>th</sup> Edition, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- [2] Az Európai Parlament és a Tanács 1169/2011/EU rendelete (2011): a fogyasztók élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatásáról, az 1924/2006/EK és az 1925/2006/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet módosításáról és a 87/250/EGK bizottsági irányelv, a 90/496/EGK tanácsi irányelv, az 1999/10/EK bizottsági irányelv, a 2000/13/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv, a 2002/67/EK és a 2008/5/EK bizottsági irányelv és a 608/2004/EK bizottsági rendelet hatályon kívül helyezéséről. Az Európai Unió Hivatalos Lapja L 304/18.
- [3] FDA (2021), Vitamin K Substances and Animal Feed, <https://www.fda.gov/animal-veterinary/safe-feed/vitamin-k-substances-and-animal-feed>
- [4] Tölgyesi, Á. (2021): Gyakorlati példák a folyadékkromatográfiával kapcsolt hármas kvadrupol rendszerű tandem tömegspektrometria élelmiszer-, bio- és textilanalitikai alkalmazására, Kromatográfus különszám, Gen-lab Kft., Budapest, Magyarország [https://www.gen-lab.hu/kromatografus\\_21](https://www.gen-lab.hu/kromatografus_21)
- [5] MSZ EN 12822:2014. Élelmiszerek. Az E-vitamin meghatározása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával. Az alfa-, béta-, gamma- és delta-tokoferol mérése.
- [6] MSZ EN 12823-1:2014. Élelmiszerek. Az A-vitamin meghatározása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával. 1. rész: Az all-E-retinol és 13-Z-retinol mérése.
- [7] MSZ EN ISO 6867:2001. Takarmányok. Az E-vitamin-tartalom meghatározása. Nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás módszer (ISO 6867:2000).
- [8] MSZ EN 12823-2:2000. Élelmiszerek. Az A-vitamin meghatározása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával. 2. rész: A béta-karotin mérése.
- [9] MSZ EN 12821:2009. Élelmiszerek. A D-vitamin meghatározása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás módszerrel. A kolekalciferol (D<sup>3</sup>-vitamin) vagy az ergokalciferol (D<sup>2</sup>-vitamin) mérése.
- [10] Arachchige, G.R.P., Thorstensen, E.B., Coe, M., McKenzie, E.J., O'Sullivan, J.M., Pook, C.J. (2021): LC-MS/MS quantification of fat soluble vitamins – A systematic review, Anal. Biochem. 613,113980. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2020.113980>
- [11] Yuan, T.-F., Wang, S.-T. Li, Y. (2017): Quantification of menadione from plasma and urine by a novel cysteaminederivatization based UPLC–MS/MS method, J. Chromatogr. B 1063 p.107-111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jchromb.2017.08.026>
- [12] Az Európai Parlament és a Tanács 1925/2006/EK rendelete (2006. december 20.) a vitaminok, ásványi anyagok és bizonyos egyéb anyagok élelmiszerekhez történő hozzáadásáról / Regulation (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on the addition of vitamins and minerals and of certain other substances to foods

## *Determination of fat-soluble vitamins A, D2, D3, E and K3 by isotope dilution and LC-MS/MS instrument assembly*

**Keywords:** water-soluble and water-insoluble vitamins, vitamers, coenzymes, cofactors, recommended daily intake (RDI), isotope dilution

### 1. SUMMARY

The purpose of our publication is the determination of the total amount (of natural origin and added) of fat-soluble vitamins A, D2, D3 and E in low amounts in foods (wheat flour, soft drinks, effervescent tablets) and dietary supplements using a liquid chromatography tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) method. The samples were diluted with isotope-labeled derivatives of the target components (vitamin A-d6, vitamin D2-d3, vitamin D3-d3, vitamin E-d6), and after extraction and saponification, they were purified by liquid-liquid extraction. After a solvent exchange, the concentration of the vitamins was determined on a C8 HPLC column using acidic mobile phases (0.1% formic acid in water/methanol) and LC-MS/MS technique. In dietary supplements, the analysis of the fat-soluble vitamin K3 may also be important, because the use of vitamin K3 is currently not approved in human formulations. During the determination of vitamin K3, saponification is not necessary, due to its structure, alkaline hydrolysis would lead to the decomposition of vitamin K3, so this component was analyzed by a method different from the one used for the other vitamins. LC-MS/MS analysis of small amounts of vitamin K3 is more complicated than that of other vitamins due to the low sensitivity of the MS instrument to vitamin K3. The determination of vitamin K3 was therefore carried out after chemical derivatization with L-cysteine as a derivatizing reagent, also with isotope dilution and LC-MS/MS technique. After intralaboratory validation, the methods were successfully used in domestic and international proficiency tests in infant formulas and liquid vitamin preparations.

<sup>1</sup> Bálint Analitika Kft.

Ádám TÖLGYESI  
Evelin GIRINCSI  
Viktória HERMANN  
Andrea SIMON  
Mária BÁLINT

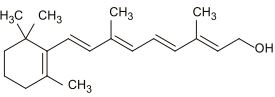
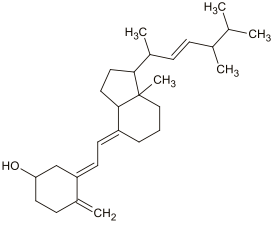
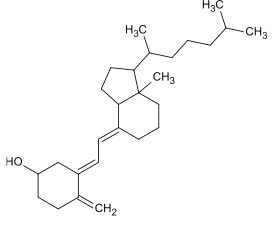
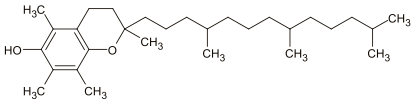
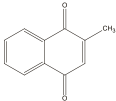
tolgyesi83@gmail.com  
gevelyne@gmail.com  
hermann.viki1298@gmail.com  
schimocza@gmail.com  
hplc@balintanalitika.hu

<https://orcid.org/0000-0003-0617-8291>  
-  
<https://orcid.org/0000-0001-6870-6892>  
-  
-

## 2. Introduction

Vitamins are organic molecules that are essential for the functioning of the human and animal body. They are necessary for the growth and maintenance of the cell population, for the proper functioning of certain organs, and for the maintenance of normal metabolism [1]. Vitamins are complex organic molecules whose structure and function in the body are very different from each other, so it is easiest to group them on the basis of their solubility. Based on this, water-soluble and fat-soluble vitamins are distinguished [1]. Vitamins B and C are water-soluble vitamins. These vitamins cannot be stored by the body for a long time, they are mostly excreted from the body in the urine, so it is necessary to replace them in the right amount every day. Vitamins A, D, E and K are fat-soluble vitamins (**Table 1**).

*Table 1. Structure of the vitamins A, D2, D3, E and K3 investigated, their trivial names and most important physicochemical characteristics*

| Structural formula of the vitamin analyzed  | Trivial name                    | Molecular mass g/mol | LogP |
|---|---------------------------------|----------------------|------|
|    | Vitamin A<br>(retinol)          | 265.5                | 5.7  |
|   | Vitamin D2<br>(calciferol)      | 396.7                | 7.5  |
|  | Vitamin D3<br>(cholecalciferol) |                      | 7.5  |
|  | Vitamin E<br>(alpha-tocopherol) | 430.7                | 12.2 |
|  | Vitamin K3 (menadione)          | 180.2                | 2.2  |

Unlike water-soluble vitamins, the body can store these vitamins for months. Vitamin intake can be accomplished through a varied diet.

We can distinguish between natural vitamins found in foods and synthetic vitamins added to foods. Unfortunately, the latter ones cannot be utilized in the same way as their natural counterparts, and they also reduce the utilization of other nutrients and put a strain on the kidneys. This is because the vitamins added to the samples are not accompanied by the enzymes, coenzymes and cofactors necessary for absorption, as opposed to the vitamins naturally occurring in foods. Based on Annex XIII of Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council, the recommended daily vitamin and mineral intake reference values for adults are 800 µg/day for vitamin A, 5 µg/day for vitamin D, 12 mg/day for vitamin E and 75 µg/day for vitamin K [2]. Vitamin K3 is used in animal husbandry and is added to feed, but vitamin K3 cannot be mixed with food intended for human consumption and cannot occur in dietary supplements either [3].

In the case of vitamin analysis, it is important to indicate whether it is the analysis of the vitamin added to the food or the determination of the total vitamin content. Naturally occurring vitamins B and vitamins are often present in the sample in a bound form, from which they can be released by hydrolysis or enzymatic sample preparation [4]. In the case of fat-soluble vitamins, however, sample preparation always includes a

saponification step, during which the vitamins are released from their bound form, thus making it possible to determine the total vitamin content [5],[6],[7],[8],[9]. In the current paper, the determination of fat-soluble vitamins is discussed.

According to the relevant standard, vitamin analysis must be carried out using a liquid chromatography (HPLC) method with an optical detector (HPLC-UV). These standards contain the determination of vitamins occurring in high concentrations (>mg/100 g). The analysis of vitamins occurring in lower concentrations ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) requires a longer or more complicated sample preparation, during which a high degree of sample purification and enrichment is performed (e.g., using preparative HPLC) [5],[6],[7],[8],[9], or we are forced to use a measurement technique that enables the selective determination of the target components even during the examination of complex matrices. One of these coupled techniques is liquid chromatography – tandem mass spectrometry (LC-MS/MS), which can be used with isotope dilution to determine the concentration of the tested compounds with high accuracy. In the course of isotope dilution, isotopically labeled ( $^2\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) analogs of the target components as internal standards (ISTD) are added to the samples and they are mixed homogeneously. These ISTDs compensate for the losses of target components during both sample preparation and instrumental analysis [4]. Our laboratory is committed to the use of isotope-labeled ISTDs, therefore we have developed an LC-MS/MS method for the determination of small amounts of fat-soluble vitamins, which contains all isotope-labeled analogs (deuterated compounds of vitamins). The purpose of our publication is to determine fat-soluble vitamins (A, D2, D3 and E) in wheat flour, soft drinks, effervescent tablets and dietary supplements using an LC-MS/MS instrument assembly, and also the validation and application of the method. Another goal was to develop an LC-MS/MS method for the determination of vitamin K3 in dietary supplements, during which chemical derivatization was attempted to achieve appropriate sensitivity.

### 3. Materials and methods

#### 3.1. Materials and instruments used

Analytical grade standards of the vitamins (A, D2, D3, E and K3) and of the isotope-labeled analogs vitamin D2-d3, vitamin D3-d3, vitamin E-d6 and vitamin K3-d8, as well as L-cysteine, ascorbic acid, sodium hydroxide, Ascentis Express C8 (100 x 3 mm, 2.7  $\mu\text{m}$ ) HPLC column, HPLC grade solvents and formic acid were purchased from Sigma-Merck Kft. (Budapest, Hungary). Vitamin A-d6 was ordered from Cambridge Isotope Laboratories (Andover, MA, USA). Standards (with the exception of vitamin A) and internal standards vitamin E-d6 and vitamin K3-d8 were dissolved in ethyl alcohol so that their concentration was 1 mg/mL. The solutions were stored in a refrigerator at +4 °C for up to half a year. Labeled standards vitamin D2-d3 (100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  in methanol) and vitamin D3-d3 (1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  in methanol) were obtained in a solution form. Vitamin A and vitamin A-d6 were dissolved in methanol containing 0.1% (m/v) butylated hydroxytoluene (BHT) (1 mg/mL) and stored at -18 °C for up to half a year. For calibration, a 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  standard mixture (A, D2, D3, E) and a 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  individual K3 standard solution were prepared in methanol and it was stored in a refrigerator at +4 °C for a maximum of 3 months. Of internal standards, an ISTD standard mixture of 20  $\mu\text{g}/\text{mL}$  (vitamin A-d6, vitamin D2-d3, vitamin D3-d3, vitamin E-d6) and an individual ISTD standard solution of 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  of vitamin K3-d8 were prepared in methanol and they were stored in a refrigerator at -18 °C for a maximum of 3 months.

For the LC-MS/MS studies, a Shimadzu Nexera UHPLC LC-30AD liquid chromatography system was used, which included a SIL-30AC autosampler, a CTO-20AC column thermostat and a CBM-20A communications bus module (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan). The triple quadrupole mass spectrometer coupled with the UHPLC was an AB Sciex 6500+ QTRAP with an IonDrive Turbo V Source ion source and a 6500 QTRAP instrument with a Turbo V Source ion source (the two systems were used alternately). The measuring software was Analyst (1.7.1) and the software used for quantification was MultiQuant (3.0.3) (Sciex; Warrington, Cheshire, UK).

The shaker used for extraction was a CAT S50 flask shaker (M. Zipperer GmbH, Ballrechten-Dottingen, Germany). A TurboVap II (Biotage, Uppsala, Sweden) type evaporator was used for the evaporation of the samples. Liquid vitamin dietary supplement proficiency testing samples and breakfast cereal quality control (QC) samples were ordered from FAPAS (Food Analysis Performance Assessment Scheme, Sand Hutton, UK), while the infant formula proficiency testing sample was ordered from the National Food Chain Safety Office (NÉBIH, Budapest, Hungary).

#### 3.2. Sample preparation for the determination of vitamins A, D2, D3 and E

The analyses of wheat flour, soft drinks, effervescent tablets and dietary supplements were performed. 1.00 g of a homogeneous sample was measured into a 60 mL glass tube and 50  $\mu\text{L}$  of a 20  $\mu\text{g}/\text{mL}$  ISTD solution (vitamin A-d6, vitamin D2-d3, vitamin D3-d3, vitamin E-d6) was pipetted onto it, then 20 mL of ethanol and 5 mL of distilled water were added. Following this, 0.5 g of ascorbic acid and 5 mL of 12.5 M sodium hydroxide solution were measured onto the sample. The sample was mixed at 60 °C on a magnetic stirrer for one and a

half hours. After the extraction/saponification, the sample was allowed to cool to room temperature and then 5 mL of distilled water and 5 mL of n-hexane was added. The sample was shaken for 1 hour (700 rpm), and then the liquid phases were allowed to separate for 10 minutes. 1.0 mL of the hexane phase was pipetted into a glass evaporating tube and it was evaporated to dryness at 40 °C under a stream of nitrogen. The sample residue was redissolved in 1.0 mL of methanol and it was filtered into an HPLC vial using a PTFE syringe filter (Gen-lab Kft., Budapest, Hungary). During sample preparation, there was a fivefold sample dilution.

### 3.3. LC-MS/MS method for the determination of vitamins A, D2, D3 and E

Vitamins were separated on a C8 HPLC column by linear and binary gradient elution (**Figure 1**). The aqueous mobile phase (eluent A) was 0.1% (v/v) formic acid in water, the organic mobile phase (eluent B) was 0.1% (v/v) formic acid in methanol. In the solvent gradient, the ratio of eluent B increased from 80% to 100% between 0 and 3 minutes, the ratio of eluent B was 100% between 3 and 10 minutes, the ratio of eluent B decreased to 80% between 10 and 10.1 minutes and it remained 80% until minute 14. The flow rate was 0.5 mL/min, analysis time was 14 minutes, injection volume was 5 µL, and the column thermostat temperature was 30 °C. MS/MS detection conditions are listed in **Table 2**. The settings of the ion source were as follows: sheath gas: 45 units, gas 1 (nebulizer gas): 40 units, gas 2 (drying gas): 40 units, drying gas temperature: 350 °C, capillary voltage: +5,500 V.

Table 2. MRM ion transitions of vitamins A, D2, D3 and E and the corresponding voltage values. Ion transitions used for quantitative evaluation are marked in bold.

| Parent ion (m/z) | Daughter ion (m/z) | Component       | Declustering Potential (V) | Entrance Potential (V) | Collision Energy (V) | Cell exit potential (V) |
|------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|
| 431.4            | <b>165.1</b>       | Vitamin E_1     | 120                        | 9                      | 40                   | 15                      |
| 431.4            | 137.1              | Vitamin E_2     | 120                        | 9                      | 68                   | 19                      |
| 437.4            | <b>171.1</b>       | Vitamin E-d6_1  | 120                        | 9                      | 40                   | 15                      |
| 437.4            | 143.1              | Vitamin E-d6_2  | 120                        | 9                      | 68                   | 19                      |
| 385.4            | 90.9               | Vitamin D3_1    | 115                        | 5                      | 98                   | 9                       |
| 385.4            | 367.4              | Vitamin D3_2    | 115                        | 5                      | 21                   | 17                      |
| 385.4            | <b>259.2</b>       | Vitamin D3_3    | 115                        | 5                      | 21                   | 17                      |
| 388.4            | <b>90.9</b>        | Vitamin D3-d3_1 | 150                        | 10                     | 46                   | 11                      |
| 388.4            | 259.2              | Vitamin D3-d3_2 | 150                        | 10                     | 46                   | 11                      |
| 269.2            | <b>93.1</b>        | Vitamin A_1     | 100                        | 11                     | 35                   | 5                       |
| 269.2            | 157.2              | Vitamin A_2     | 100                        | 11                     | 41                   | 15                      |
| 269.2            | 119.1              | Vitamin A_3     | 100                        | 11                     | 31                   | 5                       |
| 275.2            | <b>96.1</b>        | Vitamin A-d6_1  | 100                        | 11                     | 35                   | 5                       |
| 275.2            | 122.1              | Vitamin A-d6_2  | 100                        | 11                     | 31                   | 5                       |
| 397.2            | <b>69.1</b>        | Vitamin D2_1    | 96                         | 10                     | 51                   | 8                       |
| 397.2            | 91.1               | Vitamin D2_2    | 96                         | 10                     | 83                   | 8                       |
| 400.2            | <b>69.1</b>        | Vitamin D2-d3_1 | 96                         | 10                     | 51                   | 8                       |
| 400.2            | 91.1               | Vitamin D2-d3_2 | 96                         | 10                     | 83                   | 8                       |

### 3.4. Sample preparation for the determination of vitamin K3 in dietary supplements

1.00 g of a homogeneous sample was measured into a 60 mL glass tube and 100 µL of a 10 µg/mL vitamin K3-d8 ISTD solution was pipetted onto it, then 20 mL of ethanol and 5 mL of distilled water was added. The sample was extracted at room temperature for 1 hour (700 rpm), and then 15 mL of distilled water and 5 mL of n-hexane was added. The sample was shaken for 1 hour (700 rpm), and then the liquid phases were allowed to separate for 10 minutes. 1.0 mL of the hexane phase was pipetted into a glass evaporating tube and it was evaporated to dryness at 40 °C under a stream of nitrogen. The sample residue was redissolved in 0.5 mL of methanol and 0.5 mL of a freshly prepared 0.2% (v/v) solution of L-cysteine (1 mg/mL) with formic acid was added. After vortexing, the sample was allowed to stand at room temperature for half an hour until the reaction took place, and after another round of mixing, the sample was filtered into an HPLC vial using a hydrophilic PTFE syringe filter (Gen-lab Kft., Budapest, Hungary). During sample preparation, there was a fivefold sample dilution.

### 3.5. LC-MS/MS method for the determination of vitamin K3

After derivatization, vitamin K3 was separated on a C8 HPLC column by linear and binary gradient elution (**Figure 2**). The aqueous mobile phase (eluent A) was 0.1% (v/v) formic acid in water, the organic mobile phase (eluent B) was 0.1% (v/v) formic acid in methanol. In the solvent gradient, the ratio of eluent B was 20% between 0 and 1 minute, the ratio of eluent B increased from 20% to 70% between 1 and 5 minutes, the ratio of eluent B was 95% between 5.1 and 8 minutes, then the ratio of eluent B decreased to 20% at 8.1 minutes and it remained 20% until minute 12. The flow rate was 0.45 mL/min, analysis time was 12 minutes, injection volume was 10  $\mu$ L, and the column thermostat temperature was 30 °C. MS/MS detection conditions are listed in **Table 3**. The settings of the ion source were as follows: sheath gas: 45 units, gas 1 (nebulizer gas): 40 units, gas 2 (drying gas): 40 units, drying gas temperature: 350 °C, capillary voltage: +5,500 V.

Table 3. MRM ion transitions of derivatized vitamin K3 and the corresponding voltage values. Ion transitions used for quantitative evaluation are marked in bold.

| Parent ion (m/z) | Daughter ion (m/z) | Component       | Declustering Potential (V) | Entrance Potential (V) | Collision Energy (V) | Cell exit potential (V) |
|------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|
| 294.1            | <b>122.1</b>       | Vitamin K3_1    | 51                         | 10                     | 13                   | 14                      |
| 294.1            | 173.1              | Vitamin K3_2    | 51                         | 10                     | 21                   | 20                      |
| 294.1            | 105.1              | Vitamin K3_3    | 51                         | 10                     | 47                   | 12                      |
| 294.1            | 205.1              | Vitamin K3_4    | 51                         | 10                     | 17                   | 24                      |
| 294.1            | 77.1               | Vitamin K3_5    | 51                         | 10                     | 77                   | 34                      |
| 294.1            | 115.1              | Vitamin K3_6    | 51                         | 10                     | 67                   | 12                      |
| 301.1            | <b>122.1</b>       | Vitamin K3-d8_1 | 51                         | 10                     | 13                   | 14                      |
| 301.1            | 180.1              | Vitamin K3-d8_2 | 51                         | 10                     | 21                   | 20                      |
| 301.1            | 109.1              | Vitamin K3-d8_3 | 51                         | 10                     | 47                   | 12                      |
| 301.1            | 212.1              | Vitamin K3-d8_4 | 51                         | 10                     | 17                   | 24                      |
| 301.1            | 120.1              | Vitamin K3-d8_5 | 51                         | 10                     | 67                   | 12                      |

### 3.6. Optimizing ion transitions

1  $\mu$ g/mL individual standard solutions diluted with 0.1% (v/v) formic acid in methanol were delivered from an infusion syringe to the mass spectrometer using a syringe pump, and with the help of the automatic optimization software, a minimum of 2 ion transitions were set for each component, except for vitamin K3. In the case of vitamin K3, 0.5 mL of the standard solution (10  $\mu$ g/mL) was derivatized with 0.5 mL of L-cysteine solution and the derivative was optimized with 6 ion transitions in the mass spectrometer in order to find the transitions which the matrix compounds present in the sample do not possess within the retention time window of the K3 derivative.

### 3.7. Method validation

The determination of fat-soluble vitamins A, D2, D3 and E in wheat flour, soft drink, effervescent tablet and dietary supplement samples was validated by intralaboratory validation. The analytical performance characteristics examined were as follows: selectivity, identification (ion ratios), recovery at 0.5 and 5 mg/kg levels by the analysis of 10 parallel samples at each level, repeatability and reproducibility. The limit of quantification (LOQ) was determined from the signal-to-noise ratio. The determination of vitamin K3 in dietary supplements was validated on the basis of the same procedure at 0.1 and 1.0 mg/kg levels with 8 repetitions at each level. Calibration was checked by fitting a seven-point calibration curve where the points were 0.01  $\mu$ g/mL, 0.05  $\mu$ g/mL, 0.10  $\mu$ g/mL, 0.50  $\mu$ g/mL, 1.0  $\mu$ g/mL, 5.0  $\mu$ g/mL and 10.0  $\mu$ g/mL. The concentration of ISTDs was 0.2  $\mu$ g/mL.

## 4. Results and evaluation

### 4.1. LC-MS/MS method for the determination of fat-soluble vitamins

Due to their apolar nature, fat-soluble vitamins can be analyzed using atmospheric pressure chemical ionization (APCI) as an ion source during LC-MS measurements [10]. At the same time, the instrument used by us also ionized vitamins with high sensitivity using an electrospray ionization (ESI) source, so APCI was not necessary.

Following ion transition optimization, chromatographic separation was attempted on a C8 HPLC column, because vitamins A, D2, D3 and E, due to their lipophilic nature (**Table 1**), show too high retention on a C18 column. In addition, many samples contain large amounts of natural and/or added beta-carotene, whose hydrophobicity is even greater, so it can only be eluted from a C18 column after a long wash. The retention of vitamins was significantly reduced on the C8 column compared to that exhibited on a C18 column (**Figure 1**). The use of eluents with an acidic pH was chosen because of the positive ionization mode.

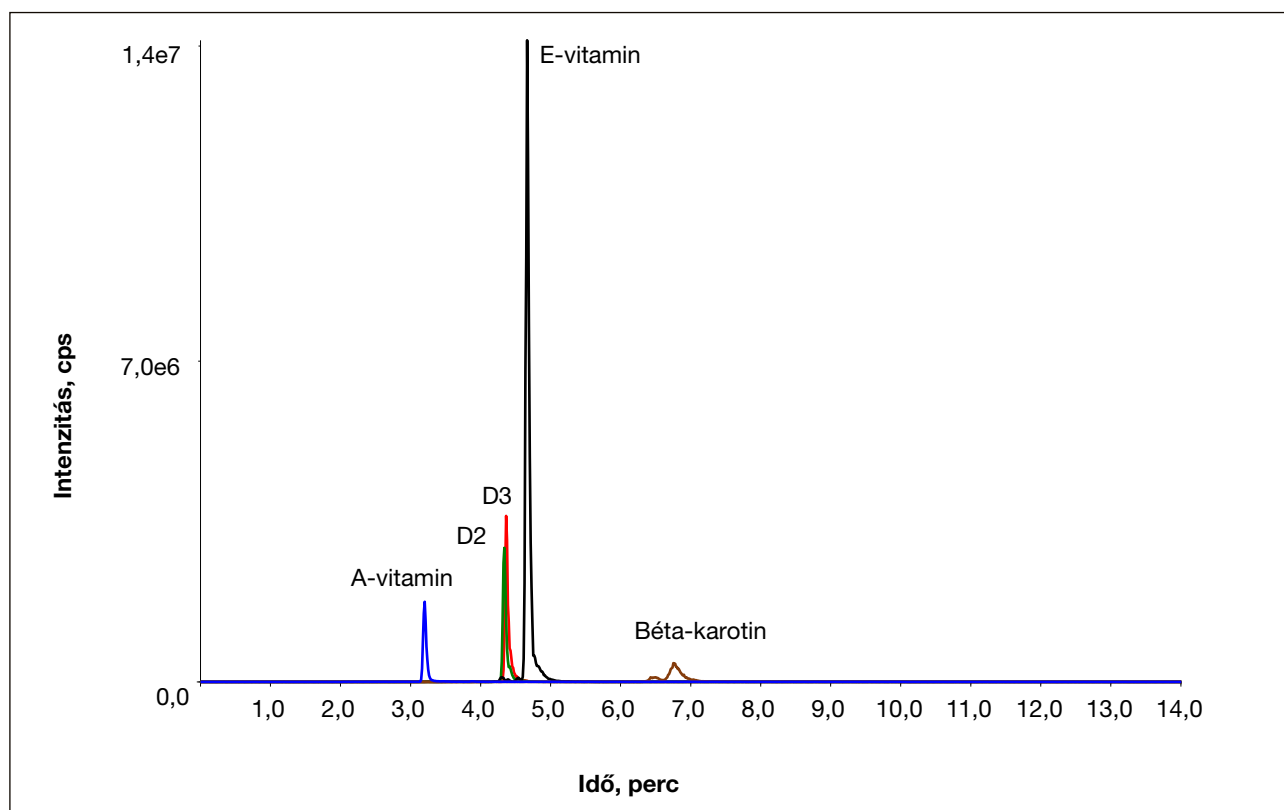
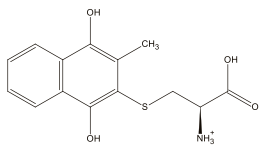
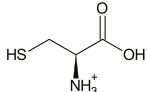


Figure 1. Separation of vitamins A, D2, D3 and E (1 µg/mL) on a C8 HPLC column.

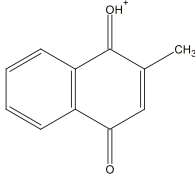
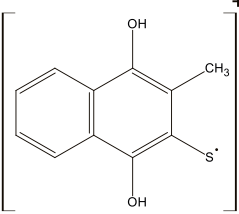
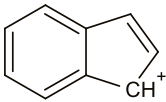
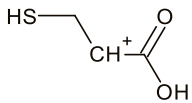
Compared to vitamins K1 and K2, vitamin K3 is difficult to ionize in its native form, so it is hard to analyze with LC-MS. Yuan et al. recommended the chemical derivatization of vitamin K3, after which this vitamin can be detected with sufficient sensitivity using an MS instrument [11]. The derivatization applied by us is based on the method of Yuan et al., in which vitamin K3 is reacted with cysteamine under identical conditions, during which a Michael addition reaction takes place [11]. We performed the reaction not with cysteamine, but with L-cysteine. After the introduction of cysteine, the hydrophobicity of the derivative is much lower than that of native vitamin K3 (**Table 4**) and thus its retention on the C8 column is also reduced (**Figure 2**).

Table 4. Parent ion ( $m/z$  294.1) and daughter ions of derivatized vitamin K3 recorded with an LC-ESI(+)-MS/MS instrument assembly.

| Parent ion/daughter ion   | $m/z$ |
|---|-------|
|  | 294.1 |
|  | 122.1 |

The table is continued in the next page



| Parent ion/daughter ion   | m/z   |
|---|-------|
|  | 173.1 |
|  | 205.1 |
|  | 115.1 |
|  | 105.1 |

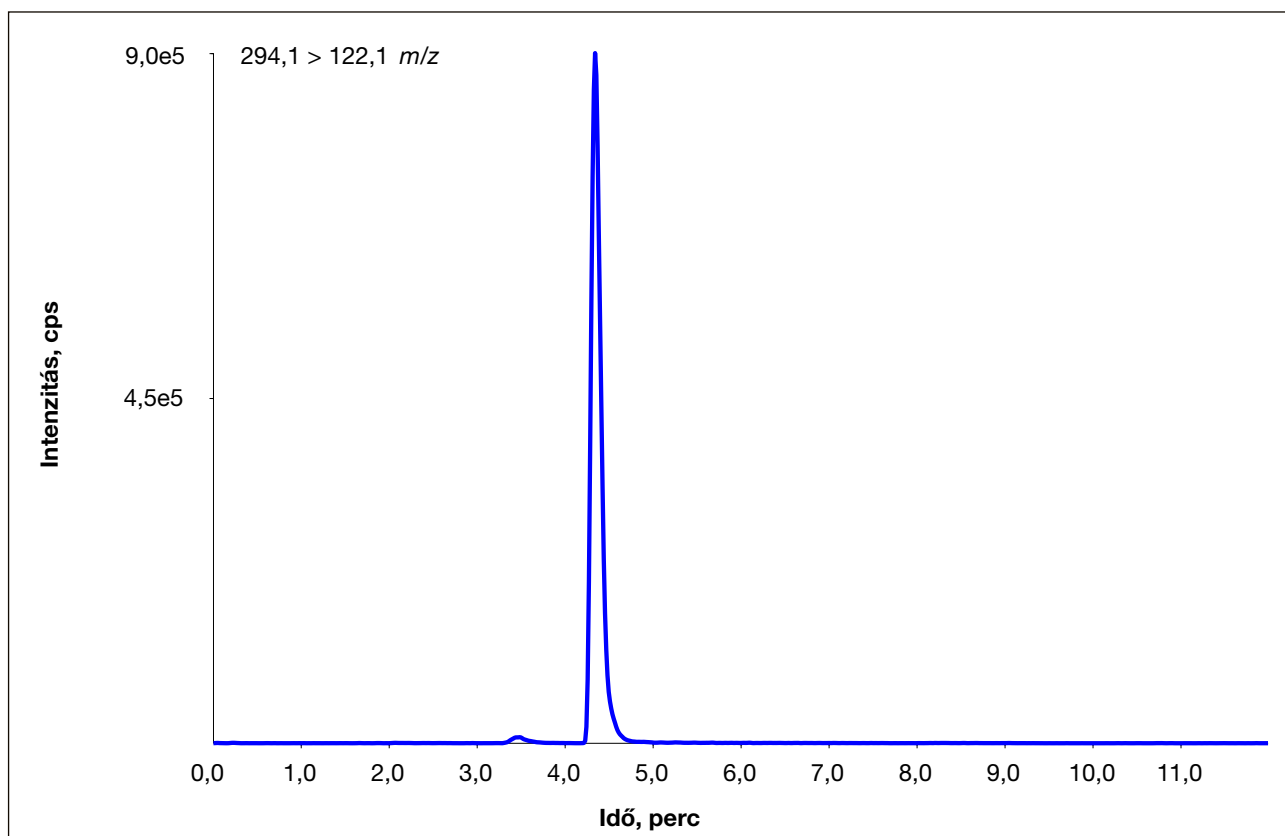


Figure 2. Separation of derivatized vitamin K3 (1 µg/mL) on a C8 HPLC column.

Completion of the derivatization reaction between vitamin K3 and L-cysteine was confirmed by recording a mass spectrum. Based on what was described in **Section 3.4.**, a 5 µg/mL derivatized solution was prepared and the mass spectrum of the derivative was recorded in Q1 scan mode, scanning the 200–400  $m/z$  range (**Figure 3**). The  $[M+H]^+$  monoisotopic mass of the quasi molecular ion (protonated molecule) of the assumed derivative is 294.1 Da, the signal of which appears in the spectrum (**Figure 3**).

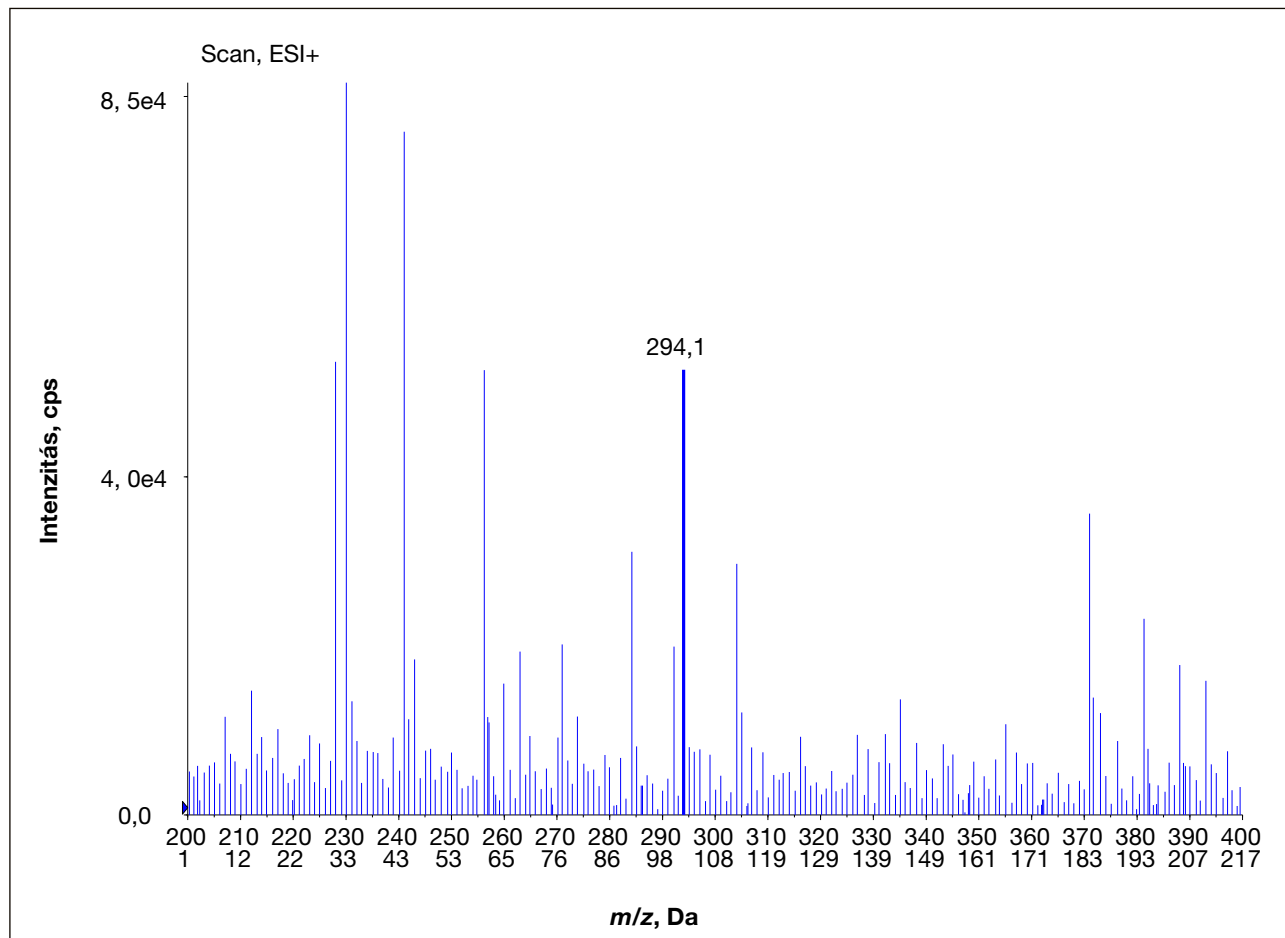


Figure 3. Mass spectrum of derivatized vitamin K3 (5 µg/mL).

Therefore, the reaction presumably also took place with L-cysteine, which was confirmed by recording the product ion spectrum (**Figure 4**).

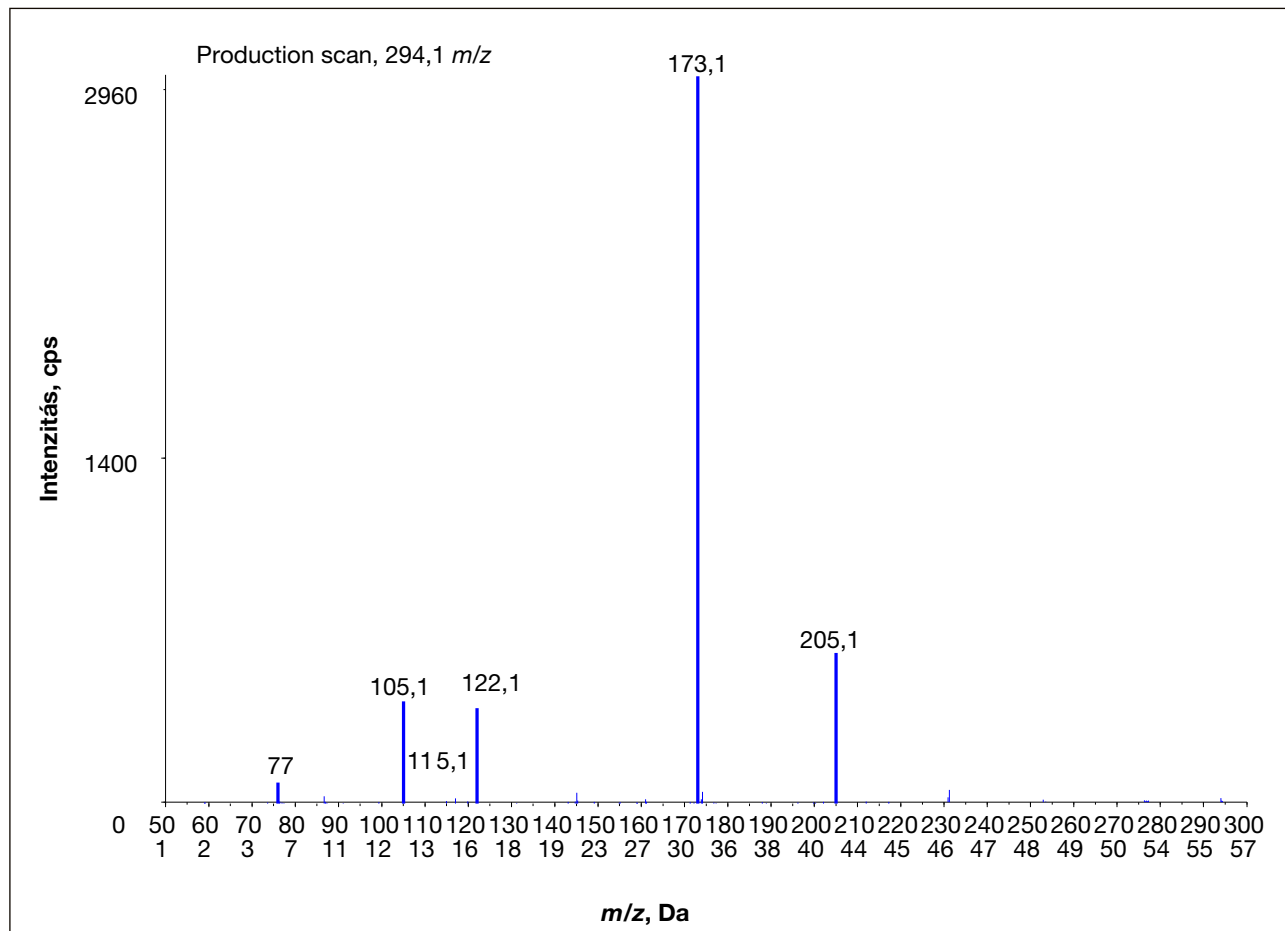


Figure 4. Product ion spectrum of derivatized vitamin K3 (5 µg/mL).

In the product ion spectrum, the  $m/z$  294.1 ion was fragmented with a collision energy of 15 V, the fragments are listed in **Table 4**.  $m/z$  115.1 and  $m/z$  205.1 ions clearly belong to vitamin K3, confirming the structures of vitamin K3 fragments reported by Yuan et al. [11]. The  $m/z$  173.1 fragment corresponds to the protonated molecule of vitamin K3, while the  $m/z$  122.1 fragment is the protonated molecule of L-cysteine.

#### 4.2. Method validation, proficiency testing

During the validation of the methods, there were no interfering signals in the blank samples within the retention window of the target components and the ion ratios of the target components detected in the samples were the same as the ion ratios calculated for the calibration solutions, thus the condition for MS/MS identification was met. Calibration was linear between 0.01 and 1.0 µg/mL concentration, above which (1.0–10.0 µg/mL) the curve became quadratic in nature. Relative recovery values corrected with the ISTD fulfilled the 80-120% criterion and the precision values (RSD%) did not exceed 10% (**Tables 5-9**).

Table 5. Reproducibility analysis of vitamins A, D2, D3 and E in wheat flour at 0.5 and 5.0 mg/kg levels.

| 0.5 mg/kg    | Vitamin A | Vitamin D2 | Vitamin D3 | Vitamin E |
|--------------|-----------|------------|------------|-----------|
| Mean (mg/kg) | 0.504     | 0.511      | 0.509      | 0.476     |
| S (mg/kg)    | 0.008     | 0.008      | 0.016      | 0.062     |
| RSD%         | 1.63      | 1.64       | 3.11       | 13.0      |
| Recovery%    | 101       | 102        | 102        | 95.2      |
| 5.0 mg/kg    | Vitamin A | Vitamin D2 | Vitamin D3 | Vitamin E |
| Mean (mg/kg) | 5.12      | 5.21       | 5.05       | 5.16      |
| S (mg/kg)    | 0.237     | 0.008      | 0.113      | 0.174     |
| RSD%         | 4.63      | 1.64       | 2.24       | 3.38      |
| Recovery%    | 102       | 102        | 101        | 103       |

Table 6. Reproducibility analysis of vitamins A, D2, D3 and E in soft drinks at 0.5 and 5.0 mg/kg levels.

| <b>0.5 mg/kg</b> | <b>Vitamin A</b> | <b>Vitamin D2</b> | <b>Vitamin D3</b> | <b>Vitamin E</b> |
|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Mean (mg/kg)     | 0.504            | 0.505             | 0.508             | 0.531            |
| S (mg/kg)        | 0.013            | 0.010             | 0.013             | 0.054            |
| RSD%             | 2.55             | 2.03              | 2.49              | 10.1             |
| Recovery%        | 101              | 101               | 102               | 106              |
| <b>5.0 mg/kg</b> | <b>Vitamin A</b> | <b>Vitamin D2</b> | <b>Vitamin D3</b> | <b>Vitamin E</b> |
| Mean (mg/kg)     | 5.07             | 5.05              | 5.07              | 5.30             |
| S (mg/kg)        | 0.107            | 0.068             | 0.092             | 0.085            |
| RSD%             | 2.11             | 1.35              | 1.81              | 1.61             |
| Recovery%        | 101              | 101               | 101               | 106              |

Table 7. Reproducibility analysis of vitamins A, D2, D3 and E in effervescent tablets at 0.5 and 5.0 mg/kg levels.

| <b>0.5 mg/kg</b> | <b>Vitamin A</b> | <b>Vitamin D2</b> | <b>Vitamin D3</b> | <b>Vitamin E</b> |
|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Mean (mg/kg)     | 0.514            | 0.509             | 0.493             | 0.526            |
| S (mg/kg)        | 0.015            | 0.007             | 0.013             | 0.012            |
| RSD%             | 3.01             | 1.46              | 2.59              | 2.19             |
| Recovery%        | 103              | 102               | 98.5              | 105              |
| <b>5.0 mg/kg</b> | <b>Vitamin A</b> | <b>Vitamin D2</b> | <b>Vitamin D3</b> | <b>Vitamin E</b> |
| Mean (mg/kg)     | 5.20             | 5.22              | 5.49              | 5.68             |
| S (mg/kg)        | 0.214            | 0.184             | 0.217             | 0.135            |
| RSD%             | 3.98             | 3.43              | 3.87              | 2.31             |
| Recovery%        | 104              | 104               | 110               | 114              |

Table 8. Reproducibility analysis of vitamins A, D2, D3 and E in dietary supplements at 0.5 and 5.0 mg/kg levels.

| <b>0.5 mg/kg</b> | <b>Vitamin A</b> | <b>Vitamin D2</b> | <b>Vitamin D3</b> | <b>Vitamin E</b> |
|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Mean (mg/kg)     | 0.520            | 0.521             | 0.505             | 0.515            |
| S (mg/kg)        | 0.024            | 0.019             | 0.012             | 0.039            |
| RSD%             | 4.58             | 3.58              | 2.30              | 7.54             |
| Recovery%        | 104              | 104               | 101               | 103              |
| <b>5.0 mg/kg</b> | <b>Vitamin A</b> | <b>Vitamin D2</b> | <b>Vitamin D3</b> | <b>Vitamin E</b> |
| Mean (mg/kg)     | 5.33             | 5.63              | 5.49              | 4.87             |
| S (mg/kg)        | 0.322            | 0.387             | 0.211             | 0.134            |
| RSD%             | 5.98             | 6.80              | 3.87              | 2.67             |
| Recovery%        | 107              | 113               | 110               | 97.5             |

Table 9. Reproducibility analysis of vitamin K3 in dietary supplements at 0.1 and 1.0 mg/kg levels.

| <b>01 mg/kg</b> | <b>Vitamin K3</b> | <b>1.0 mg/kg</b> | <b>Vitamin K3</b> |
|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Mean (mg/kg)    | 0.0931            | Mean (mg/kg)     | 1.083             |
| S (mg/kg)       | 0.0041            | S (mg/kg)        | 0.0835            |
| Recovery%       | 93.1              | Recovery%        | 108               |
| RSD%            | 4.40              | RSD%             | 7.71              |

The limit of quantification (LOQ) was defined as the lower calibration point, which corresponds to 0.05 mg/kg due to the fivefold dilution of the sample. The LOQ could be further reduced by a lower sample dilution or by increasing the injection volume. The accuracy of the method was verified by participation in domestic and international proficiency tests. In the program organized by NÉBIH, infant formula contained vitamins A and E; the values assigned to the sample for vitamins A and E were 0.495 and 13.6 mg/100 g. The values detected by us were 0.465 and 13.6 mg/100 g, corresponding to Z-scores of -0.3 and 0.0. The condition for a successful proficiency test is  $-2 \leq Z \leq 2$ . Organized by FAPAS, the second proficiency test sample was a liquid vitamin dietary supplement in which the vitamin D3 content was analyzed and a vitamin D3 concentration of 0.206 mg/100 g was detected. The target value was 0.211 mg/100 g, for which the calculated Z-score is -0.2, so it was acceptable. Our proficiency test results are summarized in **Table 10**.

Table 10. Proficiency testing results.

| Matrix                            | Component  | Measured value (mg/100 g) | Value assigned to the sample (mg/100 g) | Z-score value | Evaluation |
|-----------------------------------|------------|---------------------------|---|---------------|------------|
| Infant formula                    | Vitamin A  | 0.465                     | 0.495                                   | -0.3          | Acceptable |
|                                   | Vitamin E  | 13.6                      | 13.6                                    | 0.0           | Acceptable |
| Liquid vitamin dietary supplement | Vitamin D3 | 0.206                     | 0.211                                   | -0.2          | Acceptable |

## 5. Conclusions

The goal of this paper was to develop a new LC-MS/MS method for the determination of fat-soluble vitamins in food and dietary supplement samples. By combining the analysis with isotope dilution, it was possible to develop a method with great accuracy and high precision, which was validated within the laboratory and was successfully applied in domestic and international proficiency tests.

## 6. References

- [1] Zempleni, J., Suttie, J.W., Gregory III, J.F., Stover, P.J. (2013): Handbook of Vitamins, 5<sup>th</sup> Edition, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- [2] Az Európai Parlament és a Tanács 1169/2011/EU rendelete (2011): a fogyasztók élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatásáról, az 1924/2006/EK és az 1925/2006/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet módosításáról és a 87/250/EGK bizottsági irányelv, a 90/496/EGK tanácsi irányelv, az 1999/10/EK bizottsági irányelv, a 2000/13/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv, a 2002/67/EK és a 2008/5/EK bizottsági irányelv és a 608/2004/EK bizottsági rendelet hatályon kívül helyezéséről. Az Európai Unió Hivatalos Lapja L 304/18.
- [3] FDA (2021), Vitamin K Substances and Animal Feed, <https://www.fda.gov/animal-veterinary/safe-feed/vitamin-k-substances-and-animal-feed>
- [4] Tölgyesi, Á. (2021): Gyakorlati példák a folyadékkromatográfiával kapcsolt hármas kvadrupol rendszerű tandem tömegspektrometria élelmiszer-, bio- és textilanalitikai alkalmazására, Kromatográfus különszám, Gen-lab Kft., Budapest, Magyarország [https://www.gen-lab.hu/kromatografus\\_21](https://www.gen-lab.hu/kromatografus_21)
- [5] MSZ EN 12822:2014. Élelmiszerek. Az E-vitamin meghatározása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával. Az alfa-, béta-, gamma- és delta-tokoferol mérése.
- [6] MSZ EN 12823-1:2014. Élelmiszerek. Az A-vitamin meghatározása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával. 1. rész: Az all-E-retinol és 13-Z-retinol mérése.
- [7] MSZ EN ISO 6867:2001. Takarmányok. Az E-vitamin-tartalom meghatározása. Nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás módszer (ISO 6867:2000).
- [8] MSZ EN 12823-2:2000. Élelmiszerek. Az A-vitamin meghatározása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával. 2. rész: A béta-karotin mérése.
- [9] MSZ EN 12821:2009. Élelmiszerek. A D-vitamin meghatározása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás módszerrel. A kolekalciferol (D<sup>3</sup>-vitamin) vagy az ergokalciferol (D<sup>2</sup>-vitamin) mérése.
- [10] Arachchige, G.R.P., Thorstensen, E.B., Coe, M., McKenzie, E.J., O'Sullivan, J.M., Pook, C.J. (2021): LC-MS/MS quantification of fat soluble vitamins – A systematic review, Anal. Biochem. 613,113980. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2020.113980>
- [11] Yuan, T.-F., Wang, S.-T. Li, Y. (2017): Quantification of menadione from plasma and urine by a novel cysteaminederivatization based UPLC–MS/MS method, J. Chromatogr. B 1063 p.107-111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jchromb.2017.08.026>
- [12] Az Európai Parlament és a Tanács 1925/2006/EK rendelete (2006. december 20.) a vitaminok, ásványi anyagok és bizonyos egyéb anyagok élelmiszerekhez történő hozzáadásáról / Regulation (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on the addition of vitamins and minerals and of certain other substances to foods

## *Az őszi búza ásványianyag-tartalmának alakulása Magyarországon 30 év mérési eredményei alapján*

**Kulcsszavak:** gabona, őszi búza, termesztési évek, ásványianyag-tartalom, foszfor, kálium, magnézium, kalcium, mangán, cink, réz, összetételi változások az évek függvényében, boxplot diagram

### 1. ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszertudománnyal, valamint táplálkozástudománnyal kapcsolatos kutatások napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a különböző növényi eredetű termékek kémiai, takarmányozási és táplálkozás-élettani minőségének vizsgálatára és a változások alakulására. Számos kutató figyelme összpontosul ezekre, a beltartalmi értékekkel kapcsolatos minőségi kérdésekre, illetve arra, hogy az elmúlt néhány évtized alatt – az alkalmazott intenzív agrotechnikának és rendelkezésre álló fajtáknak köszönhetően – miként módosultak ezek jellemzők.

