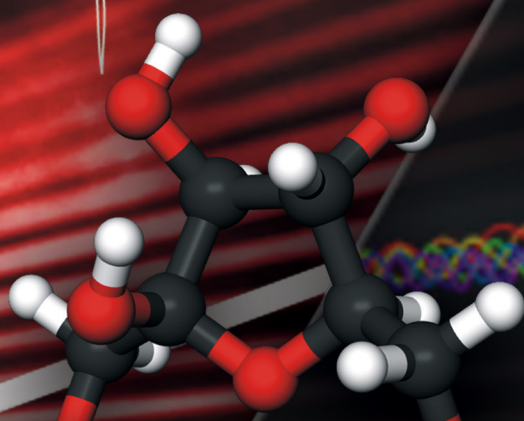


Fruktóztartalom mérése NIR technikával

Measurement of Fructose Content with NIR Technique



Gyümölcsjoghurtok eltarthatóságának vizsgálata

Élelmiszerek tápérték-jelölésének és jelenlegi szabályai

Majonéz funkcionális összetevőkkel

Sörtörköly sütőipari felhasználása

*Investigation of the shelf life of fruit yoghurts •
History and current rules of nutrition labeling of
foods • Mayonnaise with functional ingredients •
Use of beer pulp in the bakery industry*



TARTALOM – CONTENTS

Közel-infravörös spektroszkópia: gyors és hatékony eszköz a fruktóztartalom mérésére (YAKUBU Haruna Gado, KOVÁCS Zoltán, VITÁLIS Flóra, BÁZÁR György)	3249
<i>Near-infrared spectroscopy: rapid and effective tool for measuring fructose content (Haruna Gado YAKUBU, Zoltán KOVÁCS, György BÁZÁR)</i>	3259
Élelmiszerek tápérték jelölésének szabályozása az Európai Unióban és Magyarországon; Történeti áttekintés a kezdetektől napjainkig (KUTI Beatrix, HORACSEK Márta, SZAKOS Dávid, KASZA Gyula)	3269
<i>Regulation of nutrition labeling of foods in the European Union and Hungary; A historical review from the beginning of the present day (Beatrix KUTI, Márta HORACSEK, Dávid SZAKOS, Gyula KASZA)</i>	3281
Gyümölcsjoghurtok eltarthatóságának vizsgálata az ízesítőanyagok kezeléseinek függvényében (KAPCSÁNDI Viktória, HANCZNÉ LAKATOS Erika)	3293
<i>Investigation of the shelf life of fruit yogurts as a function of the treatment of flavoring substances (Viktória KAPCSÁNDI, Erika HANCZNÉ LAKATOS)</i>	3304
Funkcionális célú majonéz szószok gyártási technológiájának kutatás-fejlesztése (Aleksandr LUKIN)	3315
<i>Research and development of production technology for mayonnaise sauce of functional purpose (Aleksandr LUKIN)</i>	3321
A sörtörköly, mint söripari melléktermék sütőiparban történő alkalmazása (NAGY Vivien, DIÓSI Gerda)	3327
<i>Using brewer's spent grain as a byproduct of the brewing industry in the bakery industry (Vivien NAGY, Gerda DIÓSI)</i>	3339
Nemzeti szabványosítási hírek (SZALAY Anna)	3351
<i>Review of national standardization (Anna SZALAY)</i>	3352
Szerzőink	3353
<i>Authors</i>	3353
Támogató partnerek	3354
<i>Supporting partners</i>	3354

ISSN 0422-9576



Tudományos folyóiratunk tartalma 2021-től szabadon hozzáférhető a www.eviko.hu honlapon.

The content of our scientific journal will be freely available on the website www.eviko.hu from 2021.



Kedves Olvasóink!

Kiadónk és Szerkesztőségünk döntése alapján a tudományos szakfolyóirat papír alapú terjesztését megszüntetjük, cikkeinket elektronikus formában tesszük közzé szabad hozzáféréssel (Open Access) rendszerben, ami azt jelenti, hogy Olvasóink az ÉVIK eddig megjelent teljes anyagához regisztráció és előfizetés nélkül szabadon hozzáférhetnek. A dolgozatokat külön-külön és változatlanul negyedévenként kiadott köteteket egyben is le lehet tölteni változatlanul a www.eviko.hu honlapról.

A Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár és Információs Központ Szakinformaticai Osztályával kötött megállapodásunk alapján az ÉVIK 2014-től megjelent tudományos közleményeit DOI azonosítóval (Digital Object Identification) látjuk el. Az ÉVIK DOI azonosítójának állandó prefixe a <https://doi.org/10.52091> karaktersorozat, amelyet az újság nevének rövidítése és a cikkek egyedi azonosítását lehetővé tevő karaktersorozat követ. Magyar és angol nyelvű közleményeinkhez külön DOI-azonosítókat rendeltünk, ami azt jelenti, hogy egy dolgozat két DOI azonosítót kap. A magyar nyelvű cikk karaktersorozatának végén a „HUN” betűcsoport, az angol változat jelzésének végén pedig az „ENG” rövidítés szerepel.

A DOI azonosítók kiosztásának egyik alapfeltétele, hogy a kéziratok irodalomjegyzékében felsorolt szakirodalmi források DOI azonosítóit is meg kell adni, amennyiben az létezik. Az irodalmi hivatkozások DOI azonosítóinak utólagos összegyűjtésére az

egyik leghatékonyabban alkalmazható kereső-alkalmazás a <https://doi.crossref.org/simpleTextQuery> honlapon érhető el: az alkalmazás a bemeneti mezőjébe töltött irodalomjegyzéket néhány perc alatt kiegészíti az irodalomjegyzékben található források DOI azonosítóival. Kérjük Szerzőinket, hogy a továbbiakban a DOI azonosítókkal ellátott irodalomjegyzéket szíveskedjenek a benyújtott kéziratokhoz mellékelni.

A DOI-rendszerbe való belépéssel az ÉVIK anyagai az MTA repozitóriumában, a Magyar Tudományos Művek Tárában is helyet kapnak. A Könyvtár az adatbázisában tárolt tudományos műveket tovább küldi a vele kapcsolatban álló adatbázisok felé, így pl. az Elsevier SCOPUS rendszerével az eddiginél szorosabb kapcsolatba kerülhetünk.

Kérjük, hogy a továbbiakban szerzőink kézírataik benyújtásakor adják meg ORCID (Open Researcher and Contributor ID) azonosítóikat is annak érdekében, hogy a tudományos művek adatbázisaiban nagy biztonsággal azonosíthatók legyenek. Az ORCID azonosítók a <https://orcid.org/> honlapon díjmentesen igényelhetők, illetve a már létező azonosítók onnan lekérhetők.

A 2021. év közepéig teljesen átalakítjuk az ÉVIK honlapjának megjelenését és logikai szerkezetét is. Jelenleg az új honlap grafikai és logikai szerkezetének tervezése zajlik. Az új honlapon eddigi szolgáltatásaink logikusabb szerkezetben fognak rendelkezésre állni, de a meglevőkön kívül újabb szolgáltatásokat, keresési lehetőségeket fogunk biztosítani.

Bízom benne, hogy a fentebb vázolt újítások révén az ÉVIK olvasottsága, cikkeinek idézettsége az eddigiekhez képest jóval nagyobb lesz. Lássuk, milyen kéziratokat teszünk közzé a 2021. év tavaszi számában:

Idei első számunk vezető anyagát **Yakubu Haruna Gado** és munkatársai jegyzi, akik az egyik leggyakoribb ételmi-szer-összetevő, a gyümölcscukor (fruktóz) mennyiségi meghatározásának NIR technika alkalmazásával, folyékony halmazállapotú élelmiszerekből történő, kényelmesen használható módszeréről számolnak be. A roncsolásmentes gyorsvizsgálati módszer azért hasznos, mert – ahogyan azt a cikk szerzői is leírták – a túlzott fruktózfogyasztás egészségügyi kockázatot jelenthet, ezért a jövőben élelmiszerbiztonsági megfontolásokból az élelmiszerek fruktóztartalmának ellenőrzése fontos követelménnyé válhat.

Kuti Beatrix és szerzőtársai az Európai Unióban érvényes élelmiszer tápértékjelölési gyakorlat történetéről és a jelenleg érvényes jogszabályi követelményekről készítettek átfogó tanulmányt. Dolgozatukban összefoglalták a tápérték jelölésére vonatkozó előírások kidolgozásának lépéseit és ismertetik az Európai Unióban alkalmazott, különböző grafikai megjelenésű és szakmai tartalmú jelöléseket is.

Kapcsándi Viktória és Hanczné Lakatos Erika kutatásaik során azt vizsgálták, hogy a joghurtokhoz adagolt alma és banán ízesítőanyagok miként befolyásolják az általuk előállított gyümölcsjoghurtok eltarthatóságát. A kísérleteket nyers és szárított alma és banán felhasználásával végezték. 28 napos tárolási kísérleteik alatt 5 naponként vizsgálták a termékek mikrobiológiai jellemzőit.