Táplálkozási szokásainkat tekintve a gabonafélék évezredek óta központi szerepet töltenek be a mindennapjainkban. Azon túlmenően, hogy szénhidrát-tartalmuknak köszönhetően energiát szolgáltatnak, a cereáliára fehérje-, rost-, vitamin- és nem utolsósorban ásványi anyagok forrásaként is tekinthetünk, hiszen úgy világszerte, mint Magyarországon egyaránt hagyományai vannak a gabonafélékből készített kenyér készítésének és fogyasztásának. A gabona-alapú élelmiszer-előállítás egy adott nemzet kultúrájának részét képezi. Kéziratunk elkészítésével kitűzött célunk az volt, hogy a rendelkezésre álló nagyszámú és különböző termőterületekről származó minták elemzésével választ kapjunk egy olyan – sokakban felmerülő – kérdésre, hogy miként változott az elmúlt évtizedek során az alap táplálékunkhoz tartozó őszi búza ásványi anyag tartalma. Így az idők folyamán változó ökológiai viszonyok, az alkalmazott agrotechnika és a biológiai alapok együttes hatását szemléltetve kívánunk valós képet adni a gabonafélék ásványi anyag tartalmának alakulásáról.

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

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Táplálkozástudományi Intézet

## 2. Bevezetés

A búza szemtermése összességében jelentős tápanyagforrás az emberiség számára [1]. Az emberi szervezetbe bekerülő ásványi anyagok jelentős része gabonafélékből származik [2]. Ugyanakkor a hasznosítás során érdemes azt is figyelembe venni, hogy a búzaszemben az ásványi anyagok megoszlása nem egyenletes, az ásványi anyagot javarészt a héjrészek (korpa) tartalmazzák, ugyanakkor számos országban csak az ásványi elemekben jóval szegényebb endospermiumot hasznosítják [3, 4]. Ennek megfelelően ugyan a teljes kiőrlésű lisztek és a belőlük előállított termékek magasabb ásványianyag-tartalommal rendelkeznek, de ebben az esetben a mikotoxinoknak a táplálkozási láncba való bekerülésének valószínűségével is számolnunk kell. Éppen ezért a kiegyensúlyozott és változatos étrend, mint valamennyi más élelmiszercsoportnál, a cereália-alapú termékek fogyasztásánál is kiemelkedő fontosságú.

A szakirodalmi adatokat tekintve, meglehetősen változatos képet kapunk az ásványi anyagok összetétele tekintetében, az adatok széles intervallum tartományban mozognak, erről tanúskodnak az **1. táblázatban** összegyűjtött irodalmi adatok.

1. táblázat. Az őszi búza ásványi elem tartalmának alakulása különböző irodalmi forrásokat figyelembe véve [1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]

| Ásványi elem | Búzaszem ásványi elem tartalma (mg/kg) |
|--------------|--|
| P            | 2279 - 4704                            |
| K            | 1524 - 4500                            |
| Mg           | 700 - 2410                             |
| Ca           | 237 - 1000                             |
| Mn           | 19,7 - 88                              |
| Zn           | 12,0 - 74                              |
| Cu           | 3,0 - 10                               |

Ezzel összefüggésben az utóbbi néhány évtizedben több kutató [15, 16] mutatott rá arra, hogy bizonyos mikrotápanyagok hiánya világszerte valós problémát jelent, ezáltal egyre magasabb a populáción belül azoknak az aránya, akik valamilyen tápanyaghiányban szenvednek. Míg ezzel párhuzamosan más kutatók [17, 18] arról számolnak be, hogy az élelmiszerekben is csökkent bizonyos ásványi anyagok mennyisége. Állításuk szerint a vas, a jód és a cink azok az ásványi elemek, amelyek mindennapi étrendünkben a leginkább hiányoznak. Ezt erősíti meg a WHO 1996-os és 2002-es [19, 20] felmérése is, amely szerint a világ lakosságának mintegy fele érintett lehet a vas és a cink hiányában. Egyes irodalmi források szerint [21] erre a problémára a búzából készült liszt ásványi anyagokkal való kiegészítése is megoldást jelenthet.

Az 1960-as évektől kezdődően a termesztés során a hangsúly olyan fajták alkalmazásán volt, melyek a megfelelő termésátlagok biztosításával valóban hozzájárulhatnak a globális élelmiszerhiány leküzdéséhez, de mindeközben a táplálkozás-élettani szempontból is kiemelkedő jelentőségű ásványi anyagok mennyiségének alakulása jóval kevesebb figyelmet kapott [22]. A növekvő termésátlagok együtt járhatnak az ásványianyag-tartalom csökkenésével a búzaszemben [23], ugyanakkor ezt megítélni nem egyszerű, hiszen mint tudjuk a növényi termékek minősége, beleértve az ásványianyag-tartalmat is, számos tényező együttes hatásának eredményeként alakul ki. A termények összetétele a növény biológiai jellemzőitől, az alkalmazott agrotechnikai tényezőktől és a fennálló álló ökológiai viszonyoktól is függhet [24, 25].

Mindezen ismeretek birtokában és az irodalmi adatokkal összevetve egy 30 éves adatsor elem tartalmi adatainak feldolgozását és statisztikai elemzését végeztük el, annak érdekében, hogy a kutatók és a szakma iránt érdeklődők számára reális képet alkothassunk a gabonafélék és ezen belül az őszi búza ásványi anyag összetételéről, annak időbeli változásáról.

## 3. Anyag és módszer

A tanulmányunk alapját képező őszibúza-minták az 1974 és 2004 év közötti időszakból származnak. Évenként eltérő nagyságú mintahalmaz állt rendelkezésünkre, de összességében véve több ezer minta elemzését végezték el az említett időtartományban. A vizsgálati minták elsődlegesen olyan agrotechnikai kísérletekből kerültek ki, amelyeknél eltérő ökológiai viszonyok között, különböző termőtájak hatását vizsgálták, valamint értékelték az elért terméseredményeket.

A mintaelőkészítés során a minták aprítását Retsch Sk-1 illetve Sk-3 típusú készülékkel végeztük el. Az ásványi anyagok mennyiségének meghatározásához kezdetben a hamvasztásos feltárásos módszert [26],



míg később a nedves roncsolásos eljárást alkalmaztuk [27]. Az utóbbi módszer szerint a mintákból 1 g mennyiséget mérünk be roncsolócsövekbe, ezt követően salétromsavval és hidrogén-peroxiddal elvégeztük a roncsolást, megfelelő hőmérsékleten. A zárt térben végzett nedves roncsolási eljárás lehetővé teszi a minta összes elemtartalmának a feltárását. A roncsolást követően az elemtartalom meghatározáshoz 1988-ig SP 90-s PYE UNICAM atomabszorpciós spektrofotométert használtunk, majd ezt követő időszakban egészen 1998-ig induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométert (ICP-OES) LABTAM 8440-est (LABTAM Ltd. Ausztrália), majd OPTIMA 3300 DV típusú ICP-OES (Perkin-Elmer Ltd, USA) készüléket alkalmaztunk. A méréseket a Debreceni Agrártudományi Egyetemen (DATE), majd jogutódjának a Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet Műszerközpontjában végeztük el. Vizsgálati módszereink ellenőrzése végett hiteles anyagminták használatával hazai és nemzetközi körmérésekben vettünk részt, továbbá mind a lisztminőség-, mind az ásványianyag-tartalom vizsgálatok esetében BCR CRM 189 (European Reference Material) hiteles teljes kiőrlésű búzamintát alkalmaztunk. A közölt adatok szárazanyag tartalomra vonatkoznak.

A kapott eredmények kiértékeléséhez SPSS 22.0 statisztikai programcsomagot használtunk, illetve átlag, szórás és relatív szórásértékeket határoztunk meg. Mérési eredményeink ábrázolásához boxplot-ot alkalmaztunk, ami egy olyan grafikus elemzési módszer, mely esetében az interkvartilis elhelyezkedése információt nyújt a vizsgálati adatok eloszlásáról illetve tájékoztat minket ez a diagramtípus a kiugró értékek alakulásáról is. A boxplot diagram segítségével lehetőségünk nyílik az extrém kiugró értékek elkülönítésére az adathalmazon belül, ugyanis ilyen nagy számú mérési adat feldolgozása során elkerülhetetlen ezen értékek mérési eredmények közötti megjelenése, melyeket a statisztikai feldolgozás során kihagytunk az értékelésből.

#### 4. Eredmények

Méréseink 30 év mintamennyiségét ölelték fel. Mintegy 4200 minta adatainak eredményeit dolgoztuk fel. A minták foszfortartalma 1,5-5,6 g/kg, káliumtartalma 1,6-5,8 g/kg, kalciumtartalma 200-780 mg/kg, magnéziumtartalma 600-2000 mg/kg, cinktartalma 6,00-79,0 mg/kg, réztartalma 1,7-10,4 mg/kg, mangántartalma pedig 13,0-69,1 mg/kg között változott. Ezek az adatok (2. táblázat) jól illeszthetők a feltüntetett irodalmi adatok sorába, a táblázat értékei a szélsőértékeket, valamint az interkvartilis terjedelmet mutatják be, mely utóbbi adat kifejezi, hogy milyen értékközben ingadozik a mért értékek középső 50%-a.

2. táblázat. Őszi búza minták mérési eredményei, vizsgálati elemenként, 30 év adatait feldolgozva

| Ásványi elem | Búzaszem ásványi elem tartalma, szélsőértékek (mg/kg) | Búzaszem ásványi elem tartalma, interkvartilis terjedelem (mg/kg) |
|--------------|---|---|
| P            | 2279 - 4704   | 2900 - 3400   |
| K            | 1524 - 4500   | 3300 - 3900   |
| Mg           | 700 - 2410  | 1029 - 1213   |
| Ca           | 237 - 1000  | 336 - 395   |
| Mn           | 19,7 - 88   | 33,0 - 42,9   |
| Zn           | 12 - 74   | 19,9 - 28,5   |
| Cu           | 3 - 10  | 3,7 - 4,9   |

Elemenként vizsgálva a rendelkezésre álló adatokat, a statisztikai feldolgozás eredményeit boxplot diagram formájában az 1. ábrán szemléltetjük.

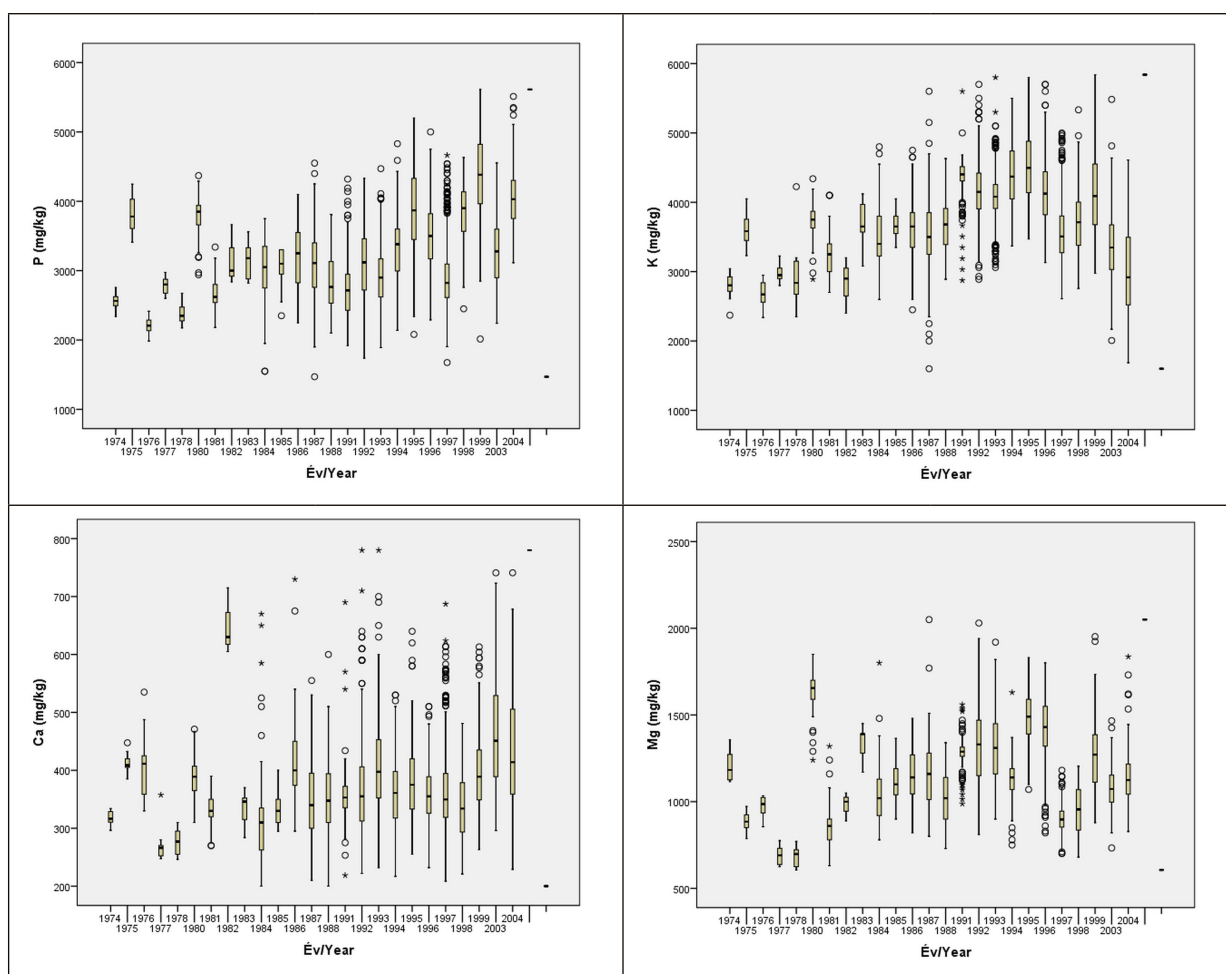
A foszfor és a kálium esetében a szórásértékek viszonylag széles tartományt fogtak át, de az interkvartilis értékeket vizsgálva megállapítható, hogy az eredményeink jellemzően a 2,9-4,0 g/kg tartományba esnek. A vizsgálati évek átlagában a foszfor esetében 2,9-3,4 g/kg, míg a káliumnál 3,3-3,9 g/kg közötti a tartomány szélessége. Ezek az értékek már jó egyezést mutatnak az irodalomban is feltüntetett adatokkal. E két makroelem koncentrációja tekintetében a vizsgált 30 év viszonylatában nem állapítottunk meg csökkenést.

A vizsgálati minták kalciumtartalmának értékei a 30 éves időszakot tekintve ugyancsak tág intervallumba esnek. Mérési eredményeinket összesítve 200 és 780 mg/kg közötti értékeket határoztunk meg. A 30 év átlagában a statisztikai elemzés során kapott adatok interkvartilis terjedelme már jóval szűkebb tartományt ölel fel. A vizsgált értékek középső 50%-a 336 és 395 mg/kg között helyezkedik el. Az alsó kvartilis esetében a legalacsonyabb értéket 1977-ben mértük. Az ebben az évben vizsgált minták átlaga 252 mg/kg Ca-tartalmat mutatott. A legnagyobb felső kvartilis értéket 2003-ban határoztuk meg. Akkor átlagosan 530 mg/kg Ca-tartalmat mutattunk ki. A kalciumtartalom szignifikáns csökkenéséről ebben az időszakban sem tudunk beszámolni az általunk vizsgált minták esetében.

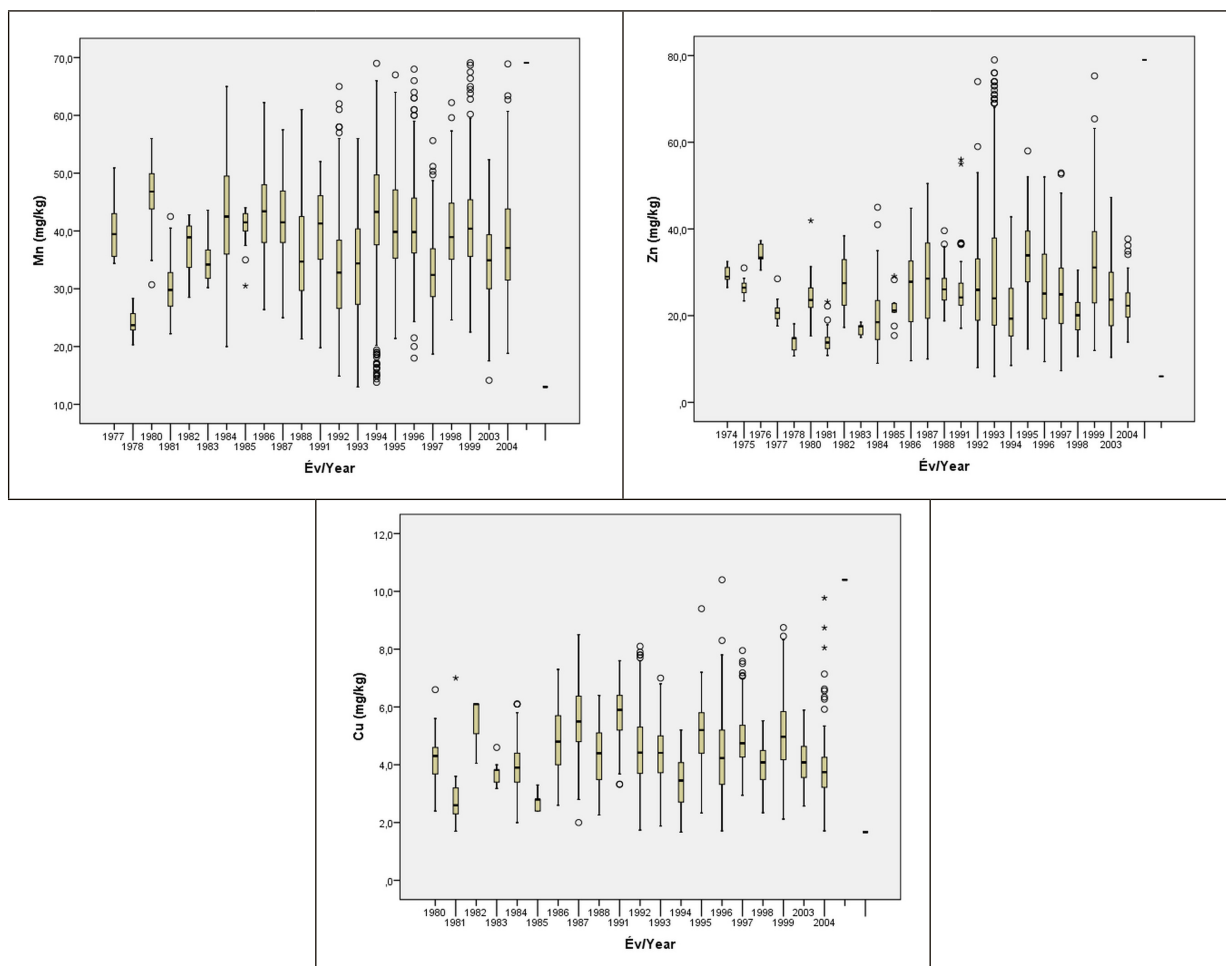
A magnéziumtartalom eredményei az irodalmi adatokkal összhangban széles, 600-2000 mg/kg közötti tartományba estek. Az interkvartilis terjedelem 1029 és 1213 mg/kg közötti értékeket ad a vizsgálati évek átlagában, a különbség az egyes évek között ez esetben is jelentős, hiszen a 25% percentilis érték 1978-ban volt a legalacsonyabb 622 mg/kg, míg a 75% percentilis érték 1980-ban volt kiemelkedő 1703 mg/kg értékkel.

Vizsgálati adatainknál a mangántartalom alakulásában átlagban közel 20%-os relatív szórásértéket határoztunk meg. A szórásértékeket jól szemlélteti a boxplot diagram. Eredményeink 13,0-69,1 mg/kg között változtak, azonban a 25 és 75%-os percentilis közötti tartomány már csak 33,0 és 42,9 mg/kg közötti, vagyis a vizsgálati adatok 50%-a ebben a szűk tartományban található meg. A statisztikai elemzés azonban számos kiugró értéket is jelez a diagramon.

A mikroelemek, mint a cink és a réz esetében még a mangántartalomhoz képest is nagyobb relatív szórásértékekkel találkoztunk. A vizsgálati évek átlagában cinknél 25,8%-os relatív szórásértéket számoltunk, míg a réz esetében 22,8% volt ugyanez az eredmény. A boxplot diagramon jól látható, hogy a mérési adatok széles skálán mozognak, nagy a szórás és az egyedi eredmények között számos kiugró érték is látható. A dobozdiagram eredményeit tekintve a 25 és 75%-os percentilis tartomány értékei a cink esetében 19,9-28,5 mg/kg közöttiek, míg a réz esetében ugyanezen tartomány értékei 3,7-4,9 mg/kg között változtak.



1. ábra. Ásványianyag tartalom alakulás és megoszlása őszi búza vizsgálati mintánál  
(Az ábra a következő oldalon folytatódik.)



1. ábra. Ásványianyag tartalom alakulás és megoszlása őszi búza vizsgálati mintánál (folytatás)

## 5. Következtetések

A búza a gabonafélék között világviszonylatban is domináns szántóföldi növény, amely a belőle készített növényi eredetű termékek meghatározó részét teszi ki, így összességében fontos ásványi anyagokat biztosít az emberi szervezet számára. Napjainkban számos kutató veti fel azt a kérdést, hogy a különböző élelmiszeralapanyagok előállítására termesztett szántóföldi kultúrák esetében évtizedek alatt miként változott az ásványi anyagok mennyisége, azok egymáshoz viszonyított aránya, miközben változtak a rendelkezésre álló fajták, változnak az ökológiai viszonyok és természetesen változik az alkalmazott agrotechnika, vagyis minden olyan tényező, amely egyidejűleg befolyásolja egy növényi termék minőségét és annak táplálkozási értékét.

Vizsgálati eredményeink 1974 és 2004 közötti termesztési évekből és különböző termesztési helyekről származtak. A vizsgált termőterületeken jellemzően eltérő ökológiai viszonyok között, különböző agrotechnikai kezelések eredményességét vizsgálták, eltérő fajtákkal.

A vizsgálati évek átlagát tekintve az analizált minták elemei közül a foszfor-, a kálium- és a magnéziumtartalom esetében tapasztaltunk alacsonyabb relatív szórás adatokat, rendre 11,7%, 11,0%, 13,0% értékekkel. Mérési eredményeink szórása a réz és cink esetében már jóval hektikusabb volt. A réznél 22,8%, a cinknél pedig 25,8%-os relatív szórásértéket találtunk.

A vizsgált 30 év viszonylatában ásványianyag-tartalom csökkenést nem tapasztaltunk. Ugyanakkor hangsúlyozzuk, hogy megbízható következtetést és hiteles idősoros megállapításokat kizárólag archivált minták egyidejű mérési eredményei alapján lehet levonni. Munkánkat ennek szellemében kívánjuk folytatni.

## 6. Irodalom

- [1] Zhao, F. J., Shu, Y.H., Dunham, S.J., Rakszegi, M., Bedo, Z., McGrath, S. P., Shewry, P. R. (2009): Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin. *Journal of Cereal Science*. 49. 290-295. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.11.007>
- [2] Henderson, L., Irving, K., Gregory J., Bates, C. J., Prentice, A., Perks, J. (2003): The national diet & nutrition survey: adults aged 19-64 years, vol. 3. Her Majesty's Stationery Office. London
- [3] Szabó, S. A., Regiusné, M. Á., Győri, D., Szentmihályi, S. (1987): *Mikroelemek a mezőgazdaságban I. Esszenciális mikroelemek*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
- [4] Kutman, U. B., Yildiz, B., Cakmak, I. (2011): Improved nitrogen status enhances zinc and iron concentrations both in the whole grain and endosperm fraction of wheat. *Journal of Cereal Science*. 53. pp. 118-125. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.10.006>
- [5] Dworak, L. (1942): *A talajból felvett táplálépanyagok mennyisége a fontosabb gazdasági növényekben*. In: Köztelek Zsebnaptár (Szerk.: Szilassy Z – Budai B.) p. 389. OMGE. Budapest
- [6] Pais, I. (1980): *A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- [7] Győri, Z. (1983): Mezőgazdasági termékek tárolása és feldolgozása. *Egyetemi jegyzet. Debreceni Agrártudományi Egyetem*. Debrecen
- [8] Győri, Z. (2002): Tápanyaggazdálkodás és minőség. In: Győri, Z., Jávora, A. (eds.): *Az agrokémia időszzerű kérdései. Debreceni Egyetem ATC, MTA Talajtani és Agrokémiai Bizottsága*. Debrecen. pp. 79-89.
- [9] Győri, Z. (2015): Az őszi búza ásványi-tartalmának változása Magyarországon 1839-től napjainkig. *Agrokémia és Talajtan*. 64 (1): pp. 189-198. <https://doi.org/10.1556/0088.2015.64.1.13>
- [10] Győri, Z. (2017): Az őszi búza ásványianyag tartalmának értékelése az új vizsgálatok tükrében/eredményeként, Evaluation of the mineral content of winter wheat in light of/as a result of the new studies. *Élelmiszervizsgálati Közlemények* 63 (2) pp. 1519-1534.
- [11] Győri, Z., Győriné, M. I. (1998): *A búza minősége és minősítése*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest
- [12] Dániel, P., Győri, Z., Szabó, P., Kovács, B., Prokisch, J., Phillips, C. (1998): A sertések ásványianyag ellátottságával összefüggő vizsgálatok. 1. Közlemény: Sertéstakarmányok ásványianyag-tartalma. *Állattenyésztés és takarmányozás*. 47. pp. 277-286.
- [13] Kincses, S.-né (2002): Az NPK-trágyázás hatása az őszi búza és kukorica szemtermésének mennyiségére és ásványianyag tartalmára. In: Győri, Z., Jávora, A. (szerk.): *Az agrotechnika időszzerű kérdései. Debreceni Egyetem. Agrártudományi Centrum. Mezőgazdaságtudományi Kar. MTA Talajtani és Agrokémiai Bizottsága*. Debrecen. pp. 163-171.
- [14] Oury, F. X., Leenhardt, F., Rémésy, C., Chanliaud, E., Duperrier, B., Balfourier, F., Charmet, G. (2006): Genetic variability and stability of grain magnesium, zinc and iron concentrations in bread wheat. *European Journal of Agronomy*. 25. pp. 177-185. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.04.011>
- [15] Welch R. M., Graham R. D. (2002): Breeding crops for enhanced micronutrient content. *Plant and Soil*. 245. pp. 205-214. <https://doi.org/10.1023/A:1020668100330>
- [16] Graham R. D., Welch R. M., Saunders D. A., Ortiz-Monasterio I., Bouis H. E., Bonierbale, M., de Haan S., Burgos G., Thiele G., Liria R., Meisner C. A., Bebb S. E., Potts M. J., Kadian M., Hobbs P. R., Gupta R. K., Twomlow S. (2007): Nutritious subsistence of food systems. *Advances in Agronomy*. 92. pp. 1-74. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(04\)92001-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(04)92001-9)
- [17] White P. J., Broadley M. R. (2005): Historical variation in the mineral composition of edible horticultural products. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 80. pp. 660-667. <https://doi.org/10.1080/14620316.2005.11511995>
- [18] White P.J., Broadley M. R. (2005) Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trends in Plant Science*. 10. pp. 586-593. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2005.10.001>
- [19] WHO (1996): Trace elements in human nutrition and health. *World Health Organization*. Geneva
- [20] WHO (2002): The World Health Report 2002. Reducing Risks. Promoting Healthy Life. *World Health Organization*. Geneva
- [21] Gleason G., Sharmanov T. (2002): Anemia prevention and control on four central Asian republics and Kazakhstan. *Journal of Nutrition*. 132. pp. 867-870. <https://doi.org/10.1093/jn/132.4.867S>
- [22] Morris C. E., Sands D. C. (2006): The breeder's dilemma – yield or nutrition? *Nature Biotechnology*. 24 (9):1078-1080. <https://doi.org/10.1038/nbt0906-1078>

- [23] Fan M. S., Zhao, F. J., Fairweather\_Tait S. J., Poulton, R. P., Dunham J. S., McGrath P. S. (2008): Evidence of decreasing mineral density in wheat grain over the last 160 years. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. **22** (4) pp. 15-324. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2008.07.002>
- [24] Burján, Z., Győri, Z. (2013): A termőhelyek hatása a búzaszem és a liszt ásványi anyag és fehérjetartalmára. *Agrokémia és Talajtan*. **62** (2) pp. 387-400. <https://doi.org/10.1556/agrokem.62.2013.2.15>
- [25] Győri, Z. (2018): Essential Mineral Element Status in Wheat and Maize Grains. *EC Nutrition* **13** (1) pp. 1-3.
- [26] Varju, M. (1972): Növényi anyagok hamvasztásának néhány módszertani kérdése. *Agrokémiai és Talajtan* **21** (1-2) pp. 139–153.
- [27] Kovács, B., Győri, Z., Prokisch, J., Loch J., Dániel, P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communications in soil Science and Plant Analysis*. 27. pp. 1177-1198. <https://doi.org/10.1080/00103629609369625>

## ***Evolution of the mineral content of winter wheat in Hungary based on 30 years of measurement results***

**Keywords:** grain, winter wheat, years of cultivation, mineral content, phosphorus, potassium, magnesium, calcium, manganese, zinc, copper, changes in composition by year, boxplot diagram

### **1. SUMMARY**

Nowadays, research related to food science and nutrition places more and more emphasis on the examination of the chemical, feeding and nutrition-physiology quality of various products of plant origin and the evolution of the changes. The attention of many researchers is focused on these quality issues related to nutritional values, and on how these characteristics have changed over the past few decades, thanks to the intensive agrotechniques applied and the available varieties.

In terms of our eating habits, cereals have been playing a central role in our everyday lives for thousands of years. In addition to providing energy thanks to their carbohydrate content, cereals can also be seen as a source of proteins, fibers, vitamins and, last but not least, minerals, as there are traditions of making and eating bread made from cereals both worldwide and in Hungary. Grain-based food production is part of a nation's culture. By preparing our manuscript, our goal was to analyze the large number of samples available from different growing areas to obtain an answer to a question that arises in many people, how the mineral content of winter wheat, which is a staple food in our diet, has changed over the past decades. Thus, by demonstrating the combined effect of changing ecological conditions, the applied agrotechniques and biological foundations, we intend to provide an accurate picture of the evolution of the mineral content of cereals.

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

<sup>2</sup> University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Nutrition Science

## 2. Introduction

Overall, wheat grain is a significant source of nutrients for mankind [1]. A significant part of the mineral intake of humans comes from cereals [2]. At the same time, it is also worth considering during utilization that the distribution of minerals in the wheat grain is not uniform, minerals are mostly contained in the husk parts (bran), but in many countries, only the endosperm, which is much poorer in mineral elements, is utilized [3, 4]. Accordingly, even though whole-grain flours and products made from them have a higher mineral content, in this case, the possibility of mycotoxins entering the food chain also has to be considered. That is why a balanced and varied diet, as with all other food groups, is extremely important when consuming cereal-based products.

Reviewing literature data, a rather diverse picture is obtained regarding the mineral composition of cereals, data range in a wide interval, as evidenced by the literature data collected in **Table 1**.

*Table 1. Evolution of the mineral content of winter wheat, taking into account of different literature sources [1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]*

| Mineral element | Mineral content of wheat grain (mg/kg) |
|-----------------|--|
| P               | 2279 - 4704                            |
| K               | 1524 - 4500                            |
| Mg              | 700 - 2410                             |
| Ca              | 237 - 1000                             |
| Mn              | 19.7 - 88                              |
| Zn              | 12.0 - 74                              |
| Cu              | 3.0 - 10                               |

In connection with this, several researchers [15, 16] have pointed out in the last few decades that the lack of certain micronutrients is a real problem worldwide, and as a result, the proportion of those suffering from some kind of nutrient deficiency within the population is getting higher and higher. At the same time, other researchers [17, 18] report that the amount of certain minerals in food also decreased. According to them, iron, iodine and zinc are the mineral elements that are most lacking in our daily diet. This is also confirmed by the 1996 and 2002 WHO surveys [19, 20], according to which about half of the world's population may be affected by a lack of iron and zinc. According to some literature sources [21], supplementing wheat flour with minerals may be a solution to this problem.

Starting from the 1960s, during cultivation, the emphasis was on the use of varieties that could really contribute to overcoming global food shortage by ensuring adequate yields, but in the meantime, the evolution of the amount of minerals, which are also of outstanding importance from a nutrition physiology point of view, received much less attention [22]. Increasing yields can be accompanied by a decrease in the mineral content of the wheat grain [23], but this is not easy to judge, since as we know, the quality of plant products, including the mineral content, is evolves as a result of the combined effect of many factors. The composition of the crops may also depend on the biological characteristics of the plant, the applied agrotechnical factors and the existing ecological conditions [24, 25].

Taking into consideration all this knowledge and performing a comparative analysis with literature data, element content data collected over 30 years were processed and statistically analyzed, in order to provide researchers and those interested in the profession with a realistic picture of the mineral composition of cereals, including winter wheat, and its evolution over time.

## 3. Materials and methods

The winter wheat samples that form the basis of our study come from the period between 1974 and 2004. The size of the sample set differs by year, but overall thousands of samples were analyzed in the above-mentioned time range. The test samples were primarily taken from agrotechnical experiments, in which the effects of various crop areas were examined under different ecological conditions, and the yield results were evaluated.

During sample preparation, the samples were ground with a Retsch Sk-1 or Sk-3 mill. To determine the amount of minerals, initially an ashing digestion method was used [26], while later a wet digestion procedure was used [27]. According to the latter method, 1 g of the sample was measured into a digestion tube, after which the digestion was carried out with nitric acid and hydrogen peroxide at the appropriate temperature.

The wet digestion procedure carried out in a closed space allows the digestion of the total element content of the sample. Following digestion, an SP 90 PYE UNICAM atomic absorption spectrophotometer was used to determine the element content until 1998, and in the subsequent period until 1998, a LABTAM 8440 (LABTAM Ltd., Australia) and then an OPTIMA 3300 DV (Perkin-Elmer Ltd, USA) inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES) was used. The measurements were carried out at the Debrecen University of Agriculture (DATE), and then at its legal successor, the University of Debrecen, in the Instrument Center of the Institute of Food Science of the Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management. In order to check our test methods, we took part in domestic and international proficiency tests using certified reference materials, and in the case of both flour quality and mineral content analyses, we used a BCR CRM 189 (European Reference Material) certified whole grain wheat sample. Data are reported on a dry matter basis.

To evaluate the results obtained, the SPSS 22.0 statistical program package was used, and the mean, standard deviation and relative standard deviation values were determined. To represent our measurement results, a boxplot was used, which is a graphical analysis method in which the location of the interquartile range provides information about the distribution of the analytical data, and this type of diagram also informs us about the evolution of outlying values. With the help of the boxplot diagram, we have an opportunity to separate the extreme outliers within the data set, which is important because during the processing of such a large number of measurement data, the appearance of such values among the measurement results is inevitable, and they are omitted from the evaluation during statistical processing.

#### 4. Results

Our measurements covered a sample set of 30 years. The measurement results of about 4,200 samples were processed. The phosphorus content of the samples ranged from 1.5 to 5.6 g/kg, the potassium content from 1.6 to 5.8 g/kg, the calcium content from 200 to 780 mg/kg, the magnesium content from 600 to 2,000 mg/kg, the zinc content from 6.00 to 79.0 mg/kg, the copper content from 1.7 to 10.4 mg/kg, and the manganese content from 13.0 to 69.1 mg/kg. These data (**Table 2**) fit well into the ranges of the indicated literature data, the values in the table show the extreme values and the interquartile ranges, with the latter data expressing the range in which the middle 50% of the measured values fluctuate.

*Table 2. Measurement results of winter wheat samples by tested element, processing 30 years of data*

| Mineral element | Wheat grain mineral element content, extreme values (mg/kg) | Wheat grain mineral element content, interquartile range (mg/kg) |
|-----------------|---|--|
| P               | 2,279 - 4,704   | 2,900 - 3,400  |
| K               | 1,524 - 4,500   | 3,300 - 3,900  |
| Mg              | 700 - 2,410   | 1,029 - 1,213  |
| Ca              | 237 - 1,000   | 336 - 395  |
| Mn              | 19.7 - 88   | 33.0 - 42.9  |
| Zn              | 12.0 - 74   | 19.9 - 28.5  |
| Cu              | 3.0 - 10  | 3.7 - 4.9  |

Examining the available data element by element, the results of the statistical processing are illustrated in the form of a boxplot diagram in **Figure 1**.

In the case of phosphorus and potassium, the deviation values covered a relatively wide range, but examining the interquartile values, it can be concluded that our results typically fall in the range of 2.9 to 4.0 g/kg. In terms of the average of the years studied, the range is between 2.9 and 3.4 g/kg for phosphorus and between 3.3 and 3.9 g/kg for potassium. These values are already in good agreement with the data reported in the literature. With regard to the concentration of these two macroelements, no decrease was found over the 30 years examined.

The values of the calcium content of the test samples also fall within a wide interval in terms of the 30-year period. By summarizing our measurement results, values between 200 and 780 mg/kg were determined. In the average of 30 years, the interquartile range of the data obtained during the statistical analysis covers a much narrower range. The middle 50% of the analytical values lies between 336 and 395 mg/kg. In the case of the lower quartile, the lowest value was measured in 1977. The average of the samples analyzed this year showed a Ca content of 252 mg/kg. The highest upper quartile was measured in 2003. In that year, an average Ca content of 530 mg/kg was detected.



No significant decrease in the calcium content can be reported during this period either in the case of the samples analyzed by us.

The magnesium content results fell in a wide range of 600 to 2,000 mg/kg, in accordance with the literature data. The interquartile range gives values between 1,029 and 1,213 mg/kg in the average of the years of the study, with significant differences between the year in this case as well, as the 25% percentile value was the lowest in 1978 at 622 mg/kg, while the 75% percentile value was outstanding in 1980 at 1,703 mg/kg.

When examining our data, a relative standard deviation of nearly 20% was determined for the evolution of the manganese content. The standard deviation values are well illustrated in the boxplot diagram. Our results ranged from 13.0 to 69.1 mg/kg, but the range between the 25 and 75% percentiles is only 33.0 to 42.9 mg/kg, i.e., 50% of the analytical data is located in this narrow range. However, statistical analysis also indicates several outliers in the diagram.

In the case of microelements, such as zinc and copper, relative standard deviation values even higher than those found for manganese were encountered. In the average of the study years, a relative standard deviation of 25.8% was calculated for zinc and the result was 22.8% for copper. The boxplot diagram clearly shows that the measurement data range widely, there is a large standard deviation, and there are many outliers among the individual results. Looking at the results of the boxplot diagram, the values of the 25 and 75% percentile range for zinc are between 19.9 and 28.5 mg/kg, while in the case of copper the values of this range are between 3.7 and 4.9 mg/kg.

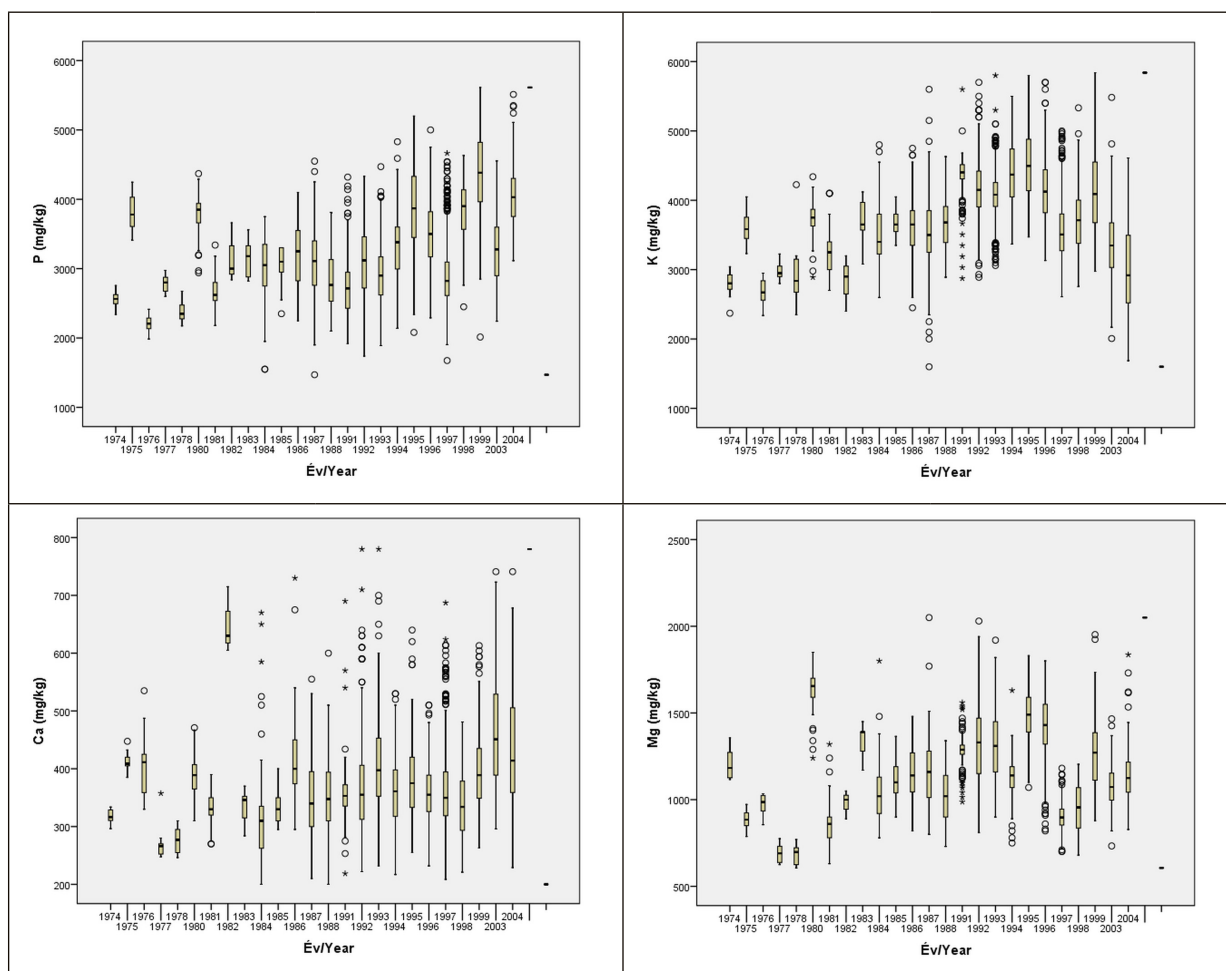


Figure 1. Evolution and distribution of mineral content in winter wheat test samples  
(The figure is continued in the next page)

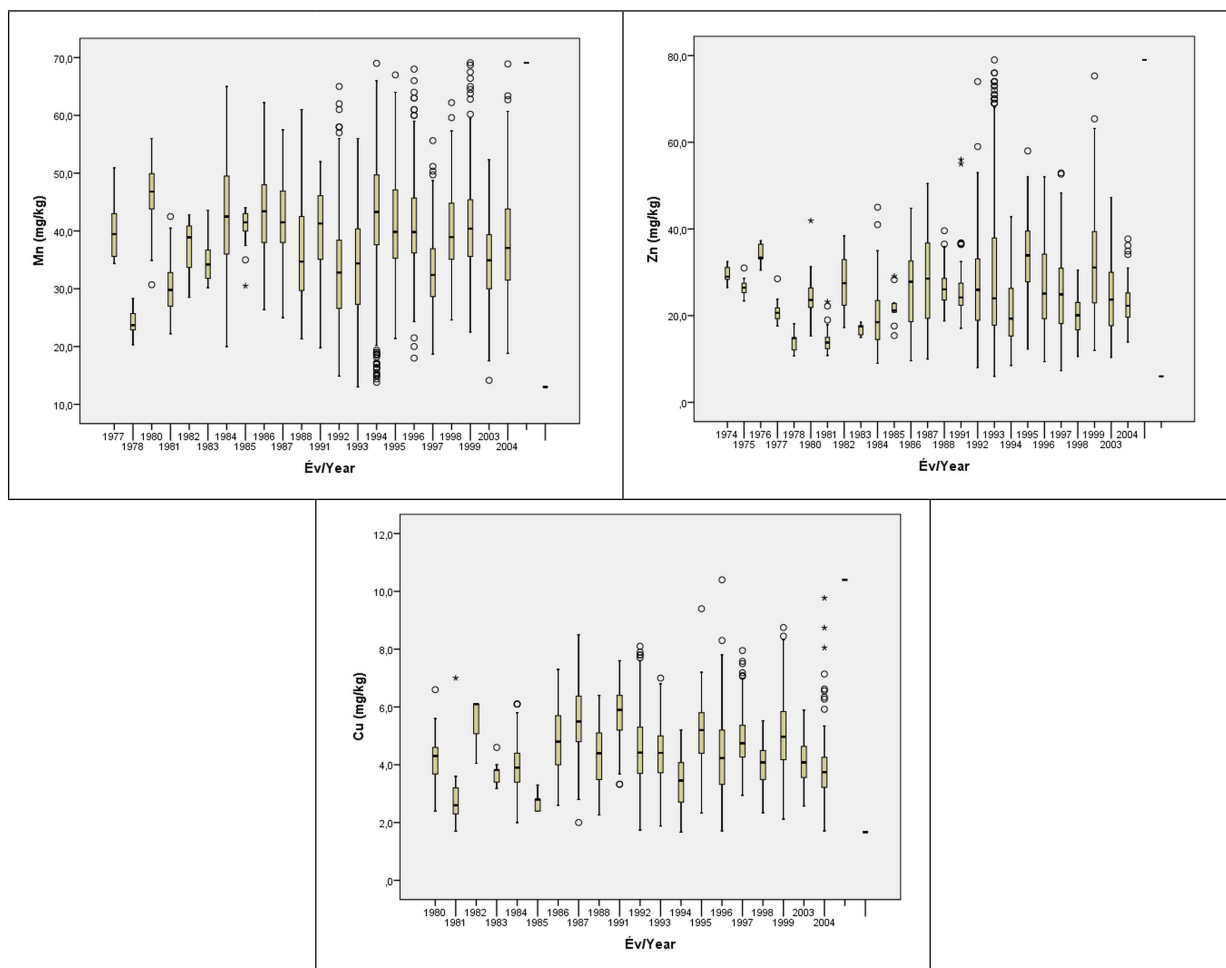


Figure 1. Evolution and distribution of mineral content in winter wheat test samples (continued)

## 5. Conclusions

Among cereals, wheat is the dominant arable crop in the world, accounting for a significant part of the plant-derived products made from it, thus providing the human body with important minerals as a whole. Nowadays, many researchers raise the question of how, in the case of field crops grown for the production of various food raw materials, the amount of minerals and their relative proportions have changed over the decades, while there have been a change in the varieties available, in ecological conditions and, of course, the applied agrotechniques, i.e., all of the factors that simultaneously influence the quality of a plant product and its nutritional value.

Our test results came from cultivation years between 1974 and 2004 and from different growing areas. In the investigated production areas, the effectiveness of different agrotechnical treatments was investigated, typically under different ecological conditions, with different varieties.

Looking at the average of the years, of the elements analyzed in the samples, lower relative standard deviation data were found for phosphorus, potassium and magnesium, with values of 11.7%, 11.0% and 13.0%, respectively. The standard deviation of our measurement results was much more hectic in the case of copper and zinc. The standard deviation value was 22.8% for copper and 25.8% for zinc.

In terms of the 30 years examined, no decrease in the mineral content was experienced. At the same time, it should be emphasized that reliable conclusions and authentic timeline findings can only be drawn on the basis of simultaneous measurements of archived samples. We intend to continue our work in this spirit.

## 6. References

- [1] Zhao, F. J., Shu, Y.H., Dunham, S.J., Rakszegi, M., Bedo, Z., McGrath, S. P., Shewry, P. R. (2009): Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin. *Journal of Cereal Science*. 49. 290-295. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.11.007>
- [2] Henderson, L., Irving, K., Gregory J., Bates, C. J., Prentice, A., Perks, J. (2003): The national diet & nutrition survey: adults aged 19-64 years, vol. 3. Her Majesty's Stationery Office. London
- [3] Szabó, S. A., Regiusné, M. Á., Győri, D., Szentmihályi, S. (1987): *Mikroelemek a mezőgazdaságban I. Esszenciális mikroelemek*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
- [4] Kutman, U. B., Yildiz, B., Cakmak, I. (2011): Improved nitrogen status enhances zinc and iron concentrations both in the whole grain and endosperm fraction of wheat. *Journal of Cereal Science*. 53. pp. 118-125. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.10.006>
- [5] Dworak, L. (1942): *A talajból felvett táplálépanyagok mennyisége a fontosabb gazdasági növényekben*. In: Köztelek Zsebnaptár (Szerk.: Szilassy Z – Budai B.) p. 389. OMGE. Budapest
- [6] Pais, I. (1980): *A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- [7] Győri, Z. (1983): Mezőgazdasági termékek tárolása és feldolgozása. *Egyetemi jegyzet. Debreceni Agrártudományi Egyetem*. Debrecen
- [8] Győri, Z. (2002): Tápanyaghasználás és minőség. In: Győri, Z., Jávors, A. (eds.): *Az agrokémia időszzerű kérdései. Debreceni Egyetem ATC, MTA Talajtani és Agrokémiai Bizottsága*. Debrecen. pp. 79-89.
- [9] Győri, Z. (2015): Az őszi búza ásványi-tartalmának változása Magyarországon 1839-től napjainkig. *Agrokémia és Talajtan*. 64 (1): pp. 189-198. <https://doi.org/10.1556/0088.2015.64.1.13>
- [10] Győri, Z. (2017): Az őszi búza ásványianyag tartalmának értékelése az új vizsgálatok tükrében/eredményeként, Evaluation of the mineral content of winter wheat in light of/as a result of the new studies. *Élelmiszervizsgálati Közlemények* 63 (2) pp. 1519-1534.
- [11] Győri, Z., Győriné, M. I. (1998): *A búza minősége és minősítése*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest
- [12] Dániel, P., Győri, Z., Szabó, P., Kovács, B., Prokisch, J., Phillips, C. (1998): A sertések ásványianyag ellátottságával összefüggő vizsgálatok. 1. Közlemény: Sertéstakarmányok ásványianyag-tartalma. *Állattenyésztés és takarmányozás*. 47. pp. 277-286.
- [13] Kincses, S.-né (2002): Az NPK-trágyázás hatása az őszi búza és kukorica szemtermésének mennyiségére és ásványianyag tartalmára. In: Győri, Z., Jávors, A. (szerk.): *Az agrotechnika időszzerű kérdései. Debreceni Egyetem. Agrártudományi Centrum. Mezőgazdaságtudományi Kar. MTA Talajtani és Agrokémiai Bizottsága*. Debrecen. pp. 163-171.
- [14] Oury, F. X., Leenhardt, F., Rémésy, C., Chanliaud, E., Duperrier, B., Balfourier, F., Charmet, G. (2006): Genetic variability and stability of grain magnesium, zinc and iron concentrations in bread wheat. *European Journal of Agronomy*. 25. pp. 177-185. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.04.011>
- [15] Welch R. M., Graham R. D. (2002): Breeding crops for enhanced micronutrient content. *Plant and Soil*. 245. pp. 205-214. <https://doi.org/10.1023/A:1020668100330>
- [16] Graham R. D., Welch R. M., Saunders D. A., Ortiz-Monasterio I., Bouis H. E., Bonierbale, M., de Haan S., Burgos G., Thiele G., Liria R., Meisner C. A., Bebb S. E., Potts M. J., Kadian M., Hobbs P. R., Gupta R. K., Twomlow S. (2007): Nutritious subsistence of food systems. *Advances in Agronomy*. 92. pp. 1-74. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(04\)92001-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(04)92001-9)
- [17] White P. J., Broadley M. R. (2005): Historical variation in the mineral composition of edible horticultural products. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 80. pp. 660-667. <https://doi.org/10.1080/14620316.2005.11511995>
- [18] White P.J., Broadley M. R. (2005) Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trends in Plant Science*. 10. pp. 586-593. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2005.10.001>
- [19] WHO (1996): Trace elements in human nutrition and health. *World Health Organization*. Geneva
- [20] WHO (2002): The World Health Report 2002. Reducing Risks. Promoting Healthy Life. *World Health Organization*. Geneva
- [21] Gleason G., Sharmanov T. (2002): Anemia prevention and control on four central Asian republics and Kazakhstan. *Journal of Nutrition*. 132. pp. 867-870. <https://doi.org/10.1093/jn/132.4.867S>
- [22] Morris C. E., Sands D. C. (2006): The breeder's dilemma – yield or nutrition? *Nature Biotechnology*. 24 (9):1078-1080. <https://doi.org/10.1038/nbt0906-1078>

- [23] Fan M. S., Zhao, F. J., Fairweather\_Tait S. J., Poulton, R. P., Dunham J. S., McGrath P. S. (2008): Evidence of decreasing mineral density in wheat grain over the last 160 years. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. **22** (4) pp. 15-324. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2008.07.002>
- [24] Burján, Z., Győri, Z. (2013): A termőhelyek hatása a búzaszem és a liszt ásványi anyag és fehérjetartalmára. *Agrokémia és Talajtan*. **62** (2) pp. 387-400. <https://doi.org/10.1556/agrokem.62.2013.2.15>
- [25] Győri, Z. (2018): Essential Mineral Element Status in Wheat and Maize Grains. *EC Nutrition* **13** (1) pp. 1-3.
- [26] Varju, M. (1972): Növényi anyagok hamvasztásának néhány módszertani kérdése. *Agrokémiai és Talajtan* **21** (1-2) pp. 139–153.
- [27] Kovács, B., Győri, Z., Prokisch, J., Loch J., Dániel, P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communications in soil Science and Plant Analysis*. 27. pp. 1177-1198. <https://doi.org/10.1080/00103629609369625>

## *A propolisz jellemzői és felhasználási lehetőségei\**

**Kulcsszavak:** polifenolos vegyületek, cukorbetegség, gyógyhatásúnak tekinthető élelmiszer, becsült glomeruláris filtrációs ráta (eGFR), DPPH-, ABTS-, ORAC-, FRAP-, CUPRAC-, Folin-Ciocalteu- módszerek, galluszsav-egyenérték, katechin-egyenérték

### **1. ÖSSZEFOGLALÁS**

A propolisz (méhszurok) a méhészetek rendkívül értékes „melléktermékei”. Összetevői között számos, az emberi szervezetre előnyös hatást gyakorló bioaktív anyag található, ezért a propoliszt az emberiség több évezrede használja elsősorban gyógyászati, esetenként kozmetikai célokra. E vegyületből napjainkban is számos, gyógyszer- és kozmetikai készítményt állítanak elő. Összetétele a földrajzi helytől, az előállító méhek egészségi állapotától függően számottevően változó. Fontosabb összetevői a polifenolos vegyületek (fenolsavak, flavonoidok, flavonoid-észterek, diterpének, szeszkviterpének), lignánok, aromás aldehidek, alkoholok, aminosavak, zsírsavak, szerves savak, szénhidrogének, vitaminok és ásványi anyagok. A propolisz gyógyhatású élelmiszernek tekinthető. A belőle készült kivonatok antibakteriális, antivirális és gombaölő hatással rendelkeznek. A propolisz – korlátozott mennyiségben – emberi fogyasztásra is alkalmas. A propolisz biztonságos dózisa egészséges emberek számára 70 mg/nap.