Aleksandr Lukin kéziratában funkcionális tulajdonságokkal felruházott majonéz szószok előállításáról, vizsgálatáról számol be. Majonéz-készítményeihez a tojás mellett részben a fenyőmagolaj sajtolásából visszamaradó olajpogácsa őrlményét keverte és vizsgálta a késztermék érzékszervi, fizikai, kémiai és reológiai jellemzőit.

Az élelmiszeriparban gyakran keletkeznek olyan hulladékok, amelyek egy másik termék előállításánál értékes összetevők, állományjavító anyagok lehetnek. **Nagy Vivien és Diósi Gerda** sörörköly (inaktív maláta) szerkezetjavító és ételmi-rost-hordozó tulajdonságait vizsgálták, a Magyar Élelmiszerkönyvben megadott összetételű, búzalisztből készült sós talérok érzékszervi és kémiai tulajdonságaira nézve. Világos sörörkölyvel való dúsítás esetén biztató kísérleti eredményeket értek el.

Ennyi kézirat fért idei első számunkba. Kedves Olvasóinknak hasznos olvasást, egészséget és áldott húsvéti ünnepeket kívánok Juhász Gyula szavaival abban a reményben, hogy összefogással legyőzzük a világot immár második éve sanyargató járványt:

*„E zene túlzeng majd minden harangot,
S betölt e Húsvét majd minden reményt.
Addig zöld ágban és piros virágban
Hirdesd világ, hogy új föltámadás van!”¹*

Dr. Szigeti Tamás János
főszerkesztő

¹ Juhász Gyula: Húsvétra



Dear Readers,

Based on the decision of our publisher and our editorial board, paper-based distribution of the scientific journal will be discontinued and our articles will be published in electronic form in an open access system, which means that our Readers will have free access to the entire material of ÉVIK published so far without registration and subscription. The manuscripts can be downloaded individually or the volumes, still published quarterly, can be downloaded as a single file from the website www.eviko.hu, as before.

On the base of our agreement with the of the Library and Information Centre of the Hungarian Academy of Sciences, the scientific papers of ÉVIK published since 2014 are provided with a Digital Object Identification (DOI). The permanent prefix of the DOI of is <https://doi.org/10.52091>, followed by the abbreviation of the name of the journal and a string allowing the unique identification of the articles. Our Hungarian and English articles will have separate DOIs, which means that a single manuscript will have two DOIs. The letters HUN will appear at the end of the string belonging to the article in Hungarian, while the abbreviation ENG will appear at the end of the string for the English version.

One of the basic conditions for the assignment of DOIs is that the DOIs of the literature sources listed in the bibliography of the manuscripts must also be provided, if

they exist. One of the most effective search applications is available at <https://doi.crossref.org/simpleTextQuery>: the bibliography entered into its input field is completed by the application in a few minutes with the DOIs of the literature sources. We kindly ask our Authors that in the future please enclose bibliographies with DOIs with the submitted manuscripts.

By being included in the DOI system, the materials of ÉVIK will also be part of the repository of the Hungarian Academy of Sciences called the Hungarian Scientific Bibliography Database. Scientific works stored in its database are forwarded by the Library to related databases, which means that we will be able to establish a closer relationship with the SCOPUS system of Elsevier, for example.

We also ask our authors that, in the future, please provide their Open Researcher and Contributor IDs (ORCID) when submitting a manuscript, so that they can be identified with great certainty in the databases of scientific works. ORCIDs can be requested free of charge at <https://orcid.org/>, or existing IDs can be retrieved from there.

The appearance and logical structure of the ÉVIK website will be completely transformed by the middle of 2021. Designing the graphic and logical structure of the new website is currently underway. On the new website, our services will be available in a more logical structure, and in addition to our existing services and search options, new ones will also be provided.

I trust that, through the innovations outlined above, the number of readers of ÉVIK and of citations of its articles will be much higher than before. Let's take a look at the manuscripts published in the Spring 2021 issue:

The leading material of our first issue of the year is written by **Yakubu Haruna Gado** et al., who report on a convenient method for the quantitative determination of one of the most common food ingredients, fructose, in liquid foods using the NIR technique. This non-destructive rapid test method is useful because, as described by the authors of the article, excessive fructose consumption may pose a health risk, so in the future, for food safety reasons, monitoring the fructose content of foods may become an important requirement.

Beatrix Kuti and her co-authors conducted a comprehensive study of the history of nutrition labeling practices in the European Union and current legal requirements. In their paper, the steps of the development of nutrition labeling standards are summarized and the labels used in the European Union, with various graphic appearances and professional contents, are described.

During their research, **Viktória Kapcsándi** and **Erika Hanczné Lakatos** examined how apple and banana flavorings added to yogurts affect the shelf life of the yogurts prepared by them. The experiments were carried out using raw and dried apples and banana. In the course of their 28-day storage experiments, the microbiological characteristics of the products were examined every 5 days.

In his manuscript, **Aleksandr Lukin** reports on the production and examination of mayonnaise sauces with functional properties. In addition to eggs, certain amounts of the ground cake remaining after the pressing of pine seed oil were mixed in with his mayonnaise preparations and the organoleptic, physical, chemical and rheological properties of the finished products were examined.

In the food industry, wastes are often generated which can be valuable ingredients or texture improvers in the production of another product. The structure-improving and dietary fiber-bearing properties of brewer's spent grain (inactive malt) were studied by **Vivien Nagy** and **Gerda Diósi**, with respect to the organoleptic and chemical properties of salty medalions made from wheat flour, with the composition given in the Hungarian Food Codex. Promising experimental results have been obtained when using light brewer's spent grain for enrichment.

These are the manuscripts that could fit into this year's first issue. I wish our dear Readers useful reading, health and a blessed Easter with the words of a Hungarian poet Gyula Juhász, in the hope that together we will overcome the pandemic that has been affecting the world for two years already:

*„This music will ring louder than all the bells,
And this Easter will fulfill all hope.
Until then, with green branches and red flowers
Announce, world, that there is a new resurrection!”*¹

Dr. Tamás János Szigeti
editor-in-chief

¹ Gyula Juhász: *For Easter*

Közeli-infravörös spektroszkópia: gyors és hatékony eszköz a fruktóztartalom mérésére

Kulcsszavak: Fruktóz (gyümölcscukor), cukrok, °Brix, NIR-spektroszkópia (közeli-infravörös), fruktóz kedvezőtlen élettani hatása, anyagcsere-rendellenessége, szív-és érrendszeri betegségek, spektrum előkezelése, vegyértékrezgés, felharmonikus rezgés, statisztikai spektrum-elemzés

1. ÖSSZEFOGLALÁS

A legújabb kutatások alapján a magas fruktózbevitel fokozott egészségügyi kockázatokkal jár, ezért fontos felhívni a figyelmet az élelmiszerekben és italokban széles körben felhasznált cukor mennyiségére. A különböző cukrok gyors és pontos kimutatása és mennyiségi meghatározása a hagyományos laboratóriumi technológiák alkalmazásával nem egyszerű feladat. Számos korábbi kutatás eredménye utal arra, hogy a közeli-infravörös (NIR – Near Infra Red) spektroszkópia hatékonyan alkalmazható a cukrok minőségi és mennyiségi analízise során. Jelen vizsgálatunk rávilágít ennek a gyors korrelatív analitikai technikának az alkalmazhatóságára a fruktózkoncentráció cukoroldatokban történő mérése terén, amennyiben a bemutatott NIR kalibrációk megbízhatók a °Brix mint relatív paraméter mérésekor ($R^2 = 0,84$), valamint az egyes cukrok közvetlen meghatározásakor ($R^2 > 0,90$), még vegyes összetételű oldatokban is.

Az 1., 2., 3., 4. és 5. ábra feliratait az elemző rendszerek kimenetén megjelenő formátumban közöljük fordítás nélkül.

¹ Élettani és Állategészségügyi Tanszék, Élettani és Takarmányozási Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,

² Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

³ Adexgo Kft., Balatonfüred

* Levelező szerző: bazar@agrilab.hu

YAKUBU, Haruna Gado
KOVÁCS Zoltán Dr.
VITÁLIS Flóra
BÁZÁR György Dr.

harunagado12@gmail.com
kovacs.zoltan.food@uni-mate.hu
vitalis.flora@gmail.com
bazar@agrilab.hu

<https://orcid.org/0000-0002-9606-7140>
<https://orcid.org/0000-0003-0641-8830>
<https://orcid.org/0000-0002-4198-2202>
<https://orcid.org/0000-0001-9829-4366>

2. Bevezetés

Az édesítőszer a feldolgozóipar legszélesebb körben alkalmazott adalékanyagaivá váltak, különösen italok és egyéb termékek, például desszertek vagy joghurtok előállításánál. Az egyik legrégebbi édesítőszer, amit a történelemben dokumentáltak, a méz [1], amely a néhány évtizede szintén hagyományos édesítőszerként fogyasztott egyéb édesítőkhöz hasonlóan, mint a juharszirup, szentjánoskenyér és agave, nagyrészt glükózt, fruktózt, szacharózt, ásványi anyagokat és egyéb vegyületeket tartalmaz [1]. A glükóz szinte mindig jelen van az élelmiszerekben, és alapvető szerepet tölt be az emberi anyagcsere szabályozásában. A szervezetbe juthat szabad cukor formában (glükóz por) vagy polimerekben kötötten mint keményítő, dextrin és maltodextrinek. A glükóz diszacharidokban is előfordul, a leggyakrabban használt cukor, a szacharóz vagy répacukor például glükózból és fruktózból áll [2].