Dolgozatunkkal a propolisznak az emberi egészségre gyakorolt kedvező hatásairól adunk rövid szakirodalmi áttekintést.

*\* Az érvényben lévő európai szabályozás szerint az élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatás nem tulajdoníthat az élelmiszereknek emberi betegségek megelőzésére, kezelésére vagy gyógyítására vonatkozó tulajdonságokat, és ilyen tulajdonságokra nem is utalhat. A propolisz emberi egészségre gyakorolt hatásával kapcsolatos eredményeket tudományos tájékoztató jelleggel tesszük közzé. A Szerk.*

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

## 2. Bevezetés

A méhek 125 millió éve léteznek, és evolúciós sikerük lehetővé tette, hogy olyan többéves fajjává váljanak, amely a Föld gyakorlatilag minden élőhelyét képes kihasználni. Ez a fennmaradási képesség nagyrészt az általuk előállított különleges termékek (méz, méhviasz, méreg, propolisz, virágpor és méhpempő) kémiai összetételének és alkalmazásának köszönhető. A méhek kórokozó mikroorganizmusok ellen használt szerét, a propoliszt az ember ősidők óta gyógyszerként használja [1].

A propolisz, magyar nevén méhszurok, méhragasztó, egy ragacsos, gyantás anyag, amelyet a méhek (*Apis mellifera* L.) a méhviasz, a nyál és a fák kérgének, rügyeinek, illetve leveleinek nedveiből állítanak elő [2, 3]. Főleg nyárfából, de nyírből, fűzből, vadgesztenyéből, fenyőből, tölgyből, szilfából és égerfából is szoktak gyűjteni [4]. A propolisz összetételét többnyire a növényi gyanták, viaszok, illóolajok és a virágpor adják. Ezekon kívül tartalmaz még kisebb mennyiségben egyéb anyagokat, például részben méhek által előállított vegyületeket [2].

A méhek **sokrétűen használják fel** a kaptárban a propoliszt, többek között fertőtlenítésre, a kaptár építésére, karbantartására, és védelmi célokra [2, 4, 5, 6], valamint a kaptárban a nedvesség és a hőmérséklet egész évben stabilan tartására, ezzel tömítik el a lyukakat és repedéseket, valamint a kaptár belső falát. A propolisz a mézelő méhek úgynevezett szociális immunrendszerének is fontos eleme, amely kórokozó ellenes (antimikrobiális) tulajdonságai révén a méhcsalád egészének nyújt bizonyos általános védelmet a fertőzések és paraziták ellen [8, 9].

### 2. A propolisz jellemzői

A propolisz fizikai, kémiai összetevői, minősége, élettani és gyógyászati célú felhasználásának lehetőségei a propolisz származásától, azaz az éghajlattól, a botanikai forrástól és a méhek fajától is függ [4, 10]. A termék színe is a származás függvénye, általában barna, ugyanakkor a sárgától-feketéig terjedő összes árnyalat megjelenik benne, sok esetben pirosas és zöldes tónussal. A propolisz illata aromás, a méz, a gyanta, a viasz és a vanília illatjegyei vegyülnek benne. Íze igen jellegzetes [4].

A **nyers propolisz** jellemzően 50% növényi gyantából, 30% viaszból, 10% illó- és aromaolajból, 5% pollenből, továbbá 5% egyéb szervesanyagból áll. A propoliszban több mint 300 komponenst azonosítottak, amelyek a forrástól függően különböznek egymástól [9].

A **propoliszban található vegyületek** közé tartoznak a polifenolos vegyületek (fenolsavak, flavonoidok és észterek, pl. koffeinsav fenilészter), diterpének, szeszkviterpének, lignánok, aromás aldehidek, alkoholok, aminosavak, zsírsavak, szerves savak, szénhidrogének, vitaminok és ásványi anyagok [9, 11].

A propolisz fő bioaktív alkotóelemei a **flavonoidok**, amelyek nagymértékben hozzájárulnak a propolisz farmakológiai hatásaihoz. A flavonoidok mennyiségét a mérsékelt égövi propolisz minőségének értékelésére szolgáló kritériumként használják. A flavonoidok a biológiai tulajdonságok széles spektrumával rendelkeznek, például antibakteriális, vírusellenes és gyulladáscsökkentő hatással [9].

Bár az illékony anyagok a propolisz alkotóelemeinek csak 10%-át teszik ki, a jellegzetes gyantaszagért felelősek, és hozzájárulnak a propolisz egészségre gyakorolt jótékony hatásaihoz. Az illékony anyagok között a **terpenoidok** dominálnak, amelyek fontos szerepet játszanak a jó minőségű propolisz és a rosszabb minőségű vagy hamisított propolisz megkülönböztetésében, továbbá antioxidáns, antimikrobiális, valamint egyéb biológiai aktivitást mutatnak [9].

Bár a különböző méhfajok különböző növényeket kedvelnek, az azonos fajok által termelt propolisz kémiai profilja sem mindig azonos. A propolisz összetétele méhcsaládonként, helyenként és évszakonként változik, és ez megnehezíti a vizsgálatát és az egészséggel kapcsolatos állítások egységes megfogalmazását [12]. A propoliszban található bioaktív anyagok védő tulajdonságai jelentős előnyöket biztosíthatnak az emberi egészség megtartásában is [5].

Az elmúlt években számos tanulmány megerősítette azt, hogy a különböző propolisz minták kémiai összetétel és biológiai aktivitás tekintetében teljesen eltérőek lehetnek egymástól [1, 7].

### 3. Propolisz tartalmú termékek

A kereskedelemben jelentős számú propoliszt tartalmazó termék áll rendelkezésre: orvosi és vény nélkül kapható készítmények, egészség megtartását segítő élelmiszerek és italok [7].

A propolisz tinktúra a nyers propolisz oldószerrel (amely leggyakrabban víz és etanol elegye) készült kivonata. Ismereteink szerint a propolisz tinktúrákkal kapcsolatban vannak olyan gyakorlati, alkalmazási kérdések, amelyekre célszerű lenne választ adni, illetve egységes szabályozást alkalmazni:

- Különböző elkészítési receptek ismeretesek;
- A nyers propolisz eltérő ideig történő áztatása különböző tinktúrákat eredményez;
- Az extrahálószeres különbségei (eltérő mennyiség és etanol koncentráció) hogyan hatnak a készítmények összetételére;
- nem ismert a nyers propolisz és a tinktúra összetétele közötti kapcsolat

A tinktúrák mellett elérhetők egyéb propolisz tartalmú élelmiszerekkel is például szopogató tableta, propoliszos méz, propolisz kivonattal töltött kapszula [3].

Egyes országokban már elérhetők standardizált propolisz termékek, állandó bioaktív anyag koncentrációval [13].

### 4. Dózis és biztonság

Egerekén és embereken végzett klinikai vizsgálatok arról számolnak be, hogy a propolisz és alkotórészei általában jól tolerálhatók, nem mérgezőek, kivéve, ha nagyon nagy mennyiségben alkalmazzák azokat [5].

A propolisz pontos adagjának meghatározása – a vizsgált populáció, az adagolási rend és a termék tisztasága alapján – nehézségekbe ütközik, mivel a propoliszban található fenolos vegyületek földrajzi eredet szerint változnak, a bioaktivitás is jelentősen eltérhet, ami megnehezíti a helyes adagolás meghatározását [14]. Egy tanulmány szerint a korábbi állatkísérletek alapján és egy biztonsági tartalékot alkalmazva az egészséges emberek számára a propolisz biztonságos dózisa 70 mg/nap [15].

### 5. A propolisz élettani és terápiás hatásai

A propoliszra az elmúlt években egyre nagyobb figyelem irányult az emberi szervezetre gyakorolt előnyös hatása miatt. Egyre szélesebb körben fogadják el, mint betegségmegelőző és terápiás szert. A propoliszban található hasznos anyagok biológiai hozzáférhetősége azonban különböző, amit az egyénileg eltérő élettani állapotok is befolyásolnak. Egy tanulmány szerint a propolisz fogyasztása következtében annak hatóanyagai a vérplazmában is kimutathatók [16].

#### 5.1. Fertőzések leküzdése, immunrendszer

A propolisz a lehetséges gyógyhatású élelmiszernek („nutraceuticals”) tekinthet. A propolisz-kivonatok antibakteriális, antivirális és gombaölő hatással rendelkeznek [3]. A propolisz immunvédő és antioxidáns tulajdonságait bioaktív fitokémiai összetevői magyarázzák, függetlenül annak származásától. Egy 2019-es áttekintő tanulmány a propolisz egészségügyi előnyeiként az immunrendszer támogatását említette [5].

A propolisz-kiegészítés hatását COVID-19 vírussal fertőzött betegek körében is tanulmányozták. Egy friss, 2020-ban végzett jó minőségű (kettős-vak, placebo kontrollált) kutatásban a propolisz klinikai tünetekre gyakorolt hatását vizsgálták. A fertőzöttséget PCR-teszttel erősítették meg a 18-75 éves résztvevőknél. Az intervenció csoport résztvevői (n=40) 2 héten keresztül naponta háromszor kaptak 300 mg iráni zöld propolisz kivonatot tartalmazó tablettát, míg a kontrollcsoport (n=40) ilyen kezelésben nem részesült. A vizsgálat fő eredménye volt, hogy az időtartamot és a kiindulási tünetek súlyosságát tekintve a propoliszt kapó csoportban gyorsabban javultak a betegség klinikai tünetei [17].

#### 5.2. Daganatos betegségek

A propolisz antioxidáns hatású, mely előnyös lehet a szervezet számára a túlzott mértékben képződő szabadgyökök semlegesítése kapcsán [3], így hozzájárulhat a gyulladással járó folyamatok, a daganatképződés, idősödési folyamatok szabályozásához, kontrolljához. Gyulladáscsökkentő tulajdonságát brazil, kínai, maláj eredetű propoliszok kapcsán mutatták ki. A tumor ellenes hatását nemcsak in vitro, hanem in vivo (élő szervezetben zajló) kísérletekben is bizonyították [3].

Egy másik kutatás eredményei szerint, a brazil vörös propolisz antioxidáns tulajdonságokkal rendelkező és laboratóriumi körülmények között jelentősen csökkentette az emberi daganatos sejtek túlélésének százalékos arányát [10]. A török propoliszok alkoholos kivonatai szintén daganatos sejtek növekedését gátló hatást mutattak humán (máj, vastagbél, emlő, méhnyak, prosztatata) daganatos sejtekkel szemben [18].

Ígéretes eredménnyel zárult az a vizsgálat, amelynek célja annak kiderítése volt, hogy sejt kultúrában a propolisz és a benne található polifenol/ flavonoid vegyületek sejtszaporodást gátló hatással lehetnek-e humán húgyhólyag daganatra. Ennek alapján a propolisz alkalmas lehet a betegség műtét melletti kiegészítő kezelésére, a tumor kiújulási esélyének mérséklésére vagy megelőzésére [19].

### **5.3. Cukorbetegség**

A propolisz emberi szervezetre gyakorolt hatásával kapcsolatban a vércukorszint csökkentését is tanulmányozták [2]. Egy megbízható, több hasonló célú vizsgálat eredményeiből készült összesített, átfogó elemzés szerint a propolisz alkalmazása az éhomi vércukorszintet 0,8 mmol/l-rel csökkentette a kezelésben nem részesülő személyekéhez képest. Emellett a propolisz szedése csökkentette a HbA1c (a hemoglobin egyik alegysége. A Szerk.) értékét is, mely a vizsgált személyek vércukorszintjének alakulását mutatja visszamenőleg 1-3 hónapos időszakokra. Érdekességként említhető, hogy a kezelés az inzulinszintet nem befolyásolta, így ebből következik, hogy a vércukorszint-csökkenés nem az inzulin hatásából eredt. A vizsgálatokban csaknem 400 cukorbeteg vett részt, akiket naponta 226-1500 mg propolisssal kezeltek 56-180 napon át. A szerzők szerint a pozitív eredmények ellenére azonban még további kutatások szükségesek a propolisz típusával (összetételével) és adagolásával kapcsolatban. A dózistartományok ugyanis tágak voltak, illetve a felhasznált propoliszok származási helye változatos volt [2]. A propolisssal kapcsolatos tanulmányokban megfogalmazták, hogy fontos a földrajzi és növénytan eredetnek az ismerete, ugyanis ezek hatással lehetnek a propolisz biológiai aktivitására, hatására és szerves alkotórészeinek összetételére [3].

Egy másik tanulmány célja az volt, hogy 2-es típusú cukorbetegekben a brazil zöld propolisz hatását vizsgálja vérvizsgálati adatok változásán keresztül. A vizsgálatban 80 fő vett részt, ebből 39 fő placebo kapott. A másik csoportba tartozó 41 fő naponta 226,8 mg brazil zöld propoliszt kapott a 8 hetes időtartam alatt. Az eredmények azt jelzik, hogy az előbb említett mennyiségben és gyakorisággal alkalmazott brazil zöld propolisz a 2-es típusú cukorbetegségben szenvedő betegeknél mérsékelheti a húgysavszint és a veseszövődményeket jelző eGFR értékek (estimated Glomerular Filtration Rate – becsült glomeruláris filtrációs ráta). romlását [20].

Diabéteszes lábszárfekély gyógyulásával kapcsolatban kedvező hatásról számoltak be ausztrál propoliszokat vizsgálva. Kedvező sebgyógyító szerepet említettek a kínai propolisz kivonatokkal kapcsolatban is [3].

### **5.4. Szív és keringési betegségek**

Egy 2017-ben publikált humán kutatásban - a propolisz oldatok szájon keresztüli alkalmazásával - a vér lipid-szintjének változását vizsgálták. A kettős-vak, placebo-kontrollos klinikai vizsgálatban a 67 alanyból 35 fő kapott propoliszt, míg 32 főnek placebo (propoliszt nem tartalmazó) kiegészítést adtak. A propoliszos csoportban a HDL-szint (nagy sűrűségű lipidek – High Density Lipoprotein) jelentős növekedését figyelték meg 90 nap elteltével. Ez a hatás hozzájárulhat a szív- és érrendszeri betegségek kockázatának csökkenéséhez [21].

Egy 2019-es áttekintő tanulmány a propolisz egészségügyi előnyeiként többek között a vérnyomáscsökkentést említi. A szakirodalmi áttekintő dolgozatban összesen 63 publikációt tekintettek át, amelyek többségét az állatkísérletekről szóló beszámolók tették ki, de néhány kulcsfontosságú humán vizsgálat is szerepelt közöttük. Az eredmények szerint propolisz hatékony antioxidáns és gyulladáscsökkentő szer lehet. Ezek alapján vélelmezhetően hatásos a különböző krónikus betegségek, pl. a szív és érrendszer egészségének megőrzésében, az érlemezésedés visszaszorításában és a magas vérnyomás csökkentésében is [5].

### **5.5. A bőr és az idegrendszer**

A propolisz összetevői széles körben alkalmazhatók sebek és magának az emberi bőrnek gyógyítására, és hozzájárulhatnak egyes idegrendszeri betegségek (Alzheimer-kór, Parkinson-kór) tüneteinek csökkentéséhez is [5].

Az idegrendszeri betegségekkel kapcsolatos kutatások mellett a propolisz retinasejtekre gyakorolt védő hatásairól is beszámoltak [22]. A propolisz a különböző szembetegségek, például az öregedő népességben jelentkező makuladegeneráció, és a fiatalabb generációban a rövidlátás megelőzésére is használható lehet, de ennek bizonyításához még további vizsgálatok szükségesek [5].

A kereskedelemben kapható propolisztartalmú bőrápolási termékek köre egyre bővül, a krémek és testápolók vannak túlsúlyban. A bőrápolási termékek többsége a reklámok szerint „nyugtató, nedvességben gazdag, öregedés lassító” hatású, ekcéma ellen is hatékony [23].

### **5.6. Tápcsatorna**

A különféle propoliszok előnyös tulajdonságait vizsgálva a brazil zöld propolisz esetében a bélrendszer működésének serkentését említették, illetve a gyomorfekély kezelésével kapcsolatos kedvező hatását, míg a propolisz májvédő funkcióját állatkísérletekben bizonyították [3].



A propoliszban lévő polifenolok támogathatják az egészséges bélflóra kialakulását, fennmaradását a patogén baktériumok szaporodásának korlátozásával, és ezen túlmenően megakadályozzák azok emberi bélszövetekhez való tapadását [24]. A propolisz gyulladáscsökkentő hatású bélbetegségekre gyakorolt lehetséges terápiás hatását napjainkban is vizsgálják, de a klinikai alkalmazás előtt még számos kísérletet kell elvégezni [5].

### 5.7. Allergizáló hatás

Számos előnyös élettani hatása mellett, a propolisz allergiás reakciókat (duzzanat, bőrgyulladás, csalánkiütés) is kiválthat az arra hajlamos egyéneknél. Ez leginkább a méhészek körében lehet jellemző, ugyanakkor egyéni érzékenységtől is függ [3]. Ezért ajánlott, hogy a propolisz termékek terápiás alkalmazását minden esetben orvosi felügyelet mellett ajánlják [5].

### 5.8. Élettani és terápiás hatás összessége

Számos tanulmány igazolta azt, hogy a megfigyelt kedvező élettani hatások nem egyes kiemelt vegyület, hanem a propolisz komplex összetevői együttes hatásának eredményeként jöhetnek létre [9].

Összességében elmondható, hogy jó gyógyhatású tulajdonságokkal rendelkező természetes eredetű anyagként a propolisz és alkotóelemei széles körben alkalmazhatók, többek között a seb- és bőrgyógyítás, egyes idegi betegségek és az érlelmeszesedés területén. A propolisz egészségi hatása iránti érdeklődés, és a publikációk száma az utóbbi 30 évben egyfolytában növekszik. Azonban még több humán klinikai vizsgálatra van szükség ahhoz, hogy megerősítsék a propolisz jótékony hatását egy-egy adott népesség-csoport számára. A preklinikai vizsgálatok alátámasztják a propolisz antioxidáns és gyulladáscsökkentő hatását, amely a különböző krónikus betegségek, köztük a szívbetegségek, a cukorbetegség, a magas vérnyomás, daganatok, és az idegrendszeri degeneratív betegségek (pl. Alzheimer-kór) megelőzését, vagy a betegség előrehaladási ütemének mérséklését támogatja [5].

## 6. A propolisz alkalmazásának új területei

A propolisz felhasználásának egyik területe lehet a haszonállatok növekedési teljesítményének és termelékenységének javítása. Az eddigi ismeretek alapján elmondható, hogy a propolisz jótékony hatással van a vizsgálatba vont állatok normális laboratóriumi értékeire, növekedésére és termelékenységére. Ezen felül az állati takarmányok gyártásakor az antibiotikumok lehetséges alternatívájaként tekintik, mert előnye, hogy a mikroorganizmusokban nem vált ki rezisztenciát [25].

Az utóbbi néhány év intenzív kutatásainak másik területe a propolisz alkalmazása az élelmiszerek tartósításában. Az élelmiszer tartósítószerként közé sorban antimikrobiális és antioxidáns szerek tartoznak. Az élelmiszerekhez hozzáadott antimikrobiális szerek két célt szolgálnak: az élelmiszerek természetes romlásának megfékezését és a mikroorganizmusok, köztük a patogén mikroorganizmusok általi szennyeződés elkerülését/ellenőrzését. Az antioxidánsokat pedig az eltarthatósági idő meghosszabbítására és a romlás megakadályozására használják. A propolisz kedvezően egyesíti az antioxidáns és antimikrobiális tulajdonságokat. Az élelmiszer-tartósító szerként való nagyüzemi felhasználása azonban még nem valósult meg, mert ehhez a készítmény megfelelő szabványosítására lenne szükség [7].

## 7. A propolisz antioxidáns tulajdonságai

A propolisz antioxidáns tulajdonságait főként a benne található bioaktív összetevők, elsősorban a fenolos vegyületek határozzák meg, a botanikai és földrajzi eredet függvényeként. A propolisz fenolos vegyület profilja némileg eltér a mézétől. Míg előbbiben a botanikai eredet döntően meghatározza a profilt, és a domináns flavonoidok a kvercetin, miricetin, krizin, apigenin, luteolin, pinocembrin és pinobanksin, a fenolos savak közül pedig a p-hidroxibenzoesav, p-kumársav, fahéjsav, galluszsav, ferulsav és kávéssav, addig a propoliszban (mely Közép-Európában jellemzően a nyárfából és nyírfaiból származik), a krizin, kaempferol, apigenin, pinocembrin és a pinobanksin a leginkább jellemző, a fenolos savak mellett pedig azok észterei (pl. kávéssav és ferulsav észterek) is előfordulnak. Utóbbiak közül a daganatmegelőző tulajdonságok tekintetében kiemelkedő a kávéssav feniletil észtere (bár hatása az egyéb kísérő fenolos vegyületek szinergens hatásától is függ). A propoliszban levő polifenolok igazoltan gátolják az amino, oxid és peroxid típusú szabadgyökök képződését, továbbá a szabadgyökök és átmeneti fémek között kialakuló komplexek létrejöttét, valamint a lipid peroxidációt [26].

A propolisz eredetétől függő különbségek mellett a szakirodalom nem egységes az antioxidáns vegyületek kivonási módszerének tekintetében sem, az eltérések jelentősen befolyásolhatják az extrakció eredményét. A rendelkezésre álló adatok alapján a kísérletekben a kivonás főként etanol-víz különböző elegyeivel történt, de előfordul metanollal, illetve más oldószerekkel végzett extrakció is. Az antioxidáns tulajdonságok meghatározásának módszerei tekintetében kizárólag *in vitro*, spektrofotometrián alapuló kísérletek eredményeiről számolnak be, melyek között gyökfogó tulajdonság meghatározása (DPPH – 2,2-diphenil-1-picrilhidrazil, ABTS – 2,2'-azino-bisz(3-etilbenzothiazolin-6-szulfonsav), ORAC – Oxygen Radical

Absorbance Capacity – oxigén szabadgyök abszorbanca-kapacitáson alapuló módszer), továbbá összes polifenol tartalom (Folin-Ciocalteu módszer) és összes flavonoid tartalom szerepel. Bár a különböző helyekről származó propolisz kivonatok esetében többnyire a mézzel azonos nagyságrendű polifenol tartalmat mértek (jellemzően 18-500 mg galluszsav egyenérték/ml tartományban), török minta esetében előfordul 19.000 mg galluszsav egyenérték/ml feletti érték is, de brazil mintákra is mértek 1.000 mg galluszsav egyenérték/ml feletti értékeket. Hasnol a helyzet az összes flavonoid tartalom tekintetében is, ahol a minták többsége a méz jellemző tartományában marad (1-25 mg katechin egyenérték/ml), azonban előfordulnak kiugróan magas eredmények is: közel 5000 mg katechin egyenérték/ml egy algériai, valamint 29.000 mg katechin egyenérték/ml feletti érték egy török propolisz esetében. Ami a gyökfogó képességet illeti, itt is a méz tartományában eső értékekről számolnak be a kutatók (pl. 50-80 gátlási % DPPH gyök esetén), de kiugró értékek itt is jellemzőek (pl. 90,7–99,34 gátlási % egy maláj méz esetében). A mézhez hasonlóan, a propolisz esetében is számos tanulmány igazolta annak hatékonyságát különböző állati és humán testnedveken, illetve sejtkultúrákon végzett, oxidációt gátló tulajdonságok tekintetében.

## 8. A propolisz és a méz szinergens kölcsönhatása

A különböző származású propoliszok nemcsak egymással, hanem mézzel keverve is szinergens kölcsönhatást mutathatnak. Irakból származó propolisz kivonatok keverését követő mikrobiológiai vizsgálatokban sikerült különböző patogének (*E. coli*, *S. aureus*, *C. albicans*) elleni szinergens hatást igazolni. Hasonlóan, állatkísérletekben a sebgyógyító hatás (repithelizáció) mértéke fokozott volt a propolisz keverék esetében [27].

Az érzékszervi jellemzők romlása miatt a propoliszt jellemzően maximálisan 1%-os arányban keverik mézhez. Már ebben a koncentrációban is a fenolos vegyületek, fenolos savak és flavonoidok mennyiségének négy-öttszörös növekedését mérték, és többszörösére nőtt a keverék antocián és karotinoid tartalma is. A flavonoidok közül különösen a galangin, krizin, pinocembrin és pinobanksin, míg a fenolos savak közül a ferulsav, kávésav és p-kumrsav mennyisége nőtt. A különböző in vitro módszerekkel mért gyökfogó (ABTS, DPPH), illetve fémion redukáló képesség (FRAP – Ferric Reducing Antioxidant Power – vasredukáló antioxidáns kapacitás, CUPRAC – Cupric Reducing Antioxidant Capacity – rézredukáló antioxidáns kapacitás) szintén többszörös növekedést mutatott [26].

A propolisz és méz szinergens kölcsönhatását antimikrobiális vizsgálatokban is igazolták. A kutatásban antibiotikumokra rezisztens *E. coli*, *S. aureus* és *C. albicans* törzsekkel szemben a méz mind az egyes törzsek, mind azok keverékeinek kultúráiban erősítette a propolisz hatását [29].

## Köszönetnyilvánítás

Az anyag összeállításához Bencsik Boglárka demonstrátor hallgató is hozzájárult.

## 9. Irodalom

- [1] Bankova, V. (2005): Recent trends and important developments in propolis research, eCAM; 2 (1) pp. 29–32 DOI: <https://doi.org/10.1093/ecam/neh059>
- [2] Csupor, D. (2020): A propolisz és a cukorbetegség: mítosz vagy valóság? [online] PirulaKalauz. Available at: <https://pirulakalauz.hu/2020/06/08/a-propolisz-es-a-cukorbetegseg-mitosz-vagy-valosag/> (Hozzáférés 2021. 06. 05.)
- [3] Soós, Á. (2020): Nyers és extrahált propoliszok elemtartalmi vizsgálata és földrajzi eredet szerinti azonosítása. Doktori (PhD) értekezés, Debreceni Egyetem, Kerpely Kálmán Doktori Iskola.
- [4] Pedrotti, W. (2009): A szépítő, gyógyító méz, propolisz és társaik. pp. 48-52. Ventus Libro Kiadó.
- [5] Braakhuis, A. (2019): Evidence on the Health Benefits of Supplemental Propolis. *Nutrients*, 11, p. 2705. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11112705>
- [6] Cornara, L.; Biagi, M.; Xiao, J.; Burlando, B. (2017): Therapeutic properties of bioactive compounds from different honeybee products. *Front. Pharmacol.* 2017, 8, p. 412.
- [7] Bankova V., Trusheva P.B. (2016): New emerging fields of application of propolis, *Maced. J. Chem. Chem. Eng.* 35 (1), pp. 1–11.
- [8] Simone M., Evans J. D., Spivak M. (2009): Resin collection and social immunity in honey bees, *Evolution* 63, pp. 3016–3022. DOI: <https://doi.org/0.1111/j.1558-5646.2009.00772.x>.
- [9] Huang S., Zhang CP., Wang K., Li GQ., Hu F.L. (2014): Recent Advances in the Chemical Composition of Propolis, *Molecules*, 19, pp. 19610-19632; DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules191219610>

- [10] de Mendonça, I., Porto, I., do Nascimento, T., de Souza, N., Oliveira, J., Arruda, R., Mousinho, K., dos Santos, A., Basílio-Júnior, I., Parolia, A. & Barreto, F. (2015): Brazilian red propolis: phytochemical screening, antioxidant activity and effect against cancer cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15 (1).
- [11] Batista, L.L.V.; Campesatto, E.A.; Assis, M.L.B.d.; Barbosa, A.P.F.; Grillo, L.A.M.; Dornelas, C.B. (2012): Comparative study of topical green and red propolis in the repair of wounds induced in rats. *Rev. Col. Bras. Cir.* 2012, 39, pp. 515–520.
- [12] Anjum, S.I.; Ullah, A.; Khan, K.A.; Attaullah, M.; Khan, H.; Ali, H.; Bashir, M.A.; Tahir, M.; Ansari, M.J.; Ghramh, H.A. (2018): Composition and functional properties of propolis (bee glue): A review. *Saudi J. Biol. Sci.* 2018
- [13] Berretta, A., Silveira, M., Córdor Capcha, J. & De Jong, D. (2020): Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and COVID-19 disease: Running title: Propolis against SARS-CoV-2 infection and COVID-19. *Biomed Pharmacother.*, 131, 110622, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110622>
- [14] Farooqui, T.; Farooqui, A.A. (2012): Beneficial effects of propolis on human health and neurological diseases. *Front. Biosci.* 2012, 4, pp. 779–793.
- [15] Alkis, H.E.; Kuzhan, A.; Dirier, A.; Tarakcioglu, M.; Demir, E.; Saricicek, E.; Demir, T.; Ahlatci, A.; Demirci, A.; Cinar, K.; et al. (2015): Neuroprotective effects of propolis and caffeic acid phenethyl ester (CAPE) on the radiation-injured brain tissue (Neuroprotective effects of propolis and CAPE). *Int. J. Radiat. Res.* 2015, 13, pp. 297–303.
- [16] Yesiltas, B.; Capanoglu, E.; Firatligil-Durmus, E.; Sunay, A.E.; Samanci, T.; Boyacioglu, D. (2014): Investigating the in-vitro bioaccessibility of propolis and pollen using a simulated gastrointestinal digestion System. *J. Apic. Res.* 2014, 53, pp. 101–108.
- [17] Miryan, M., Soleimani, D., Dehghani, L., Sohrabi, K., Khorvash, F., Bagherniya, M., Sayedi, S. & Askari, G. (2020): The effect of propolis supplementation on clinical symptoms in patients with coronavirus (COVID-19): A structured summary of a study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*, 21.
- [18] Turan, I., Demir, S., Misir, S., Kilinc, K., Mentese, A., Aliyazicioglu, Y. & Deger, O. (2015): Cytotoxic Effect of Turkish Propolis on Liver, Colon, Breast, Cervix and Prostate Cancer Cell Lines. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 14(5), pp. 777-782.
- [19] Štajcar D. (2009): Propolis and its flavonoid compounds cause cytotoxicity on human urinary bladder transitional cell carcinoma in primary culture, *Period biol*, Vol 111, No 1, 2009.
- [20] Fukuda, T., Fukui, M., Tanaka, M., Senmaru, T., Iwase, H., Yamazaki, M., Aoi, W., Inui, T., Nakamura, N. & Marunaka, Y. (2015): Effect of Brazilian green propolis in patients with type 2 diabetes: A double-blind randomized placebo-controlled study. *Biomedical Reports*, 3(3), pp. 355-360.
- [21] Mujica, V., Orrego, R., Pérez, J., Romero, P., Ovalle, P., Zúñiga-Hernández, J., Arredondo, M. & Leiva, E. (2017): The Role of Propolis in Oxidative Stress and Lipid Metabolism: A Randomized Controlled Trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017, Article ID 4272940. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/4272940>
- [22] Nakajima, Y.; Shimazawa, M.; Mishima, S.; Hara, H. (2007): Water extract of propolis and its main constituents, caffeoylquinic acid derivatives, exert neuroprotective effects via antioxidant actions. *Life Sci.* 2007, 80, pp. 370–377
- [23] New Zealand Medicines and Medical Devices Safety Authority, Eczema Cream. 2014. Available online: <http://medsafe.govt.nz/regulatory/ProductDetail.asp?ID=13439> (Hozzáférés 2018.03.10.)
- [24] Alkhalidy, A.; Edwards, C.A.; Combet, E. (2018) The urinary phenolic acid profile varies between younger and older adults after a polyphenol-rich meal despite limited differences in in vitro colonic catabolism. *Eur. J. Nutr.* 2018.
- [25] Silva-Carvalho R., Baltazar F., Almeida-Aguiar C. (2015) Propolis - A complex natural product with a plethora of biological activities that can be explored for drug development, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 206439, 29 pages,. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/206439>
- [26] Habryka, C., Socha, R., Juszcak, L. (2020) The Effect of Enriching Honey with Propolis on the Antioxidant Activity, Sensory Characteristics, and Quality Parameters, *Molecules*, 25, 1176. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25051176>

- [27] Al-Waili, N. Mixing two different propolis samples potentiates their antimicrobial activity and wound healing property: A novel approach in wound healing and infection, *Veterinary World*, EISSN: 2231-0916, 1188.
- [28] Martinello, M, Mutinelli, F. (2021) Antioxidant Activity in Bee Products: A Review, *Antioxidants* 10, 71. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10010071>
- [29] Al-Waili, N., Al-Ghamdi, A., Ansari, M. J., Al-Attal, Y., Salom, K. (2012), Synergistic Effects of Honey and Propolis toward Drug Multi-Resistant *Staphylococcus Aureus*, *Escherichia Coli* and *Candida Albicans* Isolates in Single and Polymicrobial Cultures, *Int. J. Med. Sci.* 2012, 9, 793.

## Characteristics and uses of propolis\*

**Keywords:** polyphenolic compounds, diabetes, medicinal food, estimated glomerular filtration rate (eGFR), DPPH, ABTS, ORAC, FRAP, CUPRAC, Folin-Ciocalteu methods, gallic acid equivalent, catechin equivalent

### 1. SUMMARY

Propolis (bee glue) is an extremely valuable “byproduct” of beekeeping. Its ingredients include many bioactive substances that have a beneficial effect on the human body, which is why propolis has been used by mankind for thousands of years, mainly for medicinal and occasionally cosmetic purposes. Many medicinal and cosmetic products are still produced from the substance today. Its composition varies considerably depending on the geographical location and the health of the producing bees. Its most important components are polyphenolic compounds (phenolic acids, flavonoids, flavonoid esters, diterpenes, sesquiterpenes), lignans, aromatic aldehydes, alcohols, amino acids, fatty acids, organic acids, hydrocarbons, vitamins and minerals. Propolis can be considered a medicinal food. Extracts made from it possess antibacterial, antiviral and antifungal effects. Propolis, in limited quantities, is also suitable for human consumption. The safe dose of propolis for healthy people is 70 mg/day.

With our manuscript, we intend to provide a brief review of the literature on the beneficial effects of propolis on human health.

\* Current European legislation food information shall not attribute to any food the property of preventing, treating or curing a human disease, nor refer to such properties. Results on the effects of propolis on human health are published as scientific information. The Editor.

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

## 2. Introduction

Bees have been around for 125 million years, and their evolutionary success has allowed them to become a perennial species that can utilize virtually every habitat on Earth. This ability to survive is largely due to the chemical composition and application of the special products they produce (honey, beeswax, venom, propolis, pollen and royal jelly). Propolis, the bees' remedy against pathogenic microorganisms, has been used by mankind as a medicine since ancient times [1].

Propolis, known in Hungarian as bee glue, is a sticky, resinous substance, produced by bees (*Apis mellifera* L.) from beeswax, saliva and sap from the bark, buds and leaves of trees [2, 3]. They collect mainly from poplar, but also from birch, willow, horse chestnut, pine, oak, elm and alder [4]. The composition of propolis is mostly made up of plant resins, waxes, essential oils and pollen. In addition to these, it also contains smaller amounts of other substances, such as compounds partially produced by bees [2].

Bees use propolis in the hive many ways, including for disinfection, construction and maintenance of the hive, and for protection [2, 4, 5, 6], as well as to keep the humidity and temperature in the hive stable throughout the year, to seal holes and cracks and the inner wall of the hive. Propolis is also an important element of the so-called social immune system of honeybees, which, thanks to its antipathogenic (antimicrobial) properties, provides a certain general protection to the entire bee family against infections and parasites [8, 9].

## 2. Characteristics of propolis

The physical and chemical components of propolis, its quality and the possibilities of using it for physiological and medicinal purposes depend on the origin of the propolis, i.e., the climate, the botanical source and the species of the bees [4, 10]. The color of the product also depends on the origin, it is usually brown, but at the same time all the shades from yellow to black appear in it, in many cases with a reddish or greenish hue. The smell of propolis is aromatic, with notes of honey, resin, wax and vanilla mixed in it. Its taste is very characteristic [4].

Raw propolis typically consists of 50% plant resin, 30% wax, 10% essential and aromatic oils, 5% pollen, and 5% of other organic matter. More than 300 components have been identified in propolis, which differ depending on the source [9].

The compounds found in propolis include polyphenolic compounds (phenolic acids, flavonoids and their esters, e.g., caffeic acid phenyl ester), diterpenes, sesquiterpenes, lignans, aromatic aldehydes, alcohols, amino acids, fatty acids, organic acids, hydrocarbons, vitamins and minerals [9, 11].

The main bioactive components of propolis are flavonoids, which greatly contribute to the pharmacological effects of propolis. The amount of flavonoids is used as a criterion when evaluating the quality of temperate climate propolis. Flavonoids have a wide spectrum of biological properties, such as antibacterial, antiviral and anti-inflammatory effects [9].

Although volatile substances make up only 10% of the components of propolis, they are responsible for the characteristic resinous smell and contribute of the beneficial effects of propolis on health. Volatile substances are dominated by terpenoids, which play an important role in distinguishing good quality propolis from poor quality or counterfeit propolis, and also exhibit antioxidant, antimicrobial and other biological effects [9].

Although different bee species prefer different plants, even the chemical profile of propolis produced by the same species is not always the same. The composition of propolis varies by bee colony, location and season, and this makes it difficult to study it and make consistent health claims [12]. The protective properties of the bioactive substances found in propolis can also provide significant benefits in maintaining human health [5].

In recent years, several studies have confirmed that different propolis samples can be completely different in terms of chemical composition and biological activity [1, 7].

### 3. Propolis-containing products

A significant number of propolis-containing products are available on the market: medical and over-the-counter preparations, foods and drinks that help maintain health [7].

Propolis tincture is an extract of raw propolis made with a solvent (most often a mixture of water and ethanol). According to our knowledge, there are practical and application questions related to propolis tincture that should be answered and uniform regulations should be applied:

- Various preparation recipes are known;
- Soaking raw propolis for different lengths of time results in different tinctures;
- Differences in the extraction solvent (different amount and ethanol concentration) affect the composition of the preparations;
- The relationship between raw propolis and the composition of the tincture is not known.

In addition to tinctures, other propolis-containing foods are also available, such as lozenges, propolis honey, capsules filled with propolis extract [3].

In some countries, standardized propolis products with a constant bioactive substance concentration are already available [13].

### 4. Dose and safety

Clinical studies on mice and humans report that propolis and its constituents are generally well tolerated and non-toxic, except when used in very large amounts [5].

Determining the exact dose of propolis, on the basis of the studied population, the dosage regimen, *compliance* (accurate taking of the substance) and the purity of the product, faces significant difficulties, since the phenolic compounds found in propolis vary according to geographical origin, the bioactivity can also differ significantly, which makes it difficult to determine the correct dosage [14]. According to a particular study, based on previous animal experiments and applying a margin of safety, the safe dose of propolis for healthy humans is 70 mg/day [15].

### 5. Physiological and therapeutic effects of propolis

Propolis has received increasing attention in recent years due to its beneficial effects on the human body. It is increasingly accepted as a preventive and therapeutic agent. However, the bioavailability of the useful substances found in propolis varies, which is also influenced by individual physiological conditions. According to a study, as a result of the consumption of propolis, its active ingredients can also be detected in the blood plasma [16].

#### 5.1. Fighting infections, the immune system

Propolis can be considered as a potential medicinal food (“nutraceuticals”). Propolis extracts have antibacterial, antiviral and antifungal effects [3]. The immunoprotective and antioxidant properties of propolis are explained by its bioactive phytochemical components, regardless of its origin. A 2019 review cited immune system support as a health benefit of propolis [5].

The effect of propolis supplementation has also been studied among patients infected with the COVID-19 virus. In a recent, high quality (double-blind, placebo-controlled) study conducted in 2020, the effect of propolis on clinical symptoms was investigated. Infection was confirmed with a PCR test in participants aged 18 to 75. Members of the intervention group (n=40) received tablets containing 300 mg of Iranian green propolis extract three times a day for 2 weeks, while the control group (n=40) received no such treatment. The main result of the study was that the clinical symptoms of the disease improved faster in the group receiving propolis in terms of the duration and severity of the initial symptoms [17].

#### 5.2. Cancerous diseases

Propolis has an antioxidant effect, which can be beneficial for the body in terms of neutralizing free radicals formed in excess [3], thus it can contribute to the regulation and control of inflammatory processes, tumor formation and aging processes. Its anti-inflammatory properties have been demonstrated in connection with propolis samples of Brazilian, Chinese and Malay origin. Its antitumor effect has been proven not only in *in vitro*, but also in *in vivo* experiments taking place in living organisms) [3].

According to the results of another research, Brazilian red propolis had antioxidant properties and significantly reduced the percentage of survival of human tumor cells under laboratory conditions [10]. Alcoholic extracts of Turkish propolis also exhibited an inhibitory effect on the growth of tumor cells against human tumor cells (liver, colon, breast, cervix, prostate) [18].

The study, the aim of which was to find out whether propolis and the polyphenolic/flavonoid compounds contained in it can have an inhibitory effect on the growth of human bladder tumors in a cell culture, ended with promising results. Based on this, propolis may be suitable for auxiliary treatment of the disease in addition to surgery, to reduce or prevent the chance of tumor recurrence [19].

### **5.3. Diabetes**

In relation to the effect of propolis on the human body, the reduction of blood sugar levels has also been studied [2]. According to the reliable, aggregated, comprehensive analysis of the results of several studies with similar objectives, the use of propolis reduced the fasting blood sugar level by 0.8 mmol/l compared to the subjects who did not receive treatment. In addition, taking propolis also reduced the value of HbA1c (A subunit of hemoglobin. The Ed.), which indicates the evolution of the blood sugar level of the examined person in retrospect over a period of 1 to 3 months. It is interesting to mention that the treatment did not affect the insulin level, so it follows that the drop in blood sugar level was not due to the effect of insulin. Almost 400 diabetic patients took part in the study, who were treated with 226 to 1,500 mg of propolis per day for 56 to 180 days. According to the authors, despite the positive results, further research is still needed regarding the type (composition) and dosage of propolis. This is so because the dose ranges were wide and the places of origin of the propolis samples used were varied [2]. In the studies related to propolis, it was stated that it is important to know the geographical and botanical origin, because they can affect the biological activity of the propolis, its effect and the composition of its organic components [3].

The objective of another study was to investigate the effect of Brazilian green propolis on type 2 diabetes patients through changes in blood test data. 80 people participated in the study, of which 39 received a placebo. The 41 people in the other group received 226.8 mg Brazilian green propolis per day during the 8-week period. The results indicate that Brazilian green propolis used in the aforementioned quantity and frequency can reduce then deterioration of uric acid levels and eGFR (estimated Glomerular Filtration Rate) values, which indicate kidney complications, in patients with type 2 diabetes [20].

In connection with the healing of diabetic leg ulcers, a favorable effect was reported in the study of Australian propolis samples. A favorable wound-healing role was also mentioned in connection with Chinese propolis extracts [3].

### **5.4. Cardiovascular diseases**

In a human study published in 2017, changes in blood lipid levels were investigated as a result of oral application of propolis solutions. In the double-blind, placebo-controlled clinical trial, 35 of the 67 subjects received propolis, while 32 were given a placebo supplement (without propolis). In the propolis group, a significant increase in HDL (High Density Lipoprotein) was observed after 90 days. This effect may contribute to the reduction of the risk of cardiovascular diseases [21].

A 2019 review paper mentions lowering blood pressure as one of the health benefits of propolis. In this literature review, a total of 63 publications were reviewed, the majority of which were reports on animal experiments, but some key human studies were also included. According to the results, propolis can be an effective antioxidant and anti-inflammatory agent. Based on this, it is presumably effective against various chronic diseases, e.g., in preserving the health of the cardiovascular system, reducing atherosclerosis and reducing high blood pressure [5].

### **5.5. The skin and the nervous system**

The components of propolis can be widely used to heal wounds and the human skin itself, and can also contribute to reducing the symptoms of some nervous system diseases (Alzheimer's disease, Parkinson's disease) [5].

In addition to research related to nervous system diseases, the protective effects of propolis on retinal cells have also been reported [22]. Propolis can also be used to prevent various eye diseases, such as macular degeneration in the aging population and myopia in the younger generation, but further studies are needed to prove this [5].

The range of commercially available propolis-containing skin care products is expanding, with creams and body lotions predominating. According to the advertisements, the majority of skin care products have a „soothing, moisture-rich, anti-aging” effect, and are also effective against eczema [23].



## **5.6. Alimentary canal**

When examining the beneficial properties of various propolis, in the case of Brazilian green propolis, the stimulation of the functioning of the intestinal system was mentioned, as well as its beneficial effect in the treatment of gastric ulcers, while the liver protective function of propolis was proven in animal experiments [3].

The polyphenols in propolis can support the development and maintenance of a healthy intestinal flora by limiting the growth of pathogenic bacteria and, in addition, prevent their adhesion to human intestinal cells [24]. The possible therapeutic effect of propolis on inflammatory bowel diseases is still being investigated today, but many experiments still need to be performed before clinical application can begin [5].

## **5.7. Allergizing effect**

In addition to its many beneficial physiological effects, propolis can also trigger allergic reactions (swelling, dermatitis, hives) in susceptible individuals. This is most common among beekeepers, but it also depends on individual sensitivity [3]. Therefore, it is recommended that the therapeutic use of propolis products is always carried out under medical supervision [5].

## **5.8. Summary of physiological and therapeutic effects**

Several studies have proven that the observed beneficial physiological effects are not the result of a single prominent compound, but rather the combined effect of the complex components of propolis [9].

Overall, it can be stated that as a natural substance with good medicinal properties, propolis and its components can be used in a wide range of ways, including wound and skin healing, and in the treatment of some neurological diseases and atherosclerosis. Interest in the health effects of propolis and the number of publications have been continuously increasing in the last 30 years. However, even more human clinical studies are needed to confirm the beneficial effect of propolis for specific population groups. Preclinical studies support the antioxidant and anti-inflammatory effect of propolis, which can prevent or slow the progression of various chronic diseases, including heart disease, diabetes, high blood pressure, tumors and neurodegenerative diseases (e.g., Alzheimer's disease) [5].

## **6. New areas of application of propolis**

One of the areas of use of propolis can be to improve the growth performance and productivity of farm animals. Based on our knowledge so far, it can be said that propolis has a beneficial effect on the normal laboratory values, growth and productivity of the animals included in the studies. In addition, it is considered as a possible alternative to antibiotics in the production of animal feed, because it has the advantage that it does not induce resistance in microorganisms [25].

Another area of intensive research in the last few years have been the application of propolis in food preservation. Food preservatives primarily include antimicrobial and antioxidant agents. Antimicrobial agents added to foods serve two purposes: to stop the natural spoilage of food and to avoid/control contamination by microorganisms, including pathogenic microorganisms. Antioxidants are used to extend shelf life and prevent spoilage. Propolis favorably combines antioxidant and antimicrobial properties. However, its large-scale use as a food preservative has not yet been realized, as this would require proper standardization of the product [7].

## **7. Antioxidant properties of propolis**

The antioxidant properties of propolis are mainly determined by the bioactive components found in it, primarily the phenolic compounds, depending on the botanical and geographical origin. The phenolic compound profile of propolis is slightly different from that of honey. While in the former, the profile is mainly determined by the botanical origin, and the dominant flavonoids are quercetin, myricetin, chrysin, apigenin, luteolin, pinocembrin and pinobanksin, and of phenolic acids, p-hydroxybenzoic acid, p-coumaric acid, cinnamic acid, gallic acid, ferulic acid and caffeic acid, in propolis, which typically comes from poplar and birch in Central Europe, chrysin, kaempferol, apigenin, pinocembrin and pinobanksin are the most characteristic and, in addition to phenolic acids, their esters (e.g., caffeic acid and ferulic acid esters) also occur. Among the latter, the phenylethyl ester of caffeic acid is outstanding in terms of tumor prevention properties (although its effect also depends on the synergistic effect of other accompanying phenolic compounds). The polyphenols in propolis have been proven to inhibit the formation of amino, oxide and peroxide type free radical, as well as the formation of complexes between free radicals and transition metals, and also lipid peroxidation [26].

In addition to the differences depending on the origin of propolis, the literature is not uniform regarding the extraction method of the antioxidant compounds, and the differences can significantly influence the extraction results.

Based on the available data, extraction was mainly carried out with different mixtures of ethanol and water in the experiments, but extraction with methanol and other solvent also occurs. Regarding the methods for determining the antioxidant properties, only the results of experiments based on *in vitro* spectrophotometry have been reported, including the determination of radical scavenging properties (DPPH – 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, ABTS – 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), as well as total polyphenol content (Folin-Ciocalteu method) and total flavonoid content. Although in the case of propolis extracts from different locations, polyphenol contents of the same order of magnitude as in the case of honey were measured (typically in the 18-500 mg gallic acid equivalent/ml range), in the case of a Turkish sample there was also a value above 19,000 mg gallic acid equivalent/ml, and values above 1,000 mg gallic acid equivalent/ml were also measured for Brazilian samples. The situation is similar with regard to the total flavonoid content, where the majority of the samples stayed in the range typical of honey (1-25 mg catechin equivalent/ml), however, there were also extremely high values: nearly 5,000 mg catechin equivalent/ml in the case of an Algerian propolis, and a value over 29,000 mg catechin equivalent/ml in the case of a Turkish propolis. As for the radical scavenging ability, once again, values in the range of honey are reported by researchers (e.g., 50-80% inhibition in the case of DPPH radicals), but extreme values are also typical here (e.g., 90.7–99.34% inhibition in the case of a Malay honey). Similar to honey, numerous studies have confirmed in the case of propolis its effectiveness in the case of tests carried out on various animal and human bodily fluids and cell cultures, in terms of antioxidation properties.