A fogyasztók egészségére gyakorolt hatásuk okán az élelmiszeriparban használt édesítőszer formájával és mennyiségével, valamint a feldolgozott élelmiszerek °Brix-értékével kapcsolatban már egy ideje aggályok merültek fel. Ennek oka elsősorban az anyagcsere-rendellenességek (pl. 2-es típusú cukorbetegség) kialakulásának kockázata, amelyet a magas cukor-, különösen a fruktóz bevitelével hoznak összefüggésbe. A fogyasztók egyre inkább tudatában vannak annak, hogy mit fogyasztanak, és e tudatosság első lépése, hogy a feldolgozott élelmiszerek kalóriatartalmának csökkentését részesítik előnyben, csökkentve a cukorbevitt is [3].

Megállapították, hogy a nagy glükóz bevitelhez képest a nagy fruktóz bevitel anyagcserezavar [4], elhízás, cukorbetegség, valamint a vér triglicerid koncentrációjának és az inzulin rezisztencia növekedésének magasabb kockázatával jár [5, 6, 7]. A szív- és érrendszeri betegségek, sőt a test szöveteiben előforduló rosszindulatú daganatok magas kockázata összefüggésben lehet a túlzott fruktóz bevitellel [8], valamint a dyslipidaemiával (a vér kóros lipidtartalmával) és a vesebetegségekkel [9].

Az évek során a közeli-infravörös (NIR) spektroszkópia alkalmazása az édesítőszerben lévő cukrok elemzésére könnyebbnek, gyorsabbnak és költséghatékonyabbnak bizonyult [10], mint a nagyműszeres gyakorlatot igénylő és reagenseket igénylő módszerek, például a gázkromatográfia (GC), a nagyhatékonyságú folyadék-kromatográfia (HPLC) és enzimatis analízis [11, 12]. Mind közül a HPLC a leggyakrabban alkalmazott módszer, amelyet a szabad fruktóz-, glükóz-, szacharóz-, maltóz- és laktóztartalom meghatározására használnak [13].

A NIR spektrális régió 800 és 2500 nm (12500–4000 cm⁻¹) közötti hullámhossztartományban található a felharmónikus és kombinációs molekularezgéseket reprezentáló abszorpciókkal, amelyek a –CH, –OH, –NH és –SH funkciós csoportoknak tulajdoníthatók [14]. Glükóz esetében az O–H vegyértékrezgés első felharmónikusa az 1195, 1385, 1520, 1590, 1730 nm abszorpciós sávoknak felel meg, míg a fruktóz és szacharóz O–H vegyértékrezgés első felharmónikusa 1433 nm-re, és a szacharóz, glükóz, fruktóz O–H kombinációs sávja 1928 nm-re tehető [14].

A mono- és diszacharidokat, mint a glükózt, a fruktózt, a szacharózt, a laktózt vizes oldatokban is vizsgálták [15]. Noha az összes érintett cukor azonos moláris koncentrációban volt feloldva, tényleges tömegük jelentősen különbözött a mono- és diszacharidok molekulatömegének különbsége miatt. A keverékekben lévő cukrok mennyiségi meghatározásakor a cukoroldatok moláris koncentrációja kevésbé pontos kalibrációs modelleket adott, a térfogatra vonatkoztatott tömegkoncentrációra illesztett kalibrációs modellekhez képest. Mivel a spektrális információ leginkább a kémiai kötések gerjesztés során bekövetkező fényelnyelést jelenti, ez az információ szorosabb arányban áll a vizes oldatban lévő kémiai kötések és atomok számával, mint a molekulák számával. Az egyes cukrok kalibrációs modelljeinek regressziós vektorai megadták azokat a spektrális régiókat is, amelyek a cukrok kvantitatív elemzésében a legnagyobb jelentőséggel bírnak. Az 1100–1800 nm hullámhossztartományban a regressziós vektorok elemzése meghatározta a víz és az oldott cukrok O–H és C–H kötéseire jellemző spektrális régiókat. A keverékekben lévő cukrok koncentrációjára illesztett kalibrációk még alacsony szinteken (0,0018–0,5243 g/cm³) is pontos validációs eredményt mutattak, a determinációs együtthatók (R^2_{cv}) 0,841 és 0,961, a standard hiba (SECV – Standard Error of Cross-Validation) értékek 0,024 g/cm³ és 0,012 g/cm³ voltak glükóz és fruktóz esetében. Mindez megmutatta egy adott cukor NIR spektroszkópiára alapozott mennyiségi meghatározásának lehetőségét egyes oldatokban [15].

Hasonló tanulmányokban [10, 16, 17] glükóz, fruktóz és szacharóz mennyiségét határozták meg különböző gyümölcslevegekben NIR technika segítségével. A részleges legkisebb négyzetek regressziós (PLSR) modellek pontosnak bizonyultak glükóz, fruktóz és szacharóz esetében ($R^2 > 0,854; 0,963; 0,953$). Egy másik kutatásban szintén megbízható PLSR (Partial Least Squares Regression) modellekről számoltak be a 900–2000 nm hullámhossztartományban [18], míg a 900–1650 nm-es tartomány jónak bizonyult bio cukor és hagyományos barnacukor megkülönböztetésére a részleges legkisebb négyzetek diszkriminanciaanalízis (PLS-DA – Partial Least-Squares Discriminant Analysis) modellek segítségével [19]. Egy másik kutatásban a NIR technika alkalmazásával a glükózkoncentrációt határozták meg glükóz, albumin és foszfát vizes keverékében, és pontos PLSR modellekről számoltak be [20]. Hasonlóképpen beszámoltak *Morindae officinalis* kivonatok glükóz-, fruktóz- és szacharóztartalmának NIR-rel történő becslésének lehetőségéről [21].

A magyar élelmiszeripart számos élelmiszerelőállításra szánt édesítőszer árasztja el. Három kiemelt édesítőszer a D-szacharóz, a K-syrup LDX és a K-sweet F55, utóbbi kettő általánosan használt izocukor. A K-syrup LDX édes, viszkózus, gyorsan kristályosodó szirup, amelyet gyakran használnak fermentációs alapanyagként az élelmiszer- és gyógyszeriparban. Nagy mennyiségben tartalmaz glükózt, dextrózt (93%), kisebb mennyiségben fruktózt (0,5%) és viszkózus folyadékot [22]. A K-sweet azonban magas kalóriatartalmú, glükózból és fruktózból álló izocukor, amiben a fruktóztartalom nagyobb (55%), mint a glükóztartalom (45%) [23]. A harmadik édesítőszer a D-szacharóz, vagy finomított cukor, amit egyre inkább helyettesítenek K-syrup LDX-szel és K-sweet F55-tel.

Jelen kutatásban a NIR spektroszkópia alkalmazhatóságának feltárását tűztük ki célul a széles körben használt D-szacharóz, K-syrup LDX és K-sweet F55 édesítőszerek vizes oldatainak glükóz-, fruktóz-, szacharóztartalmának és °Brix értékének meghatározása terén.

3. Anyagok és módszerek

3.1. Mintaelőkészítés

A vizsgálatok során háromféle cukrot használtunk: D-szacharóz (Carl Roth GmbH, Karlsruhe, Németország): 100% szacharóz; K-Syrup LDX (KALL Ingredients Kft., Tiszapüspöki, Magyarország): 93% glükóz + 0,5% fruktóz + 6,5% víz; K-Sweet F55 (KALL Ingredients Kft., Tiszapüspöki, Magyarország): 45% glükóz + 55% fruktóz. A három cukor vizes oldatait tíz különböző koncentrációban készítettük el. Összesen 30 db, egyenként 100 ml térfogatú mintát készítettünk.

3.2. Laboratóriumi mérés

A °Brix értékeket Hanna HI96801 digitális refraktométerrel mértük és rögzítettük referenciaként az ezt követő NIRS kalibrációhoz. Az egyes cukoroldatok glükóz-, fruktóz- és szacharózkoncentrációját az oldatokhoz adott édesítőszer tömege és az édesítőszerekben lévő cukrok százalékos aránya alapján számítottuk ki.

A következő összefüggéseket alkalmazzuk a glükóz- és fruktóztartalom kiszámításához a K-syrup LDX és K-sweet F55 oldatokon:

1. Glükóz K-syrup LDX oldatban = $93/100 \cdot \text{K-syrup mennyisége oldatban (g/100 g)}$
2. Fruktóz K-syrup LDX oldatban = $0,5/100 \cdot \text{K-syrup mennyisége oldatban (g/100 g)}$
3. Glükóz K-Sweet F55 oldatban = $45/100 \cdot \text{K-sweet F55 mennyisége oldatban (g/100 g)}$
4. Fruktóz K-sweet F55 oldatban = $55/100 \cdot \text{K-sweet F55 mennyisége oldatban (g/100 g)}$

A 30 minta mért °Brix értékét, valamint az összes cukor-, a glükóz-, a fruktóz-, és a szacharózkoncentrációkat az **1. táblázat** foglalja össze.

1. táblázat. A vizsgálathoz használt vizes cukoroldatok
összes cukor-, glükóz-, fruktóz- és szacharózkoncentrációja és °Brix értéke

Édesítőszer	°Brix	Összes cukor (g/100g)	Glükóz (g/100g)	Fruktóz (g/100g)	Szacharóz (g/100g)
D-szacharóz	1,100	1,100	-	-	1,100
	2,000	2,000	-	-	2,000
	2,900	2,900	-	-	2,900
	4,100	4,100	-	-	4,100
	4,900	4,900	-	-	4,900
	6,000	6,000	-	-	6,000
	6,800	6,800	-	-	6,800
	8,200	8,200	-	-	8,200
	9,100	9,100	-	-	9,100
	10,10	10,10	-	-	10,10
K-syrup LDX	0,300	0,373	0,346	0,001	-
	1,000	1,245	1,157	0,006	-
	2,000	2,491	2,316	0,012	-
	2,500	3,110	2,892	0,015	-
	3,400	4,232	3,935	0,021	-
	4,100	5,107	4,749	0,025	-
	4,200	5,232	4,865	0,026	-
	5,500	6,850	6,370	0,034	-
	6,400	7,971	7,413	0,039	-
	7,300	9,000	8,370	0,045	-
K-sweet F55	0,400	0,420	0,189	0,231	-
	0,700	0,732	0,329	0,402	-
	1,200	1,250	0,562	0,687	-
	1,700	1,779	0,800	0,978	-
	2,500	2,716	1,222	1,493	-
	3,100	3,241	1,458	1,782	-
	3,400	3,558	1,601	1,956	-
	3,900	4,081	1,836	2,244	-
	5,300	5,555	2,499	3,055	-
	7,600	7,953	3,578	4,374	-
Max	10,10	10,10	8,370	4,374	10,10
Min	0,300	0,373	0,189	0,002	1,100
Átlag	4,216	4,403	2,824	0,871	5,520
SD	2,836	2,841	2,434	1,239	3,055

D-szacharóz: 100% szacharóz; K-syrup LDX: 93% glükóz+0.5% fruktóz; K-sweet F55: 45% glükóz+ 55% fruktóz; SD: szórás; Max: maximum érték; Min: minimum érték

3.3. NIR spektroszkópiás mérés

A minták közeli-infravörös fényelnyelését szobahőmérsékleten (25 °C) FOSS NIRSystems 6500 spektrométerrel (FOSS NIRSystems, Inc, Laurel, MD, USA) mértük, amit a WinISI v1.5 szoftverrel (InfraSoft International, Port Matilda, PS, USA) működtettünk. A szkennelést transzmissziós módban végeztük, miután 1 ml térfogatú cukoroldatot 1 mm úthosszú biztosító kvarc küvettaiba töltöttük. Az egyes mintákból két mérési kört végeztük véletlen sorrendben, és mindig a soron következő mintát használtuk a küvetta háromszoros kimosására a szkennelések között. Összesen hatvan spektrumot rögzítettünk, majd a két kör spektrumait átlagoltuk, így harminc spektrumot kaptunk.

3.4. Spektrum előkezelés és többváltozós statisztikai elemzés

A NIR adatok elemzéséhez az Unscrambler v9.7 szoftvert (CAMO Software AS, Oslo, Norvégia) használtuk, míg a °Brix, a glükóz-, a fruktóz- és a szacharózkoncentrációra mért és kalibrált változók leíró statisztikájának kiszámításához a MS Excel 2013 programot használtuk.

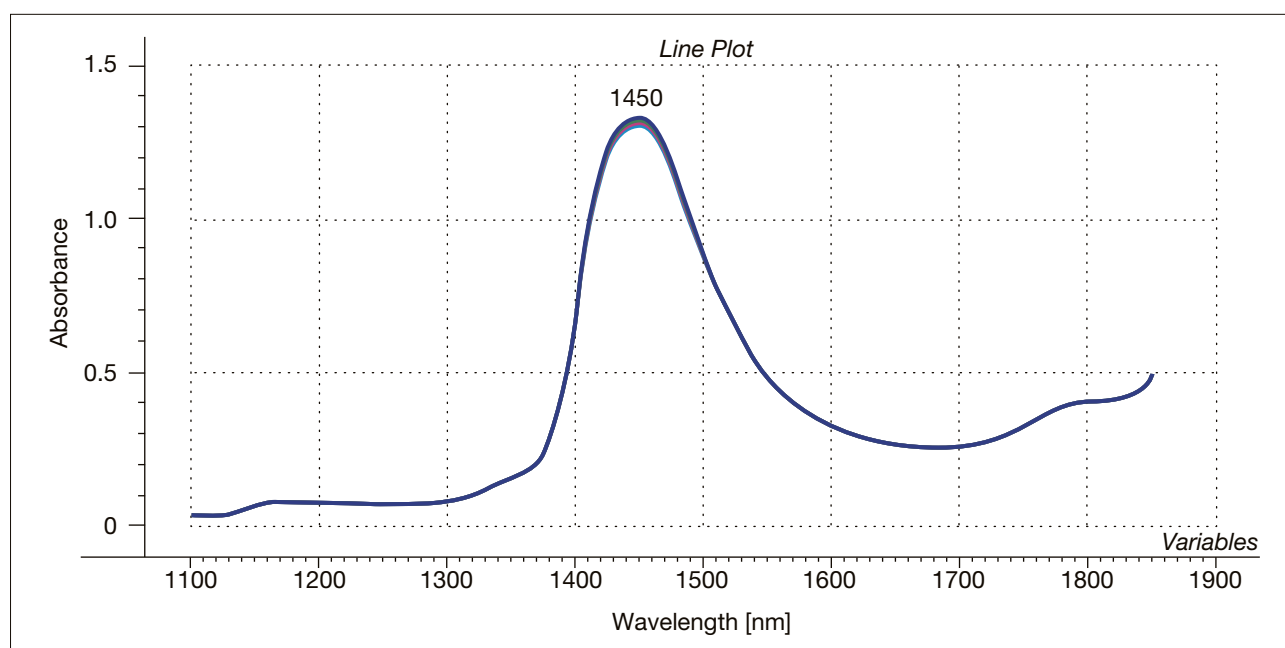
A spektrumok szórásának korrekciójához, valamint pontos és robusztus kalibrációs modellek eléréséhez több spektrum előkezelési eljárást is alkalmaztunk, mint a standard normális változó transzformáció (Standard Normal Variate – SNV), a többszörös szóródási korrekció (Multiplicative Scatter Correction – MSC) és a rés-szegmens második derivált (másodrendű derivált, 5 adatpontos rés, 5 adatpontos szegmens).

Mind a különböző édesítőszerekből készült oldatok csoportosítását, mind a kérdéses kvantitatív paraméterek kalibrációját többváltozós adatelemzéssel végeztük. Főkomponens elemzést (Principal Component Analysis – PCA) alkalmaztunk a spektrális adatok többdimenziós mintázatainak vizsgálatára, és a cukoroldatok három csoportja közötti különbségek leírására [24]. A NIR tartományban (1100-1850 nm) felvett a spektrális adatokra és a referenciaként használt laboratóriumi eredményekre a parciális legkisebb négyzetek regressziójával (PLSR) kalibrációs modelleket készítettünk [24]. A PLSR modellezés során a látens változók optimális számát teljes keresztvalidációval ("leave-one-out") határoztuk meg, ekkor a harminc lépéses iteratív folyamatban a harminc minta mindegyikét egyszer kihagytuk a kalibrálás során, és a modellek validációja során használtuk fel [24].

A PLSR modellek minősítését a kalibrációs és a keresztvalidációs statisztikák összehasonlításával végeztük el. A különböző modelleket a kalibrációk (C) és validációk (CV) determinációs együtthatóinak (R^2) és legkisebb négyzetes eltérés értékeinek (RMSE) összevetése alapján ítéltük meg: a nagyobb R^2 érték és a kisebb RMSE érték (Root Mean Square Error) jelentette a jobb modellt. A modelloptimalás során az RMSECV (Root Mean Square Error of Cross Validation) értékeket minimalizáltuk.

4. Eredmények és értékelésük

A felvett nyers spektrumok a víz jellegzetes abszorpcióját mutatták a NIR tartományban, amelynek fő csúcsa az O–H vegyértékrezgés első felharmonikus tartományába esik 1450 nm-nél (1. ábra). Az 1780 nm körüli kis csúcs a C–H kötések első felharmonikusát jelöli.