## 8. Synergistic interaction of propolis and honey

Propolises of different origins can show a synergistic interaction not only with each other, but also when mixed with honey. Following the mixing of propolis extracts from Iraq, it was possible to prove a synergistic effect against various pathogens (*E. coli*, *S. aureus*, *C. albicans*) in microbiological tests. Similarly, in animal experiments, the extent of the wound healing effect (reepithelization) was increased in the case of a propolis mixture [27].

Due to the deterioration of sensory characteristics, propolis is typically mixed with honey in a proportion of no more than 1%. Even at this concentration, a four- to fivefold increase in the amount of phenolic compounds, phenolic acids and flavonoids was measured, and the anthocyanin and carotenoid content of the mixture also increased several times. Of the flavonoids, especially the amount of galangin, chrysin, pinocembrin and pinobanksin, while of phenolic acids, the amount of ferulic acid, caffeic acid and p-coumaric acid increased. The radical scavenging (ABTS, DPPH) and metal ion reducing capacity (FRAP – Ferric Reducing Antioxidant Power, CUPRAC – Cupric Reducing Antioxidant Capacity), measured by various *in vitro* methods, also showed multiple increases [26].

The synergistic interaction of propolis and honey was also confirmed in antimicrobial tests. In the research, in the case of antibiotic-resistant strains of *E. coli*, *S. aureus* and *C. albicans*, honey strengthened the effect of propolis both in cultures of individual strains and their mixtures [29].

## Acknowledgment

Demonstrator Boglárka Bencsik also contributed to the compilation of the material.

## 9. References

- [1] Bankova, V. (2005): Recent trends and important developments in propolis research, *eCAM*; 2 (1) pp. 29–32 DOI: <https://doi.org/10.1093/ecam/neh059>
- [2] Csupor, D. (2020): A propolisz és a cukorbetegség: mítosz vagy valóság? [online] PirulaKalauz. Available at: <https://pirulakalauz.hu/2020/06/08/a-propolisz-es-a-cukorbetegseg-mitosz-vagy-valosag/> (Acquired 5 June 2021)
- [3] Soós, Á. (2020): Nyers és extrahált propoliszok elemtartalmi vizsgálata és földrajzi eredet szerinti azonosítása. Doktori (PhD) értekezés, Debreceni Egyetem, Kerpely Kálmán Doktori Iskola.
- [4] Pedrotti, W. (2009): A szépítő, gyógyító méz, propolisz és társaik. pp. 48-52. Ventus Libro Kiadó.
- [5] Braakhuis, A. (2019): Evidence on the Health Benefits of Supplemental Propolis. *Nutrients*, 11, p. 2705. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11112705>
- [6] Cornara, L.; Biagi, M.; Xiao, J.; Burlando, B. (2017): Therapeutic properties of bioactive compounds from different honeybee products. *Front. Pharmacol.* 2017, 8, p. 412.
- [7] Bankova V., Trusheva P.B. (2016): New emerging fields of application of propolis, *Maced. J. Chem. Chem. Eng.* 35 (1), pp. 1–11.

- [8] Simone M., Evans J. D., Spivak M. (2009): Resin collection and social immunity in honey bees, *Evolution* 63, pp. 3016–3022. DOI: <https://doi.org/0.1111/j.1558-5646.2009.00772.x>.
- [9] Huang S., Zhang CP., Wang K., Li GQ., Hu F.L. (2014): Recent Advances in the Chemical Composition of Propolis, *Molecules*, 19, pp. 19610-19632; DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules191219610>
- [10] de Mendonça, I., Porto, I., do Nascimento, T., de Souza, N., Oliveira, J., Arruda, R., Mousinho, K., dos Santos, A., Basílio-Júnior, I., Parolia, A. & Barreto, F. (2015): Brazilian red propolis: phytochemical screening, antioxidant activity and effect against cancer cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15 (1).
- [11] Batista, L.L.V.; Campesatto, E.A.; Assis, M.L.B.d.; Barbosa, A.P.F.; Grillo, L.A.M.; Dornelas, C.B. (2012): Comparative study of topical green and red propolis in the repair of wounds induced in rats. *Rev. Col. Bras. Cir.* 2012, 39, pp. 515–520.
- [12] Anjum, S.I.; Ullah, A.; Khan, K.A.; Attaullah, M.; Khan, H.; Ali, H.; Bashir, M.A.; Tahir, M.; Ansari, M.J.; Ghramh, H.A. (2018): Composition and functional properties of propolis (bee glue): A review. *Saudi J. Biol. Sci.* 2018
- [13] Berretta, A., Silveira, M., Córdor Capcha, J. & De Jong, D. (2020): Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and COVID-19 disease: Running title: Propolis against SARS-CoV-2 infection and COVID-19. *Biomed Pharmacother.*, 131, 110622, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110622>
- [14] Farooqui, T.; Farooqui, A.A. (2012): Beneficial effects of propolis on human health and neurological diseases. *Front. Biosci.* 2012, 4, pp. 779–793.
- [15] Alkis, H.E.; Kuzhan, A.; Dirier, A.; Tarakcioglu, M.; Demir, E.; Saricicek, E.; Demir, T.; Ahlatci, A.; Demirci, A.; Cinar, K.; et al. (2015): Neuroprotective effects of propolis and caffeic acid phenethyl ester (CAPE) on the radiation-injured brain tissue (Neuroprotective effects of propolis and CAPE). *Int. J. Radiat. Res.* 2015, 13, pp. 297–303.
- [16] Yesiltas, B.; Capanoglu, E.; Firatligil-Durmus, E.; Sunay, A.E.; Samanci, T.; Boyacioglu, D. (2014): Investigating the in-vitro bioaccessibility of propolis and pollen using a simulated gastrointestinal digestion System. *J. Apic. Res.* 2014, 53, pp. 101–108.
- [17] Miryan, M., Soleimani, D., Dehghani, L., Sohrabi, K., Khorvash, F., Bagherniya, M., Sayedi, S. & Askari, G. (2020): The effect of propolis supplementation on clinical symptoms in patients with coronavirus (COVID-19): A structured summary of a study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*, 21.
- [18] Turan, I., Demir, S., Misir, S., Kilinc, K., Mentese, A., Aliyazicioglu, Y. & Deger, O. (2015): Cytotoxic Effect of Turkish Propolis on Liver, Colon, Breast, Cervix and Prostate Cancer Cell Lines. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 14(5), pp. 777-782.
- [19] Štajcar D. (2009): Propolis and its flavonoid compounds cause cytotoxicity on human urinary bladder transitional cell carcinoma in primary culture, *Period biol*, Vol 111, No 1, 2009.
- [20] Fukuda, T., Fukui, M., Tanaka, M., Senmaru, T., Iwase, H., Yamazaki, M., Aoi, W., Inui, T., Nakamura, N. & Marunaka, Y. (2015): Effect of Brazilian green propolis in patients with type 2 diabetes: A double-blind randomized placebo-controlled study. *Biomedical Reports*, 3(3), pp. 355-360.
- [21] Mujica, V., Orrego, R., Pérez, J., Romero, P., Ovalle, P., Zúñiga-Hernández, J., Arredondo, M. & Leiva, E. (2017): The Role of Propolis in Oxidative Stress and Lipid Metabolism: A Randomized Controlled Trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017, Article ID 4272940. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/4272940>
- [22] Nakajima, Y.; Shimazawa, M.; Mishima, S.; Hara, H. (2007): Water extract of propolis and its main constituents, caffeoylquinic acid derivatives, exert neuroprotective effects via antioxidant actions. *Life Sci.* 2007, 80, pp. 370–377
- [23] New Zealand Medicines and Medical Devices Safety Authority, Eczema Cream. 2014. Available online: <http://medsafe.govt.nz/regulatory/ProductDetail.asp?ID=13439> (Acquired 10.03.2018)
- [24] Alkhalidy, A.; Edwards, C.A.; Combet, E. (2018) The urinary phenolic acid profile varies between younger and older adults after a polyphenol-rich meal despite limited differences in in vitro colonic catabolism. *Eur. J. Nutr.* 2018.
- [25] Silva-Carvalho R., Baltazar F., Almeida-Aguiar C. (2015) Propolis - A complex natural product with a plethora of biological activities that can be explored for drug development, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 206439, 29 pages,. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/206439>

- [26] Habryka, C., Socha, R., Juszcak, L. (2020) The Effect of Enriching Honey with Propolis on the Antioxidant Activity, Sensory Characteristics, and Quality Parameters, *Molecules*, 25, 1176. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25051176>
- [27] Al-Waili, N. Mixing two different propolis samples potentiates their antimicrobial activity and wound healing property: A novel approach in wound healing and infection, *Veterinary World*, EISSN: 2231-0916, 1188.
- [28] Martinello, M, Mutinelli, F. (2021) Antioxidant Activity in Bee Products: A Review, *Antioxidants* 10, 71. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10010071>
- [29] Al-Waili, N., Al-Ghamdi, A., Ansari, M. J., Al-Attal, Y., Salom, K. (2012), Synergistic Effects of Honey and Propolis toward Drug Multi-Resistant *Staphylococcus Aureus*, *Escherichia Coli* and *Candida Albicans* Isolates in Single and Polymicrobial Cultures, *Int. J. Med. Sci.* 2012, 9, 793.

## *Különböző fűszerekkel dúsított kenyerek makroelem tartalmának meghatározása és hozzájárulásuk a táplálkozási referencia értékhez*

**Kulcsszavak:** fűszerek, kenyér, dúsítás, makroelem, táplálkozási referenciaérték (NRV)

### 1. ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszerek dúsításával számos tanulmány foglalkozik, hiszen napjainkra központi kérdéssé vált a funkcionális élelmiszerek előállítása, vizsgálata és fogyasztása. A kenyér egyik fontos alapélelmiszerünk, és rendszeresen fogyasztunk különböző fűszereket is. A kenyér tartalmazhat fűszereket. Munkánk során különböző fűszereket, különböző mennyiségben tartalmazó kenyérreceptet dolgoztunk ki. Ebben a vizsgálatban hét fűszer (bazsalikom, kapor, oregánó, kömény, metélőhagyma, rozmaring és fokhagyma granulátum) és 42 dúsított kenyér makroelem tartalmát határoztuk meg induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométerrel (ICP-OES), valamint kiszámoltuk, hogy milyen mértékben járulnak hozzá a táplálkozási referencia értékhez (NRV – Nutrient Reference Value). A mért koncentrációk alapján az általunk alkalmazott fűszerekben más tanulmányok értékéhez képest magasabb elemtartalmat mutattunk ki. Kiemelkedő eredményeket határoztunk meg a bazsalikomban, kaporban, oregánóban és metélőhagymában.

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

## 2. Bevezetés

A tudatos élelmiszerfogyasztók felismerték és elfogadták, hogy az „egészségesebb” élelmiszerek fogyasztása megelőzhet bizonyos betegségeket (Az „egészségesebb” élelmiszer kifejezés megtévesztő lehet, mert az EU jogszabályai szerint „egészségtelen” élelmiszert közfogyasztásra bocsájtani tilos. Jelen esetben elfogadom, hogy ez a kifejezés inkább pozitív közép fokot jelent. A Szerk.). A kutatók mellett az ipar is törekszik az „egészségesebb” élelmiszerek fejlesztésére és előállításra [1, 2]. A kenyér és a pékáruk fontos szerepet töltenek be az emberi táplálkozásban. A búzakenyér általában hatékony energiaforrás, és pótolhatatlan tápanyagokat tartalmaz. E termékek funkcionális komponensekkel való dúsítása széles körben elterjedt az egészségvédelem javítása érdekében [3]. Ilyen komponensek például a fűszerek és fűszernövények [1, 2], továbbá a gabonafélék melléktermékei, a pseudo-gabonafélék, a zöldség- vagy gyümölcsstermékek [3].

Több közleményben olvashatunk a kenyerek dúsításáról különféle anyagokkal, melyet Varga-Kántor és munkatársai [4] is részleteztek.

A dúsított kenyerek táplálkozás-élettani szempontból értékesebbek egy egyszerű kenyérnél, hiszen olyan összetevőket tartalmaznak, amelyek jótékony hatással vannak az egészségre. Ilyenek például a fűszer- és gyógynövények.

Ezeket a növényeket, amelyek egyaránt fontosak a gyógyszeriparban és a gasztronómiában az emberek régóta használják. Erős, koncentrált illattal és ízzel rendelkeznek, így nagy mennyiségű fűszernövény elfogyasztása akár kedvezőtlen érzékszervi hatású lehet [5]. Az általunk alkalmazott fűszereket és hatóanyagait több betegség kezelésére is használják. Ilyen irányú felhasználásukról számos tudományos könyv és tanulmány számol be.

A kísérleti programunkban mért és felhasznált fűszerekről az alábbi forrásokban lehet részletes leírást találni: Pushpagadan [6], Kurian [7], Peter [8], Charles [9], Gupta [10], Kintzios [11], Chen [12], Sasikumar [13], Pandey [14]. Ezek a művek a fűszerek eredetét, az emberre gyakorolt élettani hatásait és történetét ismertetik.

A magas antioxidáns és betegségmegelőző hatású vegyületeket tartalmazó fűszerek magas elemtartalommal rendelkeznek, ami a kiegyensúlyozott táplálkozás és életvitel szempontjából fontos. Az **1. táblázat** más szerzők méréseit tartalmazza ezekre a paraméterekre.

1. táblázat. A vizsgált fűszerek makroelem tartalma más kutatók közleményeiben (mg/kg)

| Fűszerek                    | Ca  | K  | Mg   | Na  | P   | S   |
|-----------------------------|---|--|--|---|---|---|
| <b>Bazsalikom</b>           | 22600-24800 <sup>(15)</sup> ;<br>12363 <sup>(16)</sup> ;<br>15759 <sup>(18)</sup> ;<br>10481-10712 <sup>(19)</sup> ;<br>22400 <sup>(21)</sup> | 24811 <sup>(16)</sup> ;<br>27669 <sup>(18)</sup> ;<br>8708-8726 <sup>(19)</sup> ;<br>26300 <sup>(21)</sup> | 6150-6810 <sup>(15)</sup> ;<br>5738 <sup>(16)</sup> ;<br>3130 <sup>(18)</sup> ;<br>2193-2197 <sup>(19)</sup> ;<br>7110 <sup>(21)</sup> | 20.7 <sup>(16)</sup> ; 2894 <sup>(18)</sup> ;<br>78.9-83.1 <sup>(19)</sup> ;<br>760 <sup>(21)</sup> | 4960 <sup>(16)</sup> ;<br>8259 <sup>(18)</sup> ;<br>2740 <sup>(21)</sup>  | 1923 <sup>(16)</sup>                      |
| <b>Kapor</b>                | 11750 <sup>(16)</sup> ;<br>17800 <sup>(17)</sup> ;<br>17840 <sup>(21)</sup>   | 35723 <sup>(16)</sup> ;<br>72000 <sup>(17)</sup> ;<br>33080 <sup>(21)</sup>                                | 4628 <sup>(16)</sup> ;<br>19940 <sup>(17)</sup> ;<br>4510 <sup>(21)</sup>  | 477 <sup>(16)</sup> ; 4800 <sup>(17)</sup> ;<br>2080 <sup>(21)</sup>                                | 1745 <sup>(16)</sup> ;<br>14600 <sup>(17)</sup> ;<br>5430 <sup>(21)</sup> | 5699 <sup>(16)</sup> ; 24 <sup>(17)</sup> |
| <b>Oregánó</b>              | 10600-11200 <sup>(15)</sup> ;<br>10473 <sup>(16)</sup> ;<br>15970 <sup>(21)</sup>   | 19625 <sup>(16)</sup> ;<br>12600 <sup>(21)</sup>   | 1910-2150 <sup>(15)</sup> ;<br>3268 <sup>(16)</sup> ;<br>2700 <sup>(21)</sup>  | 21.2 <sup>(16)</sup> ; 250 <sup>(21)</sup>  | 1609 <sup>(16)</sup> ;<br>1480 <sup>(21)</sup>                            | 1947 <sup>(16)</sup>                      |
| <b>Fűszer-kömény</b>        | 6781 <sup>(16)</sup> ;<br>6890 <sup>(21)</sup>  | 5343 <sup>(16)</sup> ;<br>13510 <sup>(21)</sup>  | 2313 <sup>(16)</sup> ;<br>2580 <sup>(21)</sup>   | 4.74 <sup>(16)</sup> ; 170 <sup>(21)</sup>  | 1853 <sup>(16)</sup> ;<br>5680 <sup>(21)</sup>                            | 738 <sup>(16)</sup>                       |
| <b>Metélő-hagyma</b>        | 9260-9490 <sup>(16)</sup> ;<br>8130 <sup>(21)</sup>   | 26900 <sup>(21)</sup>  | 2960-3260 <sup>(15)</sup> ;<br>6400 <sup>(21)</sup>  | 700 <sup>(21)</sup>   | 5180 <sup>(21)</sup>  | nincs adat                                |
| <b>Rozmaring</b>            | 10899 <sup>(16)</sup> ;<br>8605 <sup>(18)</sup> ;<br>8309-8417 <sup>(19)</sup> ;<br>12800 <sup>(21)</sup>                                     | 9356 <sup>(16)</sup> ;<br>11116 <sup>(18)</sup> ;<br>5620-5740 <sup>(19)</sup> ;<br>9550 <sup>(21)</sup>   | 3688 <sup>(16)</sup> ;<br>2407 <sup>(18)</sup> 869-887 <sup>(19)</sup> ;<br>2200 <sup>(21)</sup>                                       | 25.6 <sup>(16)</sup> ;<br>4893 <sup>(18)</sup> ; 298-303 <sup>(19)</sup> ;<br>500 <sup>(21)</sup>   | 418 <sup>(16)</sup> ; 8205 <sup>(18)</sup> ;<br>700 <sup>(21)</sup>       | 1030 <sup>(16)</sup>                      |
| <b>Fokhagyma granulátum</b> | 668 <sup>(19)</sup> ; 790 <sup>(20)</sup>   | 11957 <sup>(20)</sup> ;<br>11930 <sup>(21)</sup>   | 848 <sup>(20)</sup> ; 770 <sup>(21)</sup>  | 571 <sup>(20)</sup> ; 600 <sup>(21)</sup>   | 4091 <sup>(20)</sup> ;<br>4140 <sup>(21)</sup>                            | 6906 <sup>(20)</sup>                      |

Míg Barin és munkatársai [15] és az USDA [21] 22.000 mg/kg, a többi szerző 10.000 és 15.000 mg/kg kalcium koncentrációt mért a bazsalikomban. A kapor esetében Rahmatollah és Mahbobeh [17] valamint az USDA [21] eredményei hasonlóak voltak, míg Özcan [16] alacsonyabb koncentrációt mért. Az USDA adatbázisa [21] magasabb kalciumtartalmat adott meg oregánó esetében, mint Barin és munkatársai [15] és Özcan [16]. A fűszerkömény kalciumtartalma hasonló volt [16, 21], míg a metélőhagyma esetében [15, 21] 1.000 mg/kg különbség volt. A rozmaringot vizsgálva az eredményekből látható, hogy két szerző hasonló, körülbelül 8.000 mg/kg-os eredményt mért [18, 19], a másik két esetben azonban magasabb kalciumtartalmat határoztak meg [16, 21]. A fokhagyma granulátum esetében nem volt szignifikáns különbség a mért koncentrációk között [20, 21].

A káliumtartalom esetében a legmagasabb koncentrációt a kaporban mérték. Két szerző 34.000 mg/kg-hoz közeli káliumtartalmat határozott meg [16, 21], de Rahmatollah és Mahbobeh [17] értékei ennél kétszer magasabbak voltak. A bazsalikom esetében három szerző 24.000 mg/kg feletti koncentrációt mért [16, 18, 21], azonban Ozygit és munkatársai [19] csak 8.000 mg/kg káliumtartalmat mértek. Az oregánó esetében a mért paraméter értékei 12.000 és 19.000 mg/kg között voltak. A kömény esetében a kapott eredmények jelentősen eltértek. A metélőhagymában az USDA adatbázisa [21] több mint 26.000 mg/kg káliumtartalmat írt le. A rozmaring kálium koncentrációja két esetben [16, 21] hasonló volt. Ozygit és munkatársai [19] ettől kisebb értéket mértek, míg Özcan [16] körülbelül 2.000 mg/kg-mal magasabbat. A fokhagyma granulátum eredményeiben nem volt jelentős eltérés.

A magnéziumtartalom eredményeit vizsgálva minden fűszer esetében jelentős eltérések mutatkoztak a kutatók által mért, és közzétett koncentrációkban. A meghatározott értékek a fokhagyma granulátum kivételével ezres nagyságrendűek voltak.

Hasonló tendencia figyelhető meg a nátriumtartalomnál is, mivel a mért koncentrációk jelentősen eltérnek a vizsgálatokban.

Foszfor esetében a szerzők hasonló értékeket mértek az oregánónál, valamint a fokhagyma granulátumnál. A többi fűszernövénynél jelentős, akár ezres nagyságrendű eltérések is voltak a szerzők eredményei között.

A fűszerek kéntartalmánál látható, hogy a kaporban igen eltérő koncentrációkat határoztak meg, valamint a fokhagyma granulátum igen magas értékkel rendelkezett.

### **3. Anyag és módszer**

#### **3.1. A kenyerek elkészítése**

Ebben a vizsgálatban hét szárított fűszer (bazsalikom, kapor, oregánó, fűszerkömény, metélőhagyma, rozmaring és fokhagyma granulátum) és 42 dúsított kenyér makroelem tartalmát határoztuk meg.

A termékek alapanyagait egy debreceni szupermarketekben szereztük be. A fűszerek vizsgálata után a kenyereket Varga-Kántor és munkatársai [4] és Kántor és munkatársai [20] receptje alapján készítettük el.

Ezek a minták különböző koncentrációban tartalmaztak szárított fűszereket (0, 2, 4, 6, 8, 10 és 12 g). A további összetevők: 500 g búzaliszt (BL 55), 8 g 10%-os ecet, 44 g napraforgóolaj, 5 g só, 5 g kristálycukor, 30 g élesztő, 150 ml tej (2,8% zsír) és 25 °C-os, 100 ml víz. Az összetevőket szobahőmérsékleten, eredeti csomagolásukban, sötétben vagy hűtőben tároltuk a termékek elkészítéséig. A dagasztás után a kelesztési idő szobahőmérsékleten 1 óra volt. A következő lépés a kenyerek formázása és egy tízperces pihentetés volt. A kenyereket légkeveréses sütőben, 210 °C-on, 95%-os páratartalom mellett 15 percig sütöttük (RXB 606, légkeveréses sütő, Budapest, Magyarország). Sütés után a termékeket 6 percig a sütőben hagytuk.

#### **3.2. Az elemtartalom meghatározása**

A fűszerek esetében a boltban vásárolt mintákat nem szárítottuk ki, de a kenyereket az MSZ 20501-1 [22] szerint szárítottuk. A minták előkészítését Kovács és munkatársai [23] módszere alapján végeztük. A kenyerek roncsolócsőbe történő bemérése után, 10 ml salétromsavat (69% v/v; VWR International Ltd., Radnor, USA) adtunk a mintákhoz, majd egy éjszakán át állni hagytuk. Az előroncsolást 60 °C-on 30 percig végeztük. Kihűlés után, a főroncsolás előtt 3 ml hidrogén-peroxidot (30% v/v; VWR International Ltd., Radnor, USA) használtunk, majd a mintákat 120 °C-on tartottuk 90 percig. Lehűlés után nagy tisztaságú vízzel történő hígítást végeztünk (Millipore SAS, Molsheim, Franciaország) majd szűrőpapíron (388, Sartorius Stedim Biotech SA, Gottingen, Németország) leszűrtük az elegyet. Az elemtartalmat ICP-OES (Induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométer, Thermo Scientific iCAP 6300, Cambridge, UK) segítségével határoztuk meg. Az alkalmazott hullámhosszok a következők voltak: Ca (315.8 nm), K (769.8 nm), Mg (280.2 nm), Na (818.3 nm), P (185.9 nm) és S (180.7 nm).

### 3.3. Statisztikai elemzés

Az eredményekből átlagot, szórást, valamint a statisztikailag igazolható különbségek meghatározására egytényezős varianciaanalízist (Tukey és Dunnett's T3 teszt) alkalmaztunk SPSS statisztikai szoftverrel (version 13; SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA). A vizsgálatokat három ismétlésben végeztük.

### 3.4. Napi beviteli érték számítása napi beviteli referencia értékből (NRV)

Az NRV értékeket az 1169/2011-es rendelet [24] valamint az EFSA tudományos közleménye [25] tartalmazza. Az adatokat százalékban tüntettük fel 100 g termékre vonatkoztatva, mely körülbelül 1,5 szelet kenyér elfogyasztását jelenti. Ez az alábbi képlettel számítható ki:

$$NRV(\%) = (\text{kenyerek elemtartalma/napi referencia bevitel}) \times 100$$

Nátrium esetében 2000 mg a napi referenciabevitel [25], míg kén esetében nem találtunk erre vonatkozó adatot.

## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1. A fűszerek elemtartalmának mérési eredményei

Az általunk vizsgált fűszernövények makroelem-tartalmának eredményeit a **2. táblázatban** közöljük. Az értékeket eredeti anyagokra vonatkoztatva adtuk meg.

A legnagyobb kalciumkoncentrációt a bazsalikom esetében mértük, melyet a metélőhagyma követett. Hasonló volt a mért érték a kaporban és az oregánóban. A rozmaringnál több mint 10.000 mg/kg értéket határoztunk meg, míg a fűszerkömény esetén a koncentráció magasabb volt, mint 6.000 mg/kg. A legalacsonyabb kalciumtartalmat a fokhagyma granulátumban mértük.

2. táblázat. A vizsgált fűszerek makroelemtartalma eredeti anyagra vonatkoztatva (mg/kg)

| Fűszer               | Ca        | K         | Mg       | Na        | P       | S        |
|----------------------|-----------|-----------|----------|-----------|---------|----------|
| Bazsalikom           | 21389±871 | 26862±590 | 7650±372 | 695±18    | 3816±88 | 2596±77  |
| Kapor                | 15033±482 | 21583±942 | 3595±95  | 8508±213  | 3286±22 | 7564±74  |
| Oregánó              | 14171±220 | 9071±60   | 2086±3   | 62,2±5,4  | 1400±0  | 1545±5   |
| Fűszerkömény         | 6225±1    | 12416±22  | 2987±0   | 23,4±0,1  | 6604±21 | 1794±11  |
| Metélőhagyma         | 17717±124 | 16718±78  | 1972±27  | 36,3±7,6  | 3224±13 | 3686±93  |
| Rozmaring            | 10491±99  | 7551±337  | 2368±66  | 97,5±16,8 | 531±18  | 1213±6   |
| Fokhagyma granulátum | 411±17    | 13056±329 | 758±28   | 422±14    | 4265±60 | 7137±314 |

A káliumtartalom esetében szintén kimagasló eredménye volt a bazsalikomnak és a kapornak. A fűszerköményben, metélőhagymában és a fokhagyma granulátumban a koncentrációk 10.000 mg/kg fölött voltak. Az oregánó és rozmaring fűszernövények mutatták a legalacsonyabb értékeket a vizsgált növények között.

A legmagasabb magnéziumtartalmat a bazsalikomban mértük, melynek kétszer nagyobb volt a koncentrációja, mint a kapornak, mely szintén magas értékkel rendelkezett a többi vizsgált mintához képest. 2.000-3.000 mg/kg közötti eredményt mutatott az oregánó, fűszerkömény, metélőhagyma és a rozmaring. A legalacsonyabb magnéziumtartalom a fokhagyma granulátumban volt.

Kiemelkedő nátriumtartalmat a kaporban mértünk, azonban a többi mintánál a koncentrációk igen alacsonyak voltak. Több, mint 100 mg/kg-os eredményt kaptunk a bazsalikom és a fokhagyma granulátum mintákban. A többi esetben 100 mg/kg alatti értékeket mértünk.

A foszfortartalomnál a fűszerkömény koncentrációja volt a legmagasabb, melyet a fokhagyma granulátum követett. 3.000-4.000 mg/kg közötti értékeket mértünk a bazsalikom, kapor és metélőhagyma esetében. A legalacsonyabb koncentrációja a rozmaringnak volt.



A kéntartalom meghatározása során minden mintánál több mint 1.000 mg/kg-os koncentrációt mértünk. Hasonlóan kiemelkedő értékeket kaptunk a kapor és fokhagyma granulátum esetében, melyet több mint 3.000 mg/kg-os koncentrációval követett a metélőhagyma minta. A többi fűszernél a bazsalikom kivételével 1.000 és 2.000 mg/kg közötti kéntartalmat detektáltunk.

Az **1. táblázat** eredményeit összevetve az általunk mért koncentrációkkal megállapítottuk, hogy vizsgálataink során magasabb eredményeket kaptunk a metélőhagyma kalcium-, valamint a kapor és a fűszerkömény kéntartalmában, továbbá alacsonyabb értékeket mértünk a kapor, oregánó és metélőhagyma kálium-, és a metélőhagyma foszfortartalmában. A mért koncentrációkból azonban arra következtethetünk, hogy a kapott eredmények hasonlóak a többi tanulmányban említett értékekkel, kivéve a nátriumtartalomra vonatkoztatott adatokat. Ebben az esetben ugyanis a szakirodalmi adatoktól jelentősen eltérő eredményeket láthatunk.

#### **4.2. A fűszerrel dúsított kenyerek mérési eredményei**

A kenyereket előre meghatározott recept alapján [4, 20] készítettük el, melyeknél szintén készültek fűszert nem tartalmazó minták. Ennek eredményei alapján megállapítottuk, hogy a szakirodalmi adatokhoz hasonlóak voltak a kontroll kenyerek mért paraméterei (Ca: 476; K: 2.200; Mg: 260; Na: 2585; P: 1478 és S: 1008 mg/kg [4]; Ca: 510; K: 2418; Mg: 285; Na: 3180; P: 1512 és S: 948 mg/kg [20]), kivéve a nátriumtartalmat.

Az eredményeket szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva adtuk meg (3., 4. és 5. táblázat). A táblázatokban az „a” jelölés mutatja a szignifikáns eltérést a kontroll mintától oszloponként.

##### 4.2.1. Kalciumtartalom eredményei

A dúsított kenyerek kalciumtartalmát a **3. táblázat** mutatja be. A fűszerek hozzáadása a legtöbb esetben növelte a dúsított kenyerek elemtartalmát. A legnagyobb növekedést a bazsalikomos kenyerek esetében tapasztaltuk. Ebben az esetben a különbség a kontrollmintához képest több mint 500 mg/kg volt. A kaprot, metélőhagymát és rozmaringot tartalmazó kenyerek körülbelül 300 mg/kg különbséget mutattak a kontroll és a 12 g fűszerekkel dúsított kenyér között. Az oregánóval és köménnyel dúsított kenyerek többlet-értéke kisebb, 100-200 mg/kg körüli volt.

Bár az oregánó kalciumtartalma meghaladta a 10.000 mg/kg-ot, a dúsított kenyérben nem tapasztaltunk olyan mértékű növekedést, mint a hasonló kalciumtartalmú fűszerek használatakor.

A legalacsonyabb kalciumtartalmat a fokhagyma granulátumos kenyérben határoztuk meg, amely 12 g fűszert tartalmazott. A többi minta a kontrollhoz képest szignifikáns eltéréseket mutatott.

##### 4.2.2. Kálium tartalom eredményei

A vizsgált minták káliumtartalmát szintén a **3. táblázat** tartalmazza. Az eredmények alapján az látszik, hogy a bazsalikom és a kapor hozzáadása növelte meg leginkább a kenyerek káliumkoncentrációját. A 12 g köménnyel dúsított kenyerek esetében mintegy 300 mg/kg eltérést tapasztaltunk a kontroll mintához képest. A többi esetben a különbség alig volt több, mint 200 mg/kg.

A káliumtartalom tekintetében a legnagyobb növekedést a bazsalikomos és a kapros kenyerek, majd a köményes, oregánós és fokhagyma granulátumos termékminták követték. A legalacsonyabb értékeket minden esetben a rozmaringos és a metélőhagymás kenyerekben mértük. Ez a különbség valószínűleg már a kontroll kenyerekben való eltérésnek köszönhető.

3. táblázat. A vizsgált fűszeres kenyerek kalcium és kálium tartalma (mg/kg), valamint a napi hozzájárulás 100 g termékre vetítve ( $p=0,01\%$ ; „a”-a jelölés a kontrolltól való eltérést jelenti oszloponként)

| Fűszer mennyisége (g) | Bazsalikom |           | Kapor      |           | Oregánó    |           | Fűszerkömény |           |
|-----------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|--------------|-----------|
|                       | Ca (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg)   | K (mg/kg) |
| <b>0</b>              | 452±37     | 2229±56   | 469±27     | 2190±67   | 461±12     | 2232±40   | 433±14       | 2290±57   |
| <b>NRV (%)</b>        | 5,65       | 11,1      | 5,86       | 10,9      | 5,76       | 11,2      | 5,41         | 11,5      |
| <b>2</b>              | 554±21     | 2293±48   | 515±7      | 2311±6    | 488±18     | 2201±64   | 447±10       | 2335±35   |
| <b>NRV (%)</b>        | 6,93       | 11,5      | 6,44       | 11,6      | 6,10       | 11,0      | 5,59         | 11,7      |
| <b>4</b>              | 666±9a     | 2488±9a   | 566±20a    | 2451±54a  | 555±5      | 2363±42   | 475±18       | 2371±70   |
| <b>NRV (%)</b>        | 8,33       | 12,4      | 7,08       | 12,3      | 6,94       | 11,8      | 5,94         | 11,8      |
| <b>6</b>              | 740±37a    | 2586±55a  | 602±6a     | 2449±44a  | 653±52a    | 2413±25a  | 520±24a      | 2577±53a  |
| <b>NRV (%)</b>        | 9,25       | 12,9      | 7,53       | 12,2      | 8,16       | 12,1      | 6,50         | 12,9      |
| <b>8</b>              | 828±36a    | 2751±89a  | 700±20a    | 2692±36a  | 666±42a    | 2374±17   | 520±7a       | 2532±53a  |
| <b>NRV (%)</b>        | 10,4       | 13,8      | 8,75       | 13,5      | 8,33       | 11,9      | 6,50         | 12,7      |
| <b>10</b>             | 903±23a    | 2859±32a  | 747±31a    | 2762±46a  | 748±50a    | 2469±80a  | 547±33a      | 2543±130a |
| <b>NRV (%)</b>        | 11,3       | 14,3      | 9,34       | 13,8      | 9,35       | 12,3      | 6,84         | 12,7      |
| <b>12</b>             | 1008±41a   | 2856±68a  | 787±33a    | 2872±60a  | 714±24a    | 2456±3a   | 555±24a      | 2614±37a  |
| <b>NRV (%)</b>        | 12,6       | 14,3      | 9,84       | 14,4      | 8,93       | 12,3      | 6,94         | 13,1      |

A 3. táblázat folytatása

| Fűszer mennyisége (g) | Metélőhagyma |           | Rozmaring  |           | Fokhagyma granulátum |           |
|-----------------------|--------------|-----------|------------|-----------|----------------------|-----------|
|                       | Ca (mg/kg)   | K (mg/kg) | Ca (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg)           | K (mg/kg) |
| <b>0</b>              | 497±7        | 1976±14   | 519±17     | 1980±40   | 498±5                | 2144±24   |
| <b>NRV (%)</b>        | 6,21         | 9,89      | 6,49       | 9,90      | 6,23                 | 10,7      |
| <b>2</b>              | 555±15a      | 1991±26   | 597±6      | 2069±37   | 493±8                | 2181±38   |
| <b>NRV (%)</b>        | 6,94         | 9,95      | 7,46       | 10,3      | 6,16                 | 10,9      |
| <b>4</b>              | 595±14a      | 2058±36   | 628±10a    | 2076±12   | 483±3                | 2206±35   |
| <b>NRV (%)</b>        | 7,44         | 10,3      | 7,85       | 10,4      | 6,04                 | 11,0      |
| <b>6</b>              | 660±13a      | 2125±36a  | 680±15a    | 2145±54a  | 474±2a               | 2217±16   |
| <b>NRV (%)</b>        | 8,25         | 10,6      | 8,50       | 10,7      | 5,93                 | 11,1      |
| <b>8</b>              | 720±6a       | 2141±24a  | 713±41a    | 2149±40a  | 462±9a               | 2232±8    |
| <b>NRV (%)</b>        | 9,00         | 10,7      | 8,91       | 10,7      | 5,78                 | 11,2      |
| <b>10</b>             | 745±12a      | 2132±10a  | 773±9a     | 2177±45a  | 481±9                | 2389±51a  |
| <b>NRV (%)</b>        | 9,31         | 10,7      | 9,66       | 10,8      | 6,01                 | 11,9      |
| <b>12</b>             | 799±12a      | 2196±23a  | 826±47a    | 2211±28a  | 454±2a               | 2367±39a  |
| <b>NRV (%)</b>        | 9,99         | 11,0      | 10,33      | 11,1      | 5,68                 | 11,8      |

#### 4.2.3. A magnéziumtartalom eredményei

A kenyerek magnéziumtartalmáról szóló adatokat a **4. táblázatban** közöltük. A fűszerekben a legmagasabb értékeket a bazsalikom és a kapor esetében mértük, ami befolyásolta a kenyerek magnéziumtartalmát. A mintákat vizsgálva a legmagasabb magnéziumtartalmat a bazsalikommal dúsított termékekben határoztuk meg. Ez volt a legnagyobb eltérés (200 mg/kg) a kontroll és a 12 g fűszert tartalmazó minták között. Ezt az eredményt követték a kaporral dúsított kenyerek. A köményes és a rozmaringos termékek hasonló tendenciát mutattak, maximum 60 mg/kg-os eltéréssel, a legtöbb fűszert tartalmazó minta és a kontroll között. Az oregánós kenyerek esetében a növekedés mértéke 40 mg/kg volt a legtöbb fűszert tartalmazó kenyérben a kontroll termékhez képest. Azoknál a fűszereknél, ahol a magnéziumtartalom 2000 mg/kg alatt volt, nem volt szignifikáns különbség a dúsított kenyerekben. Az azonos fűszermennyiséget figyelembe véve minden esetben a bazsalikommal dúsított kenyerekben mértük a legmagasabb értékeket. A legalacsonyabb koncentrációt a fokhagyma granulátumos és metélőhagymás kenyerekben mutattuk ki.

4. táblázat. A vizsgált fűszeres kenyerek magnézium és nátrium tartalma (mg/kg), valamint a napi hozzájárulás 100 g termékre vetítve ( $p=0,01\%$ ; „a”-a jelölés a kontrolltól való eltérést jelenti oszloponként)

| Fűszer mennyisége (g) | Bazsalikom |            | Kapor      |            | Oregánó    |            | Fűszerkömény |            |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|
|                       | Mg (mg/kg) | Na (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Na (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Na (mg/kg) | Mg (mg/kg)   | Na (mg/kg) |
| 0                     | 254±15     | 2663±78    | 264±12     | 2698±108   | 271±4      | 2497±45    | 267±4        | 2483±29    |
| <b>NRV (%)</b>        | 6,77       | 13,3       | 7,04       | 13,5       | 7,23       | 12,5       | 7,12         | 12,4       |
| 2                     | 285±4      | 2612±18    | 274±1      | 2670±11    | 267±5      | 2443±51    | 278±3        | 2391±33    |
| <b>NRV (%)</b>        | 7,60       | 13,1       | 7,31       | 13,4       | 7,12       | 12,2       | 7,41         | 11,9       |
| 4                     | 327±4a     | 2810±21    | 290±8      | 2721±47    | 292±5      | 2450±44    | 289±7        | 2439±57    |
| <b>NRV (%)</b>        | 8,72       | 14,1       | 7,73       | 13,6       | 7,78       | 12,3       | 7,71         | 12,2       |
| 6                     | 352±12a    | 2713±61    | 293±3      | 2738±48    | 308±9a     | 2440±32    | 314±11a      | 2507±95    |
| <b>NRV (%)</b>        | 9,38       | 13,6       | 7,81       | 13,7       | 8,21       | 12,2       | 8,37         | 12,5       |
| 8                     | 387±22a    | 2781±110   | 322±9a     | 2884±65    | 303±6a     | 2379±32    | 312±3a       | 2458±44    |
| <b>NRV (%)</b>        | 10,3       | 13,9       | 8,59       | 14,4       | 8,08       | 11,9       | 8,32         | 12,3       |
| 10                    | 414±4a     | 2813±43    | 327±9a     | 2887±51    | 319±13a    | 2412±73    | 320±17a      | 2382±123   |
| <b>NRV (%)</b>        | 11,0       | 14,1       | 8,72       | 14,4       | 8,51       | 12,1       | 8,53         | 11,9       |
| 12                    | 444±13a    | 2710±75    | 339±12a    | 3033±97a   | 309±3a     | 2376±17    | 328±8a       | 2478±49    |
| <b>NRV (%)</b>        | 11,8       | 13,6       | 9,04       | 15,2       | 8,24       | 11,9       | 8,74         | 12,4       |

A 4. táblázat folytatása

| Fűszer mennyisége (g) | Metélőhagyma |            | Rozmaring  |            | Fokhagyma granulátum |            |
|-----------------------|--------------|------------|------------|------------|----------------------|------------|
|                       | Mg (mg/kg)   | Na (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Na (mg/kg) | Mg (mg/kg)           | Na (mg/kg) |
| 0                     | 256±2        | 2432±13    | 262±7      | 2828±46    | 257±3                | 2507±51    |
| <b>NRV (%)</b>        | 6,82         | 12,2       | 6,99       | 14,1       | 6,85                 | 12,5       |
| 2                     | 255±3        | 2512±57    | 284±5      | 3011±59    | 259±5                | 2513±51    |
| <b>NRV (%)</b>        | 6,80         | 12,6       | 7,57       | 15,1       | 6,91                 | 12,6       |
| 4                     | 258±3        | 2524±23    | 288±3      | 3053±40a   | 259±1                | 2595±38    |
| <b>NRV (%)</b>        | 6,88         | 12,6       | 7,68       | 15,3       | 6,91                 | 12,9       |
| 6                     | 264±4        | 2567±64    | 302±7a     | 3165±74a   | 255±1                | 2546±11    |
| <b>NRV (%)</b>        | 7,04         | 12,8       | 8,05       | 15,8       | 6,80                 | 12,7       |
| 8                     | 265±5        | 2444±39    | 305±11a    | 3242±25a   | 252±2                | 2455±11    |
| <b>NRV (%)</b>        | 7,07         | 12,2       | 8,13       | 16,2       | 6,72                 | 12,3       |
| 10                    | 257±3        | 2398±18    | 318±5a     | 3050±75a   | 262±4                | 2598±73    |
| <b>NRV (%)</b>        | 6,85         | 11,9       | 8,48       | 15,3       | 6,99                 | 13,0       |
| 12                    | 264±3        | 2317±43    | 329±11a    | 3113±68a   | 252±2                | 2453±23    |
| <b>NRV (%)</b>        | 7,04         | 11,6       | 8,77       | 15,6       | 6,72                 | 12,3       |

#### 4.2.4. A nátrium tartalom eredményei

Az elkészített termékek nátriumtartalmára vonatkozó adatok a **4. táblázatban** láthatók. A mintákat tekintve a mért értékek 2.400 és 3.100 mg/kg között voltak. A fűszerek nátrium tartalma alacsony volt a többi makroelemhez képest, kivéve a kaprot. A bazsalikomos, oregánós, köményes és fokhagyma granulátumos termékek eredményeiben nem volt statisztikailag igazolt különbség. A kapos minták esetében a növekedés oka valószínűleg a fűszer nátriumtartalma volt, ami befolyásolta a végtermékek elemtartalmát.

A metélőhagyma és a rozmaryng esetében a fűszerek nátriumtartalma 100 mg/kg alatt volt. Ezért az egyik esetben a csökkenés, a másik esetben a növekedés nem magyarázható. Az azonos mennyiségű fűszert figyelembe véve a legmagasabb nátriumtartalmat a rozmaryngos, kapros és bazsalikomok kenyerekben mértünk. Ez a tendencia a kontroll kenyerek esetében is megfigyelhető volt. Mivel a kenyerek kézzel készültek ezért előfordulhat, hogy a konyhasó eloszlása nem minden esetben volt sikeres, ebből is adódhatnak eltérések.

5. táblázat. A vizsgált fűszeres kenyerek magnézium és nátrium tartalma (mg/kg), valamint a napi hozzájárulás 100 g termékre vetítve ( $p=0,01\%$ ; „a”-a jelölés a kontrolltól való eltérést jelenti oszloponként)

| Fűszer mennyisége (g) | Bazsalikom |           | Kapor     |           | Oregánó   |           | Fűszerkömény |           |
|-----------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|
|                       | P (mg/kg)  | S (mg/kg) | P (mg/kg) | S (mg/kg) | P (mg/kg) | S (mg/kg) | P (mg/kg)    | S (mg/kg) |
| 0                     | 1448±65    | 905±44    | 1489±34   | 1049±68   | 1491±22   | 987±38    | 1530±25      | 1072±5    |
| <b>NRV (%)</b>        | 20,7       |           | 21,3      |           | 21,3      |           | 21,9         |           |
| 2                     | 1483±27    | 929±14    | 1493±2    | 1010±6    | 1446±33   | 963±19    | 1556±15      | 1069±6    |
| <b>NRV (%)</b>        | 21,2       |           | 21,3      |           | 20,7      |           | 22,2         |           |
| 4                     | 1531±8     | 987±14    | 1529±30   | 1034±28   | 1539±27   | 1022±31   | 1585±39      | 1109±25   |
| <b>NRV (%)</b>        | 21,8       |           | 21,8      |           | 21,9      |           | 22,6         |           |
| 6                     | 1534±26    | 989±46    | 1478±30   | 1043±40   | 1582±27   | 1067±34   | 1689±32      | 1169±72   |
| <b>NRV (%)</b>        | 21,9       |           | 21,1      |           | 22,6      |           | 24,1         |           |
| 8                     | 1554±41    | 1022±60   | 1586±32   | 1128±49   | 1543±19   | 1046±28   | 1655±26a     | 1143±7    |
| <b>NRV (%)</b>        | 22,2       |           | 22,7      |           | 22,0      |           | 23,6         |           |
| 10                    | 1565±8     | 1061±22a  | 1561±27   | 1113±31   | 1566±48   | 1086±45   | 1676±75a     | 1171±60   |
| <b>NRV (%)</b>        | 22,4       |           | 22,3      |           | 22,4      |           | 23,9         |           |
| 12                    | 1575±51    | 1060±54a  | 1583±40   | 1135±53   | 1518±8    | 1050±3    | 1695±33a     | 1157±37   |
| <b>NRV (%)</b>        | 22,5       |           | 22,6      |           | 21,7      |           | 24,2         |           |

Az 5. táblázat folytatása

| Fűszer mennyisége (g) | Metélőhagyma |           | Rozmaryng |           | Fokhagyma granulátum |           |
|-----------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|-----------|
|                       | P (mg/kg)    | S (mg/kg) | P (mg/kg) | S (mg/kg) | P (mg/kg)            | S (mg/kg) |
| 0                     | 1470±16      | 977±6     | 1490±27   | 947±16    | 1529±16              | 988±25    |
| <b>NRV (%)</b>        | 21,0         |           | 21,2      |           | 21,8                 |           |
| 2                     | 1440±5       | 979±9     | 1554±24   | 980±24    | 1552±19              | 1037±27   |
| <b>NRV (%)</b>        | 20,6         |           | 22,2      |           | 22,2                 |           |
| 4                     | 1474±23      | 993±16    | 1525±23   | 978±8     | 1548±13              | 1079±29   |
| <b>NRV (%)</b>        | 21,1         |           | 21,8      |           | 22,1                 |           |
| 6                     | 1478±16      | 1020±34   | 1546±39   | 1003±31   | 1548±8               | 1070±11   |
| <b>NRV (%)</b>        | 21,1         |           | 22,1      |           | 22,1                 |           |
| 8                     | 1463±20      | 1013±26   | 1513±22   | 997±17    | 1547±16              | 1096±7    |
| <b>NRV (%)</b>        | 20,9         |           | 21,6      |           | 22,1                 |           |
| 10                    | 1431±12      | 993±7     | 1536±21   | 1015±24   | 1613±20              | 1185±57   |
| <b>NRV (%)</b>        | 20,4         |           | 21,9      |           | 23,0                 |           |
| 12                    | 1464±16      | 1019±24   | 1521±22   | 1007±21   | 1576±21              | 1164±16   |
| <b>NRV (%)</b>        | 20,9         |           | 21,7      |           | 22,5                 |           |

#### 4.2.5. A foszfortartalom mérési eredményei

A minták foszfortartalomra kapott eredményei az **5. táblázatban** láthatók. Az eredmények alapján a kenyerek foszfortartalma hasonló volt. A legtöbb esetben nem volt statisztikailag igazolható különbség a minták között. A köményes és fokhagyma granulátumos termékekben kisebb eltéréseket mértünk, ami a fűszerek foszfortartalmából adódik. Ezeknél a fűszereknél a foszfortartalom meghaladta a 4.000 mg/kg-ot. A többi fűszernél minden más esetben 4.000 mg/kg alatti koncentrációt határoztunk meg.

A legmagasabb foszfortartalmat a köményes termékekben mértük, ezt követik a kapros, fokhagyma granulátumos és a bazsalikomos kenyerek. A legalacsonyabb koncentrációt a metélőhagymával ízesített termékekben határoztuk meg; azonban alacsony foszfortartalmat mértünk a rozmaryingos és oregánós kenyerekben is.

#### 4.2.6. A kén tartalom eredményei

A kenyerek kén tartalmát az **5. táblázat** mutatja be. A kapott koncentrációk alapján a bazsalikomos és fokhagyma granulátumos termékekénél nagyobb, míg a többi dúsításnál csak kisebb eltéréseket mértünk a fűszermennyiségek növelésénél. A fűszereket elemezve a legmagasabb kén tartalmat a kaporban és a fokhagyma granulátumban határoztuk meg (több mint 7.000 mg/kg), azonban a kenyérhez a nagyobb mennyiség hozzáadása nem emelt annak mért koncentrációján. Látható, hogy a többi esetben sem növekedett meg a mért paraméter értéke a fűszermennyiségek mennyiségének növelésével. Kiseb eltérések tapasztalhatók, azonban a fűszerek kén tartalma nem volt jelentős hatással a végtermékek kén tartalmára.

A táplálkozási referenciaértékből (NRV) számított napi beviteli hozzájárulás eredményei

A **3., 4. és az 5. táblázat** rendre a (Ca, K), (Mg, Na), illetve a (P) a napi hozzájárulási értékeket mutatja 100 g termékre vonatkoztatva.

Kalciumtartalom esetén napi 100 g kontroll kenyér elfogyasztása a napi kalciumbevétel 5-6%-át fedezi. A mintákban a fűszerek mennyiségének növelésével ezek az értékek is emelkedtek. A legmagasabb hozzájárulást a bazsalikomos kenyerek, majd a rozmaryingos, kapros és metélőhagymás termékek esetében számoltuk.

A kálium tartalom esetében a kontroll kenyerek hozzájárulása 10 és 11% között volt. Különböző mennyiségű fűszer hozzáadásánál kisebb növekedést számoltunk, mint a kalcium tartalom esetében. A legtöbb fűszeres kenyér esetében a napi hozzájárulás növekedése akár 3%-ot is elért (bazsalikomos és kapros minták) a kontroll termékekhez képest.

A kontroll kenyerek magnéziumtartalma a napi magnéziumbevétel körülbelül 7%-át teszi ki. Ebben az esetben is a bazsalikomos kenyérben mutatkoztak a legjelentősebb eltérések. A növekedés mértéke több mint 5% volt 12 g fűszer esetében a kontroll mintához képest.