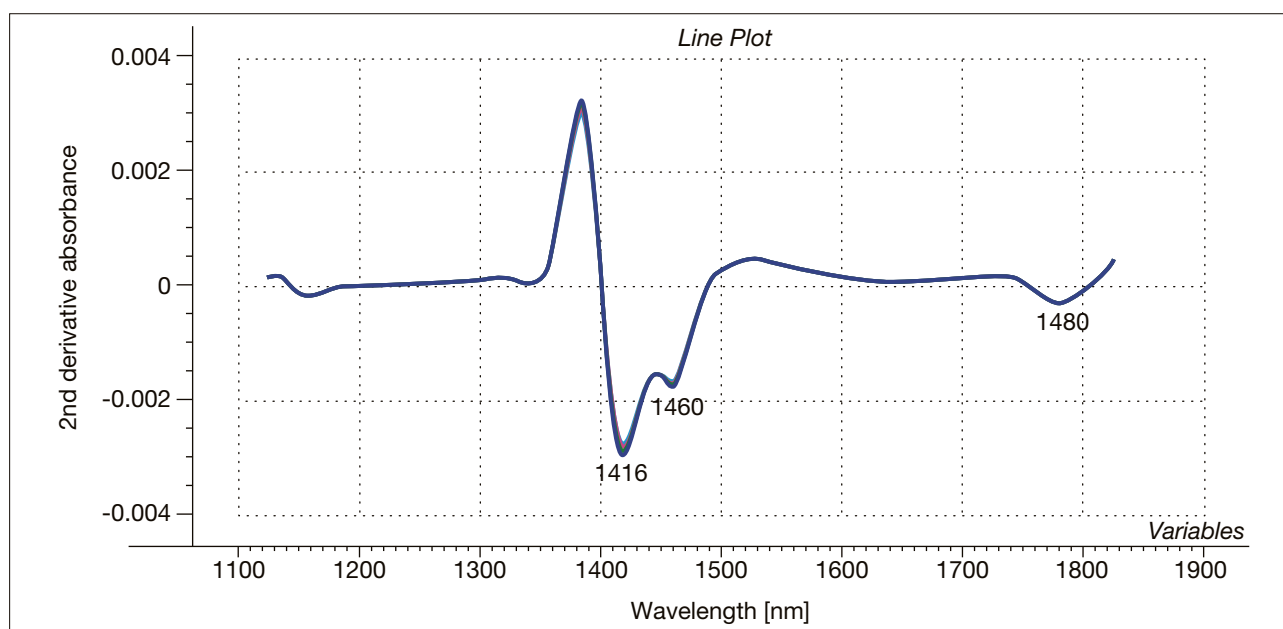


1. ábra. A vizsgált cukoroldatok nyers spektrumai az 1100-1850 nm hullámhossztartományban

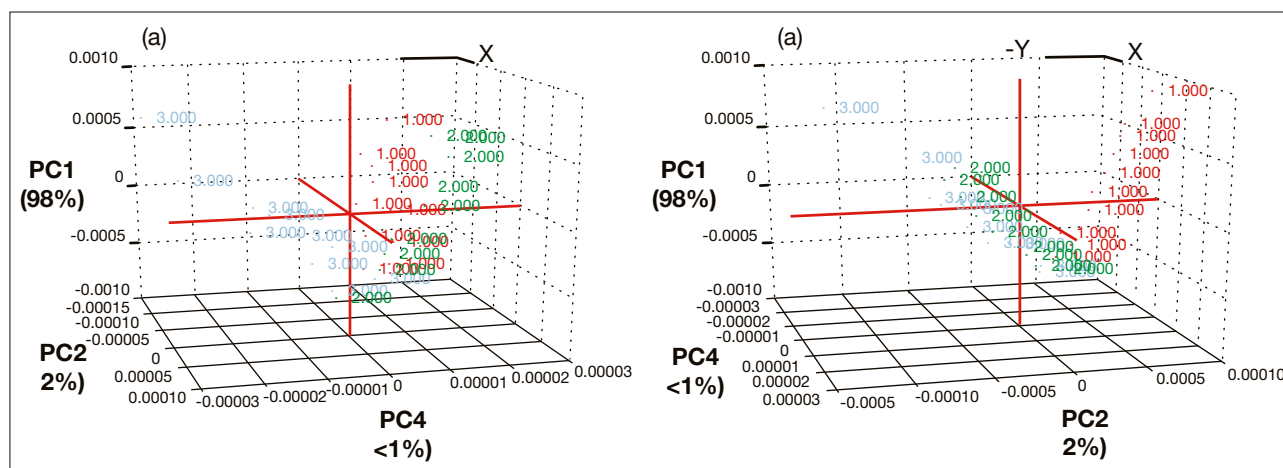
A második derivált spektrumokat a rés-szegmens transzformáció derivált függvényével számítottuk, a rést és a szegmenst egyaránt 5 adatpontra állítottuk, hogy elkerüljük a derivált függvény zajnövelését, ugyanakkor a hasznos jeleket továbbra is az előkezelt adatokban tartjuk. A második derivált spektrum (**2. ábra**) negatív csúcsai jelzik az eredetileg átfedő abszorpciók helyét és relatív amplitúdóját, amelyek egyként jelennek meg a nyers spektrumokon. Ez mutatja azt a jól leírt jelenséget, miszerint a nyers spektrumon 1450 nm-nél elhelyezkedő fő csúcsot a víz legalább két abszorpciója alkotja 1416 és 1460 nm-nél, amelyek a víz hidrogén-kötéssel kevésbé és jobban kötött állapotainak elnyelési tartományai [**15**].

Az itt alkalmazott spektrális előkezelések (második derivált, SNV, MSC) nem tették lehetővé a különböző édesítőszerrel készült oldatok vizuális megkülönböztetését, míg a vízabszorpciós csúcsok fokozatos változásai jelezték az oldott cukrok növekvő koncentrációjának a víz szerkezetére gyakorolt hatását [**15**].

A **3. ábra** a harminc oldat második derivált spektruma alapján készült PCA háromdimenziós score diagramját mutatja. A háromféle édesítőszer oldatát különböző színekkel és számokkal jelöltük. A két ábra különböző szögekből mutatja ugyanazt az eredményt, kiemelve, hogy a negyedik főkomponens (PC4) felelős a K-sweet F55 megkülönböztetéséért a D-szacharóztól és a K-syrp LDX-től, míg a második főkomponens (PC2) felelős a D-szacharóz elkülönítéséért a K-syrp LDX-től és a K-sweet F55-től. Tehát a PC2, a kiindulási NIR adatok varianciájának mintegy 2%-át kitevő új látens változó, írja le a monoszacharid és diszacharid oldatok közötti különbségeket, míg a PC4, ami a kiindulási NIR adatok varianciájának kevesebb, mint 1%-át fedi le, írja le a magas fruktóztartalmú szirup és más édesítőszer oldatok közötti különbségeket. A PC2 és PC4 kombinációja leírja a glükóz- és más oldatok közötti különbségeket.



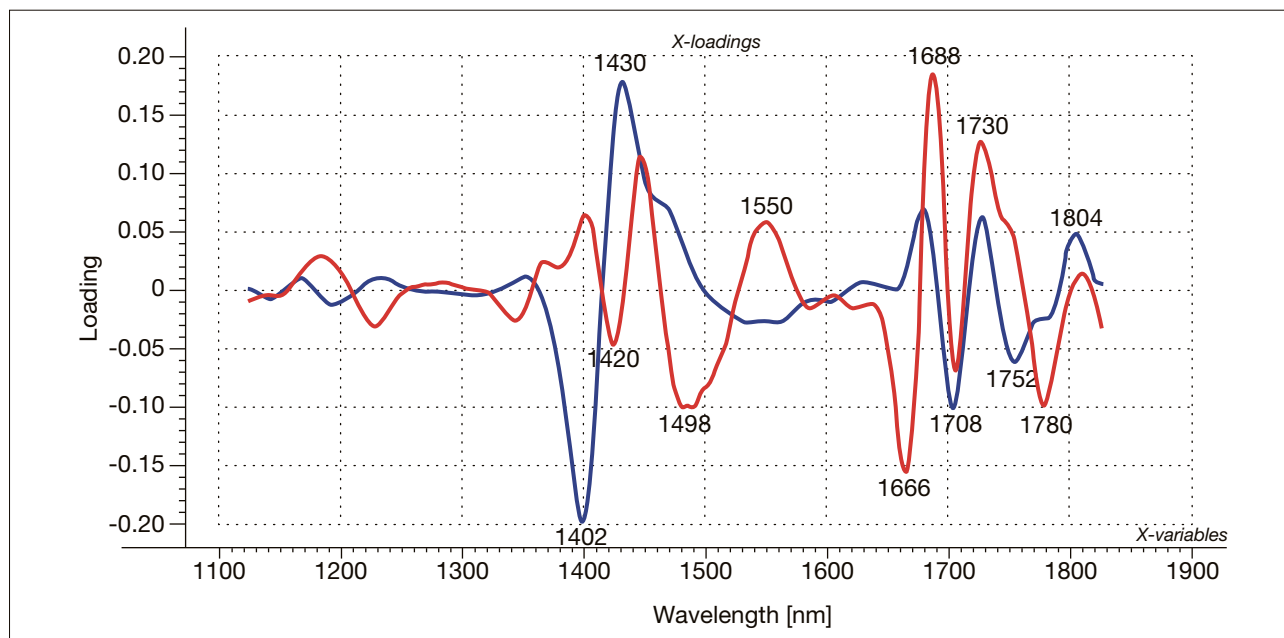
2. ábra. A vizsgált cukoroldatok második derivált spektrumai az 1100-1850 nm hullámhossztartományban



3. ábra. A háromféle cukoroldat második derivált spektrumai alapján készült főkomponens elemzés (PCA) score értékei (a) az első (PC1), második (PC2) és negyedik (PC4) főkomponens, illetve (b) a PC1, PC4 és PC2 által meghatározott háromdimenziós térben. A piros (1), zöld (2) és világoskék (3) pontok egyenként jelölik a D-szacharózt, a K-Syrup LDX-et és a K-Sweet F55-öt.

A **4. ábra** szemlélteti a PC2 és PC4 loading vektorokat. Azok a hullámhossztartományok felelősek leginkább a főkomponensek score értékeiért, amelyek a legnagyobb eltérést mutatják a nullához képest, vagyis a hozzárendelt csúcsok jelölik a cukoroldatok közötti különbséget előidéző abszorpciókat. A sávok beosztása jó összhangban van korábbi megállapításokkal [14,15], vagyis az 1300-1600 nm-es intervallumban lévő csúcsok a víz oldott cukrok hatására bekövetkező molekuláris változásaira utalnak, míg az 1600-1850 nm-es intervallum csúcsai a jellemző C–H abszorpciók sávokat jelölik.

A mért °Brix és a számított glükóz-, fruktóz-, szacharózkoncentráció alapján PLS regresszióval épített kalibrációs modelleket a **2. táblázat** és az **5. ábra** foglalja össze.



4. ábra. A PC2 (kék) és PC4 (piros) loading vektorok, amelyek egyenként mutatják a felelős abszorpciós sávokat a D-szacharóz elkülönülésében a K-Syrup LDX-től és a K-Sweet F55-től, valamint a K-Sweet F55 elkülönülésében a D-szacharóztól és a K-Syrup LDX-től.

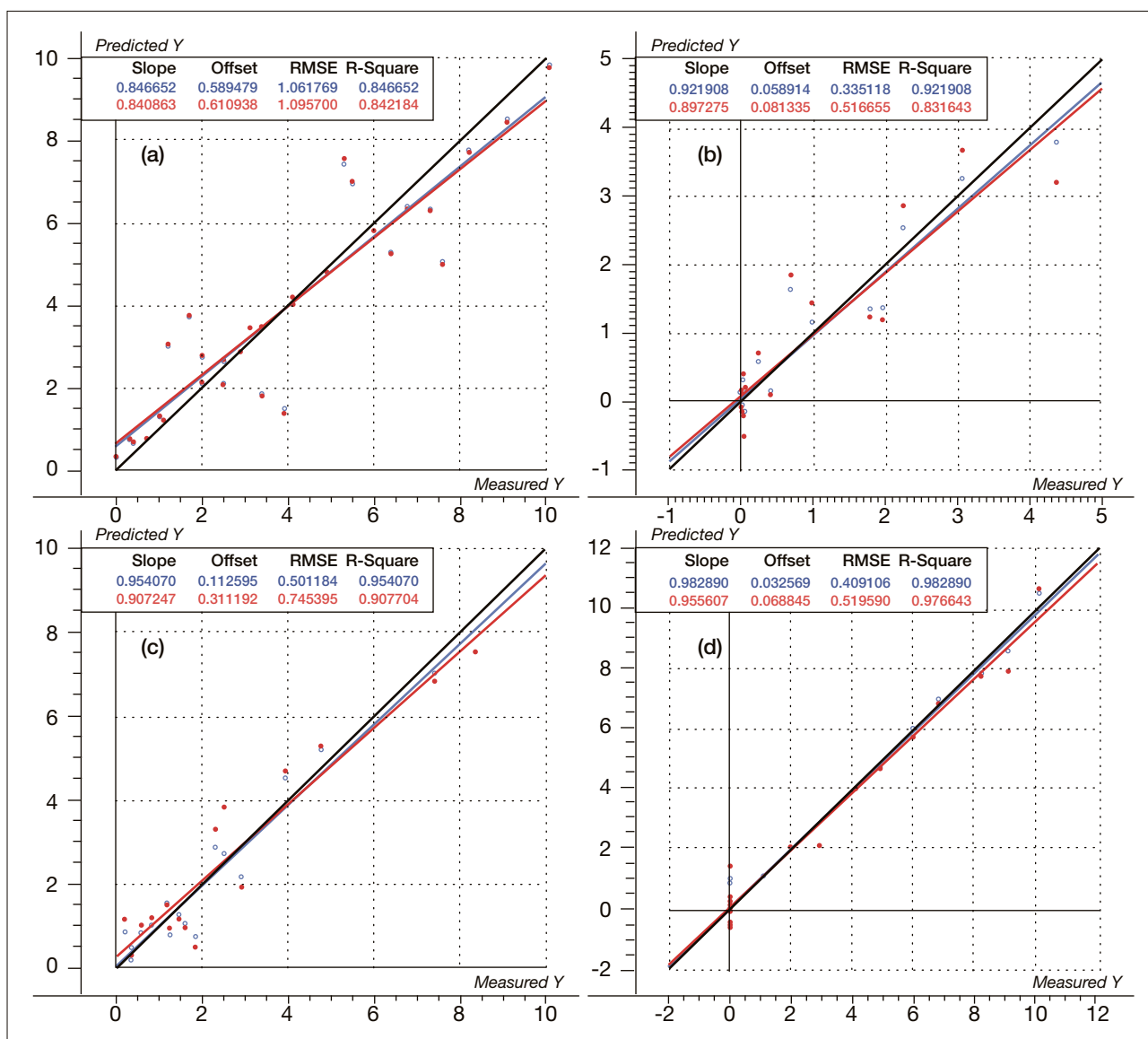
2. táblázat. A kalibrációs és validációs statisztikák a °Brix, a glükóz-, a fruktóz- és a szacharózkoncentrációra cukoroldatokban (n = 30) a legjobb modellek kiemelésével

Matematikai előkezelés	LV	Komponens	R^2_c	RMSEC (g/100ml)	R^2_{cv}	RMECV (g/100ml)
NONE	1	°Brix	0,846	1,06	0,842	1,09
NONE	3	Fructose	0,921	0,33	0,831	0,51
NONE	3	Glucose	0,871	0,85	0,820	1,04
NONE	3	Sucrose	0,927	0,83	0,897	1,02
MSC	1	°Brix	0,853	1,04	0,832	1,10
MSC	3	Fructose	0,791	0,47	0,573	0,70
MSC	3	Glucose	0,942	0,58	0,907	0,78
MSC	3	Sucrose	0,976	0,50	0,958	0,58
SNV	1	°Brix	0,857	1,01	0,794	1,26
SNV	3	Fructose	0,750	0,55	0,642	0,70
SNV	3	Glucose	0,914	0,68	0,868	0,88
SNV	3	Sucrose	0,962	0,60	0,936	0,81
2D5G5S	2	°Brix	0,861	1,00	0,823	1,15
2D5G5S	3	Fructose	0,772	0,51	0,648	0,64
2D5G5S	3	Glucose	0,954	0,50	0,907	0,74
2D5G5S	2	Sucrose	0,982	0,40	0,976	0,51

LV: látens változók száma, R^2_c : kalibráció determinációs együtthatója, RMSEC: kalibráció átlagos négyzetes eltérése, R^2_{cv} : keresztvalidáció determinációs együtthatója, RMECV: keresztvalidáció átlagos négyzetes eltérése, MSC: többszörös szóródási korrekció, SNV: standard normális változó, 2D5G5S: másodrendű derivált 5 pontos réssel és 5 pontos szegmenssel

A °Brix esetében a legjobb eredményeket spektrális előkezelés nélkül érték el. A °Brix RMSE értéke 1 °Brix körül volt, ami a mért referenciaérték szórásának majdnem harmada. A cukorkoncentrációk RMSE értékei hasonlóan alacsonyak voltak. A fruktózra kaptuk a leggyengébb eredményeket, melynek oka a számos alacsony koncentrációjú minta (0,05% alatt) – ezen a szinten a modell gyengébben teljesített, mint a nagyobb koncentrációknál (**5. (b) ábra**). A glükóz és szacharóz esetében a második derivált előkezelés, míg a fruktóz esetében a kezletlen spektrum adta a legjobb eredményeket.