Az összes minta nátrium beviteli értéke 12 és 13% körüli értéket mutatott. A kapros és rozmaryingos termékek esetében ezek az értékek emelkednek.

A foszfortartalmat tekintve az összes kenyér a napi foszforbevétel több mint 20%-át fedezi. A köményes minták hozzájárulása minimális növekedést mutatott. A 12 g fűszerrel dúsított kenyérnél a kontroll termékekhez képest 2% körüli volt a növekedés.

### 5. Következtetések

Amint az eredmények is mutatják, maguk a fűszerek magas makroelem tartalommal rendelkeznek. A bazsalikom kiemelkedő volt a kalcium, a kálium, a magnézium és a nátrium tekintetében. Magas értékeket mértünk még a kaporban, metélőhagymában, oregánóban és fokhagyma granulátumban is.

A dúsított kenyerekben nőtt a kalcium-, kálium- és magnéziumtartalom. A kalcium esetében a legnagyobb eltérést a bazsalikom termékekben tapasztaltuk. A többi mintánál is egyértelmű növekedés volt tapasztalható, kivéve a fokhagyma granulátum alkalmazása során.

A bazsalikomos és a kapros termékek kálium tartalma tekintetében is kiemelkedő eredményeket értünk el. A kontroll minta és a 12 g fűszeres kenyér között, közel 600 mg/kg különbséget mértünk.

A magnéziumtartalomban nem volt szignifikáns különbség. Nagyobb koncentráció növekedés csak a bazsalikomos termékekénél volt tapasztalható.

Nátriumtartalomnál a rozmaryingos és a kapros minták mutattak némi emelkedést, ami azonos mennyiségű fűszer esetén is megfigyelhető.

A foszfor- és kén tartalom között nem találtunk jelentős különbségeket; hasonló eredményeket mértünk.

Az eredmények alapján a makroelemek közül a legnagyobb napi hozzájárulást a bazsalikomos kenyerek adták, melyet a kapros kenyerek követtek. A kenyerek nátriumtartalma esetében a kapros és rozmaryingos termékek napi beviteli hozzájárulásai voltak a legnagyobbak.

Összességében sikerült olyan termékeket előállítani, amelyek elemtartalma a legtöbb esetben jelentősen eltért a kontroll kenyerekétől, így a termékek hozzájárulása a napi referenciaértékekhez is emelkedett.

## 6. Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Magyarországi Innovációs és Technológiai Minisztérium Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Programja (NKFIH-1150-6/2019) finanszírozta, a Debreceni Egyetem 4. tematikus programja keretében.

## 7. Irodalom

- [1] Balestra F., Cocci E., Pinnavaia G., Romani S. (2011): Evaluation of antioxidant, rheological and sensorial properties of wheat flour dough and bread containing ginger powder. *LWT- Food Science and Technology* **44** (3) pp. 700-705. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.10.017>
- [2] Gawlik-Dziki U., Swieca M., Dziki D., Baraniak B., Tomiło J., Czyz J. (2013): Quality and antioxidant properties of breads enriched with dry onion (*Allium cepa* L.) skin. *Food Chemistry* **138** (2-3) pp. 1621-1628. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.151>
- [3] Dziki D., Rozyło R., Gawlik-Dziki U., Swieca M. (2014): Current trends in the enhancement of antioxidant activity of wheat bread by the addition of plant materials rich in phenolic compounds. *Trends in Food Science and Technology* **40** (1) pp. 48-61. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2014.07.010>
- [4] Varga-Kántor A., Alexa L., Topa E., Kovács B., Cziza N. (2021): Szárított bazsalikkal dúsított kenyerek vizsgálata és eredményeinek értékelése. *Élelmiszervizsgáló közlemények*. **LXVII** (4) pp. 3665-3671. DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2021/4-3-HUN>
- [5] Gibson, M. (2018). *Food Science and the Culinary Arts*. Academic Press is an imprint of Elsevier
- [6] Pushpagadan P., George V. (2012): *Basil*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited
- [7] Kurian, A. (2012): *Health benefits of herbs and spices*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 2. Second Edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [8] Peter K.V. (2012): *Introduction to herbs and spices: medicinal uses and sustainable production*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 2. Second Edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [9] Charles D.J. (2013): *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*. Springer Science+Business Media New York.
- [10] Gupta R. (2012): *Dill*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [11] Kintzios S.E. (2012): *Oregano*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 2. Second Edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [12] Chen H. (2012): *Chives*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [13] Sasikumar B. (2012): *Rosemary*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [14] Pandey U.B. (2012): *Garlic*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [15] Barin J.S., Pereira J.S.F., Mello P.A., Knorr C.L., Moraes D.P., Mesko M.F., Nóbrega J.A., Korn M.G.A., Flores E.M.M. (2012): Focused microwave-induced combustion for digestion of botanical samples and metals determination by ICP OES and ICP-MS. *Talanta* **94** pp. 308-314. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2012.03.048>
- [16] Özcan M. (2004): Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. *Food Chemistry* **84** (3), pp. 437-440. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00263-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00263-2)
- [17] Rahmatollah R., Mahbobeh R. (2010): Mineral contents of some plants used in Iran. *Pharmacognosy Research* **4** pp. 267-270. DOI: <https://doi.org/10.4103/0974-8490.69130>
- [18] Özcan M.M., Akbulut M. (2007): Estimation of minerals, nitrate and nitrite contents of medicinal and aromatic plants used as spices, condiments and herbal tea. *Food Chemistry* **106** (2) pp. 852-858. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.045>

- [19] Ozyigit I.I., Yalcin B., Turan S., Saracoglu I.A., Karadeniz S., Yalcin I.E., Demir G. (2018): Investigation of Heavy Metal Level and Mineral Nutrient Status in Widely Used Medicinal Plants' Leaves in Turkey: Insights into Health Implications. *Biological Trace Element Research* **182** pp. 387-406. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-017-1070-7>
- [20] Kántor A., Fischinger L.Á., Alexa L., Papp-Topa E., Kovács B., Czipa N. (2019): Funkcionális kenyér, avagy a fokhagyma és készítményei hatása a kenyér egyes paramétereire/Functional bread, or the effects of garlic and its products on certain parameters of bread. *Élelmiszervizsgálati közlemények/ Journal of Food Investigation* **65** (4) pp. 2704-2714.
- [21] USDA (2011): USDA National Nutrient Database for Standard References. United States Department of Agriculture/Agriculture Research Service, Washington DC. <https://www.nal.usda.gov/fnic/usda-nutrient-data-laboratory>
- [22] Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (2007): Sütőipari termékek vizsgálati módszerei. Magyar Szabvány MSz 20501-1. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [23] Kovács B., Győri Z., Csapó J., Loch J., Dániel P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* **27** (5-8) pp. 1177-1198. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103629609369625>
- [24] REGULATION (EU) No 1169/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL (2011): <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:304:0018:0063:en:PDF>
- [25] EFSA (2019): Dietary reference values for sodium. *EFSA Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5778>

## *Determination of the macroelement content of breads fortified with different spices and their contribution to the nutrient reference value*

**Keywords:** spices, bread, fortification, macroelement, nutrient reference value (NRV)

### 1. SUMMARY

Many studies are published on food fortification, as the production, testing and consumption of functional foods has become a central issue these days. Bread is one of our important staple foods, and we also regularly eat various spices. Bread may also contain spices. In the course of our work, bread recipes containing different spices in different quantities were developed. In this study, the macroelement content of seven spices (basil, dill, oregano, caraway, chives, rosemary and garlic granules) and 42 fortified breads were determined using an inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES), and their contribution to the nutrient reference value (NRV) was calculated. Based on the measured concentrations, higher element contents were measured in the spices used by us compared to the values of other studies. Outstanding results values were determined in basil, dill, oregano and chives.

In the case of breads, the calcium, potassium and magnesium content of the products made with the above-mentioned spices was higher than the data found in the literature. Taking into account the results, it was possible to produce macroelement-containing products that contribute to the body's daily macroelement needs more than usual.

<sup>1</sup> University of Debrecen, Institute of Food Science

**Andrea VARGA-KÁNTOR**  
**Loránd ALEXA**  
**Emőke TOPA**  
**Béla KOVÁCS**  
**Nikolett CZIPA**

kantor.andrea@agr.unideb.hu  
alexal@agr.unideb.hu  
papp-topa.emoke@agr.unideb.hu  
kovacs@agr.unideb.hu  
czipa@agr.unideb.hu

<https://orcid.org/0000-0003-2296-3011>  
<https://orcid.org/0000-0001-5281-2340>  
<https://orcid.org/0000-0002-0551-8058>  
<https://orcid.org/0000-0002-6439-4753>  
<https://orcid.org/0000-0001-6966-4380>



## 2. Introduction

Conscious food consumers have recognized and accepted that the consumption of “healthier” foods can prevent certain diseases. (The term “healthier” food can be misleading, because according to EU laws, “unhealthy” food cannot be placed on the market. In the present case, I accept that this term represents a comparative. The Ed.) In addition to researchers, industry also strives to develop and produce „healthier” foods [1, 2]. Bread and bakery products play an important role in the human diet. Wheat bread is generally an efficient source of energy and contains irreplaceable nutrients. The fortification of these products with functional components is widespread in order to improve health protection [3]. Examples of such components are spices and herbs [1, 2], as well as byproducts of cereals, pseudo-cereals, vegetable or fruit products [3].

Several publications have reported on the fortification of breads with various substances, which was also detailed by Varga-Kántor et al. [4].

Fortified breads are more valuable than plain bread from a nutritional physiology point of view, as they contain ingredients that have a beneficial effect on health. Spices and herbs are examples of this.

These plants, which are equally important in the pharmaceutical industry and in gastronomy, have been used by mankind for a long time. They have a strong, concentrated smell and taste, so consuming large amounts of herbs may even have an adverse sensory effect [5]. The spices we used and their active ingredients are applied in the treatment of several diseases. Many scientific books and studies have reported on their use in this area.

A detailed description of the spices used and measured in our experimental program can be found in the following sources: Pushpagadan [6], Kurian [7], Peter [8], Charles [9], Gupta [10], Kintzios [11], Chen [12], Sasikumar [13], Pandey [14]. These works describe the origin of the spices, their physiological effects on humans, and their history.

Spices that contain compounds with potent antioxidant and disease-preventing effects have a high element content, which is important for a balanced diet and lifestyle. **Table 1** contains the measurement results of other authors for these parameters.

Table 1. Spices' element content in other studies (mg/kg)

| Spices                 | Ca  | K  | Mg   | Na  | P   | S   |
|------------------------|---|--|--|---|---|---|
| <b>Basil</b>           | 22600-24800 <sup>(15)</sup> ;<br>12363 <sup>(16)</sup> ;<br>15759 <sup>(18)</sup> ;<br>10481-10712 <sup>(19)</sup> ;<br>22400 <sup>(21)</sup> | 24811 <sup>(16)</sup> ;<br>27669 <sup>(18)</sup> ;<br>8708-8726 <sup>(19)</sup> ;<br>26300 <sup>(21)</sup> | 6150-6810 <sup>(15)</sup> ;<br>5738 <sup>(16)</sup> ;<br>3130 <sup>(18)</sup> ;<br>2193-2197 <sup>(19)</sup> ;<br>7110 <sup>(21)</sup> | 20.7 <sup>(16)</sup> ; 2894 <sup>(18)</sup> ;<br>78.9-83.1 <sup>(19)</sup> ;<br>760 <sup>(21)</sup> | 4960 <sup>(16)</sup> ;<br>8259 <sup>(18)</sup> ;<br>2740 <sup>(21)</sup>  | 1923 <sup>(16)</sup>                      |
| <b>Dill</b>            | 11750 <sup>(16)</sup> ;<br>17800 <sup>(17)</sup> ;<br>17840 <sup>(21)</sup>   | 35723 <sup>(16)</sup> ;<br>72000 <sup>(17)</sup> ;<br>33080 <sup>(21)</sup>                                | 4628 <sup>(16)</sup> ;<br>19940 <sup>(17)</sup> ;<br>4510 <sup>(21)</sup>  | 477 <sup>(16)</sup> ; 4800 <sup>(17)</sup> ;<br>2080 <sup>(21)</sup>                                | 1745 <sup>(16)</sup> ;<br>14600 <sup>(17)</sup> ;<br>5430 <sup>(21)</sup> | 5699 <sup>(16)</sup> ; 24 <sup>(17)</sup> |
| <b>Oregano</b>         | 10600-11200 <sup>(15)</sup> ;<br>10473 <sup>(16)</sup> ; 15970 <sup>(21)</sup>  | 19625 <sup>(16)</sup> ;<br>12600 <sup>(21)</sup>   | 1910-2150 <sup>(15)</sup> ;<br>3268 <sup>(16)</sup> ;<br>2700 <sup>(21)</sup>  | 21.2 <sup>(16)</sup> ; 250 <sup>(21)</sup>  | 1609 <sup>(16)</sup> ;<br>1480 <sup>(21)</sup>                            | 1947 <sup>(16)</sup>                      |
| <b>Caraway</b>         | 6781 <sup>(16)</sup> ;<br>6890 <sup>(21)</sup>  | 5343 <sup>(16)</sup> ;<br>13510 <sup>(21)</sup>  | 2313 <sup>(16)</sup> ;<br>2580 <sup>(21)</sup>   | 4.74 <sup>(16)</sup> ; 170 <sup>(21)</sup>  | 1853 <sup>(16)</sup> ;<br>5680 <sup>(21)</sup>                            | 738 <sup>(16)</sup>                       |
| <b>Chives</b>          | 9260-9490 <sup>(16)</sup> ;<br>8130 <sup>(21)</sup>   | 26900 <sup>(21)</sup>  | 2960-3260 <sup>(15)</sup> ;<br>6400 <sup>(21)</sup>  | 700 <sup>(21)</sup>   | 5180 <sup>(21)</sup>  | no data                                   |
| <b>Rosemary</b>        | 10899 <sup>(16)</sup> ;<br>8605 <sup>(18)</sup> ;<br>8309-8417 <sup>(19)</sup> ;<br>12800 <sup>(21)</sup>                                     | 9356 <sup>(16)</sup> ;<br>11116 <sup>(18)</sup> ;<br>5620-5740 <sup>(19)</sup> ;<br>9550 <sup>(21)</sup>   | 3688 <sup>(16)</sup> ;<br>2407 <sup>(18)</sup> 869-887 <sup>(19)</sup> ; 2200 <sup>(21)</sup>  | 25.6 <sup>(16)</sup> ;<br>4893 <sup>(18)</sup> ; 298-303 <sup>(19)</sup> ; 500 <sup>(21)</sup>      | 418 <sup>(16)</sup> ; 8205 <sup>(18)</sup> ;<br>700 <sup>(21)</sup>       | 1030 <sup>(16)</sup>                      |
| <b>Garlic granules</b> | 668 <sup>(19)</sup> ; 790 <sup>(20)</sup>   | 11957 <sup>(20)</sup> ;<br>11930 <sup>(21)</sup>   | 848 <sup>(20)</sup> ; 770 <sup>(21)</sup>  | 571 <sup>(20)</sup> ; 600 <sup>(21)</sup>   | 4091 <sup>(20)</sup> ;<br>4140 <sup>(21)</sup>                            | 6906 <sup>(20)</sup>                      |

While Barin et al. [15] and the USDA [21] measured a calcium concentration of 22,000 mg/kg in basil, the values reported by other authors were between 10,000 and 15,000 mg/kg. In the case of dill, the results of Rahmatollah and Mahbobeh [17] and the USDA [21] were similar, while lower concentrations were measured by Özcan [16]. The USDA database [21] had a higher calcium content for oregano than Barin et al. [15] and Özcan [16]. The calcium content of caraway was similar [16, 21], while in the case of chives, there was a 1,000 mg/kg difference [15, 21]. When looking at rosemary, the results show that two authors obtained similar results of about 8,000 mg/kg [18, 19], but in the other two cases, higher calcium contents were determined [16, 21]. In the case of garlic granules, there was no significant difference between the measured concentrations [20, 21].

In the case of potassium content, the highest concentration was measured in dill. Potassium contents close to 34,000 mg/kg were determined by two authors [16, 21], but the values of Rahmatollah and Mahbobeh [17] were twice as high. In the case of basil, concentrations above 24,000 mg/kg were measured by three authors [16, 18, 21], however, Ozygit et al. [19] only measured a potassium content of 8,000 mg/kg. In the case of oregano, the measured values of this parameter were between 12,000 and 19,000 mg/kg. In the case of caraway, the results obtained differed significantly. The USDA database [21] described a potassium content of more than 26,000 mg/kg in chives. The potassium content of rosemary was similar in two cases [16, 21]. Ozygit et al. [19] measured a lower value than this, while the value measured by Özcan [16] was approximately 2,000 mg/kg higher. There was no significant difference in the results of garlic granules.

Looking at the magnesium content results, there were significant differences for all spices between the concentrations measured and published by the researchers. The determined values were in the order of thousands, with the exception of garlic granules.

A similar trend can be observed for the sodium content, as the measured concentrations differ significantly in the various studies.

In the case of phosphorus, similar values were obtained by the authors for oregano and garlic granules. In the case of the other herbs, there were significant differences between the results of the authors, often in the order of thousands.

Regarding the sulfur content of the spices, it can be seen that very different concentrations were determined in dill, and very high values were obtained for the garlic granules.

### **3. Materials and methods**

#### **3.1. Preparation of the breads**

In this study, the macroelement content of seven dried spices (basil, dill, oregano, caraway, chives, rosemary and garlic granules) and 42 fortified breads was determined.

The raw materials for the products were purchased in a supermarket in Debrecen. After the analysis of the spices, the breads were prepared based on the recipe of Varga-Kántor et al. [4] and Kántor et al. [20].

These samples contained different concentrations of dried spices (0, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 g). The additional ingredients were wheat flour (BL 55, 500 g), 10% vinegar (8 g), sunflower oil (44 g), salt (5 g), granulated sugar (5 g), yeast (30 g), milk (2.8% fat, 150 ml) and 25 °C water (100 ml). The ingredients were stored at room temperature, in their original packaging, in the dark or in a refrigerator until the products were prepared. After kneading, the leavening time was 1 hour at room temperature. The next step was the shaping of the loaves, followed by resting for 10 minutes. The breads were baked in a convection oven at 210 °C and 95% humidity for 15 minutes (RXB 606, convection oven, Budapest, Hungary). After baking, the products were left in the oven for 6 minutes.

#### **3.2. Determination of element content**

In the case of spices, the samples purchased in the store were not dried, but the breads were dried according to standard MSZ 20501-1 [22]. Sample preparation was carried out based on the method of Kovács et al. [23]. After measuring the bread into a digestion tube, 10 ml of nitric acid (69% v/v; VWR International Ltd., Radnor, USA) was added to the sample and it was left to stand overnight. Predigestion was carried out at 60 °C for 30 minutes. After cooling, before the main digestion, 3 ml of hydrogen peroxide (30% v/v; VWR International Ltd., Radnor, USA) was used, and then the sample was kept at 120 °C for 90 minutes. After cooling, it was diluted with high purity water (Millipore SAS, Molsheim, France) and the mixture was filtered on filter paper (388, Sartorius Stedim Biotech SA, Gottingen, Germany). The element content was determined using an ICP-OES (Inductively coupled plasma optical emission spectrometer, Thermo Scientific iCAP 6300, Cambridge, UK) instrument. The wavelengths used were 315.8 nm (Ca), 769.8 nm (K), 280.2 nm (Mg), 818.3 nm (Na), 185.9 nm (P) and 180.7 nm (S).

### 3.3. Statistical analysis

To determine the mean, standard deviation and statistically verifiable differences, one-factor analysis of variance (Tukey and Dunnett's T3 test) was used with SPSS statistical software (version 13; SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA). Measurements were carried out in triplicate.

### 3.4. Calculation of the daily intake value from the nutrient reference value (NRV)

NRV values are contained in Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council [24] and the EFSA scientific bulletin [25]. Data are presented as a percentage for 100 g of product, which means the consumption of approximately 1.5 slices of bread.

NRV (%) = (element content of the bread/daily reference intake) x100

In the case of sodium, the daily reference intake is 2,000 mg [25], while no relevant data were found for sulfur.

## 4. Results and evaluation

### 4.1. Measurement results of the element content of the spices

The results of the macroelement content measurements of the herbs examined by us are presented in **Table 2**. The values are given on an as received basis.

The highest calcium concentration was measured in the case of basil, followed by chives. The measured values were similar in dill and oregano. A value of more than 10,000 mg/kg was measured in rosemary, while in the case of caraway, the concentration was higher than 6,000 mg/kg. The lowest calcium content was measured in garlic granules.

Table 2. Element content of the spices for original matter (mg/kg)

| Spices          | Ca        | K         | Mg       | Na        | P       | S        |
|-----------------|-----------|-----------|----------|-----------|---------|----------|
| Basil           | 21389±871 | 26862±590 | 7650±372 | 695±18    | 3816±88 | 2596±77  |
| Dill            | 15033±482 | 21583±942 | 3595±95  | 8508±213  | 3286±22 | 7564±74  |
| Oregano         | 14171±220 | 9071±60   | 2086±3   | 62.2±5.4  | 1400±0  | 1545±5   |
| Caraway         | 6225±1    | 12416±22  | 2987±0   | 23.4±0.1  | 6604±21 | 1794±11  |
| Chives          | 17717±124 | 16718±78  | 1972±27  | 36.3±7.6  | 3224±13 | 3686±93  |
| Rosemary        | 10491±99  | 7551±337  | 2368±66  | 97.5±16.8 | 531±18  | 1213±6   |
| Garlic granules | 411±17    | 13056±329 | 758±28   | 422±14    | 4265±60 | 7137±314 |

In the case of the potassium content, basil and dill exhibited outstanding values. In caraway, chives and garlic granules, the concentrations were above 10,000 mg/kg. The herbs oregano and rosemary showed the lowest values among the plants analyzed.

The highest magnesium content was measured in basil, which had twice the concentration of dill, which also had a high value compared to the other samples tested. The values for oregano, caraway, chives and rosemary were between 2,000 and 3,000 mg/kg. The lowest magnesium content was found in garlic granules.

An outstanding sodium content was measured in dill, but the concentrations were very low on the other samples. Values higher than 100 mg/kg were obtained for the basil and garlic granule samples. In the other cases, the measured values were below 100 mg/kg.

In case of the phosphorus content, the concentration in caraway was the highest, followed by the garlic granules. Values between 3,000 and 4,000 mg/kg were measured for basil, dill and chives. Rosemary had the lowest concentration.

During the determination of the sulfur content, concentrations of more than 1,000 mg/kg were measured in each sample. Similarly outstanding values were obtained for dill and garlic granules, followed by chives with a concentration of more than 3,000 mg/kg. For the other spices, with the exception of basil, sulfur contents between 1,000 and 2,000 mg/kg were detected.

Comparing the results of **Table 1** with the concentration measured by us, it can be stated that in the course of our analyses, higher values were obtained for the calcium content of chives and the sulfur content of dill and caraway, while lower values were measured for the potassium content of dill, oregano and chives and the phosphorus content of chives. However, from the measured concentrations it can be concluded that the results obtained are similar to the values mentioned in the other studies, except for the data regarding the sodium content. In this case, results that are significantly different from the literature data can be seen.

#### **4.2. Measurements results of the breads fortified with spices**

The breads were prepared based on a predetermined recipe [4, 20], and samples without spices were also prepared. Based on the results, it was determined that the measured parameters of the control breads were similar to the literature data (Ca: 476; K: 2,200; Mg: 260; Na: 2,585; P: 1,478 and S: 1,008 mg/kg [4]; Ca: 510; K: 2,418; Mg: 285; Na: 3,180; P: 1,512 and S: 948 mg/kg [20]), except for the sodium content.

The results are reported on a dry matter basis (**Tables 3, 4 and 5**). In the tables, significant deviations from the control samples are marked with the letter „a” in each column.

##### 4.2.1. Calcium content results

The calcium contents of the fortified breads are presented in **Table 3**. In most cases, the addition of spices increased the element content of the fortified breads. The biggest increase was experienced in the case of basil breads. In this case, the difference compared to the control sample was more than 500 mg/kg. Breads containing dill, chives or rosemary showed a difference of about 300 mg/kg between the control bread and the breads fortified with 12 g of spices. The additional value of breads fortified with oregano and caraway was smaller, around 100-200 mg/kg.

Although the calcium content of oregano exceeded 10,000 mg/kg, the increase experience in fortified breads was not as large as when using spices with similar calcium content.

The lowest calcium content was determined in the bread containing 12 g of garlic granules. The other samples showed significant differences compared to the control sample.

##### 4.2.2. Potassium content results

The potassium contents of the samples analyzed are also shown in **Table 3**. Based on the results, it appears that the addition of basil and dill increased the potassium concentration of the breads the most. In the case of the breads fortified with 12 g of caraway, a difference of about 300 mg/kg was found, compared to the control sample. In the other cases, the difference was barely more than 200 mg/kg.

In terms of potassium content, the greatest increase was exhibited by the breads with basil and dill, followed by the product samples with caraway, oregano and garlic granules. In all cases, the lowest values were measured in breads with rosemary and chives. This difference is probably due to the difference already present in the control breads.

Table 3. Calcium and potassium content of the enriched breads (mg/kg) and their NRVs (%) for 100 g products ( $p=0,01\%$ , a-the marking shows the significant differences from the control per column)

| Spice content (g) | Basil      |           | Dill       |           | Oregano    |           | Caraway    |           |
|-------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
|                   | Ca (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg) | K (mg/kg) |
| <b>0</b>          | 452±37     | 2229±56   | 469±27     | 2190±67   | 461±12     | 2232±40   | 433±14     | 2290±57   |
| <b>NRV (%)</b>    | 5.65       | 11.1      | 5.86       | 10.9      | 5.76       | 11.2      | 5.41       | 11.5      |
| <b>2</b>          | 554±21     | 2293±48   | 515±7      | 2311±6    | 488±18     | 2201±64   | 447±10     | 2335±35   |
| <b>NRV (%)</b>    | 6.93       | 11.5      | 6.44       | 11.6      | 6.10       | 11.0      | 5.59       | 11.7      |
| <b>4</b>          | 666±9a     | 2488±9a   | 566±20a    | 2451±54a  | 555±5      | 2363±42   | 475±18     | 2371±70   |
| <b>NRV (%)</b>    | 8.33       | 12.4      | 7.08       | 12.3      | 6.94       | 11.8      | 5.94       | 11.8      |
| <b>6</b>          | 740±37a    | 2586±55a  | 602±6a     | 2449±44a  | 653±52a    | 2413±25a  | 520±24a    | 2577±53a  |
| <b>NRV (%)</b>    | 9.25       | 12.9      | 7.53       | 12.2      | 8.16       | 12.1      | 6.50       | 12.9      |
| <b>8</b>          | 828±36a    | 2751±89a  | 700±20a    | 2692±36a  | 666±42a    | 2374±17   | 520±7a     | 2532±53a  |
| <b>NRV (%)</b>    | 10.4       | 13.8      | 8.75       | 13.5      | 8.33       | 11.9      | 6.50       | 12.7      |
| <b>10</b>         | 903±23a    | 2859±32a  | 747±31a    | 2762±46a  | 748±50a    | 2469±80a  | 547±33a    | 2543±130a |
| <b>NRV (%)</b>    | 11.3       | 14.3      | 9.34       | 13.8      | 9.35       | 12.3      | 6.84       | 12.7      |
| <b>12</b>         | 1008±41a   | 2856±68a  | 787±33a    | 2872±60a  | 714±24a    | 2456±3a   | 555±24a    | 2614±37a  |
| <b>NRV (%)</b>    | 12.6       | 14.3      | 9.84       | 14.4      | 8.93       | 12.3      | 6.94       | 13.1      |

Table 3. continued

| Spice content (g) | Chives     |           | Rosemary   |           | Garlic granules |           |
|-------------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------------|-----------|
|                   | Ca (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg)      | K (mg/kg) |
| <b>0</b>          | 497±7      | 1976±14   | 519±17     | 1980±40   | 498±5           | 2144±24   |
| <b>NRV (%)</b>    | 6.21       | 9.89      | 6.49       | 9.90      | 6.23            | 10.7      |
| <b>2</b>          | 555±15a    | 1991±26   | 597±6      | 2069±37   | 493±8           | 2181±38   |
| <b>NRV (%)</b>    | 6.94       | 9.95      | 7.46       | 10.3      | 6.16            | 10.9      |
| <b>4</b>          | 595±14a    | 2058±36   | 628±10a    | 2076±12   | 483±3           | 2206±35   |
| <b>NRV (%)</b>    | 7.44       | 10.3      | 7.85       | 10.4      | 6.04            | 11.0      |
| <b>6</b>          | 660±13a    | 2125±36a  | 680±15a    | 2145±54a  | 474±2a          | 2217±16   |
| <b>NRV (%)</b>    | 8.25       | 10.6      | 8.50       | 10.7      | 5.93            | 11.1      |
| <b>8</b>          | 720±6a     | 2141±24a  | 713±41a    | 2149±40a  | 462±9a          | 2232±8    |
| <b>NRV (%)</b>    | 9.00       | 10.7      | 8.91       | 10.7      | 5.78            | 11.2      |
| <b>10</b>         | 745±12a    | 2132±10a  | 773±9a     | 2177±45a  | 481±9           | 2389±51a  |
| <b>NRV (%)</b>    | 9.31       | 10.7      | 9.66       | 10.8      | 6.01            | 11.9      |
| <b>12</b>         | 799±12a    | 2196±23a  | 826±47a    | 2211±28a  | 454±2a          | 2367±39a  |
| <b>NRV (%)</b>    | 9.99       | 11.0      | 10.33      | 11.1      | 5.68            | 11.8      |

#### 4.2.3. Magnesium content results

Data on the magnesium content of the breads are presented in **Table 4**. In the spices, the highest values were measured in the case of basil and dill, which affected the magnesium content of the breads. When examining the samples, the highest magnesium content was determined in the product fortified with basil. This was the largest difference (200 mg/kg) between the control bread and the a sample containing 12 g of spice. This result was followed by breads fortified with dill. Products with caraway and rosemary showed a similar trend, with a maximum difference of 60 mg/kg between the sample containing the most spice and the control bread. In the case of breads with oregano, the increase was 40 mg/kg in the bread containing the most spice compared to the control product. For those spices where the magnesium content was below 2,000 mg/kg, there was no significant difference in the fortified breads. When looking at samples with the same amount of spices, the highest values were measured in the basil breads in all cases. The lowest concentrations were detected in breads with garlic granules and chives.

Table 4. Magnesium and sodium content of the enriched breads (mg/kg) and their NRVs (%) for 100 g products ( $p=0,01\%$ , a-the marking shows the significant differences from the control per column)

| Spice content (g) | Basil      |            | Dill       |            | Oregano    |            | Caraway    |            |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                   | Mg (mg/kg) | Na (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Na (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Na (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Na (mg/kg) |
| 0                 | 254±15     | 2663±78    | 264±12     | 2698±108   | 271±4      | 2497±45    | 267±4      | 2483±29    |
| <b>NRV (%)</b>    | 6.77       | 13.3       | 7.04       | 13.5       | 7.23       | 12.5       | 7.12       | 12.4       |
| 2                 | 285±4      | 2612±18    | 274±1      | 2670±11    | 267±5      | 2443±51    | 278±3      | 2391±33    |
| <b>NRV (%)</b>    | 7.60       | 13.1       | 7.31       | 13.4       | 7.12       | 12.2       | 7.41       | 11.9       |
| 4                 | 327±4a     | 2810±21    | 290±8      | 2721±47    | 292±5      | 2450±44    | 289±7      | 2439±57    |
| <b>NRV (%)</b>    | 8.72       | 14.1       | 7.73       | 13.6       | 7.78       | 12.3       | 7.71       | 12.2       |
| 6                 | 352±12a    | 2713±61    | 293±3      | 2738±48    | 308±9a     | 2440±32    | 314±11a    | 2507±95    |
| <b>NRV (%)</b>    | 9.38       | 13.6       | 7.81       | 13.7       | 8.21       | 12.2       | 8.37       | 12.5       |
| 8                 | 387±22a    | 2781±110   | 322±9a     | 2884±65    | 303±6a     | 2379±32    | 312±3a     | 2458±44    |
| <b>NRV (%)</b>    | 10.3       | 13.9       | 8.59       | 14.4       | 8.08       | 11.9       | 8.32       | 12.3       |
| 10                | 414±4a     | 2813±43    | 327±9a     | 2887±51    | 319±13a    | 2412±73    | 320±17a    | 2382±123   |
| <b>NRV (%)</b>    | 11.0       | 14.1       | 8.72       | 14.4       | 8.51       | 12.1       | 8.53       | 11.9       |
| 12                | 444±13a    | 2710±75    | 339±12a    | 3033±97a   | 309±3a     | 2376±17    | 328±8a     | 2478±49    |
| <b>NRV (%)</b>    | 11.8       | 13.6       | 9.04       | 15.2       | 8.24       | 11.9       | 8.74       | 12.4       |

Table 4. continued

| Spice content (g) | Chives     |            | Rosemary   |            | Garlic granules |            |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|------------|
|                   | Mg (mg/kg) | Na (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Na (mg/kg) | Mg (mg/kg)      | Na (mg/kg) |
| 0                 | 256±2      | 2432±13    | 262±7      | 2828±46    | 257±3           | 2507±51    |
| <b>NRV (%)</b>    | 6.82       | 12.2       | 6.99       | 14.1       | 6.85            | 12.5       |
| 2                 | 255±3      | 2512±57    | 284±5      | 3011±59    | 259±5           | 2513±51    |
| <b>NRV (%)</b>    | 6.80       | 12.6       | 7.57       | 15.1       | 6.91            | 12.6       |
| 4                 | 258±3      | 2524±23    | 288±3      | 3053±40a   | 259±1           | 2595±38    |
| <b>NRV (%)</b>    | 6.88       | 12.6       | 7.68       | 15.3       | 6.91            | 12.9       |
| 6                 | 264±4      | 2567±64    | 302±7a     | 3165±74a   | 255±1           | 2546±11    |
| <b>NRV (%)</b>    | 7.04       | 12.8       | 8.05       | 15.8       | 6.80            | 12.7       |
| 8                 | 265±5      | 2444±39    | 305±11a    | 3242±25a   | 252±2           | 2455±11    |
| <b>NRV (%)</b>    | 7.07       | 12.2       | 8.13       | 16.2       | 6.72            | 12.3       |
| 10                | 257±3      | 2398±18    | 318±5a     | 3050±75a   | 262±4           | 2598±73    |
| <b>NRV (%)</b>    | 6.85       | 11.9       | 8.48       | 15.3       | 6.99            | 13.0       |
| 12                | 264±3      | 2317±43    | 329±11a    | 3113±68a   | 252±2           | 2453±23    |
| <b>NRV (%)</b>    | 7.04       | 11.6       | 8.77       | 15.6       | 6.72            | 12.3       |

#### 4.2.4. Sodium content results

Data on the sodium content of the products prepared can be seen in **Table 4**. Regarding the samples, the measured values were between 2,400 and 3,100 mg/kg. The sodium content of the spices was low compared to the other macronutrients, except for dill. There was no statistically proven difference in the results of the products with basil, oregano, caraway and garlic granules. In the case of the samples with dill, the reason for the increase was probably the sodium content of the spice, which affected the element content of the final products.

In the case of chives and rosemary, the sodium content of the spices was below 100 mg/kg. Therefore, the decrease in one case and the increase in the other cannot be explained. When considering the same amount of spices, the highest sodium content was measured in breads with rosemary, dill and basil. This tendency was also observed in the case of the control breads. Since the breads were made by hand, it is possible that the distribution of table salt was not uniform in all cases, and this may also cause differences.

Table 5. Phosphorus and sulphur content of the enriched breads (mg/kg) and their NRVs (%) for 100 g products ( $p=0,01\%$ , a-the marking shows the significant differences from the control per column)

| Spice content (g) | Basil     |           | Dill      |           | Oregano   |           | Caraway   |           |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                   | P (mg/kg) | S (mg/kg) | P (mg/kg) | S (mg/kg) | P (mg/kg) | S (mg/kg) | P (mg/kg) | S (mg/kg) |
| <b>0</b>          | 1448±65   | 905±44    | 1489±34   | 1049±68   | 1491±22   | 987±38    | 1530±25   | 1072±5    |
| <b>NRV (%)</b>    | 20.7      |           | 21.3      |           | 21.3      |           | 21.9      |           |
| <b>2</b>          | 1483±27   | 929±14    | 1493±2    | 1010±6    | 1446±33   | 963±19    | 1556±15   | 1069±6    |
| <b>NRV (%)</b>    | 21.2      |           | 21.3      |           | 20.7      |           | 22.2      |           |
| <b>4</b>          | 1531±8    | 987±14    | 1529±30   | 1034±28   | 1539±27   | 1022±31   | 1585±39   | 1109±25   |
| <b>NRV (%)</b>    | 21.8      |           | 21.8      |           | 21.9      |           | 22.6      |           |
| <b>6</b>          | 1534±26   | 989±46    | 1478±30   | 1043±40   | 1582±27   | 1067±34   | 1689±32   | 1169±72   |
| <b>NRV (%)</b>    | 21.9      |           | 21.1      |           | 22.6      |           | 24.1      |           |
| <b>8</b>          | 1554±41   | 1022±60   | 1586±32   | 1128±49   | 1543±19   | 1046±28   | 1655±26a  | 1143±7    |
| <b>NRV (%)</b>    | 22.2      |           | 22.7      |           | 22.0      |           | 23.6      |           |
| <b>10</b>         | 1565±8    | 1061±22a  | 1561±27   | 1113±31   | 1566±48   | 1086±45   | 1676±75a  | 1171±60   |
| <b>NRV (%)</b>    | 22.4      |           | 22.3      |           | 22.4      |           | 23.9      |           |
| <b>12</b>         | 1575±51   | 1060±54a  | 1583±40   | 1135±53   | 1518±8    | 1050±3    | 1695±33a  | 1157±37   |
| <b>NRV (%)</b>    | 22.5      |           | 22.6      |           | 21.7      |           | 24.2      |           |

Table 5. continued

| Spice content (g) | Chives    |           | Rosemary  |           | Garlic granules |           |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|
|                   | P (mg/kg) | S (mg/kg) | P (mg/kg) | S (mg/kg) | P (mg/kg)       | S (mg/kg) |
| <b>0</b>          | 1470±16   | 977±6     | 1490±27   | 947±16    | 1529±16         | 988±25    |
| <b>NRV (%)</b>    | 21.0      |           | 21.2      |           | 21.8            |           |
| <b>2</b>          | 1440±5    | 979±9     | 1554±24   | 980±24    | 1552±19         | 1037±27   |
| <b>NRV (%)</b>    | 20.6      |           | 22.2      |           | 22.2            |           |
| <b>4</b>          | 1474±23   | 993±16    | 1525±23   | 978±8     | 1548±13         | 1079±29   |
| <b>NRV (%)</b>    | 21.1      |           | 21.8      |           | 22.1            |           |
| <b>6</b>          | 1478±16   | 1020±34   | 1546±39   | 1003±31   | 1548±8          | 1070±11   |
| <b>NRV (%)</b>    | 21.1      |           | 22.1      |           | 22.1            |           |
| <b>8</b>          | 1463±20   | 1013±26   | 1513±22   | 997±17    | 1547±16         | 1096±7    |
| <b>NRV (%)</b>    | 20.9      |           | 21.6      |           | 22.1            |           |
| <b>10</b>         | 1431±12   | 993±7     | 1536±21   | 1015±24   | 1613±20         | 1185±57   |
| <b>NRV (%)</b>    | 20.4      |           | 21.9      |           | 23.0            |           |
| <b>12</b>         | 1464±16   | 1019±24   | 1521±22   | 1007±21   | 1576±21         | 1164±16   |
| <b>NRV (%)</b>    | 20.9      |           | 21.7      |           | 22.5            |           |

#### 4.2.5. Phosphorus content measurement results

The phosphorus content results of the samples are presented in **Table 5**. Based on the results, the phosphorus content of the breads was similar. In most cases, there was no statistically verifiable difference between the samples. Smaller differences were measured in the products with caraway and garlic granules, which is due to the phosphorus content of the spices. The phosphorus content of these spices exceeded 4,000 mg/kg. For the other spices, concentrations below 4,000 mg/kg were determined in all other cases.

The highest phosphorus content was measured in the products with caraway, followed by breads with dill, garlic granules and basil. The lowest concentration was measured in the products flavored with chives, however, low phosphorus contents were measured in the breads with rosemary and oregano as well.

#### 4.2.6. Sulfur content results

**Table 5** shows the sulfur content of the breads. Based on the concentrations obtained, larger differences were measured in the products with basil and garlic granules, and smaller differences were measured in the case of the other fortifications when increasing the amount of spices. Analyzing the spices, the highest sulfur content was determined in dill and garlic granules (more than 7,000 mg/kg), however, even the addition of larger amounts of spices to the breads did not increase the measured concentrations. It can be seen that in the other cases the value of the measured parameter did not increase with the increase in the amount of spices. Minor differences could be observed, but the sulfur content of the spices had no significant effect on the sulfur content of the final products.

Daily intake contribution results calculated from the nutrient reference value (NRV)

**Tables 3, 4 and 5** show the daily contribution values for (Ca, K), (Mg, Na) and (P) per 100 g of product, respectively.

In the case of calcium content, the consumption of 100 g of control bread per day covers 5 to 6% of the daily calcium intake. By increasing the amount of spices in the samples, these values also increased. The highest contribution was calculated for the breads with basil, followed by the products with rosemary, dill, and chives.

In the case of the potassium content, the contribution of the control breads was between 10 and 11%. When different amounts of spices were added, a smaller increase was calculated than in the case of the calcium content. For the breads with the most spices, the increase in daily contribution was even as high as 3% (samples with basil and dill) compared to the control products.

The magnesium content of the control breads is responsible for approximately 7% of the daily magnesium intake. In this case, once again, the most significant differences were observed in the bread with basil. With 12 g of spice, the increase was more than 5% compared to the control sample.

The sodium intake values of all samples were around 12 to 13%. In the case of the products with dill and rosemary, the values were higher.

In terms of phosphorus content, all of the breads covered more than 20% of the daily phosphorus intake. The contribution of the samples with caraway showed a minimal increase. For the breads fortified with 12 g of spices, the increase was around 2% compared to the control products.

## 5. Conclusions

As the results show, the spices themselves have a high macronutrient content. In terms of calcium, potassium, magnesium and sodium, basil exhibited outstanding values. High values were also measured in dill, chives, oregano and garlic granules.

The content of calcium, potassium and magnesium in fortified breads increased. In the case of calcium, the biggest difference was found in the products with basil. A clear increase was also observed for the other samples as well, except for the application of garlic granules.

Outstanding results were also achieved in terms of the potassium content of products with basil and dill. A difference of almost 600 mg/kg was measured between the control sample and the bread with 12 g of spice.

There was no significant difference in the magnesium content. A greater increase in concentration was only observed for the products with basil.

The samples with rosemary and dill showed a slight increase in sodium content, which can also be observed with the same amount of spices.

No significant differences were found in the phosphorus and sulfur contents; similar values were measured.



Based on the results, the largest daily contribution of macronutrients was provided by the breads with basil, followed by the breads with dill. In the case of the sodium content of the breads, the daily intake contributions of the products with dill and rosemary were the largest.

Overall, it was possible to prepare products whose element content in most cases differed significantly from that of the control breads, so the contribution of the products to the daily reference values also increased.

## 6. Acknowledgment

This research was financed by the Higher Education Institution Excellence Program of the Hungarian Ministry of Innovation and Technology (NKFIH-1150-6/2019), within the framework of the 4<sup>th</sup> thematic program of the University of Debrecen.

## 7. References

- [1] Balestra F., Cocci E., Pinnavaia G., Romani S. (2011): Evaluation of antioxidant, rheological and sensorial properties of wheat flour dough and bread containing ginger powder. *LWT- Food Science and Technology* **44** (3) pp. 700-705. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.10.017>
- [2] Gawlik-Dziki U., Swieca M., Dziki D., Baraniak B., Tomiño J., Czyz J. (2013): Quality and antioxidant properties of breads enriched with dry onion (*Allium cepa* L.) skin. *Food Chemistry* **138** (2-3) pp. 1621-1628. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.151>
- [3] Dziki D., Rozyło R., Gawlik-Dziki U., Swieca M. (2014): Current trends in the enhancement of antioxidant activity of wheat bread by the addition of plant materials rich in phenolic compounds. *Trends in Food Science and Technology* **40** (1) pp. 48-61. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2014.07.010>
- [4] Varga-Kántor A., Alexa L., Topa E., Kovács B., Cziza N. (2021): Szárított bazsalikkal dúsított kenyerek vizsgálata és eredményeinek értékelése. *Élelmiszervizsgáló közlemények*. **LXVII** (4) pp. 3665-3671. DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2021/4-3-HUN>
- [5] Gibson, M. (2018). *Food Science and the Culinary Arts*. Academic Press is an imprint of Elsevier
- [6] Pushpagadan P., George V. (2012): *Basil*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited
- [7] Kurian, A. (2012): *Health benefits of herbs and spices*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 2. Second Edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [8] Peter K.V. (2012): *Introduction to herbs and spices: medicinal uses and sustainable production*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 2. Second Edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [9] Charles D.J. (2013): *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*. Springer Science+Business Media New York.
- [10] Gupta R. (2012): *Dill*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [11] Kintzios S.E. (2012): *Oregano*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 2. Second Edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [12] Chen H. (2012): *Chives*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [13] Sasikumar B. (2012): *Rosemary*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [14] Pandey U.B. (2012): *Garlic*. In: Peter KV (ed) *Handbook of Herbs and Spices. Volume 1. Second edition*. Woodhead Publishing Limited.
- [15] Barin J.S., Pereira J.S.F., Mello P.A., Knorr C.L., Moraes D.P., Mesko M.F., Nóbrega J.A., Korn M.G.A., Flores E.M.M. (2012): Focused microwave-induced combustion for digestion of botanical samples and metals determination by ICP OES and ICP-MS. *Talanta* **94** pp. 308-314. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2012.03.048>
- [16] Özcan M. (2004): Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. *Food Chemistry* **84** (3), pp. 437-440. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00263-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00263-2)
- [17] Rahmatollah R., Mahbobeh R. (2010): Mineral contents of some plants used in Iran. *Pharmacognosy Research* **4** pp. 267-270. DOI: <https://doi.org/10.4103/0974-8490.69130>

- [18] Özcan M.M., Akbulut M. (2007): Estimation of minerals, nitrate and nitrite contents of medicinal and aromatic plants used as spices, condiments and herbal tea. *Food Chemistry* **106** (2) pp. 852-858. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.045>
- [19] Ozyigit I.I., Yalcin B., Turan S., Saracoglu I.A., Karadeniz S., Yalcin I.E., Demir G. (2018): Investigation of Heavy Metal Level and Mineral Nutrient Status in Widely Used Medicinal Plants' Leaves in Turkey: Insights into Health Implications. *Biological Trace Element Research* **182** pp. 387-406. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-017-1070-7>
- [20] Kántor A., Fischinger L.Á., Alexa L., Papp-Topa E., Kovács B., Czipa N. (2019): Funkcionális kenyér, avagy a fokhagyma és készítményei hatása a kenyér egyes paramétereire/Functional bread, or the effects of garlic and its products on certain parameters of bread. *Élelmiszervizsgálati közlemények/ Journal of Food Investigation* **65** (4) pp. 2704-2714.
- [21] USDA (2011): USDA National Nutrient Database for Standard References. United States Department of Agriculture/Agriculture Research Service, Washington DC. <https://www.nal.usda.gov/fnic/usda-nutrient-data-laboratory>
- [22] Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (2007): Sütőipari termékek vizsgálati módszerei. Magyar Szabvány MSz 20501-1. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [23] Kovács B., Győri Z., Csapó J., Loch J., Dániel P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* **27** (5-8) pp. 1177-1198. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103629609369625>
- [24] REGULATION (EU) No 1169/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL (2011): <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:304:0018:0063:en:PDF>
- [25] EFSA (2019): Dietary reference values for sodium. *EFSA Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5778>

## ***Flexitariánus étrend – a fenntartható táplálkozás?***

**Kulcsszavak:** flexitariánus, mindenevő, vegetariánus, vegán, növényi alapú, fenntarthatóság, fenntartható élelmiszer fogyasztás

### **1. ÖSSZEFOGLALÁS**

A flexitariánusok a mindenevők után a legnagyobb táplálkozási csoporttá váltak, jelentős szerepük van a hús és egyéb állati eredetű termékek fogyasztásának hatékony csökkentésében és ezáltal a klímaváltozás elleni küzdelemben.

Figyelembe véve mindazokat, akik aktívan csökkentik vagy teljesen elhagyják legalább bizonyos állati eredetű termékek fogyasztását, beleértve a vegetariánusokat, peszkateriánusokat és flexitariánusokat, ez a csoport a teljes lakosság 30,8%-át teszi ki: az európaiak 10-30%-a már nem tartja magát teljes mértékben húsevőnek. Mindazonáltal lényeges különbségek mutatkoznak a magukat flexitariánusnak tekintő és/vagy annak minősített fogyasztók arányában. Ezen túlmenően a flexitariánus étrend definíciójának vagy legalább egy széles körű konszenzusnak a hiánya még nehezebbé teszi ezen fogyasztói csoport méretének megbecsülését.

Miért lehet mégis hasznos a flexitariánusság besorolása, és ez miért támogatja a fenntartható élelmiszer-fogyasztást? Szigorú szabályok betartása helyett hatékonyabb lehet a fogyasztók azon törekvésének erősítése, hogy saját szándékuk szerint kövessenek egy fenntarthatóbb étrendet (például egy flexitariánus étkezési mintát).

Cikkünk különböző élelmiszer fogyasztási mintákat ír le a mindenevőktől a redukcionistaikon (hús fogyasztást csökkentőkön), flexitariánusokon és vegetariánusokon át a vegánokig, és ahol lehetséges, definíciókat és adatokat adok meg az egyes étkezési mintákat követő fogyasztók arányáról.

<sup>1</sup> Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Élelmiszermérnöki Intézet

## 2. Az élelmiszer tápanyagforrás

Az élelmiszer létfontosságú makro- és mikroelemek, valamint vitaminok forrása. Az élelmiszerek, beleértve a vizet is, az élet forrásai, amelyek szükségesek és elkerülhetetlenek szervezetünk működéséhez és az egészség megőrzéséhez. Az általunk elfogyasztott élelmiszerek befolyásolják mikrobiótánk összetételét is. De az élelmiszerek nemcsak energia, fehérje-, zsír- és szénhidrátforrások, hanem a kellemes íz és illat biztosításával élvezeti értékük is van. A nyersen vagy főzve fogyasztott élelmiszerek társadalmi életünk és kultúránk részét képezik.

## 3. Változó étrendünk

Étrendünk földrajzi elhelyezkedésünktől, társadalmi helyzetünktől, vásárlóerőnktől, iskolai végzettségünktől és kulturális háttérünktől függően változik. A mediterrán országok kedvezőbb környezetet biztosítanak a változatos étrendet lehetővé tevő zöldségek és gyümölcsök széles választékának előállításához. Az időjárás és az életmód is befolyásolja a gasztronómiai kultúrát. Az élelmiszerek elérhetőségét a szezonális is meghatározza. Vallási, etikai, erkölcsi és állatjóléti kérdések szintén motiválják a fogyasztókat. (A sertéshús, marhahús és bizonyos egyéb élelmiszerek fogyasztását tiltó zsidó, muzulmán, hindu és más vallási korlátozások régóta ismertek.) Egyes társadalmak konzervatívabbak, mint mások, a magas szintű neofóbia akadályt jelent az élelmiszer-innovációban és új termékek elfogadásában. Az információ, különösen a bizonyítékokon alapuló információ hiánya és a közösségi médián keresztül terjedő álhírek döntő szerepet játszanak a fogyasztói döntésekben. Egyrészt a fogyasztók egyre tudatosabbak, főleg egészségtudatosak, egyre inkább környezettudatosak, „egészséges”, „természetes”, ún. „clean label”, fenntarthatóan előállított élelmiszereket akarnak a piacon látni. Másrészt ugyanúgy követik a trendeket, mint amennyire meg is teremtik azokat.

## 4. Bolygó szintű Egészséges Étrend – az EAT-Lancet jelentés (2019) [1]

Az élelmiszer a legerősebb eszköz az emberi egészség és a környezet fenntarthatóságának optimalizálására a Földön. Az emberiség előtt álló óriási kihívás a világ növekvő népességének fenntartható élelmiszer-rendszerekből származó egészséges táplálékkal való ellátása.

Az egészséges étrendre történő átállás 2050-ig jelentős változtatásokat igényel a táplálkozásban. Világszerte meg kell duplázni a gyümölcsök, zöldségek, diófélék és hüvelyesek fogyasztását, és több mint 50%-kal csökkenteni kell az olyan élelmiszerek fogyasztását, mint a vörös hús és a cukor. A növényi eredetű élelmiszerekben gazdag és kevesebb állati eredetű élelmiszert tartalmazó étrend egészségügyi és környezeti előnyökkel is jár. Emiatt az EAT-Lancet jelentés a globális élelmiszerrendszer radikális átalakítását sürgeti.

Mivel az EAT-Lancet jelentésben megfogalmazott cél az, hogy 2050-ig közel 10 milliárd ember számára megvalósuljon a „Bolygó Szintű Egészséges Étrend”, a Bizottság folytatja munkáját, és 2024-ben újabb jelentést tesz közzé.

## 5. Különböző élelmiszer-fogyasztási minták – mindenevők, vegetariánusok, flexitariánusok és minden ezek között

A legismertebb és legkedveltebb étrendeket az **1. táblázat** foglalja össze, amely különböző definíciókkal és adatokkal szolgál ezek elterjedtségére és fogyasztási szokásaira vonatkozóan.

1. táblázat. Táplálkozási szokások és választott étrendek a korlátlan mindenevőktől a flexitariánusokon át a vegánokig  
(A táblázatban található kódok az országok nevének ISO kódjai – [https://hu.wikipedia.org/wiki/ISO\\_3166-1](https://hu.wikipedia.org/wiki/ISO_3166-1))  
(A táblázat 6 oldalon keresztül folytatódik.)

| Választott étrend   | Definíciók   | Fogyasztók aránya  |
|---------------------|--|--|
| Korlátlan mindenevő | Mindenevők, akik nagy mennyiségben fogyasztanak húst és általában állati eredetű élelmiszereket.   | AU: a húsevők 46%-a (2019) [32]  |
|                     | A 'korlátlan mindenevők' olyan egyének, akik a legtöbb állati terméket elfogyasztják, beleértve a húst, a halat, a tenger gyümölcseit és/vagy a tejtermékeket [6].   | AU: a húsevők 75,6%-a (2021) [6]   |
|                     | A 'nagy húsfogyasztókat' a $\geq 86$ g/nap húsfogyasztás alapján sorolják be [28].   |  |
|                     | A mai nyugati fogyasztók közül sokan nem hajlandóak csökkenteni húsfogyasztásukat [10].  |  |
|                     | Egy húsfogyasztási szokásokat vizsgáló finn kutatás egy nagy méretű fogyasztói szegmenst (48 %) talált, amely olyan válaszadókból állt, akiknek egyáltalán nem állt szándékukban megváltoztatni kialakult húsfogyasztási szokásaikat [29].   | FI: 48% (2012) [29]  |
|                     | Egy belga tanulmány a húsfogyasztás gyakoriságán alapuló öt elkülönülő fogyasztói szegmens között két olyan szegmenst azonosított (amelyek a minta 41 százalékát képviselték), amelyekre jellemző a magas húsfogyasztás, és nem hajlandóak feladni húsban gazdag étrendjüket [30]. | BE: 41% (2013) [30]  |
|                     | Egy friss dán tanulmány szerint a fogyasztók többsége (57%) nem volt hajlandó csökkenteni húsfogyasztását [31].  | DK: 57% (2021) [31]  |
|                     | Németország: a nők 44%-át és a férfiak 73%-át 'nagy húsfogyasztóként' azonosították, akik meghaladták a maximálisan ajánlott napi 86 grammos húsbevitelt [28].   | DE: 44% nő / 73% férfi (2019) [28]   |
| Mindenevő           | A mindenevő étrend nem zár ki semmilyen élelmiszert vagy élelmiszer csoportot.   | Világ: 73% (2018) [35]   |
|                     | Mindenevő: tipikus nyugati étrend, amely húst és egyéb állati eredetű élelmiszereket is tartalmaz [33].<br>A 'rendszeres húsevők' $\geq 5$ adagot esznek hetente, az alkalmi húsevők $< 5$ adagot esznek hetente [34].   | EU6: 72,3% (2021) [2]<br>ES: 80,5% [2]<br>IT: 79,2% [2]<br>FR: 74,2% [2]<br>UK: 73,7% [2]<br>UK: 75% (82% férfi / 69% nő) [37]<br>AT: 63,4% [2]<br>DE: 62,6% [2] |
|                     | Az észak-amerikaiak szignifikánsan nagyobb valószínűséggel (82%) követnek mindenevő étrendet, mint a világ más régióiban élők [35].  | US: 66% (2019) [35]<br>CH: 93% (2019) [33]   |
|                     | Szerbia (91%), Magyarország (91%) és Oroszország (88%) a három legnagyobb húsevő ország [35].  | RS: 91% [35]<br>HU: 91% [35]<br>RU: 88% [35]   |
|                     | Az ausztrálok túlnyomó többsége (89%) húsevőnek tartja magát [36].   | AU: 89% (2019) [36]  |
|                     | Az indiaiak mindössze 32%-a fogyaszt rendszeresen húst, és ezen a piacon a legalacsonyabb a húsfogyasztás [35].  | IN: 32% (2018) [35]  |

| Választott étrend   | Definíciók  | Fogyasztók aránya                          |
|---|---|--|
| Redukcionista / redukáló                                      | A redukcionista, vagy hús fogyasztást csökkentők megpróbálják csökkenteni a húsfogyasztást legalább heti egy napon.   | AU: 20% (2021) [6]                         |
|   | A redukcionista olyan személynek írják le, aki szándékosan csökkenti húsfogyasztását [38].  | USA: 66% (2018) [39]                       |
| Hús redukáló / hús fogyasztás csökkentő                       | A húsfogyasztást csökkentők olyan személyek, akik csökkentik húsfogyasztásukat, de nem kerülnek el teljesen a húst [6].   | NZ: 37% (2018) [46]                        |
|   | A húsfogyasztást csökkentőket olyan személyekként határozták meg, akik 'sokkal kevesebbet' vagy 'valamivel kevesebbet' fogyasztottak, mint három évvel korábban, a négy vizsgált hústípus közül egy vagy több esetében [39].  |  |
|   | Az Egyesült Királyságban az emberek többféle ok miatt csökkentették húsfogyasztásukat. Ezek közül a legnépszerűbbek az egészségügyi okok, a fogyás, az állatjólét és a környezetvédelem. Az egészség az első számú motiváció azoknak, akik korlátozzák vagy csökkentik húsfogyasztásukat (49%). A fogyás a második legnépszerűbb ok (29%), ezt követik az állatjóléti (24%) és környezetvédelmi (24%) aggályok ugyanolyan súllyal [35]. |  |
|   | 'Nagy mértékű hús csökkentők': olyan húsfogyasztási minta, amely átlagosan havi 1-3 alkalommal tartalmazott húst.<br>'Mérsékelt húscsökkentők': átlagosan heti két alkalommal esznek hústartalmú ételt.<br>'Kis mértékű húscsökkentők': a legkisebb mértékű hús korlátozást tartják fent, átlagosan legalább heti 4 napon esznek húst [6].  |  |
|   | A húsfogyasztást csökkentők (azaz a flexitariánusok) húsfogyasztási gyakorisága a mindenevőké és a húskerülőké (azaz a vegetariánusok és a vegánok) között van [40].  |  |
| A flexitariánusokat 'húsfogyasztást csökkentőknek' is nevezik | 2012-ben és 2015-ben az amerikaiak 39, illetve 32%-a nyilatkozott úgy, hogy kevesebb húst evett, mint három évvel korábban [41], [42].  | USA: 39%<br>USA: 32%                       |
|   | Az FGI Research 2014-es felmérésében az amerikaiak 16%-a állította, hogy csökkentette húsfogyasztását az előző évben [43].  | USA: 16% (2014) [43]                       |
|   | Felnőtt kanadaiak 14, illetve 11 százalékát sorolták a húscsökkentők csoportjába, akik arról számoltak be, hogy már tudatosan tettek erőfeszítéseket húsfogyasztásuk csökkentésére, és egészségügyi, etikai és környezetvédelmi okok motiválták őket étrendjük további megváltoztatására [44], [45].  | CN: 14% (2019) [44]<br>CN: 11% (2020) [45] |
|   | A húsfogyasztásukat csökkentők attitűdjét az egészséges és természetes élelmiszerek iránt pozitívabbnak találták, mint a mindenevőkéét, de kevésbé pozitívnak, mint a vegetariánusokét [78].  |  |
|   | A 'kevés húst fogyasztók' azok az emberek, akik nem lépik túl a nemzeti táplálkozási irányelvek által hivatalosan ajánlott maximális húsbevitelt [28].  |  |
|   | „Demitarianizmusnak” nevezik azt a gyakorlatot, hogy emberek tudatosan törekszenek a húsfogyasztás csökkentésére, főként környezetvédelmi okokból [17].   |  |
|   |   |  |

| Választott étrend  | Definíciók   | Fogyasztók aránya  |
|--|--|--|
| Flexitariánusok<br>A flexitariánusokat, a húsfogyasztásukat csökkentő fogyasztókat úgy is emlegetik, hogy 'húsfogyasztást csökkentők', 'kevés húst fogyasztók' vagy 'szemi-vegetariánusok (részben vegetariánusok)'.   | A flexitariánusok szándékosan csökkentik az állati eredetű termékek mennyiségét étrendjükben, de nem zárnak ki szigorúan egyetlen élelmiszer-csoportot sem.  | Világ: 14% (2018) [35]   |
|  | A flexitariánus étrend követése a növényi alapú ételek fokozott bevitelét jelenti anélkül, hogy a húst teljesen elhagyná. Új élelmiszereket adunk az étrendhez, ahelyett, hogy bármit kizárnánk, ami rendkívül előnyös lehet egészségügyi szempontból. Az ilyen növényi alapú élelmiszerek közé tartozik a lencse, a bab, a diófélék és magvak, amelyek mindegyike kiváló fehérjeforrás.   | EU6: 18,3% (2021) [2]<br>DE: 27,3% [2]<br>DE: 11,6% (2013) [53]<br>AT: 25,8% [2]<br>FR: 18,8% [2]<br>ES: 13,1% [2]<br>GB: 12,9% [2]<br>IT: 12,1% [2] |
|  | A flexitariánusok kevesebb húst tartalmazó vagy hús nélküli ételeket választanak, ha lehetséges [47].  |  |
|  | Kevesebb hús, több növény. A flexitariánus étrend betartásával legyen húsmentes a hét valamelyik napja [48].   | UK: 11% [37]   |
|  | Túlnyomórészt növényi alapú étrend, amelyet szerény mennyiségű állati eredetű táplálék (hús, tejtermék, hal) egészít ki [10].  | AU: 18,9% (2021) [54]  |
|  | A flexitariánus étrendet általánosságban félvegetariánus, növény-hangsúlyos étrendként határozhatjuk meg, amely tejtermékeket és tojást tartalmaz, és időnként helyet ad a húsnak [8]. Ezenkívül a flexitariánus étrend olyan rugalmas étkezési stílus, amely hangsúlyozza a növények vagy növényi eredetű élelmiszerek és italok hozzáadását, tejtermékeket és tojást tartalmaz, és a hús ritkább és/vagy kisebb adagokban történő fogyasztását ösztönzi. A flexitariánus étrend olyan étkezési stílus, amely elsősorban növényi eredetű élelmiszerek fogyasztására ösztönöz, miközben mértékkel megengedi hús és más állati eredetű termékek fogyasztását. Rugalmasabb, mint a teljes egészében vegetariánus vagy vegán étrend [49]. |  |
|  | A flexitariánusokat rugalmas vegetariánusoknak, alkalmi vegetariánusoknak vagy 'zöldség evőknek (vegivores)' is nevezik [48].  |  |
|  | Olyan élelmiszer-fogyasztási minta, amelyben alkalmanként húst is fogyasztanak anélkül, hogy azt teljesen elhagynák [10].  |  |
|  | A flexitariánussá válás azt jelenti, hogy öt élelmiszer-csoportot adunk az étrendünkhöz anélkül, hogy egyet is elvonnánk. Ezek a következők: „új hús” (nem hús eredetű fehérjék, mint például a bab, a borsó vagy a tojás); zöldségek és gyümölcsök; teljes kiőrlésű gabonák; tejtermékek és fűszerek [50].  |  |
|  | A flexitariánusok fele hetente átlagosan $\geq 4$ napon fogyaszt húst [51].  |  |
|  | Flexitariánusok: a legnagyobb potenciállal rendelkező növekedési szegmens; csökkenteni akarják hús- és tejtermék-fogyasztásukat; becslések szerint ma az európaiak 10-30%-át teszik ki. A flexitariánus egy olyan profil, amit nehéz pontosan meghatározni, és amely az egyes uniós országokon belül is eltérő [11].   | EUR: 10-30% (2020) [11]  |
|  | Peruban (27%), Malajziában (25%) és Chilében (22%) a legmagasabb a flexitariánusok aránya [35].  | PE: 27% [35]<br>MY: 25% [35]<br>CL: 22% [35]   |
|  | 'Szigorú flexitariánusok': önbevalláson alapuló besorolás, miszerint heti 1 vagy 2 alkalommal fogyasztanak húst vacsorára.<br>'Közepes flexitariánusok': a hét felében húsmentes vacsora.<br>'Puha flexitariánusok': húsfogyasztási gyakoriságuk heti 5 vagy 6 alkalom vacsorára [10].   |  |
| 2011-hez képest, amikor a holland húsevők mindössze 13 százaléka vallotta magát flexitariánusnak 2019-re ez az arány jelentősen, közel 43 százalékra emelkedett. Ezek ellentmondásos eredmények, hiszen növekvő számú ember vallotta magát flexitariánusnak, ugyanakkor magas és stabil volt azoknak a napoknak a száma, amelyeken hús fogyasztottak [10], [52]. | NL: 43% (2019)<br>NL: 13% (2011)   |  |

| Választott étrend                             | Definíciók  | Fogyasztók aránya   |
|---|---|---|
| Peszkatariánus<br>vagy<br>Peszka-vegetariánus | A peszkatariánusok halat tejtermékeket és tojást fogyasztanak, de más típusú húst nem [47].<br><br>A világ más régióhoz képest a Közel-Keleten és Afrikában több a peszkatariánus (5%) [35].  | Világ (2018) [35]<br><br>EU6: 2,9% (2021) [2]<br>GB: 4,6%<br>AT: 4,5%<br>DE: 3,4%<br>IT: 2,3%<br>ES: 2,1%<br>FR: 0,7%<br><br>CH: 2,9% (2019) [33] |
|   | Peruban és Törökországban van a legtöbb peszkatariánus. Azonban még ezeken a piacokon is ez csak a negyedik legnépszerűbb étrend [35].  | PE: 8% [35]<br>TR: 8% [35]  |
| Peszka-pollotariánus                          | A peszka-pollotariánusok 'szemi-vegetariánus' étkezéseik részeként fogyasztanak valamennyi halat és más tengeri ételeket [55].  |   |
| Pollotariánus                                 | A pollotariánusok azok, akik esznek baromfit, de vörös húsból vagy sertéshúsból készült termékeket nem.   |   |
|   | A pollotarianizmus egy olyan étrend betartásának gyakorlata, amely a baromfit tartalmazza egyedüli húsforrásként egy egyébként vegetariánus étrendben. Míg a 'pollo' konkrétan csirkét jelent spanyolul és olaszul is, a pollotariánusok más baromfifajtákat, például kacsát és pulykát is beépítenek étrendjükbe [56]. A pollotariánusok tejtermékeket is fogyasztanak.  |   |
|   | A pollotariánus (más néven pollo-vegetariánus) olyan személy, aki nem eszik vörös húst, de étrendje tartalmaz csirkét, pulykát és más baromfiakat. Kizárhatják étrendjükből a halat, a tenger gyümölcseit, vagy az olyan termékeket, mint a tojás és a tejtermékek. Ez lehet egy fontos lépés a vegetarianizmus felé, mivel az egyén korlátozza húsfogyasztását, és lassan elhagyja a hús minden formáját [57]. |   |
|   | Az olyan növényi alapú étrendet, amely szemi-vegetariánus, mert megengedi a baromfihús, köztük a kacska és a pulyka fogyasztását, pollotariánus étrendnek nevezzük. Az étrend követői kerülnek a vörös húsból és sertéshúsból készült termékeket, de vannak, akik megengedik étrendjükben a tojást és a tejtermékeket [55].   |   |



| Választott étrend | Definíciók  | Fogyasztók aránya   |
|-------------------|---|---|
| Vegetariánus      | A vegetariánusok nem esznek húskészítményeket.  | Világ: 5% (2018) [35]   |
| (beleértve az     | A vegetariánusok olyan személyek, akik nem esznek húst, de ehetnek más állati eredetű termékeket [6].   | EU6: 4,1% (2021) [2]<br>UK: 5,6% [2]<br>UK: 5-7% (2022) [37]  |
| Ovo-              | A vegetariánus étrendet általában úgy határozzák meg, mint amely kizárja a vörös és a fehér húst, beleértve a halat és a tenger gyümölcseit [58].   | DE: 4,6% [2]<br>DE: 1,6% (2006) [69]<br>DE: 3,7% (2013)   |
| Lakto-            | Sok, magát vegetariánusnak hívó ember azonban fogyaszt vörös és fehér húsból készült termékeket, valamint halat és tenger gyümölcseit [59], [60], [61], [62].   | DE: 4,3%: 6,1% nő / 2,5% férfi (2016) [70]<br>DE: 10% (2018) [71]<br>FR: 4,3% [2]<br>IT: 4,1% [2]<br>IT: 5,4% (2022) [63]<br>AT: 4,1% [2]<br>ES: 2,1% [2] |
| Ovo-lakto-        | A vegetariánus ételek nem tartalmaznak húst és halat, de tartalmazhatnak olyan összetevőket, mint a tejtermékek, a tojás vagy a méz.  |   |
| Peszka-           | A vegetariánus étrend tartalmaz állati eredetű összetevőket, de húst nem. Ezért tartalmazhat tojást, tejtermékeket vagy mézet, de húst vagy halat nem.  |   |
| vegetariánusokat) | Az Egyesült Királyságban a 2021-es youGov felmérés (YouGov Food Study) azt mutatta, hogy a britek 5-7%-a vallja magát vegetariánusnak [37].   |   |
|                   | A vegetariánus és vegán egyének aránya Olaszországban 2022-ben 5,4%. 2014 és 2022 között a vegetariánusok aránya Olaszországban némi ingadozást mutatott. A felmérés szerint 2014-ben a válaszadók 6,5 százaléka vallotta magát vegetariánusnak. Ezzel szemben ez az érték 2022-ben 5,4 százalékra csökkent. Ugyanakkor az olasz vegán egyének aránya több mint kétszeresére nőtt ebben az időszakban [63]. |   |
|                   | Svédországban minden tizedik fogyasztó vegán vagy vegetariánus. A Demoskop által végzett közvélemény-kutatás során a válaszadók 6 százaléka nyilatkozott úgy, hogy vegetariánus, míg 4 százalék azt állította, hogy vegán [64].   | SE: 6% [64]   |
|                   | A magyarok 1,1%-a vegetariánus [65].  | HU: 1,1% (2021) [65]<br>CH: 3,6% (2019) [33]<br>TR: 3% (2022) [72]  |
|                   | A 2019-ben, a The Vegetarian Resource Group megbízásából az Egyesült Államokban végzett Harris Poll kutatása szerint az amerikaiak 4 százaléka vegetariánus, ebből 2 százalék vegán [66].   | USA: 4% (2019) [66]   |
|                   | Az IBOPE Intelligencia 2018 áprilisában végzett felmérése szerint Brazíliában (BR) a lakosság 14 százaléka vallja magát vegetariánusnak [67].   | BR: 14% (2018) [67]   |
|                   | Argentína (AR) lakosságának 12%-a vegetariánus vagy vegán [68].   | AR: 12% (2019) [68]<br>AU: 4% (2021) [6]<br>AU: 3% (2019) [36]  |
|                   | Indiában (IN) lényegesen magasabb a vegetariánus és vegán étrend aránya. India az a piac, amely leginkább különbözik az összes többi piactól. A lakosság 22%-a vegetariánus étrendet követ (a második leggyakoribb étrend Indiában). A vegetarianizmus szorosan összefügg a gyakorló vallások számával Indiában, különösen a dzsainizmussal [73].   | IN: 22% (2018) [73]   |

| Választott étrend | Definíciók  | Fogyasztók aránya  |
|-------------------|---|--|
| Vegán             | A vegánok nem esznek állati eredetű termékeket.   | Világ: 3% (2018) [35]  |
|                   | A vegán étrend kizár minden állati eredetű terméket [74].<br>A vegánok kerülnek a húst, halat, tojást, tejtermékeket és minden egyéb állati eredetű élelmiszert [49].   | Európa: 4% (2019) [77]<br>EU6: 2,3% (2021) [2]<br>GB: 3,2%<br>IT: 2,3%<br>IT: 1,3% (2022) [63]<br>DE: 2,2%<br>AT: 2,2%<br>ES: 2,1%<br>FR: 2,0% |
|                   | A vegán termékek nem tartalmaznak állati eredetű összetevőket, például húst, halat, tejterméket, tojást vagy mézet. A gyártási folyamat során sem szabad állati eredetű termékeket használni, például zselatint a gyümölcsle vagy a bor derítéséhez, vagy állati eredetű enyvet a termékek csomagolásához.<br>A vegánok tartózkodnak attól, hogy étrendjük bármilyen állati eredetű terméket tartalmazzon, így kizárják a húst, halat, tejtermékeket, mézet, stb. Étrendjük állhat növényi élelmiszerekből, és feldolgozott élelmiszerekből, amelyek tisztán növényi alapú összetevőket tartalmaznak.   |  |
|                   | Meg kell jegyezni, hogy a vegán étrendet meg kell különböztetni a veganizmustól. A vegán étrend [75] egy étkezési gyakorlatra utal, míg a veganizmus filozófia, életmód és politikai mozgalom, amely erkölcsi okokból elutasítja az állatok emberi hasznosításra történő felhasználását. Ezért a veganizmus, amennyire megvalósítható és lehetséges, kiküszöböli a nem emberi állatok élelmiszer, ruházat, kozmetika és gyógyszer, szórakozás vagy bármilyen más célból való kizsákmányolásának minden formáját [76], következésképpen olyan termékek fogyasztását javasolja, amelyek állatbarátok.   | CH: 0,4% (2019) [33]<br>TR: 2,0% (2022) [72]<br>USA: 2% (2019) [66]<br>USA: 5% (2020) [77]   |
|                   | A veganizmust úgy határozzák meg, mint egy olyan életmódot, amely megpróbálja kizárni az állatok kizsákmányolásának és bántalmazásának minden formáját, legyen szó élelmiszeripari, ruházati vagy bármilyen más célról.   |  |
|                   | A vegán étrendnek különböző változatai vannak. A legelterjedtebb a „teljes értékű vegán étrend” (ez az étrend teljes értékű növényi élelmiszerek széles skáláján alapul, mint például gyümölcsök, zöldségek, teljes kiőrlésű gabonák, hüvelyesek, diófélék és magvak); a „nyersélelmiszer-alapú vegán étrend” (amely 48 °C alatt hőkezelt nyers gyümölcsökön, zöldségeken, dióféléken és magvakon alapul); a „80/10/10 étrend”; a „keményítő megoldás”; a „nyers 4 óráig”; a „műétel vegán étrend” (junk food vegan diet) és így tovább. Bár a vegán étrendnek számos változata létezik, a legtöbb tudományos kutatás ritkán tesz különbséget a vegán étrendek különböző típusai között [49]. | Asia: 13% (2019) [77]  |
|                   | Az ABC Australia Talks National Survey felmérése szerint Ausztrália egy másik olyan ország, ahol a lakosság mindössze 1%-a vallja magát vegánnak [36].  | AU: 1% (2019) [36]<br>AU: 1.7% (2021) [6]  |
|                   | India az a piac, amely leginkább különbözik az összes többi piactól. A lakosság 22%-a vegetáriánus étrendet követ (a második leggyakoribb étrend Indiában), és 19%-a vegán [35].  | IN: 19% [35]   |

A különböző étrendek – hacsak környezeti, gazdasági és társadalmi-kulturális tényezők nem korlátozzák – tükrözik az emberek erkölcsi, etikai és spirituális szemléletét.

Európában mi többnyire **mindenevők** vagyunk (72,3%, egy 2021-ben, hat EU-tagállamban végzett felmérés alapján) [2], csakúgy, mint az észak-amerikaiak (66% 2019-ben) [3], vagyis rendszeresen fogyasztunk húsokat (sertés, marha, birka, kecske, csirke és más baromfi), de főként vörös húst. A mindenevő étrend nem zár ki semmilyen élelmiszert vagy élelmiszer-csoportot, kivéve, ha az adott fogyasztónak élelmiszer allergiája, intoleranciája, vagy egyéb, élelmiszertől összefüggő egészségügyi problémája van.

A fogyasztók kis része **vegetáriánus** (ovo-, lakto- vagy ovo-lakto vegetáriánus) vagy **vegán**, akik szigorúan betartják választott étrendjüket, kitartóan és következetesen döntenek egy húsmentes, növényi alapú étkezés (pl. zöldségek, gyümölcsök, hüvelyesek, gabonafélék, stb.) mellett. Átlagosan az európaiak 4,6%-a vegetáriánus, de ez változó, az Egyesült Királyságban 5-7%, Németországban 4,6%, Olaszországban és Ausztriában 4.1%, Ausztráliában 4.0%, Svájcban 3,6%, Spanyolországban pedig 2,1% (lásd az 1. táblázatot), hogy néhányat említsünk.

A vegánok, akik szigorúbb étrendet követnek a hús, a tejtermékek, a tojás és a méz (minden állati eredetű összetevő) kizárásával, kis csoportot alkotnak. Az egyes országokban a vegánok arányára vonatkozó adatokat az 1. táblázat tartalmazza. A gyártási folyamat során sem használhatnak olyan állati eredetű termékeket, mint például zselatint gyümölcsle vagy bor derítéséhez, vagy állati eredetű enyvet a termékek csomagolóanyagában.

Szükségünk van egyáltalán a vegetariánus és a vegán étrend definíciójára? Nem biztos. Abban az esetben azonban, ha az élelmiszeripari vállalkozók (élelmiszer-feldolgozók és kiskereskedők) szeretnék az élelmiszereket vegetariánus és vegán fogyasztók számára megfelelőként jelölni, például „vegán élelmiszer”-ként, akkor egyértelmű definícióval kell rendelkezniük, hogy szabályozni tudjuk a jelölést. Ezenkívül hasznos lenne egy (és csak egy) nemzetközileg használt, világos és harmonizált logó a vegán élelmiszerekre. Valójában létezik a vegán és vegetariánus termékek és szolgáltatások jelölésére szolgáló „V-Label” szimbólum. Ezt 1996-ban jegyezték be [4].

A mai napig nincsen hivatalos meghatározás a vegetariánus és a vegán étrendre. A nagyon részletes és átfogó uniós élelmiszerjogi szabályozás ellenére nem létezik a vegetarianizmus és a veganizmus definíciója, így a vonatkozó élelmiszerek jelölési szabályait sem alakították. Az Európai Bizottság (EB) 2019-ben kezdte meg a vegetariánus és vegán élelmiszerek fogalmának meghatározását a 2011-ben elfogadott törvény felhatalmazása alapján. Az EU „élelmiszerek jelöléséről” szóló rendelete előírta, hogy az EB-nek végrehajtási jogszabályt kell kiadnia, amely meghatározza „egy élelmiszer vegetariánusok vagy vegánok számára való alkalmasságával kapcsolatos jelölési információk” követelményeit (1169/2011/EU rendelet, 36. cikk, (3) bekezdés, b) pont). Az Európai Vegetariánus Szövetség (EVU, a vegán és vegetariánus egyesületek és társaságok ernyőszervezete Európa-szerte, amely állításuk szerint „növényi alapú érdekeket képvisel az EU-ban”) a FoodDrinkEurope-pal (amely egy élelmiszeripari konföderáció az Európai Unióban) együtt javaslatokat készített [5] a lehetséges elnevezésekre. Ráműtött arra, hogy a Bizottság 2011 óta nem cselekedett felelősségi körének megfelelően, és nem tekinti az ügyet kiemelt fontosságúnak.

A **vegánok** számára megfelelő élelmiszerek javasolt definíciója a következő: „Élelmiszerek, amelyek nem állati eredetű termékek, és amelyekben a gyártás és a feldolgozás egyetlen szakaszában sem használtak fel vagy adtak az élelmiszerhez olyan összetevőket (beleértve az adalékanyagokat, hordozóanyagokat, aromákat és enzimeket) vagy technológiai segédanyagokat vagy egyéb anyagokat, amelyek nem élelmiszer-adalékanyagok, de a technológiai segédanyagokkal azonos módon és célra használják fel, amelyek állati eredetűek.”

### 5.1. Vegetariánus élelmiszerek

Ezen csoportba azok az élelmiszerek tartoznak, amelyek megfelelnek a vegán élelmiszerek követelményeinek, azzal a különbséggel, hogy előállításuk és feldolgozásuk során hozzáadható vagy felhasználható tej és tejtermékek, kolosztrum, tojás, méz, méhviasz, propolisz vagy gyapjúzsír (beleértve az élő birkák gyapjából nyert lanolint, annak komponenseit és származékait).

Az elkötelezett vegánok általában vegetariánusként kezdik. A hat EU-tagállamban végzett VeganZ tanulmány [2] szerint a vegánok 67,3%-a kezdetben vegetariánusnak vallotta magát. Ezenkívül a vegetariánusok (FR) 83%-a el tudja képzelni, hogy csak növényi alapú terméket vásárol. Ennek megfelelően, várhatóan a vegetariánus tanulmányban részt vevők egy része nem csak a hús- és halevésről fog lemondani a jövőben, hanem minden más állati eredetű termékről is. Érdekes tehát megjegyezni, hogy a vegetariánusok körében megfigyelhető egy tendencia a veganizmus felé.

Emellett a mindenevők 12,1%-a nem ellenzi a vegán étrendet, míg 28,2%-uk el tudja képzelni, hogy vegetariánus legyen.

A mindenevő és a vegán étrend között számos variáció létezik, mint például, de nem kizárólag, a redukcionista, a flexitariánus, a szemi-vegetariánus, a peszkatariánus (akik kizárják étrendjükből a (vörös) húst, de esznek halat), a peszka-pollotariánus és a pollotariánus étrend, nem is beszélve az ovo-, lakto- és ovo-lakto-vegetariánus étkezési szokásokról (1. táblázat).

## 6. A flexitariánus étrend

### 6.1. Flexitariánusok

A húsfogyasztásukat csökkentő fogyasztókat a szakirodalom 'húscsökkentőknek', 'kevés húst evőknek' vagy 'szemi-vegetariánusoknak' is nevezik [6].

A flexitariánusok tudatosan csökkentik az állati eredetű termékeket étrendjükben, de nem zárják ki szigorúan a húst. A 'flexitariánus' (flexitarian) kifejezés két szó összevonásából keletkezett: "rugalmas" (flexible) és 'vegetariánus' (vegetarian). A kifejezést több mint egy évtizeddel ezelőtt D. J. Blatner alkalmazta először 2009-es „Flexitariánus évek az élethez” című könyvében. Blatner szerint nem kell teljesen elhagyni a húst ahhoz, hogy élvezzük a vegetarianizmussal járó egészségügyi előnyöket – lehetsz vegetariánus az idő nagy részében, de ettől függetlenül élvezhetsz egy hamburgert vagy egy steaket, ha éppen arra vágysz. Azt gondolják, hogy a több növényt és kevesebb húst tartalmazó étrendet követő emberek nem csak fogynak, hanem javulhat általános egészségi állapotuk, csökken a szívbetegségek, a cukorbetegség és a rákos megbetegedések aránya, és ennek következtében tovább élnek.

A Német Táplálkozási Társaság szerint a „flexitariánusokat” „rugalmas vegetariánusoknak” is nevezhetjük. Annak ellenére, hogy fogyasztanak húst és halat, ezt ritkábban teszik, mint a hagyományos mindenevők [7]. A flexitariánusokat alkalmi vegetariánusoknak vagy zöldségevőknek (vegivore) is nevezik. A flexitariánus étrend általánosságban szemi-vegetariánus, növényi alapú étrendként határozható meg. Ez egy rugalmas étkezési stílus, amely hangsúlyozza a növények vagy növényi eredetű élelmiszerek hozzáadását, és ösztönzi a hús kevésbé gyakori és/vagy kisebb adagokban történő fogyasztását.

Mivel a flexitariánus és a szemi-vegetariánus (korábban részleges vagy pszeudo-vegetariánusnak is hívott) kifejezéseket gyakran szinonimaként használják, és sem a vegetariánus, sem a flexitariánus fogalmat nem definiálták, meglehetősen nehéz összehasonlítani ezeket a csoportokat, megvizsgálni az arányukat. Így az egyértelmű megkülönböztetés érdekében a **2. táblázatban** a húshoz való hozzáállásuk és húsfogyasztásuk szerint rendeztem őket.

2. táblázat. Egyes étrend csoportok fogyasztása különböző étrend típusokban – különös tekintettel a húsfogyasztásra

| Étrend típus  |                        | Hús                      | Baromfi          | Hal és tenger gyümölcsei | Egyéb állatok    | Tejtermékek | Tojás   | Növények |
|---------------|------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|------------------|-------------|---------|----------|
| Mindenevő     | Korlátlan mindenevő    | Igen naponta             | Igen             | Igen                     | Igen             | Igen        | Igen    | Igen     |
|               | Mindenevő              | Igen heti 5-6 alkalommal | Igen             | Igen                     | Igen             | Igen        | Igen    | Igen     |
| Flexitariánus |                        | Igen csökkentett         | Igen csökkentett | Igen csökkentett         | Igen csökkentett | Igen        | Igen    | Igen     |
| Vegetariánus  | Pollotariánus          | Nem                      | Igen             | Nem                      | Nem              | Esetleg     | Igen    | Igen     |
|               | Peszka-pollotariánus   | Nem                      | Igen             | Igen                     | Nem              | Esetleg     | Esetleg | Igen     |
|               | Peszkatariánus         | Nem                      | Nem              | Igen                     | Nem              | Esetleg     | Esetleg | Esetleg  |
| Vegetariánus  | Lakto-ovo vegetariánus | Nem                      | Nem              | Nem                      | Nem              | Igen        | Igen    | Igen     |
|               | Ovo vegetariánus       | Nem                      | Nem              | Nem                      | Nem              | Nem         | Igen    | Igen     |
|               | Lakto vegetariánus     | Nem                      | Nem              | Nem                      | Nem              | Igen        | Nem     | Igen     |
| Vegán         |                        | Nem                      | Nem              | Nem                      | Nem              | Nem         | Nem     | Igen     |

A flexitariánus étrendben a kalóriák többnyire tápanyagban gazdag ételekből származnak, mint például gyümölcsök, hüvelyesek, teljes kiőrlésű gabonák és zöldségek. Ami a fehérjét illeti, a növényi alapú élelmiszerek (pl. szóját tartalmazó ételek, hüvelyesek, diófélék és magvak) jelentik az elsődleges forrást. A fehérje származhat tojásból és tejtermékekből is, kisebb mennyiségben húsból, különösen vörös és feldolgozott húsból. A tápanyagdús ételekre helyezett hangsúly miatt a flexitariánus étrend elősegíti a telített zsírok, a hozzáadott cukrok és a nátrium bevitelének korlátozását [8]. Hogy ez utóbbi igaz-e vagy sem, további vizsgálatot érdemel. A flexitariánus étrend követése nem feltétlenül biztosít egészségesebb táplálkozást, mint a mindenevőké. A flexitariánus kifejezés értelmezése olyan sokrétű, és összetétele annyira eltérő lehet, hogy tisztában kell lennünk az állati eredetű élelmiszerek típusával és fogyasztási gyakoriságával, hogy megítélhessük azt.

A flexitariánus kifejezést egyes vegetariánusok és vegánok oximoronként kritizálták, mivel az ilyen étrendet követő emberek nem vegetariánusok, hanem mindenevők, hiszen még mindig állatok húsát fogyasztják [9].

Mivel a flexitariánusság definíciójával kapcsolatban nincsen konszenzus, meglehetősen nehéz mérni vagy becsülni a flexitariánus fogyasztók számát és arányát. Bizonyos fogyasztók flexitariánusnak gondolják magukat, ha húsfogyasztásukat felére csökkentik, akár egy napra vagy heti 4 napra vagy még kevesebbre csökkentik. Ez az eltérés a következő besoroláshoz vezetett: „szigorú flexitariánus” (hetente 1-2 alkalommal hús vacsorára), „közepes flexitariánus” (a hét felében húsmentes vacsora) és „enyhe (light) flexitariánus” (húsfogyasztás gyakorisága heti 5-6 alkalom) [10]. Ez a besorolás segít leküzdeni a „flexitariánus” kifejezés hatalmas értelmezésbeli különbségeit.

Attól függően, hogy a flexitariánus fogyasztók besorolása a heti hús fogyasztás gyakoriságának saját bevallásán, vagy az „élelmiszer fogyasztás” egyéb egyéb módszerekkel történő mérésén alapul, nagyon eltérő adatokhoz vezethet. A flexitariánusok arányára vonatkozó adatokat így fenntartással kell kezelnünk.

Még ha nőtt is a vegánok és a vegetariánusok száma, a lakosság nagy része még mindig fogyaszt húst és más állati eredetű termékeket: az európaiak átlagosan 18,3%-ban tartják magukat flexitariánusnak.

Számuk magasabb Németországban (27,3%) és Ausztriában (25,8%), alacsonyabb Spanyolországban (13,1%) és Olaszországban (12,1%) [2]. (További adatokért lásd az **1. táblázatot**.)

Németországban a nem vegánok több mint 50%-a csökkenteni tervezi az állati eredetű termékek fogyasztását a jövőben [2].

A flexitariánusok 15,3%-a el tudja képzelni, hogy vegán lesz, míg 54,8% áttérne vegetáriánus étrendre.

Figyelembe véve mindazokat, akik aktívan csökkentik vagy teljesen kizárják legalább bizonyos állati eredetű terméket, beleértve a vegetáriánusokat, Peszkatariánusokat és flexitariánusokat, ez a csoport a lakosság 30,8%-át teszi ki: az európaiak 10-30%-a már nem tartja magát teljes értékű húsevőnek [11].

## **7. Környezetvédelmi szempontok – növényi alapú megoldások**

A vegánokkal és a vegetáriánusokkal ellentétben a flexitariánusok a csökkentett húsfogyasztás fő okaként a környezetvédelmet és a fenntarthatóságot jelölik meg (72,1%) [2].

Egyes szerzők [12, 13, 14] kifejezetten utalnak a flexitariánus étrendre mint olyan fontos étrendi változásra, amely jelentősen hozzájárul az az ételrendszer (food system) környezeti lábnyomának csökkentéséhez és az ételrendszer-fogyasztók számára egészségesebb étkezési minták és táplálkozási előnyök biztosításához. Ezek a tanulmányok a flexitariánus táplálkozási mintát úgy határozzák meg, hogy az túlnyomórészt **növényi alapú**, szerény mennyiségű állati eredetű ételrel (hús, tejtermék, hal) kiegészítve [10].

Európában egyre többen választanak növényi eredetű termékeket az állati eredetű táplálék helyett, alkalmanként vagy tartósan. Szinte minden nagy áruházlánc listáján szerepelnek növényi alapú hús- és tejpótló termékek.

A flexitarianizmus vagy „alkalmi vegetarianizmus” egy egyre népszerűbb növényi alapú étrend, amely azt állítja, hogy csökkenti a fogyasztó szén-lábnyomát és javítja egészségét egy olyan étkezési rendszerrel, amely többnyire vegetáriánus, de alkalmanként megengedi a húselekek fogyasztását. A flexitariánus diéta térnyerése annak az eredménye, hogy az emberek környezeti szempontból fenntarthatóbb megközelítést alkalmaznak étkezésükhöz azáltal, hogy csökkentik húsfogyasztásukat, azt alternatív fehérjeforrásokra cserélve [15].

A hús- és tejtermékek fogyasztásának csökkentése 2050-re évi 0,7-8 milliárd tonna CO<sub>2</sub>-egyenértékkel csökkentheti az üvegházhatású gázok kibocsátását — ez a jelenlegi kibocsátás nagyjából 1-16 százaléka. Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) számára azonban egyértelmű, hogy sok szegényebb országban nehéz alternatívát találni az állati eredetű fehérjék helyett. Az EU eddig kerülte az olyan intézkedéseket, amelyek arra ösztönzik az embereket, hogy csökkentsék a húsevést, tartva a politikai ellenállástól [16].

Itt meg kell említeni egy másik kifejezést is: a „demitariánus étrendet”. A „demitarianizmus” az a gyakorlat, hogy tudatosan törekszünk a húsfogyasztás csökkentésére, elsősorban környezetvédelmi okokból. A kifejezést 2009-ben a franciaországi Barsac-ban dolgozták ki a környezetvédelmi ügynökségek műhelymunkája során, ahol kidolgozták a „Barsac-i nyilatkozat: Környezeti fenntarthatóság és a demitariánus étrend” című dokumentumot [17].

## **8. Növényi alapú étrendek**

Mivel egyre nagyobb az igény az alternatív fehérjékre, a növényi alapú étrendek egyre nagyobb lendületet kapnak. A növényi alapú étrendeket dicsérik az egészségünkre és a környezetünkre gyakorolt jótékony hatásuk miatt. Nincs sem hivatalos definíció, sem konszenzus arra nézve, hogy mi határozza meg a növényi alapú étrendet. Különböző táplálkozási minták leírására használják, a mediterrán étrendtől a vegetáriánus és vegán étrendekig. A növényi alapú étrendek leírásai elsősorban az egészséges növényi élelmiszerek, mint a gyümölcsök, zöldségek, bab, hüvelyesek, diófélék stb., népszerűsítését helyezik előtérbe, és nem feltétlenül zárják ki a hús- és tejtermékek fogyasztását, vagyis nem várják el az állati eredetű termékek teljes elkerülését [18, 19].

Habár a növényi alapú étrendet gyakran használják a csak növényi vagy vegán étrend leírására, ez nem az állati eredetű termékek teljes elkerüléséről szól. A növényi alapú étrendet növényeket preferáló étrendnek vagy 'flexitariánus' megközelítésnek kell tekinteni, amely az egészséges növényi ételek fogyasztását hangsúlyozza. Míg a húst és a tejtermékeket nem feltétlenül kell teljesen elkerülni, fogyasztásuk gyakorisága és az adagok csökkennek, és a tápanyagok többségének egészséges növényi élelmiszerekből kell származnia.

A Harvard Business Review [20] szerint a flexitariánus fogyasztók jelentik a növényi alapú termékek legnagyobb piacát (egy-egy kategóriákban az eladások 70%-át teszik ki [21], és az összes vásárló 30%-át [22]).

## 9. Élelmiszer és egészség

Ahogy korábban említettem, a vegánokkal és vegetáriánusokkal ellentétben a flexitariánusok a csökkentett húsfogyasztás fő okainak a környezetvédelmet és a fenntarthatóságot tekintik. Vannak azonban egészségügyi okok és társadalmi aggályok is, amelyek arra készítetik a fogyasztókat, hogy megváltoztassák étkezési szokásaikat. Az egészségügyi problémák, a nem fertőző betegségek (NCD) gyakori előfordulása jól ismert. Legyen szó rejtett éhségről, elhízásról vagy szív- és érrendszeri betegségekről, daganatokról vagy más, az élelmiszer-fogyasztással összefüggő egészségügyi problémákról, a kiegyensúlyozatlan étrendnek hosszú távú következményei vannak. A rövid távú változások, például az ún. „divat-diéták” követése nem megfelelőek abban az esetben, ha el akarjuk kerülni étrendünk negatív egészségügyi következményeit.

A fogyasztók egyre inkább tudatában vannak az **élelmiszerek és az egészség** kapcsolatának, és ennek megfelelően változtatják vásárlási magatartásukat.

A belga válaszadók 79%-a (n=17.000 (2021)) aktívan keresi az információt az egészséges életmódról, és azt várják, hogy a szabályozó hatóságok erősebb szerepet játszanak az egészség és a környezet fenntarthatóságának előmozdításában. A belga fogyasztók több gyümölcsöt (51%) és zöldséget (57%) esznek, mint korábban [23].

## 10. Társadalmi problémák

Az egészséggel és a környezettel kapcsolatos problémák mellett hangsúlyozni kell a társadalmi problémák fontosságát is, hiszen a leghatékonyabban a közösségi médián keresztül, valamint bloggerek és más influenszerek által terjesztett, nem bizonyítékokon alapuló információk növekvő mennyisége aláássa a tudomány hitelességét, a tudományosságba vetett hitet, a bizonyítékokon alapuló (evidence-based) eredmények megbízhatóságát.

Egy másik jelenség az, amikor dogmák alakulnak ki. Az elmúlt évtizedekben számos élelmiszerrel kapcsolatos dogma épült fel. Ezek szintén veszélyeztetik a fogyasztói bizalmat.

A fogyasztók az élelmiszerrendszerbe vetett bizalmukat is elveszthetik a zöldre festés és hasonló próbálkozások miatt. Amikor az élelmiszergyártó cégek túlzásba akarják vinni és utánozni akarják a környezetbarát gyakorlatokat, a fogyasztók leginkább akkor válnak csalódottá, amikor a valóság nyilvánvalóvá válik.

## 11. Trend vagy divat?

Az élelmiszer-fogyasztók egyre nagyobb csoportja szándékosan csökkenti húsfogyasztását anélkül, hogy a húst teljesen kiiktatná étrendjéből. Nem szándékoznak vegetáriánusokká vagy vegánokká válni, de egészségügyi és környezetvédelmi okokból rugalmasak, és csökkentik húsfogyasztásukat.

A vegán és vegetáriánus élelmiszerek iránti kereslet, beleértve a hús, a tej vagy a tojás kiváltóit, az elmúlt években jelentősen megnőtt Európában [24].

A növényi alapú húsanalóg, vagy húshelyettesítő élelmiszerek nagy lendületű trendje a jelenlegi évtized jelentős innovációja, de vajon folytatódik-e térnyerésük, továbbra is hatalmas bevételt fognak-e termelni a befektetőknek, vagy ez csak egy divatnak bizonyul?

„Nem valószínű, hogy a növényi alapú hús térnyerése olyan ütemű lesz, mint az elmúlt években. Bár ez természetesen nem egy rövid távú hóbort, a meredek növekedési ütem minden bizonnyal le fog húlni 2025 előtt [25].”

Megállapították, hogy a szigorú flexitariánusok aránya (a definíciókat lásd az **1. táblázatban** és a fentiekben) a 2011-es több mint 15%-ról 2019-re kevesebb mint 10%-ra csökkent, míg a könnyű flexitariánusok aránya a 2011-es 36%-ról 41%-ra nőtt egy holland felmérés szerint. Ezek a számok hozzájárulnak ahhoz, hogy valamivel magasabb lett az átlagos napok száma, ahányszor húst fogyasztunk vacsorára: heti 4,6 napról (2011) heti 4,8 napra (2019) nőtt. Ez az eredmény pedig összeegyeztethető azzal a ténnyel, hogy az egy főre eső húsfogyasztás Hollandiában 2011 és 2019 között stabilan, nagyjából 39 kg körül alakult. Mindez arra utal, hogy a flexitarianizmus alig haladt előre az elmúlt 10 évben – legalábbis ami a nyílt viselkedést illeti [10].

## 12. Generációs különbségek

Egy nemrégiben készült amerikai felmérés [26] a Z generáció élelmiszer prioritásait és vásárlóerejét vizsgálta, illetve azt, hogy egyre több amerikai aggódik a környezeti fenntarthatóság miatt. Az online végzett, 2022 évi, 17. Food & Health Survey (n=1.005, 18 és 80 év közöttiek) 2022-ben túlreprezentálta a Z generációba tartozó (18-24 évesek) fogyasztókat, akik nagy érdeklődést mutattak a környezet iránt. Arra a kérdésre, hogy szerintük az ő generációjuk jobban aggódik-e élelmiszer-választásuk környezeti hatásai miatt, mint a többi generáció, a Z generáció mondott a legnagyobb valószínűséggel igent (73%), őket a millenniumiak követték 71%-kal. Az összes korcsoportot figyelembe véve, 39% mondta azt, hogy a környezeti fenntarthatóság befolyásolta élelmiszer- és italvásárlási döntéseiket, szemben a 2019-es 27%-kal.

### 13. Fenntartható étrendek

Az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) a fenntartható étrendet úgy határozza meg, mint amely alacsony környezeti hatással jár, miközben megfelel a jelenlegi táplálkozási irányelveknek, ugyanakkor megfizethető, hozzáférhető és kulturális szempontból elfogadható [27].

A kulturális és történelmi háttér, a gasztronómia, a fogyasztói szokások és az ételek kultúránkban betöltött szerepe döntő hatással van arra, hogy hogyan és mit fogyasztunk.

A fogyasztói szokásokon meglehetősen nehéz változtatni. Emellett köztudott, hogy nagy eltérések lehetnek a fogyasztók önértékelése és tényleges magatartása között, például a magukat flexitariánusnak vallók száma és tényleges húsfogyasztásuk (gyakorisága) között.

Az egészséges és fenntartható táplálkozásra vonatkozó minden tudományos bizonyíték és szakmai konszenzus ellenére a jelenlegi gyakorlat szerint az élelmiszer-fogyasztóknak csak elhanyagolható kisebbsége képes betartani az ilyen étrendi ajánlásokat. Ez egyértelműen azt jelzi, hogy számítani kell arra, hogy a flexitariánus étrendre való áttérés, amelyben a húsfogyasztás bizonyos mértékig korlátozott, sok ember számára drámai táplálkozási változásnak minősül. Ez azt sugallja, hogy – függetlenül attól, hogy általánosságban mi a konszenzus a fenntartható étrendről –, sokkal kevésbé egyértelmű valamint vitatható, hogy a fogyasztók mennyire lennének hajlandóak és segítőkészek a csökkentett mennyiségű húst tartalmazó étrendre való áttérésben [10].

Az emberiség történelme során a fogyasztók tartózkodtak a rendszeres húsevéstől, még akkor is, ha nem vásárlóerőről vagy szegénységről volt szó, hanem vallásos okokról (lásd „hal péntek” vagy „húsmentes péntek”) vagy másról.

Nem szabad alábecsülnünk a hús szerepét táplálkozásunkban, érzékszervi és tápértékét, szerepét a nemzeti konyhában (lásd Németország, Svájc vagy Magyarország példáját), hogyan kapcsolódik a gazdagsághoz és a jóléthez, a hagyományos ételekhez és a tradíciókhoz, ami akadály lehet az innovációnak és az újítások bevezetésének. Az állattenyésztés szerepe a gazdaságban, főként a mezőgazdasági országokban, és számos más tényező befolyásolja az élelmiszerekhez való viszonyunkat.

Abban az esetben, ha egyre nagyobb lesz az érdeklődésünk és az elkötelezettségünk a zöldség- és gyümölcsfogyasztás növelése és a húsfogyasztás csökkentése iránt, akkor növényi alapú hús helyettesítő termékekkel, vagy nélkülük, egészségesebb életet érhetünk el magunk és bolygónk számára.