A legjobb °Brix, fruktóz, glükóz és szacharóz modellek kalibrációs és keresztvalidációs egyeneseit az **5. ábra** mutatja. A fekete átló az optimális, míg a kék és a piros egyenesek a kalibrációs és keresztvalidációs illeszkedést mutatják. A kék pontok a NIR által becsült összetételi értékeket jelölik a laboratóriumi referenciaértékek függvényében a kalibráció során, a piros pontok pedig a NIR által a keresztvalidáció során becsült értékeket mutatják szintén a referenciaértékek függvényében. Minél közelebb helyezkednek el a pontok a regressziós egyeneshez, és minél kevésbé tér el a regressziós egyenes az optimális illeszkedéstől, annál jobb a kalibrációs modell. Az esetek többségében a kapott modellillesztések elérik az optimálisat, ami azt jelenti, hogy a NIR által becsült értékek közel megegyeznek a tényleges laboratóriumi referenciaértékekkel. Ennek a kutatásnak a kalibrációs és keresztvalidációs eredményei összhangban vannak a korábban említett, cukoroldatok és gyümölcslevek esetében kapott eredményekkel. Ezek az eredmények igazolják, hogy megfelelő kalibrációs folyamat után a NIR spektroszkópia megfelelő és hatékony eszköz egyes egyszerű cukrok gyors, egyszerű és pontos mérésére keverék oldatokban.



5. ábra: Optimális modellillesztés (fekete átló), valamint a legjobb kalibrációs (kék) és keresztvalidációs (piros) (a) °Brix, (b) fruktóz-, (c) glükóz- és (d) szacharózkoncentráció illesztés

5. Következtetések, záró gondolatok

A széles körben használt édesítőszerekkel kapcsolatos kutatásunk eredményei megerősítik azokat a korábban publikált eredményeinket, miszerint a NIR spektroszkópia hasznos és hatékony módszer egyes cukrok kimutatására és mennyiségi meghatározására akár vegyes oldatokban is. A NIR spektrométerek ma már nem csupán a hordozható méretben, de akár néhány centiméteres chipként is elérhetők, így jelentős potenciál rejlik ebben a technikában a mindennapi élelmiszerminősítés terén. Az alkalmazások széles körét kell tesztelni és használni a termékek ellenőrzésére, így garantálva az élelmiszerbiztonságot és a beltartalmi összetételt. Ezen alkalmazások közül az ételek és italok fruktóztartalmának ellenőrzése és igazolása hasznos lehet a fogyasztók egészségének védelme szempontjából, mivel ez az összetevő bizonyítottan növeli több modern kori betegség kialakulásának kockázatát. A NIR spektroszkópia mint másodlagos korrelatív analitikai technika feltételezhetően a jövőben is alkalmas lesz arra, hogy segítségével egy teljesen ismeretlen összetételű folyadékban kimutassuk a fruktózt és meghatározzuk annak mennyiségét, viszont alkalmas lehet arra, hogy egy ismert, fruktózt nem, vagy csak meghatározott mennyiségben tartalmazó folyadékban jelezze annak túlzott jelenlétét. A NIR eszközök felhasználhatósága természetesen korlátozott, és nem tekinthetünk rájuk úgy, mint a klasszikus analitikai módszerek kiváltóira, azonban a lehetőségek racionális kihasználása révén hasznos alkalmazások fejleszthetők a gyakorlat számára.

6. Irodalom

- [1] Edwards, C. H., Rossi, M., Corpe, C. P., Butterworth, P. J., & Ellis, P. R. (2016): The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science and Technology*, 56, pp. 158-166.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.008>
- [2] White, E., McMahon, M., Walsh, M., Coffey, J. C., & O'Sullivan, L. (2014): Creating Biofidelic Phantom Anatomies of the Colorectal Region for Innovations in Colorectal Surgery. *Proceedings of the International Symposium on Human Factors and Ergonomics in Health Care*, 3 (1), pp. 277-282.
<https://doi.org/10.1177/2327857914031045>
- [3] Gardner, C., Wylie-Rosett, J., Gidding, S. S., Steffen, L. M., Johnson, R. K., Reader, D., & Lichtenstein, A. H. (2012): Nonnutritive sweeteners: Current use and health perspectives: A scientific statement from the American heart association and the American diabetes association. *Circulation*, 126 (4), pp. 509-519.
<https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31825c42ee>
- [4] Taskinen, M. R., Packard, C. J., & Borén, J. (2019): Dietary fructose and the metabolic syndrome. *Nutrients*, 11 (9), pp. 1-16.
<https://doi.org/10.3390/nu11091987>
- [5] Bray, G. A. (2013): Energy and fructose from beverages sweetened with sugar or high-fructose corn syrup pose a health risk for some people. *Advances in Nutrition*, 4 (2), pp. 220-225.
<https://doi.org/10.3945/an.112.002816>
- [6] Malik, V. S., & Hu, F. B. (2015): Fructose and Cardiometabolic Health What the Evidence from Sugar-Sweetened Beverages Tells Us. *Journal of the American College of Cardiology*, 66 (14), pp. 1615-1624.
<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.08.025>
- [7] Rizkalla, S. W. (2010): Health implications of fructose consumption: A review of recent data. *Nutrition and Metabolism*, 7, pp. 1-17.
<https://doi.org/10.1186/1743-7075-7-82>
- [8] Biró, G. (2018): Human biological characteristics of fructose. *Journal of Food Investigation*, 64 (1), pp. 1908-1916.
- [9] Collino, M. (2011): High dietary fructose intake: Sweet or bitter life? *World Journal of Diabetes*, 2 (6), pp. 77.
<https://doi.org/10.4239/wjd.v2.i6.77>
- [10] Liu, Y., Ying, Y., Yu, H., & Fu, X. (2006): Comparison of the HPLC method and FT-NIR analysis for quantification of glucose, fructose, and sucrose in intact apple fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (8), pp. 2810-2815.
<https://doi.org/10.1021/jf052889e>
- [11] Giannoccaro, E., Wang, Y. J., & Chen, P. (2008): Comparison of two HPLC systems and an enzymatic method for quantification of soybean sugars. *Food Chemistry*, 106 (1), pp. 324-330.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.065>
- [12] Yuan, H., Wu, Y., Liu, W., Liu, Y., Gao, X., Lin, J., & Zhao, Y. (2015): Mass spectrometry-based method to investigate the natural selectivity of sucrose as the sugar transport form for plants. *Carbohydrate Research*, 407, pp. 5-9.
<https://doi.org/10.1016/j.carres.2015.01.011>

- [13] International Association of Analytical Chemistry, A. (1990): Official Methods of Analysis of the AOAC. Arlington VA
- [14] López, M. G., García-González, A. S., & Franco-Robles, E. (2017): Carbohydrate Analysis by NIRS-Chemometrics. In K. G. Kyprianidis & S. Jan (Eds.), *Developments in Near-Infrared Spectroscopy* pp. 81-95
<https://doi.org/10.5772/67208>
- [15] Bázár, G., Kovacs, Z., Tanaka, M., Furukawa, A., Nagai, A., Osawa, M., Itakura, Y., Sugiyama, H., Tsenkova, R. (2015): Water revealed as molecular mirror when measuring low concentrations of sugar with near infrared light. *Analytica Chimica Acta*, 896, pp. 52-62.
<https://doi.org/10.1016/j.aca.2015.09.014>
- [16] Xie, L., Ye, X., Liu, D., & Ying, Y. (2009): Quantification of glucose, fructose and sucrose in bayberry juice by NIR and PLS. *Food Chemistry*, 114 (3), pp. 1135-1140.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.076>
- [17] Rodriguez-Saona, L. E., Fry, F. S., McLaughlin, M. A., & Calvey, E. M. (2001): Rapid analysis of sugars in fruit juices by FT-NIR spectroscopy. *Carbohydrate Research*, 336 (1), pp. 63-74.
[https://doi.org/10.1016/S0008-6215\(01\)00244-0](https://doi.org/10.1016/S0008-6215(01)00244-0)
- [18] Mekonnen, B. K., Yang, W., Hsieh, T. H., Liaw, S. K., & Yang, F. L. (2020): Accurate prediction of glucose concentration and identification of major contributing features from hardly distinguishable near-infrared spectroscopy. *Biomedical Signal Processing and Control*, 59, pp. 101923.
<https://doi.org/10.1016/j.bspc.2020.101923>
- [19] De Oliveira, V. M. A. T., Baqueta, M. R., Março, P. H., & Valderrama, P. (2020): Authentication of organic sugars by NIR spectroscopy and partial least squares with discriminant analysis. *Analytical Methods*, 12, pp. 701-705.
<https://doi.org/DOI: 10.1039/C9AY02025J>
- [20] Khadem, H., Eissa, M. R., Nemat, H., Alrezj, O., & Benaissa, M. (2020): Classification before regression for improving the accuracy of glucose quantification using absorption spectroscopy. *Talanta*, 211 (January), pp. 120740.
<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.120740>
- [21] Hao, Q., Zhou, J., Zhou, L., Kang, L., Nan, T., Yu, Y., & Guo, L. (2020): Prediction the contents of fructose, glucose, sucrose, fructo-oligosaccharides and iridoid glycosides in *Morinda officinalis* radix using near-infrared spectroscopy. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, pp. 234
<https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.118275>
- [22] KALL, I. (2020): K-syrup LDX. Retrieved from <http://kallingredients.hu/en/products/2/14/k-syrup-ldx>
- [23] KALL, I. (2020): K-sweet F55. Retrieved from <http://kallingredients.hu/en/products/2/12/k-sweet>
- [24] Naes, T., Isaksson, T., Fearn, T., & Davies, T. (2002): A user-friendly guide to multivariate calibration and classification. Chichester, UK: NIR Publications