### 14. Irodalom

- [1] EAT-Lancet (2019): Healthy Diets from Sustainable Food Systems. Food Planet Health. EAT-Lancet Commission Summary Report. [https://eatforum.org/content/uploads/2019/07/EAT-Lancet\\_Commission\\_Summary\\_Report.pdf](https://eatforum.org/content/uploads/2019/07/EAT-Lancet_Commission_Summary_Report.pdf)
- [2] Veganz (2022): Veganz Nutrition Report 2021. <https://vegan.com/blog/results-of-the-current-vegan-nutrition-study/#:~:text=The%20future%20belongs%20to%20flexitarians,of%20Europeans%20consider%20themselves%20flexitarians.>
- [3] IFIC (2020): A Consumer Survey on Plant Alternatives to Animal Meat. January 30, 2020. International Food Information Council. <https://ific.org/media-information/press-releases/consumer-survey-on-plant-alternatives-to-meat-shows-that-nutrition-facts-are-more-influential-than-the-ingredients-list/>
- [4] V-Label: <https://www.v-label.eu/about-us>
- [5] EVU (2019): Definitions of “vegan” and “vegetarian” in accordance with the EU Food Information Regulation. EVU Position Paper. European Vegetarian Union. July 2019. [https://www.euroveg.eu/wp-content/uploads/2021/02/072019\\_EVU\\_PP\\_Definition.pdf](https://www.euroveg.eu/wp-content/uploads/2021/02/072019_EVU_PP_Definition.pdf)
- [6] Malek, L. & Umberger W.J. (2021): Distinguishing meat reducers from unrestricted omnivores, vegetarians and vegans: A comprehensive comparison of Australian consumers. Food Quality and Preference, 88 (2021), Article 104081
- [7] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2022): Flexitariar — die flexiblen Vegetariar. German Society for Nutrition. <https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/flexitariar-die-flexiblen-vegetariar/>
- [8] Pike, A. (2021): What is the Flexitarian Diet? Food Insight. <https://foodinsight.org/what-is-the-flexitarian-diet/>
- [9] Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Semi-vegetarianism>

- [10] Dagevos, H. (2021). Finding flexitarians: Current studies on meat eaters and meat reducers. *Trends in Food Science and Technology*, 114, 530-539. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.021>
- [11] EIT Food (2021): Plant-based for the Future. Insights on European consumer and expert opinions. White Paper. A qualitative study funded by EIT Food and conducted by the University of Hohenheim. 12 Feb. 2021. pp.: 1-13. [https://www.eitfood.eu/media/documents/Uni\\_Hohenheim\\_Whitepaper\\_16zu9.pdf](https://www.eitfood.eu/media/documents/Uni_Hohenheim_Whitepaper_16zu9.pdf)
- [12] Hedenus, F. et al. (2014): The importance of reduced meat and dairy consumption for meeting stringent climate change targets. *Climate Change*, 124 (2014), pp.: 79-91
- [13] Springmann, M. et al. (2018): Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562 (2018), pp.: 519-525
- [14] IPCC (2019): Climate Change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Chapter 5: Food security. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva (2019), pp.: 1-200
- [15] BBC (2018): What is a ‚flexitarian‘ diet? BBC GoodFood. <https://www.bbcgoodfood.com/howto/guide/what-flexitarian-diet>
- [16] Politico (2022): Vegan fact check. In: SANTE Press Review. 06-09-22. Polish MEP calls for vegan food in EU canteens. September 6. 2022. [https://www.politico.eu/article/polish-mep-fights-for-vegan-food-in-eu-canteens/?utm\\_source=POLITICO.EU&utm\\_campaign=7eec08f511-EMAIL\\_CAMPAIN\\_2022\\_09\\_06\\_04\\_59&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_10959edeb5-7eec08f511-190517957](https://www.politico.eu/article/polish-mep-fights-for-vegan-food-in-eu-canteens/?utm_source=POLITICO.EU&utm_campaign=7eec08f511-EMAIL_CAMPAIN_2022_09_06_04_59&utm_medium=email&utm_term=0_10959edeb5-7eec08f511-190517957)
- [17] „The Barsac Declaration: Environmental Sustainability and the Demitarian Diet” (2009): <https://web.archive.org/web/20131126112928/http://www.nine-esf.org/sites/nine-esf.org/files/Barsac%20Declaration%20V5.pdf>
- [18] Bánáti D. (2020): Veggie burgers, vegan meats? The ruling of the European Parliament paved the way for meat substitutes with meat denominations. *Journal of Food Investigation*. Vol. 66. No. 4. / LXVI. évf. 4. szám, pp.: 3166-3174. [https://eviko.hu/Portals/0/ujzagok/Arcivum/2020/4\\_szam/EVIK2020-4.pdf](https://eviko.hu/Portals/0/ujzagok/Arcivum/2020/4_szam/EVIK2020-4.pdf)
- [19] EUFIC (2021): What is a plant-based diet and does it have any benefits? European Food Information Council. <https://www.eufic.org/en/healthy-living/article/what-is-a-plant-based-diet-and-does-it-have-any-benefits>
- [20] Spenner, P. and Freeman, K. (2021): To keep your customers, keep it simple. *Harvard Business Review*. Available at <https://hbr.org/2012/05/to-keep-your-customers-keep-it-simple> (last accessed 06.12.2021).
- [21] ABP EatWell Research, interviewed by ProVeg, September 2021. <https://corporate.proveg.com/article/convenience-by-design-how-to-make-plant-based-products-easy-for-consumers-and-attractive-to-flexitarians/>
- [22] Smart Protein Project (2021): What consumers want: A survey on European consumer attitudes towards plant-based foods. Country specific insights. European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme (No 862957). Available at <https://smartproteinproject.eu/consumer-attitudes-plant-based-food-report/> (last accessed 09.12.2021).
- [23] Deloitte (2021): The Future of Food. Challenges & opportunities: Perspectives from consumers and food companies. Deloitte Belgium. <https://www2.deloitte.com/be/en/pages/consumer-industrial-products/articles/future-of-food.html>
- [24] EIT Food (2020): The V-PLACE – Enabling consumer choice in Vegan or Vegetarian Food Products. <https://www.eitfood.eu/projects/the-v-place-enabling-consumer-choice-in-vegan-or-vegetarian-food-products-2020>
- [25] FoodNavigator (2021): Do plant-based search trends point to category slowdown? ‘The data is predictive of decreased trial’. 01 Sept. 2021. <https://www.foodnavigator.com/Article/2021/09/01/Do-plant-based-search-trends-point-to-category-slowdown-The-data-is-predictive-of-decreased-trial>
- [26] IFIC (2022): 2022 Food & Health Survey: Diets, Food Prices, Stress and the Power of Gen Z. International Food Information Council. May 18, 2022. <https://ific.org/media-information/press-releases/2022-food-health-survey/>
- [27] Burlingame, B. (2012): Sustainable diets and biodiversity. Directions and solutions for policy, research and action. IOM Sustainable Diets.



- [28] Koch, F. et al. (2019): Meat consumers and non-meat consumers in Germany: A characterisation based on results of the German National Nutrition Survey II. *Journal of Nutritional science*. Volume 8. The Nutrition Society. <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-nutritional-science/article/meat-consumers-and-nonmeat-consumers-in-germany-a-characterisation-based-on-results-of-the-german-national-nutrition-survey-ii/866046601F238DAFE859D2075EDCC240>
- [29] Latvala, T. et al. (2012): Diversifying meat consumption patterns: Consumers' self-reported past behaviour and intentions for change. *Meat Science*, 92 (2012), pp.: 71-77
- [30] Vanhonacker, F. et al. (2013): Flemish consumer attitudes towards more sustainable food choices. *Appetite*, 62 (2013), pp.: 7-16
- [31] Hielkema, M.H. & Lund, T.B. (2021): Reducing meat consumption in meat-loving Denmark: Exploring willingness, behavior, barriers and drivers. *Food Quality and Preference*, 93 (2021), Article 104257
- [32] Malek, L. et al. (2019): Committed vs. uncommitted meat eaters: Understanding willingness to change protein consumption. *Appetite*, 138 (2019), pp.: 115-126
- [33] Hagmann, D. et al. (2019): Meat avoidance: Motives, alternative proteins and diet quality in a sample of Swiss consumers. *Public Health Nutrition*, 22 (2019), pp.: 2448-2459
- [34] Webster, J. et al. (2022): Risk of hip fracture in meat-eaters, pescatarians, and vegetarians: results from the UK Women's Cohort Study. *BMC Medicine* 20, Article number: 275 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02468-0> <https://bmcmmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-022-02468-0>
- [35] Ipsos Mori (2018): What does it mean to consumers? Ipsos MORI Global Advisor Survey. August 2018 An exploration into diets around the world. pp.: 1-14. [https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2018-09/an\\_exploration\\_into\\_diets\\_around\\_the\\_world.pdf](https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2018-09/an_exploration_into_diets_around_the_world.pdf)
- [36] ABC (2019): Vegans a 1 per cent minority in a country of meat eaters, survey finds. 25 Oct 2019. <https://www.abc.net.au/news/2019-10-26/vegans-comprise-just-1-per-cent-of-the-population-survey-finds/11635306>
- [37] Askew, K. (2022): Vegetarians often have lower intakes of nutrients linked with bone and muscle health. *Foodnavigator.com*. <https://www.foodnavigator.com/Article/2022/08/16/vegetarianism-associated-with-33-higher-risk-of-hip-fracture#>
- [38] Kateman, B. (Ed.) (2017): Introduction. In: B. Kateman (Ed.): *The reducetarian solution: How the surprisingly simple act of reducing the amount of meat in your diet can transform your health and the planet*, TarcherPerigee, New York (2017) pp.: xv-xviii
- [39] Neff, R.A. et al. (2018): Reducing meat consumption in the USA: A nationally representative survey of attitudes and behaviours. *Public Health Nutrition*, 21 (2018), pp.: 1835-1844
- [40] Rosenfeld, D.L. et al. (2019): Mostly vegetarian, but flexible about it: Investigating how meat-reducers express social identity around their diets. *Social Psychological and Personality Science*, 194855061986961.
- [41] Anon. (2012): Thomson Reuters–NPR Health Poll: Meat Consumption 2012, March 2012. [https://truvenhealth.com/portals/0/NPR-Truven-Health-Poll/NPR\\_report\\_Meat\\_Consumption\\_1203.pdf](https://truvenhealth.com/portals/0/NPR-Truven-Health-Poll/NPR_report_Meat_Consumption_1203.pdf) (accessed February 2018). In: R.A. Neff et al. (2018): Reducing meat consumption in the USA: A nationally representative survey of attitudes and behaviours. *Public Health Nutrition*, 21 (2018), pp.: 1835-1844
- [42] Barclay, E. & Aubrey, A. (2016): Eat less meat, we're told. But Americans' habits are slow to change. *The Salt*, 26 February. <http://www.npr.org/sections/thesalt/2016/02/26/465431695/eat-less-meat-were-told-but-americans-habits-are-slow-tochange> (accessed February 2018). In: R.A. Neff et al. (2018): Reducing meat consumption in the USA: A nationally representative survey of attitudes and behaviours. *Public Health Nutrition*, 21 (2018), pp. 1835-1844
- [43] FGI Research Inc. (2014): FGI Survey Report 2014 Monday Effect Online Panel. Durham, NC: FGI Research. In: R.A. Neff et al. (2018): Reducing meat consumption in the USA: A nationally representative survey of attitudes and behaviours. *Public Health Nutrition*, 21 (2018), pp.: 1835-1844
- [44] Lacroix, K. & Gifford, R. (2019): Reducing meat consumption: Identifying group-specific inhibitors using latent profile analysis. *Appetite*, 138 (2019), pp.: 233-241
- [45] Lacroix, K. & Gifford, R. (2020): Targeting interventions to distinct meat-eating groups reduces meat consumption. *Food Quality and Preference*, 86 (2020), Article 103997
- [46] Lentz, G. et al. (2018): Gauging attitudes and behaviours: Meat consumption and potential reduction. *Appetite*, 127 (2018), pp.: 230-241

- [47] Salehi, G. (2020): Consumers' switching to vegan, vegetarian and plant-based (Veg\*an) diets: A systematic review of literature. Conference paper. 19th International Congress on Public and Non-profit Marketing Sustainability: new challenges for marketing and socioeconomic development. DOI: 10.6084/m9.figshare.12522758.v1
- [48] The Flexitarian (2022): What To Eat Now? Welcome to The Flexitarian. <http://theflexitarian.co.uk/>
- [49] Healthline (2022): The Flexitarian Diet: A Detailed Beginner's Guide. <https://www.healthline.com/nutrition/flexitarian-diet-guide>
- [50] U.S.News: The Flexitarian Diet. <https://health.usnews.com/best-diet/flexitarian-diet>
- [51] Malek, L. & Umberger, W.J. (2021): How flexible are flexitarians? Examining diversity in dietary patterns, motivations and future intentions. *Cleaner and Responsible Consumption*. Volume 3, December 2021, 100038., <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2021.100038>
- [52] Onwezen, M. et al. (2020): Consumers more inclined to eat 'alternative' proteins compared to 2015. Wageningen Economic Research, Wageningen (2020) <https://edepot.wur.nl/535181>
- [53] Cordts, A. et al. (2013): Consumer Response to Negative Information on Meat Consumption in Germany. *International Food and Agribusiness Management Review* Volume 17 Special Issue A, 2014. <https://ageconsearch.umn.edu/record/164599/>  
In: <https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/flexitarier-die-flexiblen-vegetarier/>
- [54] Estell, M. et al. (2021): Plant protein and plant-based meat alternatives: Consumer and nutrition professional attitudes and perceptions. *Sustainability*, 13 (2021), p. 1478
- [55] The Free Library. <https://www.thefreelibrary.com/Pollotarian+Diet+Pros+And+Cons.-a0595853056>
- [56] Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Pollotarianism>
- [57] Urban Dictionary: <https://www.urbandictionary.com/define.php?term=Pollotarian>
- [58] Ruby, M.B. (2012): Vegetarianism: A blossoming field of study. *Appetite*, 58 (2012), pp.: 141-150, 10.1016/j.appet.2011.09.019
- [59] Barr, S.I. & Chapman, G.E. (2022): Perceptions and practices of self-defined current vegetarian, former vegetarian, and non-vegetarian women. *Journal of the American Dietetic Association*, 102 (2002), pp.: 354-360, 10.1016/S0002-8223(02)90083-0
- [60] Willetts, A. (1997): Bacon sandwiches got the better of me. In: P. Caplan (Ed.), *Food, health, and identity*, Routledge, New York, NY (1997), pp.: 111-131
- [61] Krizmanic, J. (1992): Here's who we are. *Vegetarian Times*, 182 (1992), pp.: 78-80
- [62] Gossard, M.H. & York, R. (2003): Social structural influences on meat consumption. *Human Ecology Review*, 10 (2003), pp.: 1-9
- [63] Statista (2022): Share of vegetarian and vegan individuals in Italy between 2014 and 2022. Aug 26, 2022. <https://www.statista.com/statistics/609983/vegetarians-and-vegans-in-italy/>
- [64] Demoskop (2014): One in ten Swedes is vegetarian or vegan, according to study. 24 March 2014. Independent. <https://www.independent.co.uk/news/world/europe/one-in-ten-swedes-is-vegetarian-or-vegan-according-to-study-9212176.html>
- [65] Statista (2021): Share of Hungarians following a special diet 2019, by type. Apr 19, 2021. <https://www.statista.com/statistics/1229374/hungary-share-of-people-following-a-special-diet/>
- [66] Harris Poll (2019): How many people are vegan? How many eat vegan when eating out? Asks the Vegetarian Resource Group. The Harris Poll. [https://www.vrg.org/nutshell/Polls/2019\\_adults\\_veg.htm](https://www.vrg.org/nutshell/Polls/2019_adults_veg.htm)
- [67] IBOPE (2018): Pesquisa do IBOPE aponta crescimento histórico no número de vegetarianos no Brasil. Sociedade Vegetariana Brasileira. 20 Mai 2018. <https://www.svb.org.br/2469-pesquisa-do-ia-bope-aponta-crescimento-historico-no-numero-de-vegetarianos-no-brasil>
- [68] El Milenio (2020): ¿Cuántos Veganos y vegetarianos hay en Argentina? 5 noviembre, 2020. <https://elmilenio.info/2020/11/05/cuantos-veganos-y-vegetarianos-hay-en-argentina/>
- [69] Max Rubner-Institut (MRI) (2008): Nationale verzehrsstudie II. Ergebnisbericht teil 1 [nationale consumption study II]. Retrieved (2008) [https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Institute/EV/NVSII\\_Abschlussbericht\\_Teil\\_2.pdf](https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Institute/EV/NVSII_Abschlussbericht_Teil_2.pdf)
- [70] Mensink, GBM et al. (2016): Prevalence of persons following a vegetarian diet in Germany. *J. Health Monit.* 1, pp.: 2-14. DOI:10.17886/RKI-GBE-2016-039

- [71] Pfeiler, T.M. & Egloff, B. (2018): Examining the 'Veggie' personality: results from a representative German sample. *Appetite* 120, pp.: 246–255.
- [72] Kunst, A. (2022): Statistika. Feb, 3. 2022. <https://www.statista.com/forecasts/1002985/diets-and-nutrition-in-turkey#statisticContainer>
- [73] Ipsos Mori (2018): An exploration into diets around the world. Ipsos MORI Global Advisor Survey. August 2018. [https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2018-09/an\\_exploration\\_into\\_diets\\_around\\_the\\_world.pdf](https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2018-09/an_exploration_into_diets_around_the_world.pdf)
- [74] Rosenfeld, D.L. & Burrow A.L. (2017): The unified model of vegetarian identity: A conceptual framework for understanding plant-based food choices. *Appetite*, 112 (2017), pp. 78-95, 10.1016/j.appet.2017.01.017
- [75] Díaz, E. M. (2017): El veganismo como consumo ético y transformador: un análisis de la intención de adoptar el veganismo ético. PhD dissertation. Universidad Pontificia Comillas. In: G. Salehi (2020): Consumers' switching to vegan, vegetarian and plant-based (Veg\*an) diets: A systematic review of literature. Conference paper. 19th International Congress on Public and Nonprofit Marketing Sustainability: new challenges for marketing and socioeconomic development. DOI: 10.6084/m9.figshare.12522758.v1
- [76] The Vegan Society. (1979): Definition of veganism. <https://www.vegansociety.com/go-vegan/definitionveganism>. Accessed 12 June 2019 In: G. Salehi (2020): Consumers' switching to vegan, vegetarian and plant-based (Veg\*an) diets: A systematic review of literature. Conference paper. 19th International Congress on Public and Nonprofit Marketing Sustainability: new challenges for marketing and socioeconomic development. DOI: 10.6084/m9.figshare.12522758.v1
- [77] NewNutrition Business (2019): 10 Key Trends in Food, Nutrition & Health 2020. In: Vegan olio (2021): How many vegans and vegetarians are in the world today? <https://veganolio.com/how-many-vegans-and-vegetarians-are-in-the-world-today/>
- [78] Clicerì, D. et al. (2018): The influence of psychological traits, beliefs and taste responsiveness on implicit attitudes toward plant- and animal-based dishes among vegetarians, flexitarians and omnivores. *Food Quality and Preference*. Vol. 68, September 2018, pp.: 276-291. doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.03.020

---

## ***Flexitarianism – the sustainable food consumption?***

**Keywords:** flexitarian, omnivore, vegetarian, vegan, plant-based, sustainability, sustainable food consumption

### **1. SUMMARY**

Flexitarians became the largest dietary group after omnivores, they play a significant role when it comes to effectively reducing the consumption of meat and other animal-derived products and thus in fighting climate change.

Looking at all those, who actively reduce or fully exclude at least some animal products, including vegetarians, pescetarians and flexitarians, the group in total represents 30.8% of the population: 10 to 30 % of Europeans no longer consider themselves full meat-eaters anymore. However, there are substantial differences in the proportion of consumers considering themselves and/or categorised as flexitarian. Furthermore, the lack of a definition or at least a wide consensus on what to be considered a flexitarian diet makes it even more difficult to estimate the size of this consumer group.

Why could the classification of flexitarianism still be useful and support a sustainable food consumption? Instead of following strict rules, strengthening consumers' efforts to pursue a more sustainable diet according to their own intention (such as following a flexitarian eating pattern) may be more effective.

Different food consumption patterns are described in this article from omnivores via reducetarians, flexitarians, vegetarians to vegans, where possible definitions and data are provided on the proportion of consumers following such diet patters.

---

<sup>1</sup> University of Szeged, Faculty of Engineering, Institute of Food Engineering

## **2. Food is a source of nutrients**

Food is a source of vital macro- and micronutrients, vitamins. Foodstuffs, including water are sources of life, necessary and unavoidable for the functioning of our body and to maintain good health. The foods we eat also have influence on the composition of our microbiota. But foods are not only sources of energy, protein, fat and carbohydrates, but they are also a source of enjoyment by providing good taste and smell. Foodstuffs either eaten raw or cooked are part of our social life and our culture.

## **3. Our diet varies**

Our diet varies depending on our geographical location, societal status, economical buying power, our education and cultural background. Mediterranean countries provide a more favourable environment for the production of a wide range of vegetables and fruits allowing a varied diet. Whether and lifestyle have an influence on the gastronomic culture. Seasonality would also influence the availability of foods. Religion, ethical, moral and animal welfare issues motivate consumers, as well. (Jewish, Muslim, Hindu and other religious restrictions not allowing the consumption of pork, beef and certain other types of foods are well-known for a long time.) Some societies are more conservative than others, high level of neophobia would be an obstacle in the acceptance of food innovation and that of novel products. Information, especially the lack of evidence-based information and fake news via social media have a major role in consumers' decisions. On one hand, consumers are becoming more conscious, mainly health-conscious, more and more environment-conscious requesting healthy, 'natural', clean label and sustainably produced foodstuffs to be marketed. On the other hand they follow trends as much as they set up those.

## **4. Planetary Health – the EAT-Lancet Report (2019) [1]**

Food is the single strongest lever to optimize human health and environmental sustainability on Earth. An immense challenge facing humanity is to provide a growing world population with healthy diets from sustainable food systems.

Transformation to healthy diets by 2050 will require substantial dietary shifts. Global consumption of fruits, vegetables, nuts and legumes will have to double, and consumption of foods such as red meat and sugar will have to be reduced by more than 50%. A diet rich in plant-based foods and with fewer animal source foods confers both improved health and environmental benefits. Thus, the EAT-Lancet Report urges a radical transformation of the global food system.

As the goal set up in the EAT-Lancet Report is to achieve „Planetary Health Diets” for nearly 10 billion people by 2050, the Commission would continue its work and publish another report in 2024.

## **5. Different food consumption patterns – Omnivores, vegetarians, flexitarians and anything in between**

The most relevant diets are summarized in **Table 1.** providing different definitions and data for the prevalence and consumption.

Table 1. Eating habits and preferred diets from unrestricted omnivore via flexitarian to vegan  
 (The codes in the table are the ISO codes of the name of the countries - [https://hu.wikipedia.org/wiki/ISO\\_3166-1](https://hu.wikipedia.org/wiki/ISO_3166-1))  
 (The table is continued over 6 pages.)

| Preferred diet        | Definitions  | Proportion of consumers   |
|-----------------------|--|---|
| Unrestricted omnivore | Omnivores with strong dietary preferences for meat and animal-source foods generally.  | AU: 46% of meat-eaters (2019) [32]  |
|                       | 'Unrestricted omnivores' are defined as individuals who eat most animal products, including meat, fish, seafood and/or dairy. [6]  | AU: 75.6% of meat eaters (2021) [6]   |
|                       | 'High meat consumers' are categorized based on $\geq 86$ g/d meat consumption. [28]  |   |
|                       | Many of today's Western consumers are unwilling to cut their meat consumption. [10]  |   |
|                       | A Finnish study examining meat consumption patterns found a large consumer segment (48 per cent) consisting of respondents who had no intention whatsoever to change their established meat consumption pattern. [29]  | FI: 48% (2012) [29]   |
|                       | A Belgian study identified among its five distinct consumer segments based on meat consumption frequency two segments (representing 41 per cent of the sample) with high levels of meat consumption and unreadiness to shift away from their meat-rich diets. [30] | BE: 41% (2013) [30]   |
|                       | In a recent Danish study a majority consumer group of 57 per cent were unwilling to reduce their meat intake. [31]   | DK: 57% (2021) [31]   |
|                       | Germany: 44 % of women and 73 % of men were classified as 'high meat consumers' exceeding the maximum recommended daily intake of 86 g meat per day. [28]  | DE: 44% f / 73% m (2019) [28]   |
| Omnivore / Omnivorous | An omnivore diet does not exclude any foods or food groups.  | World: 73% (2018) [35]  |
|                       | Omnivore: a typical Western diet including meat and other animal-based foods. [33]<br><br>'Regular meat-eaters' eat $\geq 5$ servings/week, occasional meat-eaters eat $< 5$ servings/week. [34]   | EU6: 72.3% (2021) [2]<br>ES: 80.5% [2]<br>IT: 79.2% [2]<br>FR: 74.2% [2]<br>UK: 73.7% [2]<br>UK: 75% (82% m / 69% f) [37]<br>AT: 63.4% [2]<br>DE: 62.6% [2] |
|                       | North Americans (82%) are significantly more likely to follow an omnivorous diets compared to other regions of the world. [35]   | US: 66% (2019) [35]<br><br>CH: 93% (2019) [33]  |
|                       | Serbia (91%), Hungary (91%) and Russia (88%) are the three top meat eating countries. [35]   | RS: 91% [35]<br>HU: 91% [35]<br>RU: 88% [35]  |
|                       | An overwhelming 89% of Australians consider themselves meat eaters. [36]   | AU: 89% (2019) [36]   |
|                       | Only 32% of Indians regularly eat meat, and is the market with the lowest level of meat consumption. [35]  | IN: 32% (2018) [35]   |

| Preferred diet                                       | Definitions   | Proportion of consumers                    |
|--|---|--|
| Reducetarian   | A reducetarian attempts to reduce meat consumption at least one day a week.   | AU: 20% (2021) [6]                         |
|  | A reducetarian, described as a person who is deliberately reducing his or her consumption of meat. [38]   | USA: 66% (2018) [39]                       |
| Meat reducer   | Meat reducers are individuals who are cutting back on meat but are not avoiding meat completely. [6]  | NZ: 37% (2018) [46]                        |
|  | Meat reducers were defined as individuals reporting 'a lot less' or 'slightly less' consumption v. three years ago for one or more of the four meat types examined. [39]  |  |
|  | In the UK people have reduced meat consumption for a variety of reasons, the most popular being health, weight management, animal welfare and the environment. Health is the number one motivation for those limiting or reducing meat consumption (49%). Weight management is the second most popular reason (29%), followed by concern over animal welfare (24%) and the environment (24%) are equal motivators. [35] |  |
|  | 'Heavy meat reducers': a meat consumption pattern that included 1-3 times meat per month on average.<br>'Moderate meat reducers': on average, eat weekly two times a meal with meat.<br>'Light meat reducers': maintain the lowest level of meat restriction, eating meat for at least 4 days/week, on average. [6]   |  |
| Flexitarians are also referred to as 'meat reducers' | The meat consumption frequency of meat reducers (i.e. flexitarians) is in-between that of omnivores and meat avoiders (i.e. vegetarians and vegans). [40]   |  |
|  | 39 and 32% of Americans, respectively, said they ate less meat than they did three years earlier in 2012 and 2015. [41], [42]   | USA: 39%<br>USA: 32%                       |
|  | In a 2014 survey by FGI Research, 16 % of Americans stated they had cut back on meat in the past year. [43]   | USA: 16% (2014) [43]                       |
|  | 14 per cent and 11 per cent in the samples of adult Canadians were assigned to the group of meat reducers, who reported having already made conscious efforts to reduce their meat intake, and were motivated by health, ethical and environmental reasons to further change their diet. [44], [45]   | CN: 14% (2019) [44]<br>CN: 11% (2020) [45] |
|  | Meat reducers' attitudes towards healthy and natural food products were found to be more positive than omnivores' attitudes but less positive than vegetarians' attitudes. [78]   |  |
|  | 'Low-meat consumers' are defined as people who do not exceed the maximum meat intake officially recommended by national dietary guidelines. [28]  |  |
|  | The practice of making a conscious effort to reduce meat consumption largely for environmental reasons, is called „demitarianism“. [17]   |  |

| Preferred diet  | Definitions   | Proportion of consumers  |
|---|---|--|
| Flexitarian<br><br>Flexitarians, consumers reducing their consumption of meat are also referred to as 'meat reducers', 'low meat-eaters' or 'semi-vegetarians'. | Flexitarians deliberately aim to reduce animal products in their diet, but do not strictly exclude any food group.  | World: 14% (2018) [35]   |
|   | Following a flexitarian diet highlights an increased intake of plant-based meals without completely eliminating meat. It is about adding new foods to your diet as opposed to excluding any, which can be extremely beneficial for health. These plant-based foods include lentils, beans, peas, nuts and seeds, all excellent sources of protein.  | EU6: 18.3% (2021) [2]<br>DE: 27.3% [2]<br>DE: 11.6% (2013) [53]<br>AT: 25.8% [2]<br>FR: 18.8% [2]<br>ES: 13.1% [2]<br>GB: 12.9% [2]<br>IT: 12.1% [2] |
|   | Flexitarians choose less or without meat meals if they were available. [47]   |  |
|   | Less Meat, More Plants. Go meat-free any day of the week by adopting a flexitarian diet. [48]   | UK: 11% [37]   |
|   | A predominantly plant-based diet complemented with modest amounts of animal foods (meat, dairy, fish). [10]   | AU: 18.9% (2021) [54]  |
|   | The flexitarian diet can be generally defined as a semi-vegetarian, plant-forward diet that incorporates dairy and eggs and allows room for meat from time to time. [8] Moreover, the flexitarian diet is a flexible eating style that emphasizes the addition of plant or plant-based foods and beverages, incorporates dairy and eggs and encourages meat to be consumed less frequently and/or in smaller portions. The Flexitarian diet is a style of eating that encourages eating mostly plant-based foods while allowing meat and other animal products in moderation. It's more flexible than fully vegetarian or vegan diets. [49] |  |
|   | Flexitarians are also known as flexible vegetarians, casual vegetarians or vegivores. [48]  |  |
|   | A food consumption pattern in which meat is eaten occasionally without avoiding it completely. [10]   |  |
|   | Becoming a flexitarian is about adding five food groups to your diet – not taking any away. These are: the „new meat” (non-meat proteins like beans, peas or eggs); fruits and veggies; whole grains; dairy; and seasonings. [50]   |  |
|   | Half of flexitarians consume meat $\geq 4$ days/week, on average. [51]  |  |
|   | Flexitarians: the growth segment with the highest potential: they want to cut their meat and dairy intake: estimated at 10 to 30 % of Europeans today, the flexitarian is a profile that is hard to pinpoint exactly, also differing within given EU countries. [11]  | EUR: 10-30% (2020) [11]  |
|   | Peru (27%), Malaysia (25%) and Chile (22%) have the highest percentage of flexitarians. [35]  | PE: 27% [35]<br>MY: 25% [35]<br>CL: 22% [35]   |
|   | 'Heavy flexitarians': classification based on a self-reported weekly meat consumption frequency of 1 or 2 times per week meat for dinner.<br>'Medium flexitarians': half of the week a meatless dinner.<br>'Light flexitarians': based on a meat frequency of 5 or 6 times per week meat for dinner. [10]   |  |
|   | In comparison to 2011, when only 13 per cent of the Dutch meat-eating consumers identified themselves as flexitarian, this percentage rose substantially to almost 43 per cent in 2019. These are paradoxical results of a rising flexitarian self-identification in combination with high and stable levels of self-reported number of days in which meat is eaten. [10], [52]   | NL: 43% (2019)<br>NL: 13% (2011)   |



| Preferred diet                        | Definitions   | Proportion of consumers   |
|---------------------------------------|---|---|
| Pescetarian<br>or<br>Pesco-vegetarian | The pescetarians (also known as pescatarians) consume fish, dairy foods, and eggs but not other kinds of meat. [47]   | World (2018) [35]<br><br>EU6: 2.9% (2021) [2]<br>GB: 4.6%<br>AT: 4.5%<br>DE: 3.4%<br>IT: 2.3%<br>ES: 2.1%<br>FR: 0.7%<br><br>CH: 2.9% (2019) [33] |
|                                       | Middle East & Africa are more likely to be pescetarian (5%) compared to other regions of the world. [35]  |   |
|                                       | Peru and Turkey have the highest number of pescatarians. However, it is still only the 4 <sup>th</sup> most popular diet in these markets. [35]   | PE: 8% [35]<br>TR: 8% [35]  |
| Pesce-pollotarian                     | Pesce-pollotarians eat some fish and other seafood as part of their semi-vegetarian meals. [55]   |   |
| Pollotarian                           | A pollotarian is someone who eats poultry but not red meat or pork products.  |   |
|                                       | Pollotarianism is the practice of adhering to a diet that incorporates poultry as the only source of meat in an otherwise vegetarian diet. While pollo specifically means chicken in both Spanish and in Italian, pollotarians are known to incorporate different forms of poultry, like duck and turkey in their diet. [56]<br>Pollotarians may also eat dairy products.   |   |
|                                       | A pollotarian (aka a pollovegetarian or a pollo-vegetarian) is someone who will not eat the flesh of any red meat mammals, but does include chicken, turkey and other poultry. They may or may not also exclude fish, seafood or products like eggs and dairy from their diet. Can also be a stepping stone to vegetarianism as the individual restricts their meat-intake & slowly over a period of time cuts all meat forms out. [57] |   |
|                                       | A plant-based diet that is semi-vegetarian because it exempts the consumption of poultry including duck and turkey is termed as a pollotarian diet. Followers of the diet avoid red meat and pork products, while there are a few people who allow eggs and dairy products in their diet. [55]  |   |

| Preferred diet                                | Definitions  | Proportion of consumers   |
|---|--|---|
| Vegetarian                                    | Vegetarians do not eat meat products.  | World: 5% (2018) [35]   |
| (incl. Ovo-Lacto-Ovo-lacto-Pesco-vegetarians) | Vegetarians are individuals who do not eat meat but may eat other animal products. [6]   | EU6: 4.1% (2021) [2]<br>UK: 5.6% [2]<br>UK: 5-7% (2022) [37]<br>DE: 4.6% [2]<br>DE: 1.6% (2006) [69]<br>DE: 3.7% (2013)<br>DE: 4.3%: 6.1% f / 2.5% m (2016) [70]<br>DE: 10% (2018) [71]<br>FR: 4.3% [2]<br>IT: 4.1% [2]<br>IT: 5.4% (2022) [63]<br>AT: 4.1% [2]<br>ES: 2.1% [2] |
|   | A vegetarian diet is commonly defined as one that excludes both red and white meat, including fish and seafood. [58]<br>However, many self-defined vegetarians still consume red or white meat products, as well as fish or seafood. [59], [60], [61], [62]  |   |
|   | Vegetarian foods exclude meat and fish, but may include ingredients like dairy, eggs, and honey.<br>A vegetarian diet includes animal-based ingredients but no meat. Therefore, eggs, dairy and honey may be included whereas meat and fish are excluded.  |   |
|   | In the UK, the 2021 youGov survey (YouGov Food Study) found that 5-7% of Brits now identify as vegetarian. [37]  |   |
|   | Share of vegetarian and vegan individuals in Italy in 2022 is 5.4%. From 2014 to 2022, the share of vegetarian people in Italy showed some fluctuations. According to the survey, 6.5 percent of respondents declared to be vegetarian in 2014. Whereas, this value went down to 5.4 percent in 2022. On the other hand, the share of Italian vegan individuals more than doubled during this period. [63] |   |
|   | In Sweden one in ten consumers is vegan or vegetarian. In the poll conducted by Demoskop, 6 percent of respondents said they were vegetarians, while 4 percent said they were vegans. [64]   | SE: 6% [64]   |
|   | 1.1% of Hungarians are vegetarian. [65]  | HU: 1.1% (2021) [65]<br>CH: 3.6% (2019) [33]<br>TR: 3% (2022) [72]  |
|   | According to Harris Poll conducted in 2019 within the US on behalf of The Vegetarian Resource Group, 4 percent of the Americans are vegetarians, from which 2 percent are vegans. [66]   | USA: 4% (2019) [66]   |
|   | In Brazil (BR), 14 percent of the population declares vegetarian, according to a survey by IBOPE Inteligencia conducted in April 2018. [67]  | BR: 14% (2018) [67]   |
|   | 12% of the population of Argentina (AR) is vegetarian or vegan. [68]   | AR: 12% (2019) [68]<br>AU: 4% (2021) [6]<br>AU: 3% (2019) [36]  |
|   | India (IN) has a significantly higher levels of vegetarian and vegan diets. India is the market which is most different to all other markets. 22% follow a vegetarian diet (second most common diet in India). Vegetarianism is strongly linked with the number of practicing religions in India – especially Jainism. [73]  | IN: 22% (2018) [73]   |

| Preferred diet | Definitions  | Proportion of consumers  |
|----------------|--|--|
| Vegan          | Vegans do not eat animal products.   | World: 3% (2018) [35]  |
|                | A vegan diet excludes all animal products. [74]<br>Vegans avoid meat, fish, eggs, dairy, and all other animal-derived food products. [49]  | Europa: 4% (2019) [77]<br>EU6: 2.3% (2021) [2]<br>GB: 3.2%<br>IT: 2.3%<br>IT: 1.3% (2022) [63]<br>DE: 2.2%<br>AT: 2.2%<br>ES: 2.1%<br>FR: 2.0% |
|                | Vegan products do not contain any animal-based ingredients, such as meat, fish, dairy, eggs and honey. The production process must not use animal-derived products either, such as gelatine for clarifying juice or wine, or animal-based glue for product packaging.<br>Vegans refrain from including any animal based products in their diet, thus excluding meat, fish, dairy, eggs, honey, etc. Their diet may consist of plant foods and processed foods that purely contain plant-based ingredients.   |  |
|                | It should be noted that a vegan diet is distinguished from veganism. A vegan diet [75] refers to a food practice, whereas veganism is a philosophy, a lifestyle, and a political movement that rejects, for moral reasons, the use of animals for human gain. Therefore, veganism eliminates as far as practicable and possible, all forms of exploitation of non-human animals for food, clothing, cosmetics and drugs, entertainment or any other purpose [76] and, by extension, suggests the consumption of products that are animal-friendly.   | CH: 0.4% (2019) [33]<br>TR: 2.0% (2022) [72]<br>USA: 2% (2019) [66]<br>USA: 5% (2020) [77]   |
|                | Veganism is defined as a way of living that attempts to exclude all forms of animal exploitation and cruelty, whether for food, clothing, or any other purpose.  |  |
|                | There are different varieties of the vegan diet. The most common include „whole food vegan diet” (this diet is based on a wide variety of whole plant foods such as fruits, vegetables, whole grains, legumes, nuts, and seeds); „raw food vegan diet” (it is based on raw fruits, vegetables, nuts, seeds, or plant foods cooked at temperatures below 48°C); „80/10/10 diet”; „starch solution”; „raw till 4”; „junk food vegan diet” and so. Although several variations of the vegan diet exist, most scientific research rarely differentiates between different types of vegan diets. [49] | Asia: 13% (2019) [77]  |
|                | Australia is another country with only 1% of the population to identify themselves as vegan, according to the ABC’s Australia Talks National Survey. [36]  | AU: 1.7% (2021) [6]<br>AU: 1% (2019)   |
|                | India is the market which is most different to all other markets. 22% follow a vegetarian diet (second most common diet in India), and 19% are vegan. [35]   | IN: 19% [35]   |

Varied diets – unless restricted by environmental, economic and social-cultural factors – allow the moral, ethical and spiritual approach of people being reflected.

We are mainly **omnivores** in Europe (72.3% based on a survey conducted in 2021 in six EU Member States) [2], such as North Americans (66% in 2019) [3], regularly consuming meats (pork, beef, mutton, goat, chicken and other poultry), but mainly red meat. An omnivore diet does not exclude any foods or food groups, unless the given consumer has food allergy, intolerance or other food-related health issue.

A small proportion of consumers are **vegetarians** (ovo-, lacto or ovo-lacto vegetarians) or **vegans** but they strictly follow their choice of diet, they are persistent and consistent in their decision to follow a meat-free, plant-based (e.g. vegetables, fruits, legumes, cereals etc.) diet. On average, 4.6% of Europeans are vegetarians, but it varies, 5-7% in the United Kingdom, 4.6% in Germany, 4.1 in Italy and Austria, 4.0% in AUT, 3.6% in Switzerland and as low as 2.1% in Estonia (see **Table 1.**), to name a few.

Vegans, who follow a more strict diet by excluding all meat, dairy, eggs and honey (all meat-based ingredients), form a small group of people. Data on the proportion of vegans in different countries are provided in **Table 1.** The production process must not use animal-derived products either, such as gelatine for clarifying juice or wine, or animal-based glue for product packaging.

Do we need definitions for vegetarian and vegan diets at all? Maybe not. However, in case food business operators (food processors and retailers) are willing to label foods as being suitable for vegetarian and vegan consumers, for example as „vegan food”, than we have to have a clear definition in order to be able to control the labelling. Furthermore, it would be useful to have an (and only one) internationally used, clear and harmonised logo for vegan foods. A symbol for labelling vegan and vegetarian products and services called „V-Label” exists. It was registered in 1996. [4]

Until today, there is no official definition for vegetarian and vegan diets. Despite the very detailed and comprehensive EU food legislation, there is no definition for vegetarianism and veganism, thus labelling rules for suitable food products have not been set up. In 2019, the European Commission (EC) began to define the concept of vegetarian and vegan food following the authorization given by a law passed in 2011. The EU Food Information Regulation stipulated that the EC is to issue an implementing act defining requirements for “information related to suitability of a food for vegetarians or vegans” (Article 36(3)(b) Regulation (EU) No 1169/2011). The European Vegetarian Organization (EVU is the umbrella organisation of vegan and vegetarian associations and societies throughout Europe, „representing plant-based interests in the EU”, as they claim) together with FoodDrinkEurope (FDE is a food industry confederation in the European Union), have prepared proposals [5] for possible names. They point out, that the Commission has failed to act upon this responsibility since 2011 and does not consider the matter to be of high priority.

The proposed definition for food suitable for **vegans** is as follows: „Foods that are not products of animal origin and in which, at no stage of production and processing, use has been made of or the food has been supplemented with - ingredients (including additives, carriers, flavourings and enzymes), or - processing aids, or - substances which are not food additives but are used in the same way and with the same purpose as processing aids, that are of animal origin.

### **5.1. Vegetarian foods**

Foods are belonging to this group, which are meet the requirements of vegan foods, with the difference that in their production and processing milk and dairy products, colostrum, eggs, honey, beeswax, propolis, or wool grease (including lanolin derived from the wool of living sheep or their components or derivatives) may be added or used.

Dedicated vegans usually start as vegetarians. According to the VeganZ study [2] conducted in six EU member states, 67.3% of vegans reported initially being vegetarian. In addition, 83% of vegetarians (FR) can imagine only buying plant-based products. As such, one can expect a proportion of vegetarian study participants to not only give up eating meat and fish in the future, but also to give up all animal-derived products. So, it is interesting to note that there is a trend towards veganism among vegetarians.

Besides that, 12.1% of omnivores are not opposed to a vegan diet, while 28.2% can imagine going vegetarian.

There are numerous variations between the omnivore and the vegan diets, such as – including but not limited to – reducetarian, flexitarian, semi-vegetarian, pescetarian (who exclude (red) meat from their diet, but eat fish), pesce-pollotarian, pollotarian diets, not to mention the ovo-, lacto- and ovo-lacto-vegetarian eating habits (Table 1.).

## **6. The flexitarian diet**

### **6.1. Flexitarians**

Consumers who are reducing their consumption of meat are also referred to in the literature as 'meat reducers', 'low meat-eaters' or 'semi-vegetarians'. [6]

Flexitarians deliberately aim to reduce animal products in their diet, but do not strictly exclude any meat. Flexitarian is a marriage of two words: flexible and vegetarian. The term was coined more than a decade ago by D. J. Blatner in her 2009 book “The Flexitarian Years to Your Life.” Blatner says you don't have to eliminate meat completely to reap the health benefits associated with vegetarianism – you can be a vegetarian most of the time, but still enjoy a burger or steak when the urge hits. By eating more plants and less meat, it's suggested that people who follow the diet will not only lose weight but can improve their overall health, lowering their rate of heart disease, diabetes and cancer, and live longer as a result.

According to the German Society for Nutrition, you can also call „flexitarians” „flexible vegetarians”. Even though they consume meat and fish, they do it less frequently than traditional omnivores. [7] Flexitarians are also known as casual vegetarians or vegivores. The flexitarian diet can be generally defined as a semi-vegetarian, plant-forward diet. It is a flexible eating style that emphasizes the addition of plant or plant-based foods and encourages meat to be consumed less frequently and/or in smaller portions.

Flexitarians, consumers reducing their consumption of meat are also referred to as „meat reducers” or „low meat-eaters”.

As the terms flexitarian and semi-vegetarian (even called earlier as partial- and pseudo-vegetarian) are often used as synonyms, neither vegetarian nor flexitarian have definitions, so it is rather difficult to compare these groups and to study their proportion. So in order to clearly differentiate them, they are arranged in **Table 2.** according to their attitude towards and consumption of meat.

Table 2. Consumption of certain food groups in different types of diets – with special regard to meat consumption

| Type of diet |                       | Meat                 | Poultry     | Fish & Seafood | Any other animals | Dairy | Eggs  | Plants |
|--------------|-----------------------|----------------------|-------------|----------------|-------------------|-------|-------|--------|
| Omnivore     | Unrestricted omnivore | Yes daily            | Yes         | Yes            | Yes               | Yes   | Yes   | Yes    |
|              | Omnivore              | Yes 5-6 times a week | Yes         | Yes            | Yes               | Yes   | Yes   | Yes    |
| Flexitarian  |                       | Yes reduced          | Yes reduced | Yes reduced    | Yes reduced       | Yes   | Yes   | Yes    |
| Vegetarian   | Pollotarian           | No                   | Yes         | No             | No                | Maybe | Yes   | Yes    |
|              | Pesce-pollotarian     | No                   | Yes         | Yes            | No                | Maybe | Maybe | Yes    |
|              | Pescetarian           | No                   | No          | Yes            | No                | Maybe | Maybe | Maybe  |
| Vegetarian   | Lacto-ovo vegetarian  | No                   | No          | No             | No                | Yes   | Yes   | Yes    |
|              | Ovo vegetarian        | No                   | No          | No             | No                | No    | Yes   | Yes    |
|              | Lacto vegetarian      | No                   | No          | No             | No                | Yes   | No    | Yes    |
| Vegan        |                       | No                   | No          | No             | No                | No    | No    | Yes    |

Calories in the flexitarian diet mostly come from nutrient-rich foods such as fruits, legumes, whole grains and vegetables. When it comes to protein, plant-based foods (e.g., soy foods, legumes, nuts and seeds) are the primary source. Protein also comes from eggs and dairy, with lesser amounts coming from meat, especially red and processed meats. Due to the emphasis on nutrient-dense foods, the flexitarian diet encourages limiting one’s intake of saturated fat, added sugars and sodium.[8] Whether the latter is true or not, could be further studied. Following a flexitarian diet might not necessarily ensure a healthier nutrition, than that of omnivores. The interpretation of the term flexitarian is so diverse and its composition might differ so much, that we should be aware of the type of the food of animal origin and the frequency of its consumption to be able to judge.

The term flexitarian has been criticized by some vegetarians and vegans as an oxymoron because people following the diet are not vegetarians but omnivores as they still consume the flesh of animals. [9]

As there is no consensus regarding the definition of flexitarianism, it is rather difficult to measure or estimate the number and proportion of flexitarian consumers. Some consumers think of themselves as flexitarian when they cut meat consumption by half, only for one day, reduce it to 4 days/week, or even less. This discrepancy might have led to the following classification: „heavy flexitarian” (1 or 2 times per week meat for dinner), „medium flexitarian” (half of the week a meatless dinner) and „light flexitarian” (meat consumption frequency 5 or 6 times per week) [10]. This classification helps to overcome the huge differences in the interpretation of the term „flexitarian”.

Whether the classification of flexitarian consumers is based on a self-reported weekly meat consumption frequency or based on the measurement of the food consumption pattern by other means, it may lead to very different data. So we have to handle data on the proportion of flexitarians by care.

Even if the number of vegans and vegetarians has risen, most of the population is still consuming meat and other products of animal origin: on average 18.3% of Europeans consider themselves flexitarians. Their number is higher in Germany (27.3%) and Austria (25.8%) and lower in Spain (13.1%) and in Italy (12.1%). [2] (See Table 1. for more data.)

More than 50% of non-vegans in Germany intend to reduce their consumption of animal-derived products in the future. [2]

15.3% of flexitarians can imagine going vegan, while 54.8% would switch to a vegetarian diet.

Looking at all those, who actively reduce or fully exclude at least some animal products, including vegetarians, pescetarians and flexitarians, the group in total represents 30.8% of the population: 10 to 30 % of Europeans no longer consider themselves full meat-eaters anymore. [11]

## 7. Environmental concerns – plant-based solutions

In contrast to vegans and vegetarians, flexitarians attribute their main reasons for reduced meat consumption to the environment and sustainability (72.1%). [2]

Some authors [12, 13, 14] refer explicitly to a flexitarian diet as an important dietary change that significantly contributes to reducing the environmental footprint of the food system and providing more healthy eating patterns and nutritional benefits to food consumers. These studies define a flexitarian dietary pattern as predominantly **plant-based** complemented with modest amounts of animal foods (meat, dairy, fish). [10]

More and more people in Europe choose plant-based products over animal-based nutrition, occasionally or permanently. Almost all big supermarket chains list veggie meat and dairy alternatives.

Flexitarianism or ‘casual vegetarianism’ is an increasingly popular, plant-based diet that claims to reduce your carbon footprint and improve your health with an eating regime that’s mostly vegetarian yet still allows for the occasional meat dish. The rise of the flexitarian diet is a result of people taking a more environmentally sustainable approach to what they eat by reducing their meat consumption in exchange for alternative protein sources. [15]

Reducing meat and dairy consumption could cut greenhouse gas emissions by between 0.7-8 billion tons of CO<sub>2</sub>eq annually by 2050 – that’s roughly between 1 percent and 16 percent of current emissions. But the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is clear that in many poorer societies, it’s hard to find alternatives to animal protein. The EU has avoided policy that encourages citizens to cut meat eating, fearing political backlash. [16]

Another term should be mentioned here: „demitarian diet“. „Demitarianism“ is the practice of making a conscious effort to reduce meat consumption largely for environmental reasons. The term was devised in 2009 in Barsac (France) at a workshop of environmental agencies, where they developed “The Barsac Declaration: Environmental Sustainability and the Demitarian Diet”. [17]

## 8. Plant-based diets

As there is an increasing need for alternative proteins, **plant-based diets** are gaining momentum. Plant-based diets have been praised for their benefit to our health and the environment. There is neither an official definition nor consensus on what defines a plant-based diet. It is used to describe a variety of dietary patterns, from the Mediterranean diet to Vegetarian and Vegan diets. The descriptions of plant-based diets mainly focus on the promotion of healthy plant foods, such as fruits, vegetables, bean, pulses, nuts etc., and they do not necessarily exclude the consumption of meat and dairy products, so these are not expecting the total avoidance of products of animal origin. [18, 19]

Although a plant-based diet is often used to describe a plant-only or vegan diet, it is not about the complete avoidance of animal products. Plant-based diets should be thought of as plant-forward diets or ‘flexitarian’ approaches, which emphasise eating healthy plant foods. While meat and dairy products are not necessarily avoided altogether, the frequency and portions that they are consumed will be reduced and most of the nutrients should come from healthy plant foods.

According to a Harvard Business Review [20] flexitarian consumers are the biggest market for plant-based products (accounting for 70% of sales in some categories [21], and 30% of overall shoppers [22]).

## 9. Food and Health

As mentioned before, in contrast to vegans and vegetarians, flexitarians attribute their main reasons for reduced meat consumption to the environment and sustainability. However, there are also health reasons and societal concerns pushing consumers to change their dietary habits. The health issues, the high prevalence of Non-Communicable Diseases (NCDs) is well-known. Whether it is hidden hunger, obesity or CVDs, tumors or other health issues in relation to food consumption, the non-balanced diet has long-term consequences. Short term changes, such as following fashion-diets are not appropriate in case we wanted to avoid the negative health consequences of our diet.

Consumers are becoming increasingly aware of the relationship between **food and health** and are changing their purchasing behaviour accordingly.

79% of Belgian respondents (n=17.000 (2021)) actively seek information on healthy living, and they expect regulators to play a stronger role in promoting health and environmental sustainability. BE consumers eat more fruit (51%) and vegetables (57%) than previously. [23]

## 10. Societal problems

The importance of societal problems – besides of health-related and environmental issues – should also be emphasized, as the increasing amount of non-evidence-based information spread most efficiently via social media and by bloggers and other influencers would undermine the reliability and trustfulness of science and its golden rules.

Another phenomenon is, when dogmas are being built. Numerous food-related dogmas were built in the last decades. These also endanger trust.

Consumers may also lose their trust in the food system due to greenwashing and similar attempts. When food companies are aiming to overdo and mimic environmental-friendly practices, consumers become most disappointed when the reality becomes evident.

## 11. Trend or fad?

An increasing group of food consumers are purposefully reducing their meat intake, without totally eliminating meat from their diet. They have no intention to become vegetarian or vegan, but for health and environmental reasons they are flexible and reduce their meat consumption.

The demand for vegan and vegetarian food products including alternatives to meat, milk, or eggs, has expanded considerably during recent years in Europe. [24]

Being a high-flying trend, a major innovation in the current decade, but will plant-based meat analogues continue to rise and generate enormous income for investors and for the time being, or is it going to be a fad?

„It is unlikely that plant-based meat will continue to grow as rapidly as it has the past few years. While it is certainly not a short-term fad, steep growth-rates will certainly cool down before 2025.“ [25]

It was found that the percentage of heavy flexitarians (see definitions in Table 1. and above) decreased from more than 15 per cent in 2011 to less than 10 per cent in 2019, while the percentage of light flexitarians increased from 36 per cent in 2011 to 41 per cent in a Dutch survey. Such figures contribute to a slightly higher average in the number of days in which meat was eaten at dinner: from 4.6 days a week (2011) to 4.8 days a week (2019). And this outcome could be reconciled with the fact that per capita meat consumption in the Netherlands has been stable between 2011 and 2019 at approximately 39 kg. All this suggests that flexitarianism has made little progress in the past 10 years – at least, when it comes to overt behaviour. [10]

## 12. Generational differences

A recent US survey [26] examined the food priorities and buying power of Generation Z, how more Americans are concerned about environmental sustainability. The 17<sup>th</sup> annual 2022 Food & Health Survey, conducted online (n=1,005, ages 18 to 80) oversampled Gen Z consumers (ages 18-24), who showed strong interest in the environment. When asked whether they believed their generation was more concerned about the environmental impacts of their food choices than other generations, Gen Z was the most likely to say yes at 73%, followed by millennials at 71%. Among all age groups, 39% said environmental sustainability had an impact on their purchasing decisions for foods and beverages, which was up from 27% in 2019.

## 13. Sustainable diets

The United Nations Food and Agriculture Organization (FAO) defines sustainable diets as having a low environmental impact, while meeting current nutritional guidelines, all while remaining affordable, accessible and culturally acceptable. [27]

Cultural and historical background, gastronomy, consumer habits and the role food plays in our culture have an immense effect on the way how and what we eat.

Consumer habits are rather difficult to change. Besides, it is widely known, that there can be large discrepancies between consumers' self-perception and their actual behaviour, for example between the number of self-declared flexitarians and their actual meat consumption (frequency).

Despite all scientific evidence and scholarly consensus about what a healthy and sustainable dietary pattern consists of, in current practice mostly only small minorities of food consumers turn out to be able to meet such dietary recommendations. This indicates clearly that it must be expected that moving to a flexitarian diet style in which meat intake is limited to some degree is considered a dramatic dietary shift to many people. This implies that irrespective of the consensus about what a sustainable diet generally is, it is much less clear and uncontroversial how willing and helpful consumers could be to drive the transition to meat-restricted diets and dishes. [10]

Throughout human history, consumers abstained from eating meat on a regular basis, even if it was not a question of buying power or poverty, but a religious reason (see „Friday Fish” or „meat-free-Fridays”) or others.

We should not underestimate the role of meat in our diet, its sensory and nutritional value, its role in the national cuisine (see the examples of Germany, Switzerland and Hungary), how it is associated with wealth and power, traditional foods and tradition which might be an obstacle to innovation and novelty. The role animal husbandry plays in the economy, mainly in agricultural countries and numerous other factors would influence the way we relate to foods.

In case we will have a growing interest and commitment to increase our vegetable and fruit consumption, to reduce the meat intake than, with or without plant-based meat analogues, we may achieve healthier life for ourselves and for our fellow human beings.

#### 14. References

- [1] EAT-Lancet (2019): Healthy Diets from Sustainable Food Systems. Food Planet Health. EAT-Lancet Commission Summary Report. [https://eatforum.org/content/uploads/2019/07/EAT-Lancet\\_Commission\\_Summary\\_Report.pdf](https://eatforum.org/content/uploads/2019/07/EAT-Lancet_Commission_Summary_Report.pdf)
- [2] Veganz (2022): Veganz Nutrition Report 2021. <https://vegan.com/blog/results-of-the-current-vegan-nutrition-study/#:~:text=The%20future%20belongs%20to%20flexitarians,of%20Europeans%20consider%20themselves%20flexitarians.>
- [3] IFIC (2020): A Consumer Survey on Plant Alternatives to Animal Meat. January 30, 2020. International Food Information Council. <https://ific.org/media-information/press-releases/consumer-survey-on-plant-alternatives-to-meat-shows-that-nutrition-facts-are-more-influential-than-the-ingredients-list/>
- [4] V-Label: <https://www.v-label.eu/about-us>
- [5] EVU (2019): Definitions of “vegan” and “vegetarian” in accordance with the EU Food Information Regulation. EVU Position Paper. European Vegetarian Union. July 2019. [https://www.euroveg.eu/wp-content/uploads/2021/02/072019\\_EVU\\_PP\\_Definition.pdf](https://www.euroveg.eu/wp-content/uploads/2021/02/072019_EVU_PP_Definition.pdf)
- [6] Malek, L. & Umberger W.J. (2021): Distinguishing meat reducers from unrestricted omnivores, vegetarians and vegans: A comprehensive comparison of Australian consumers. *Food Quality and Preference*, 88 (2021), Article 104081
- [7] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2022): Flexitarier — die flexiblen Vegetarier. German Society for Nutrition. <https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/flexitarier-die-flexiblen-vegetarier/>
- [8] Pike, A. (2021): What is the Flexitarian Diet? Food Insight. <https://foodinsight.org/what-is-the-flexitarian-diet/>
- [9] Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Semi-vegetarianism>
- [10] Dagevos, H. (2021). Finding flexitarians: Current studies on meat eaters and meat reducers. *Trends in Food Science and Technology*, 114, 530-539. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.021>
- [11] EIT Food (2021): Plant-based for the Future. Insights on European consumer and expert opinions. White Paper. A qualitative study funded by EIT Food and conducted by the University of Hohenheim. 12 Feb. 2021. pp.: 1-13. [https://www.eitfood.eu/media/documents/Uni\\_Hohenheim\\_Whitepaper\\_16zu9.pdf](https://www.eitfood.eu/media/documents/Uni_Hohenheim_Whitepaper_16zu9.pdf)
- [12] Hedenus, F. et al. (2014): The importance of reduced meat and dairy consumption for meeting stringent climate change targets. *Climate Change*, 124 (2014), pp.: 79-91
- [13] Springmann, M. et al. (2018): Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562 (2018), pp.: 519-525
- [14] IPCC (2019): Climate Change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Chapter 5: Food security. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva (2019), pp.: 1-200
- [15] BBC (2018): What is a ‚flexitarian’ diet? BBC GoodFood. <https://www.bbcgoodfood.com/howto/guide/what-flexitarian-diet>



- [16] Politico (2022): Vegan fact check. In: SANTE Press Review. 06-09-22. Polish MEP calls for vegan food in EU canteens. September 6, 2022. [https://www.politico.eu/article/polish-mep-fights-for-vegan-food-in-eu-canteens/?utm\\_source=POLITICO.EU&utm\\_campaign=7eec08f511-EMAIL\\_CAMPAGN\\_2022\\_09\\_06\\_04\\_59&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_10959edeb5-7eec08f511-190517957](https://www.politico.eu/article/polish-mep-fights-for-vegan-food-in-eu-canteens/?utm_source=POLITICO.EU&utm_campaign=7eec08f511-EMAIL_CAMPAGN_2022_09_06_04_59&utm_medium=email&utm_term=0_10959edeb5-7eec08f511-190517957)
- [17] „The Barsac Declaration: Environmental Sustainability and the Demitarian Diet” (2009): <https://web.archive.org/web/20131126112928/http://www.nine-esf.org/sites/nine-esf.org/files/Barsac%20Declaration%20V5.pdf>
- [18] Bánáti D. (2020): Veggie burgers, vegan meats? The ruling of the European Parliament paved the way for meat substitutes with meat denominations. *Journal of Food Investigation*. Vol. 66. No. 4. / LXVI. évf. 4. szám, pp.: 3166-3174. [https://eviko.hu/Portals/0/ujsagok/Arcivum/2020/4\\_szam/EVIK2020-4.pdf](https://eviko.hu/Portals/0/ujsagok/Arcivum/2020/4_szam/EVIK2020-4.pdf)
- [19] EUFIC (2021): What is a plant-based diet and does it have any benefits? European Food Information Council. <https://www.eufic.org/en/healthy-living/article/what-is-a-plant-based-diet-and-does-it-have-any-benefits>
- [20] Spenner, P. and Freeman, K. (2021): To keep your customers, keep it simple. *Harvard Business Review*. Available at <https://hbr.org/2012/05/to-keep-your-customers-keep-it-simple> (last accessed 06.12.2021).
- [21] ABP EatWell Research, interviewed by ProVeg, September 2021. <https://corporate.proveg.com/article/convenience-by-design-how-to-make-plant-based-products-easy-for-consumers-and-attractive-to-flexitarians/>
- [22] Smart Protein Project (2021): What consumers want: A survey on European consumer attitudes towards plant-based foods. Country specific insights. European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme (No 862957). Available at <https://smartproteinproject.eu/consumer-attitudes-plant-based-food-report/> (last accessed 09.12.2021).
- [23] Deloitte (2021): The Future of Food. Challenges & opportunities: Perspectives from consumers and food companies. Deloitte Belgium. <https://www2.deloitte.com/be/en/pages/consumer-industrial-products/articles/future-of-food.html>
- [24] EIT Food (2020): The V-PLACE – Enabling consumer choice in Vegan or Vegetarian Food Products. <https://www.eitfood.eu/projects/the-v-place-enabling-consumer-choice-in-vegan-or-vegetarian-food-products-2020>
- [25] FoodNavigator (2021): Do plant-based search trends point to category slowdown? ‘The data is predictive of decreased trial’. 01 Sept. 2021. <https://www.foodnavigator.com/Article/2021/09/01/Do-plant-based-search-trends-point-to-category-slowdown-The-data-is-predictive-of-decreased-trial>
- [26] IFIC (2022): 2022 Food & Health Survey: Diets, Food Prices, Stress and the Power of Gen Z. International Food Information Council. May 18, 2022. <https://ific.org/media-information/press-releases/2022-food-health-survey/>
- [27] Burlingame, B. (2012): Sustainable diets and biodiversity. Directions and solutions for policy, research and action. *IOM Sustainable Diets*.
- [28] Koch, F. et al. (2019): Meat consumers and non-meat consumers in Germany: A characterisation based on results of the German National Nutrition Survey II. *Journal of Nutritional science*. Volume 8. The Nutrition Society. <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-nutritional-science/article/meat-consumers-and-nonmeat-consumers-in-germany-a-characterisation-based-on-results-of-the-german-national-nutrition-survey-ii/866046601F238DAFE859D2075EDCC240>
- [29] Latvala, T. et al. (2012): Diversifying meat consumption patterns: Consumers’ self-reported past behaviour and intentions for change. *Meat Science*, 92 (2012), pp.: 71-77
- [30] Vanhonacker, F. et al. (2013): Flemish consumer attitudes towards more sustainable food choices. *Appetite*, 62 (2013), pp.: 7-16
- [31] Hielkema, M.H. & Lund, T.B. (2021): Reducing meat consumption in meat-loving Denmark: Exploring willingness, behavior, barriers and drivers. *Food Quality and Preference*, 93 (2021), Article 104257
- [32] Malek, L. et al. (2019): Committed vs. uncommitted meat eaters: Understanding willingness to change protein consumption. *Appetite*, 138 (2019), pp.: 115-126
- [33] Hagmann, D. et al. (2019): Meat avoidance: Motives, alternative proteins and diet quality in a sample of Swiss consumers. *Public Health Nutrition*, 22 (2019), pp.: 2448-2459

- [34] Webster, J. et al. (2022): Risk of hip fracture in meat-eaters, pescatarians, and vegetarians: results from the UK Women's Cohort Study. *BMC Medicine* 20, Article number: 275 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02468-0> <https://bmcmmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-022-02468-0>
- [35] Ipsos Mori (2018): What does it mean to consumers? Ipsos MORI Global Advisor Survey. August 2018 An exploration into diets around the world. pp.: 1-14. [https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2018-09/an\\_exploration\\_into\\_diets\\_around\\_the\\_world.pdf](https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2018-09/an_exploration_into_diets_around_the_world.pdf)
- [36] ABC (2019): Vegans a 1 per cent minority in a country of meat eaters, survey finds. 25 Oct 2019. <https://www.abc.net.au/news/2019-10-26/vegans-comprise-just-1-per-cent-of-the-population-survey-finds/11635306>
- [37] Askew, K. (2022): Vegetarians often have lower intakes of nutrients linked with bone and muscle health. *Foodnavigator.com*. <https://www.foodnavigator.com/Article/2022/08/16/vegetarianism-associated-with-33-higher-risk-of-hip-fracture#>
- [38] Kateman, B. (Ed.) (2017): Introduction. In: B. Kateman (Ed.): *The reducetarian solution: How the surprisingly simple act of reducing the amount of meat in your diet can transform your health and the planet*, TarcherPerigee, New York (2017) pp.: xv-xviii
- [39] Neff, R.A. et al. (2018): Reducing meat consumption in the USA: A nationally representative survey of attitudes and behaviours. *Public Health Nutrition*, 21 (2018), pp.: 1835-1844
- [40] Rosenfeld, D.L. et al. (2019): Mostly vegetarian, but flexible about it: Investigating how meat-reducers express social identity around their diets. *Social Psychological and Personality Science*, 194855061986961.
- [41] Anon. (2012): Thomson Reuters–NPR Health Poll: Meat Consumption 2012, March 2012. [https://truvenhealth.com/portals/0/NPR-Truven-Health-Poll/NPR\\_report\\_Meat\\_Consumption\\_1203.pdf](https://truvenhealth.com/portals/0/NPR-Truven-Health-Poll/NPR_report_Meat_Consumption_1203.pdf) (accessed February 2018). In: R.A. Neff et al. (2018): Reducing meat consumption in the USA: A nationally representative survey of attitudes and behaviours. *Public Health Nutrition*, 21 (2018), pp.: 1835-1844
- [42] Barclay, E. & Aubrey, A. (2016): Eat less meat, we're told. But Americans' habits are slow to change. *The Salt*, 26 February. <http://www.npr.org/sections/thesalt/2016/02/26/465431695/eat-less-meat-were-told-but-americans-habits-are-slow-tochange> (accessed February 2018). In: R.A. Neff et al. (2018): Reducing meat consumption in the USA: A nationally representative survey of attitudes and behaviours. *Public Health Nutrition*, 21 (2018), pp. 1835-1844
- [43] FGI Research Inc. (2014): FGI Survey Report 2014 Monday Effect Online Panel. Durham, NC: FGI Research. In: R.A. Neff et al. (2018): Reducing meat consumption in the USA: A nationally representative survey of attitudes and behaviours. *Public Health Nutrition*, 21 (2018), pp.: 1835-1844
- [44] Lacroix, K. & Gifford, R. (2019): Reducing meat consumption: Identifying group-specific inhibitors using latent profile analysis. *Appetite*, 138 (2019), pp.: 233-241
- [45] Lacroix, K. & Gifford, R. (2020): Targeting interventions to distinct meat-eating groups reduces meat consumption. *Food Quality and Preference*, 86 (2020), Article 103997
- [46] Lentz, G. et al. (2018): Gauging attitudes and behaviours: Meat consumption and potential reduction. *Appetite*, 127 (2018), pp.: 230-241
- [47] Salehi, G. (2020): Consumers' switching to vegan, vegetarian and plant-based (Veg\*an) diets: A systematic review of literature. Conference paper. 19th International Congress on Public and Non-profit Marketing Sustainability: new challenges for marketing and socioeconomic development. DOI: 10.6084/m9.figshare.12522758.v1
- [48] The Flexitarian (2022): What To Eat Now? Welcome to The Flexitarian. <http://theflexitarian.co.uk/>
- [49] Healthline (2022): The Flexitarian Diet: A Detailed Beginner's Guide. <https://www.healthline.com/nutrition/flexitarian-diet-guide>
- [50] U.S.News: The Flexitarian Diet. <https://health.usnews.com/best-diet/flexitarian-diet>
- [51] Malek, L. & Umberger, W.J. (2021): How flexible are flexitarians? Examining diversity in dietary patterns, motivations and future intentions. *Cleaner and Responsible Consumption*. Volume 3, December 2021, 100038., <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2021.100038>

- [52] Onwezen, M. et al. (2020): Consumers more inclined to eat 'alternative' proteins compared to 2015. Wageningen Economic Research, Wageningen (2020) <https://edepot.wur.nl/535181>
- [53] Cordts, A. et al. (2013): Consumer Response to Negative Information on Meat Consumption in Germany. *International Food and Agribusiness Management Review* Volume 17 Special Issue A, 2014. <https://ageconsearch.umn.edu/record/164599/>  
In: <https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/flexitarier-die-flexiblen-vegetarier/>
- [54] Estell, M. et al. (2021): Plant protein and plant-based meat alternatives: Consumer and nutrition professional attitudes and perceptions. *Sustainability*, 13 (2021), p. 1478
- [55] The Free Library. <https://www.thefreelibrary.com/Pollotarian+Diet+Pros+And+Cons.-a0595853056>
- [56] Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Pollotarianism>
- [57] Urban Dictionary: <https://www.urbandictionary.com/define.php?term=Pollotarian>
- [58] Ruby, M.B. (2012): Vegetarianism: A blossoming field of study. *Appetite*, 58 (2012), pp.: 141-150, 10.1016/j.appet.2011.09.019
- [59] Barr, S.I. & Chapman, G.E. (2022): Perceptions and practices of self-defined current vegetarian, former vegetarian, and non-vegetarian women. *Journal of the American Dietetic Association*, 102 (2002), pp.: 354-360, 10.1016/S0002-8223(02)90083-0
- [60] Willetts, A. (1997): Bacon sandwiches got the better of me. In: P. Caplan (Ed.), *Food, health, and identity*, Routledge, New York, NY (1997), pp.: 111-131
- [61] Krizmanic, J. (1992): Here's who we are. *Vegetarian Times*, 182 (1992), pp.: 78-80
- [62] Gossard, M.H. & York, R. (2003): Social structural influences on meat consumption. *Human Ecology Review*, 10 (2003), pp.: 1-9
- [63] Statista (2022): Share of vegetarian and vegan individuals in Italy between 2014 and 2022. Aug 26, 2022. <https://www.statista.com/statistics/609983/vegetarians-and-vegans-in-italy/>
- [64] Demoskop (2014): One in ten Swedes is vegetarian or vegan, according to study. 24 March 2014. Independent. <https://www.independent.co.uk/news/world/europe/one-in-ten-swedes-is-vegetarian-or-vegan-according-to-study-9212176.html>
- [65] Statista (2021): Share of Hungarians following a special diet 2019, by type. Apr 19, 2021. <https://www.statista.com/statistics/1229374/hungary-share-of-people-following-a-special-diet/>
- [66] Harris Poll (2019): How many people are vegan? How many eat vegan when eating out? Asks the Vegetarian Resource Group. The Harris Poll. [https://www.vrg.org/nutshell/Polls/2019\\_adults\\_veg.htm](https://www.vrg.org/nutshell/Polls/2019_adults_veg.htm)
- [67] IBOPE (2018): Pesquisa do IBOPE aponta crescimento histórico no número de vegetarianos no Brasil. Sociedade Vegetariana Brasileira. 20 Mai 2018. <https://www.svb.org.br/2469-pesquisa-do-ia-bope-aponta-crescimento-historico-no-numero-de-vegetarianos-no-brasil>
- [68] El Milenio (2020): ¿Cuántos Veganos y vegetarianos hay en Argentina? 5 noviembre, 2020. <https://elmilenio.info/2020/11/05/cuantos-veganos-y-vegetarianos-hay-en-argentina/>
- [69] Max Rubner-Institut (MRI) (2008): Nationale verzehrsstudie II. Ergebnisbericht teil 1 [nationale consumption study II]. Retrieved (2008) [https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Institute/EV/NVSII\\_Abschlussbericht\\_Teil\\_2.pdf](https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Institute/EV/NVSII_Abschlussbericht_Teil_2.pdf)
- [70] Mensink, GBM et al. (2016): Prevalence of persons following a vegetarian diet in Germany. *J. Health Monit.* 1, pp.: 2-14. DOI:10.17886/RKI-GBE-2016-039
- [71] Pfeiler, T.M. & Egloff, B. (2018): Examining the 'Veggie' personality: results from a representative German sample. *Appetite* 120, pp.: 246-255.
- [72] Kunst, A. (2022): *Statistica*. Feb, 3. 2022. <https://www.statista.com/forecasts/1002985/diets-and-nutrition-in-turkey#statisticContainer>
- [73] Ipsos Mori (2018): An exploration into diets around the world. Ipsos MORI Global Advisor Survey. August 2018. [https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2018-09/an\\_exploration\\_into\\_diets\\_around\\_the\\_world.pdf](https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2018-09/an_exploration_into_diets_around_the_world.pdf)
- [74] Rosenfeld, D.L. & Burrow A.L. (2017): The unified model of vegetarian identity: A conceptual framework for understanding plant-based food choices. *Appetite*, 112 (2017), pp. 78-95, 10.1016/j.appet.2017.01.017

- [75] Díaz, E. M. (2017): El veganismo como consumo ético y transformador: un análisis de la intención de adoptar el veganismo ético. PhD dissertation. Universidad Pontificia Comillas. In: G. Salehi (2020): Consumers' switching to vegan, vegetarian and plant-based (Veg\*an) diets: A systematic review of literature. Conference paper. 19th International Congress on Public and Nonprofit Marketing Sustainability: new challenges for marketing and socioeconomic development. DOI: 10.6084/m9.figshare.12522758.v1
- [76] The Vegan Society. (1979): Definition of veganism. <https://www.vegansociety.com/go-vegan/definitionveganism>. Accessed 12 June 2019 In: G. Salehi (2020): Consumers' switching to vegan, vegetarian and plant-based (Veg\*an) diets: A systematic review of literature. Conference paper. 19th International Congress on Public and Nonprofit Marketing Sustainability: new challenges for marketing and socioeconomic development. DOI: 10.6084/m9.figshare.12522758.v1
- [77] NewNutrition Business (2019): 10 Key Trends in Food, Nutrition & Health 2020. In: Vegan olio (2021): How many vegans and vegetarians are in the world today? <https://veganolio.com/how-many-vegans-and-vegetarians-are-in-the-world-today/>
- [78] Clicerì, D. et al. (2018): The influence of psychological traits, beliefs and taste responsiveness on implicit attitudes toward plant- and animal-based dishes among vegetarians, flexitarians and omnivores. *Food Quality and Preference*. Vol. 68, September 2018, pp.: 276-291. doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.03.020

## Nemzeti szabványosítási hírek

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

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

### 2022. június – 2022. augusztus hónapban bevezetett szabványok:

#### 07.100.30 Élelmiszer-mikrobiológia

MSZ EN ISO 4833-1:2013/A1:2022 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a mikroorganizmusok számlálására. 1. rész: Telepszámlálás 30 °C-on lemezőntéses módszerrel. 1. módosítás: Az alkalmazási terület pontosítása (ISO 4833-1:2013/Amd 1:2022) – Az MSZ EN ISO 4833-1:2014 módosítása –

MSZ EN ISO 4833-2:2013/A1:2022 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a mikroorganizmusok számlálására. 2. rész: Telepszámlálás 30 °C-on felületi szélesztéses módszerrel. 1. módosítás: Az alkalmazási terület pontosítása (ISO 4833-2:2013/Amd 1:2022) – Az MSZ EN ISO 4833-2:2014 módosítása –

MSZ EN ISO 20836:2022 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Polimeráz-láncreakció (PCR) a mikroorganizmusok kimutatására. A termikus ciklusok hőteljesítményének vizsgálata (ISO 20836:2021)

#### 13.020.55 Bioalapú termékek

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

#### 13.060 Vízminőség

MSZ EN ISO 5667-1:2022 Vízminőség. Mintavétel. 1. rész: Útmutató mintavételi programok és mintavételi technikák tervezéséhez (ISO 5667-1:2020) – Az MSZ EN ISO 5667-1:2007 helyett –

MSZ EN ISO 10304-4:2022 Vízminőség. Oldott anionok meghatározása ionkromatográfiás módszerrel. 4. rész: Klorát, klorid és klorit meghatározása gyengén szennyezett vízben (ISO 10304-4:2022) – Az MSZ EN ISO 10304-4:2000 helyett –

MSZ EN ISO 13163:2022 Vízminőség. <sup>210</sup>Pb. Folyadékszcintillációs számlálási vizsgálati módszer (ISO 13163:2021) – Az MSZ EN ISO 13163:2019 helyett –

MSZ EN 14614:2021 Vízminőség. Útmutató a vízfolyások hidromorfológiai jellemzőinek értékeléséhez

### 65 Mezőgazdaság

#### 65.120 Takarmányanyagok

MSZ EN 15784:2022 Takarmányok. Mintavételi és elemzési módszerek. A takarmány-adalékanyagként használt *Bacillus* spp. kimutatása és számlálása – Az MSZ EN 15784:2010 helyett –

MSZ EN 15786:2022 Takarmányok. Mintavételi és elemzési módszerek. A takarmány-adalékanyagként használt *Pediococcus* spp. kimutatása és számlálása – Az MSZ EN 15786:2010 helyett –

MSZ EN 15787:2022 Takarmányok. Mintavételi és elemzési módszerek. A takarmány-adalékanyagként használt *Lactobacillus* spp. kimutatása és számlálása – Az MSZ EN 15787:2010 helyett –

MSZ EN 15788:2022 Takarmányok. Mintavételi és elemzési módszerek. A takarmány-adalékanyagként használt *Enterococcus* spp. (*E. faecium*) kimutatása és számlálása – Az MSZ EN 15788:2010 helyett –

MSZ EN 15789:2022 Takarmányok. Mintavételi és elemzési módszerek. A takarmány-adalékanyagként használt *Saccharomyces cerevisiae* kimutatása és számlálása – Az MSZ EN 15789:2010 helyett –

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

MSZ EN 16936:2017 Takarmányok. Mintavételi és elemzési módszerek. A tilozin, a virginiamicin, spiramicin, cink-bacitracin és az avoparcin antibiotikumok szűrése szubadditív szinteken, összetett takarmányokban, mikrobiológiai lemezvizsgálattal

MSZ EN 16967:2017 Takarmányok. Mintavételi és elemzési módszerek. A kutyáknak és macskáknak szánt takarmány-alapanyagok és takarmánykeverékek (kedvtelésből tartott állatok eledelei) metabolizálható energiaszintjének prediktív egyenletei, beleértve a diétás eledeleket

MSZ EN 17517:2022 Takarmányok. Mintavételi és elemzési módszerek. Az ásványolaj-eredetű telített szénhidrogének (MOSH) és aromás szénhidrogének (MOAH) meghatározása online HPLC-GC-FID vizsgálattal

MSZ EN 17547:2022 Takarmányok. Mintavételi és elemzési módszerek. Az A-, E- és D-vitamin-tartalom meghatározása. Szilárd fázisú extrakciós (SPE-) tisztítás és nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás (HPLC-) módszer

MSZ EN 17550:2022 Takarmányok. Mintavételi és elemzési módszerek. A karotinoidok meghatározása összetett takarmányokban és előkeverékekben nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával. UV-detektálás (HPLC-UV)

## **67 Élelmiszeripar**

*67.050 Élelmiszertermékek vizsgálatának és elemzésének általános módszerei*

MSZ EN 17254:2020 Élelmiszerek. Minimális teljesítménykövetelmények a glutén meghatározására ELISA-val

*67.100 Tej és tejtermékek*

MSZ EN ISO 24223:2022 Sajt. Útmutató a fizikai és kémiai vizsgálatok minta-előkészítésére (ISO 24223:2021)

*67.200 Étolajok és -zsírok. Olajmagvak*

MSZ EN ISO 18363-1:2022 Állati és növényi zsírok és olajok. A zsírsavakhoz kötött klórpropán-diolok (MCPD-k) és a glicidol meghatározása GC/MS-sel. 1. rész: Módszer a 3-MCPD gyors lúgos átészterezésére és mérésére, valamint a glicidol különbségként való meghatározása (ISO 18363-1:2015)

MSZ EN ISO 18363-3:2022 Állati és növényi zsírok és olajok. A zsírsavakhoz kötött klórpropán-diolok (MCPD-k) és a glicidol meghatározása GC/MS-sel. 3. rész: Módszer a 2-MCPD, a 3-MCPD és a glicidol savas átészterezésére és mérésére (ISO 18363-3:2017)

### **2022. június – 2022. augusztus hónapban helyesbített szabványok:**

*67.120 Hús, hústermékek és egyéb állati termékek*

MSZ ISO 23776:2021 Hús és húskészítmények. Az összes foszfortartalom meghatározása

*67.200 Étolajok és -zsírok. Olajmagvak*

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

MSZ EN ISO 18363-4:2021 Állati és növényi zsírok és olajok. A zsírsavakhoz kötött klórpropán-diolok (MCPD-k) és a glicidol meghatározása GC/MS-sel. 4. rész: Módszer a 2-MCPD, a 3-MCPD és a glicidol gyors lúgos átészterezésére és mérésére, GC-MS/MS-sel (ISO 18363-4:2021)

## *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 June 2022 to August 2022**

#### *07.100.30 Food microbiology*

MSZ EN ISO 4833-1:2013/A1:2022 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Part 1: Colony count at 30 °C by the pour plate technique. Amendment 1: Clarification of scope (ISO 4833-1:2013/Amd 1:2022) – which is amendment of MSZ EN ISO 4833-1:2014 –

MSZ EN ISO 4833-2:2013/A1:2022 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Part 2: Colony count at 30 °C by the surface plating technique. Amendment 1: Clarification of scope (ISO 4833-2:2013/Amd 1:2022) – which is amendment of MSZ EN ISO 4833-2:2014 –

MSZ EN ISO 20836:2022 Microbiology of the food chain. Polymerase chain reaction (PCR) for the detection of microorganisms. Thermal performance testing of thermal cyclers (ISO 20836:2021)

#### *13.020.55 Biobased products*

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

#### *13.060 Water quality*

MSZ EN ISO 5667-1:2022 Water quality. Sampling. Part 1: Guidance on the design of sampling programmes and sampling techniques (ISO 5667-1:2020) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 5667-1:2007 –

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) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 10304-4:2000 –

MSZ EN ISO 13163:2022 Water quality. Lead-210. Test method using liquid scintillation counting (ISO 13163:2021) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 13163:2019 –

MSZ EN 14614:2021 Water quality. Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers

### **65 Agriculture**

#### *65.120 Animal feeding stuffs*

MSZ EN 15784:2022 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis. Detection and enumeration of *Bacillus* spp. used as feed additive – which has withdrawn the MSZ EN 15784:2010 –

MSZ EN 15786:2022 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis. Detection and enumeration of *Pediococcus* spp. used as feed additive – which has withdrawn the MSZ EN 15786:2010 –

MSZ EN 15787:2022 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis. Detection and enumeration of *Lactobacillus* spp. used as feed additive – which has withdrawn the MSZ EN 15787:2010 –

MSZ EN 15788:2022 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis. Detection and enumeration of *Enterococcus* (*E. faecium*) spp. used as feed additive – which has withdrawn the MSZ EN 15788:2010 –

MSZ EN 15789:2022 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis. Detection and enumeration of *Saccharomyces cerevisiae* used as feed additive – which has withdrawn the MSZ EN 15789:2010 –

MSZ EN 16936:2017 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis. Screening on the antibiotics tylosin, virginiamycin, spiramycin, bacitracin-zinc and avoparcin at sub-additive levels in compound feed by a microbiological plate test

MSZ EN 16967:2017 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis. Predictive equations for metabolizable energy in feed materials and compound feed (pet food) for cats and dogs including dietetic food

<sup>1</sup> Hungarian Standards Institution

MSZ EN 17517:2022 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis. Determination of mineral oil saturated hydrocarbons (MOSH) and mineral oil aromatic hydrocarbons (MOAH) with on-line HPLC-GC-FID analysis

MSZ EN 17547:2022 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis. Determination of vitamin A, E and D content. Method using solid phase extraction (SPE) clean-up and high performance liquid chromatography (HPLC)

MSZ EN 17550:2022 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis. Determination of carotenoids in animal compound feed and premixtures by high performance liquid chromatography. UV detection (HPLC-UV)

## **67 Food technology**

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

MSZ EN 17254:2020 Foodstuffs. Minimum performance requirements for determination of gluten by ELISA

### *67.100 Milk and milk products*

MSZ EN ISO 24223:2022 Cheese. Guidance on sample preparation for physical and chemical testing (ISO 24223:2021)

### *67.200 Edible oils and fats. Oilseeds*

MSZ EN ISO 18363-1:2022 Animal and vegetable fats and oils. Determination of fatty-acid-bound chloropropanediols (MCPDs) and glycidol by GC/MS. Part 1: Method using fast alkaline transesterification and measurement for 3-MCPD and differential measurement for glycidol (ISO 18363-1:2015)

MSZ EN ISO 18363-3:2022 Animal and vegetable fats and oils. Determination of fatty-acid-bound chloropropanediols (MCPDs) and glycidol by GC/MS. Part 3: Method using acid transesterification and measurement for 2-MCPD, 3-MCPD and glycidol (ISO 18363-3:2017)

## **Corrected national standards from June 2022 to August 2022**

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

MSZ ISO 23776:2021 Meat and meat products. Determination of total phosphorous content

### *67.200 Edible oils and fats. Oilseeds*

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

MSZ EN ISO 18363-4:2021 Animal and vegetable fats and oils. Determination of fatty-acid-bound chloropropanediols (MCPDs) and glycidol by GC/MS. Part 4: Method using fast alkaline transesterification and measurement for 2-MCPD, 3-MCPD and glycidol by GC-MS/MS (ISO 18363-4:2021)

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



## Szerzőink / Authors

**ALEXA Loránd Dr.** Debreceni Egyetem, Élelmiszertudományi Intézet  
*University of Debrecen, Institute of Food Science*

**BALLING Péter** Pannon Egyetem, Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ, Víztechnológiai Kutatócsoport  
*University of Pannonia, Ernő Soós Research and Development Center Water Technology Research Group*

**BÁLINT Mária** Bálint Analitika Kft.

**BENE Zsuzsanna Dr.** Tokaj-Hegyalja Egyetem, Lorántffy Intézet, Szőlészeti és Borászati Tanszék  
*University of Tokaj, Lorántffy Institute, Department of Viticulture and Oenology*

**BENEDEK Csilla Dr.** Semmelweis Egyetem ETK, Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék  
*Semmelweis University, Faculty of Health Sciences, Department of Dietetics and Nutritional Sciences*

**CZIPA Nikolett Dr.** Debreceni Egyetem, Élelmiszertudományi Intézet  
*University of Debrecen, Institute of Food Science*

**GIRINCSI Evelin** Bálint Analitika Kft.

**GYŐRI Zoltán Prof. Dr.** Debreceni Egyetem, Táplálkozás- és Élelmiszertudományi Doktori Iskola  
*University of Debrecen, Doctoral School of Nutritional and Food Sciences*

**HERMANN Viktória** Bálint Analitika Kft.

**KNEIP Antal** Tokaj-Hegyalja Egyetem, Lorántffy Intézet, Szőlészeti és Borászati Tanszék  
*University of Tokaj, Lorántffy Institute, Department of Viticulture and Oenology*

**KOVÁCS Béla Prof. Dr.** Debreceni Egyetem, Élelmiszertudományi Intézet  
*University of Debrecen, Institute of Food Science*

**OLÁHNÉ-HORVÁTH Borbála Dr.** Pannon Egyetem, Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ,  
Víztechnológiai Kutatócsoport  
*University of Pannonia, Ernő Soós Research and Development Center Water Technology Research Group*

**SIMON Andrea Dr.** Bálint Analitika Kft.

**SIPOS Péter Dr.** Debreceni Egyetem, Táplálkozás- és Élelmiszertudományi Doktori Iskola  
*University of Debrecen, Doctoral School of Nutritional and Food Sciences*

**SZALAY Anna** Magyar Szabványügyi Testület / Hungarian Standards Institution

**TOPA Emőke Dr.** Debreceni Egyetem, Élelmiszertudományi Intézet  
*University of Debrecen, Institute of Food Science*

**TÖLGYESI Ádám Dr.** Bálint Analitika Kft.

**UNGAJ Diána Dr.** Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,  
Élelmiszertudományi Intézet  
*University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Science*

**VARGA-KÁNTOR Andrea Dr.** Debreceni Egyetem, Élelmiszertudományi Intézet  
*University of Debrecen, Institute of Food Science*

**VERESNÉ BÁLINT Márta Dr.** Semmelweis Egyetem ETK, Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék  
*Semmelweis University, Faculty of Health Sciences, Department of Dietetics and Nutritional Sciences*

## Együtt folytatja az Eurofins és a WESSLING Hungary Kft.

Magyarország egyik vezető szolgáltatója a világ legnagyobb laboratóriumphálózatához csatlakozik

A fennállásának 30. évfordulóját ünneplő, élelmiszerbiztonsági, környezet- és egészségvédelmi vizsgálatokat végző, valamint szaktanácsadást nyújtó WESSLING Hungary Kft. mostantól az Eurofins Scientific (EUFI.PA) nemzetközi szinten is piacvezető vállalatcsoporthoz csatlakozik.

Az ÉVIK szerkesztését és kiadását tíz éven át vállaló WESSLING Hungary Kft. – 1992-es alapítása óta – néhány év alatt vált Magyarország egyik vezető laboratóriumi szolgáltatójává: már az első nagy környezetvédelmi projektek során meghatározó szerepet vívott ki magának a hazai vizsgálólaboratóriumok között, portfólióját pedig folyamatosan bővítette élelmiszer-biztonsági és egészségvédelmi akkreditált vizsgálatokkal, valamint szaktanácsadással. A Dr. Zanathy László által vezetett és a nemzetközi WESSLING-csoport által alapított vállalkozás 2021-ben már 15 millió eurós bevételt ért el, jelenleg több, mint 300, kiemelkedően szakképzett alkalmazottat foglalkoztat budapesti tudásközpontjában, amelynek 5000 m<sup>2</sup>-es alapterületű laboratóriumait a legmodernebb vizsgálóberendezésekkel és technológiával szerelték fel.

Az Eurofins hasonló sikersztorit tudhat magáénak nemzetközi szinten, jelenleg piacvezető a környezeti, kozmetikai, élelmiszer- és gyógyszervizsgálatok, valamint a kutatási farmakológia, a kriminalisztika, a korszerű anyagtudomány és a mezőgazdasági szerződéses kutatási tudományok területén.

A vállalatot Dr. Gilles Martin alapította 1987-ben a franciaországi Nantes városában 3 alkalmazottal. Az évek során a cég nemzetközi terjeszkedésbe kezdett, 1997-ben tőzsdére lépett, napjainkra már a CAC40 tagja. A világ 59 országában, több, mint 940 világszínvonalú laboratóriummal, 58000 alkalmazottal évente több mint 450 millió vizsgálatot végez forgalma éves közel 7 milliárd euro. A cégcsoport több mint 200 000 analitikai módszerből álló portfóliót kínál a különböző termékek biztonságának, azonosságának, összetételének, eredetének, nyomon követhetőségének és tisztaságának értékelésére, amellyel a Partnerek igényeit a lehető legszélesebb körben ki tudja szolgálni. Az Eurofins 2017-ben lépett a magyar piacra. Az elmúlt 5 évben kiépítette szolgáltatásait az élelmiszer- és környezetanalitika, a mezőgazdaság és állategészségügy területén, valamint felépített egy közel 4000 m<sup>2</sup>-es diagnosztikai teszt gyárat.

„Nagy örömmel köszöntöm a WESSLING Hungary Kft-t és az összes dolgozóját a Eurofins berkeiben, meggyőződésem, hogy együttes erővel még professzionálisabb szolgáltatást tudunk nyújtani a Partnereinknek, és hamarosan régiós viszonylatban is meghatározó szerepet töltünk be” – mondta Kishonti Alex, az Eurofins magyarországi vezetője.

„A WESSLING Hungary legfőbb értékei a minőség iránti elkötelezettség, a gyorsaság, az átláthatóság, az ügyfélorientáltság, a megbízhatóság, a szakértelem, valamint a hiteles és pontos kommunikáció. Magyarországon a legerősebb márkák és a legstabilabb cégek közé tartozik, az Eurofins-csoport tagjaként pedig még stabilabb jövő vár rá, és további nagyívű szakmai fejlődésre lesz lehetősége” – hangsúlyozta Dr. Zanathy László, a WESSLING Hungary Kft. ügyvezető igazgatója.

Az Eurofins és a WESSLING Hungary Kft. egymást erősítve tovább bővítik szolgáltatási kínálatukat Magyarországon.

## Az Eurofins az Élelmiszervizsgálati Közlemények kiemelt támogatója és szakmai partnere marad a jövőben is!

**Komplex megoldást kínálunk;  
Laboratóriumi vizsgálatok és  
szaktanácsadás egy helyen**

**GYORSAN, PONTOSAN,  
AKKREDITÁLTAN, PÁRTATLANUL**

- környezet
- élelmiszer
- mikrobiológia, GMO
- gyógyszer
- egészségvédelem
- étrend-kiegészítők
- csomagolóanyagok
- háztartás-vegyipari termékek





# Megbízható Mennyiségi Meghatározás

Minden komponens, mátrix és felhasználó esetében

A tudományos és üzleti célok elérése csak megbízható eredmények birtokában lehetséges.

A felhasználási területtől függetlenül a Thermo Scientific™ TSQ hármass kvadrupol tömegspektrometriás rendszerei kiemelkedő precizitást biztosítanak a mennyiségi meghatározási feladatokra. Nagy felbontású SRM üzemmód, robusztusság, megbízhatóság és érzékenység egy készülékben, mely segítségével minden felhasználó a mérendő komponenstől vagy a mátrixtól függetlenül megbízható mérési eredményekhez juthat.



Thermo Scientific™ TSQ Altis™  
hármass kvadrupol tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Quantis™  
hármass kvadrupol tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Fortis™  
hármass kvadrupol tömegspektrométer

További információk:

[thermofisher.com/confidentquantitation](https://thermofisher.com/confidentquantitation)

Kizárólagos képviselő:

**UNICAM Magyarország Kft.**  
1144 Budapest, Kőszeg utca 25.  
Telefon: +36 1 221 5536  
E-mail: [unicam@unicam.hu](mailto:unicam@unicam.hu)  
Web: [www.unicam.hu](http://www.unicam.hu)

**UNICAM**

**Élelmiszervizsgálati Közlemények / Journal of Food Investigation****Kiadó / Publisher:** MEDISTAB Kft., 2132 Göd Mátyás utca 15. / **HU ISSN 2676-8704****Felelős kiadó / Director:** Dr. Zanathyné Juni Katalin**Főszerkesztő / Editor in chief:** Dr. SZIGETI Tamás János**Szerkesztő / Editor:** KONECSNY Tímea, Dr. SZILVÁSSY Blanka Daniella, SZUNYOGH Gábor**Angol fordítás / English translation:** Dr. HANTOSI Zsolt**Honlap adminisztrátor / web admin.:** JUHÁSZ Péter**Szerkesztőbizottság / Editorial Board:**

- AMBRUS Árpád Dr. *Nyugalmazott egyetemi tanár, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági hivatal (NÉBIH) főtanácsadó;  
Retired university professor, National Food Chain Safety Office (NFCSO) chief advisor*
- BÁNÁTI Diána Dr. *Egyetemi tanár, rektori megbízott, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar;  
Full professor special advisor of the rector University of Szeged Faculty of Engineering*
- BARNA Sarolta Dr. *Igazgató, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági hivatal, Élelmiszerbiztonsági Kockázatértékelési Hivatal (NÉBIH, KÉI);  
Director of National Food Chain Safety Office, Directorate of Risk Assessment (NFCSO, DRA)*
- BÉKÉS Ferenc Dr. *Az MTA külső tagja, igazgató, FBFD PTY LTD NSW Ausztrália;  
External Member of Hung. Acad. Sci., director of FBFD PTY LTD NSW Australia*
- BIACS Péter Dr. *Nyugalmazott egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE);  
Retired university professor Hungarian University of Agricultural and Life Sciences (HUALS)*
- BIRÓ György Dr. *Nyugalmazott egyetemi tanár, Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar;  
Retired university professor, Semmelweis University, Faculty of Health Sci.*
- BOROSS Ferenc Dr. *Ügyvezető elnök, Európai Minőségügyi Szervezet, Magyar Nemzeti Bizottság (EOQ MNB); Executive chairman, European Organization for Quality, Hungarian National Committee (EOQ HNC)*
- CSAPÓ János Dr. *Egyetemi tanár, Debreceni Egyetem, Sapientia Egyetem, Csíkszeredai Kar;  
University professor, University of Debrecen, Sapientia Univ., Miercurea Ciuc)*
- DANK Magdolna Dr. *Egyetemi tanár, Semmelweis Egyetem, Onkológiai Intézet;  
University professor, Semmelweis University, Institute of Oncology*
- FARKAS József Dr. *Nyugalmazott egyetemi tanár, akadémikus;  
Retired university professor, academician*
- GAGÁN Anita *J.S. Hamilton Hungaria Kft.*
- GYIMES Ernő Dr. *Egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar;  
University docent, University of Szeged Faculty of Engineering*
- GYŐRI Zoltán Dr. *Nyugalmazott egyetemi tanár, intézetigazgató, Debreceni Egyetem;  
Retired university professor, institute director, University of Debrecen*
- HANTOSI Zsolt Dr. *Angol nyelvi lektor, WESSLING Hungary Kft.; English lecturer, WESSLING Hungary Kft.*
- KASZA Gyula Dr. *Osztályvezető, Kockázatmegelőzési és Oktatási Osztály, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági hivatal (NÉBIH),  
Egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE),  
Címzetes egyetemi tanár, Állatorvostudományi Egyetem;  
Head of Department of Risk Prevention and Education, National Food Chain Safety Office (NFCSO),  
Associate professor, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences (HUALS),  
Honored university professor, University of Veterinary Science*
- KONECSNY Tímea *Szerkesztő, WESSLING Hungary Kft.; Editor, WESSLING Hungary Kft.*
- KOVÁCS Béla Dr. *Egyetemi tanár, Debreceni Egyetem;  
University professor, University of Debrecen*
- LUKIN, Aleksandr Dr. *Dél-uráli Állami Egyetem  
South Ural State University (national research university),  
Chelyabinsk, Russian Federation*
- MARÁZ Anna Dr. *Egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE);  
University professor, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences (HUALS)*

- MOLNÁR Pál Dr. *Egyetemi tanár, Szegedi Egyetem Mérnöki Kar, elnök, Európai Minőségügyi Szervezet, Magyar Nemzeti Bizottság (EOQ MNB); University professor, University of Szeged Faculty of Engineering, chairman, European Organization for Quality, Hungarian National Committee (EOQ HNC)*
- NAGY Edit *Főtitkár, MAVÍZ; Secretary general, Hungarian Water Utility Association*
- POPOVICS Anett Dr. *Egyetemi adjunktus, Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar; Senior lecturer, University of Óbuda, Keleti Károly Faculty of Economics*
- SALGÓ András Dr. *Nyugalmazott egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem; Retired university professor, Budapest Technical University*
- SÁRDI Éva Dr. *Egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE), Genetika és Növénynevelés Tanszék; University professor, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences (HUALS), Department of Genetics and Plant Breeding*
- SIMONNÉ SARKADI Livia Dr. *Habil. egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE), Élelmiszertudományi Kar; Habil. university professor, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, (HUALS) Faculty of Food Sciences*
- SIPOS László Dr. *Egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE), Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék; University docent, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences (HUALS), Department of Commodity Management and Sensory Qualification*
- SOHÁR Pálné Dr. *Nyugalmazott főosztályvezető, NÉBIH; Retired head of department, NFCSO*
- SZABÓ S. András Dr. *Tanár, Ward Mária Gimnázium; Professor, Ward Mária High School*
- SZALAY Anna *Szabványosító menedzser, Magyar Szabványügyi Testület (MSZT); Standardization manager, Hungarian Standards Institution (HSI)*
- SZEITZNÉ SZABÓ Mária Dr. *Nyugalmazott igazgatóhelyettes, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági hivatal, Élelmiszerbiztonsági Kockázateértékelési Hivatal (NÉBIH, KÉI); Retired deputy director of National Food Chain Safety Office, Directorate of Risk Assessment (NFCSO, DRA)*
- SZIGETI Tamás János Dr. *Főszerkesztő, WESSLING Hungary Kft., Nyugalmazott Üzletfejlesztési igazgató, Projekt tanácsadó, WESSLING Hungary Kft., Címzetes főiskolai docens, Szegedi Egyetem Mérnöki Kar, Címzetes egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar; Editor in chief, WESSLING Hungary Ltd., Retired Business developing manager, Project adviser, WESSLING Hungary Ltd., Honorary docent, University of Szeged Faculty of Engineering Honorary docent, University of Debrecen, Faculty of Agriculture-, Food-science and Environmental Management*
- SZILVÁSSY Blanka Daniella Dr. *Élelmiszerbiztonsági felügyelő, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH), Élelmiszer- és Takarmánybiztonsági Igazgatóság Food safety inspector, National Food Chain Safety Office (NFCSO), Department of Food and Feed Safety*
- SZUNYOGH Gábor *Szerkesztő, WESSLING Hungary Kft., Osztályvezető, WESSLING Hungary Kft., Marketing osztály; Editor, WESSLING Hungary Ltd., Head of Marketing Department, WESSLING Hungary Ltd.*
- TÖMÖSKÖZI Sándor Dr. *Egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem; University docent, Budapest Technical University*
- VARGA László Dr. *Egyetemi tanár, Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszertudományi Tanszék Mosonmagyaróvár; University professor, Széchenyi István University, Faculty of Food and Agricultural Sciences, Department of Food Science, Mosonmagyaróvár*
- ZANATHY László Dr. *Ügyvezető igazgató, WESSLING Hungary Kft., CEO, WESSLING Hungary Ltd.*

**Grafika / Graphic design:** Adworks Kft., info@adworks.hu

**Elérhetőségeink / Contact:** H-1045 Budapest, Anonymus utca 6., +36 1 87 23 662, www.eviko.hu  
sziget.tamas@wessling.hu, +36 30 39 69 109; konecsny.timea@wessling.hu, +36 20 53 51 160;  
eviko.info@gmail.com

**Kéziratok fogadása / Receiving manuscripts:** sziget.tamas@wessling.hu, konecsny.timea@wessling.hu,  
eviko.info@gmail.com

**Hirdetés / Advertising:** Konecsny Tímea, +36 20 53 51 160, konecsny.timea@wessling.hu

*A lap negyedévente, elektronikus formában jelenik meg. / This journal appears quarterly in a year, in electronic form.*

*Minden jog fenntartva! / All right reserved!*

*A kiadó írásbeli hozzájárulása nélkül tilos a kiadvány bármilyen eljárással történő sokszorosítása, másolása, illetve az így előállított másolatok terjesztése. / Without the written permit of the publisher, duplication, copying or dissemination of this paper by any way is prohibited.*

Az Élelmiszervizsgálati Közleményeket a MEDISTAB Kft. adja ki a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatallal (NÉBIH) együttműködve. / This Journal of Food Investigation is issued by the Wessling International Research and Educational Centre Nonprofit Ltd. with cooperation the National Food Chain Safety Office (NÉBIH).

**A szakfolyóiratot a következő figyelő szolgáltatások vették jegyzékbe és referálják / The Journal of Food Investigation is have been referred and listed by the next monitoring services:** SCOPUS, SCIMAGO, MATARKA / *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)*