Haruna Gado YAKUBU¹, Zoltán KOVÁCS², Flóra VITÁLIS², György BÁZÁR^{1,3,*}

DOI: <https://doi.org/10.52091/JFI-2021/1-1-ENG>

Received: October 2020 – Accepted: January 2021

Near-infrared spectroscopy: rapid and effective tool for measuring fructose content

Keywords: Fructose (fruit sugar), sugars, °Brix, NIR-spectroscopy (near-infrared), adverse physiological effects of fructose, metabolic disorder, cardio-vascular diseases, pre-treatment of spectra, valence vibration, harmonic vibration, statistical spectra analysis

1. SUMMARY

Since high fructose intake was found to be associated with increased health risks, it is important to raise awareness towards the amount of this widely used sugar within foods and beverages. The rapid and accurate detection and quantification of sugar types is not an easy task using conventional laboratory technologies. Near-infrared (NIR) spectroscopy has been proven to be a useful tool in this regard, and the present study highlights the applicability of this rapid correlative analytical technology in the measurement of fructose concentration against that of other sugars in aqueous solutions of sweeteners. The presented NIR calibrations are accurate for the relative measure of °Brix ($R^2 = 0.84$), and the direct measurement of the individual sugars ($R^2 > 0.90$) even in solutions with multiple sugars.

¹ Department of Nutritional Science and Production Technology, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Szent István University, Kaposvár Campus

² Department of Physics and Control, Faculty of Food Science, Szent István University, Budapest Campus

³ Adexgo Kft., Balatonfüred, Hungary

* Corresponding author: bazar@agrilab.hu

Haruna Gado YAKUBU
Zoltán KOVÁCS Dr.
Flóra VITÁLIS
György BÁZÁR Dr.

harunagado12@gmail.com
kovacs.zoltan.food@uni-mate.hu
vitalis.flora@gmail.com
bazar@agrilab.hu

<https://orcid.org/0000-0002-9606-7140>
<https://orcid.org/0000-0003-0641-8830>
<https://orcid.org/0000-0002-4198-2202>
<https://orcid.org/0000-0001-9829-4366>

2. Introduction

Food sweeteners have become the most widely used additives in the food processing industry, especially in the production of beverages and other products such as desserts and yoghurts. One of the oldest sweetener to have been documented in history is honey [1]. This, and some of the traditional sweeteners such as maple syrup, carob, and agave, consumed for decades are largely made up glucose, fructose, sucrose, minerals and other compounds [1]. Glucose is almost always present in foods and plays an essential role in the regulation of metabolism in human. It can be ingested either as free available sugar (glucose powder) or bonded in polymers, in the case of starch, dextrin, and maltodextrins. Glucose could also be bonded in disaccharides, like in the case fructose bond to glucose in sucrose [2].

For some time now, concerns about the form and levels of sweeteners used in the food industry, and the °Brix value of processed foods, have been topical due to the health implications of the consumers. This is mainly because of the risk of developing metabolic abnormality (diabetes) associated with high intake of sugar, especially sugar of high fructose content. Consumers are therefore becoming more conscious of what they consume, and will at times prefer a reduction of the caloric levels of processed foods, consequently reducing sugar intake [3].

High fructose intake was found to be associated with a high risk of metabolic syndrome [4], obesity, diabetes and an increase in blood triglyceride concentrations and insulin resistance compared with high glucose intake [5], [6], [7]. High risk of cardiovascular diseases and even malignant tumors in body tissues may be related to excessive fructose intake [8], and also dyslipidemia and kidney diseases [9].

Over the years, the application of near-infrared spectroscopy (NIR) to analyze the forms of sugar in food sweeteners, has been found to be easier, faster and cost-efficient [10] compared with tedious and reagent involving methods, such as gas chromatography (GC), high-performance liquid chromatography (HPLC) and enzymatic analysis [11], [12]. The HPLC is the most frequently used method for assessing free fructose, free glucose, sucrose, maltose, and lactose content [13].

The NIR spectral region is found between 800 to 2500 nm ($12500\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$) range, with absorptions representing overtones and combinations which are associated with --CH , --OH , --NH , and --SH functional groups [14]. In the case of glucose, 1st overtone of O–H stretching corresponds to absorption bands at 1195, 1385, 1520, 1590, 1730 nm, 1st overtone of O–H stretching of fructose and sucrose at 1433 nm, and O–H combination band of sucrose, glucose and fructose at 1928 nm [14].

Mono- and disaccharides, such as glucose, fructose, sucrose, lactose, were also analyzed in aqueous solutions [15]. Although the same molar concentrations of all the concerned sugars were dissolved, the mass that those represented differed considerably due to the differences in molecular weights of mono- and disaccharides. When quantifying sugars in mixtures, the molar concentration of the sugar solutions gave less accurate calibration models compared with those fitted on weight per volume concentration. Since the spectral information is mostly the light absorbance of chemical bonds during excitation, this information is more proportional with the number of chemical bonds and atoms in the aqueous solution, than with the number of molecules. Regression coefficient vectors of calibration models for each of the sugars also revealed the spectral regions holding the highest importance in the quantitative analysis of the sugars. Regression vectors of the 1100–1800 nm interval, associated with signals of O–H and C–H bonds, showed the significance of characteristic spectral regions of water and the dissolved sugars. The calibration on the concentration of the sugars within the mixtures showed accurate validation performance even at low concentration levels ($0.0018\text{--}0.5243\text{ g/cm}^3$), R^2_{cv} of 0.841 and 0.961, SECV of 0.024 g/cm^3 and 0.012 g/cm^3 for glucose and fructose, respectively. This showed possible quantification of a specific sugar in a mixture of sugars in a solution using NIR spectroscopy [15].

In related studies [10], [16], [17], glucose, fructose and sucrose were quantified in different fruit juices using NIR, and accurate partial least square regression (PLSR) models were reported ($R^2 > 0.854$, 0.963 , 0.953 for glucose, fructose, sucrose, respectively). Good PLRS models were reported for predicting glucose within 900–2200 nm wavelength range [18], whereas the 900–1650 nm interval was reported to be good for the discrimination of organic sugar and conventional brown sugar using partial least squares discriminant analysis (PLS-DA) models [19]. In a study, the concentration of glucose in an aqueous mixture of glucose, albumin and phosphate was quantified using NIR and reported accurate PLRS models [20]. The possibility to predict the glucose, fructose and sucrose content in *Morinda officinalis* extracts utilizing NIR was also reported [21].

The Hungarian food industry is flooded with many sweeteners for food processing. However, there are three major sweeteners: K-syrup LDX and K-sweet F55, which are two commonly used isosugars, and D-sucrose. K-syrup LDX is a sweet, viscous, quickly crystallizing syrup often used in food and pharmaceutical industry

as a raw material for fermentation. It contains high amount of glucose or dextrose (93%), and small amount of fructose (0.5%) and viscous liquid [22]. K-sweet F55, however, is a high caloric isosugar consisting of glucose and fructose, where the fructose content is higher (55%) than the glucose (45%) [23], and the third sweetener is D-sucrose or refined sugar, which is increasingly being replaced with K-syrup LDX and K-sweet F55.

This study aimed to determine the applicability of NIR spectroscopy to quantify glucose, fructose, sucrose content and °Brix of aqueous solutions of the widely used sweeteners, D-sucrose, K-syrup LDX, and K-sweet F55.

3. Materials and Methods

3.1. Sample preparation

Three kinds of sugars were used with brand names: D-sucrose (Carl Roth GmbH, Karlsruhe, Germany): 100% sucrose; K-Syrup LDX (KALL Ingredients Kft., Tiszapüspöki, Hungary): 93% glucose + 0.5% fructose + 6.5% water; K-Sweet F55 (KALL Ingredients Kft., Tiszapüspöki, Hungary): 45% glucose + 55% fructose. Aqueous solutions were prepared at 10 different concentrations for each of the three sugars, separately. A total sample of 30 samples was prepared, 100 ml of each.

3.2. Laboratory measurement

°Brix was measured with Hanna HI96801 Digital Refractometer, and recorded as reference for subsequent NIRS calibrations. Glucose, fructose and sucrose concentration of the respective sugar solutions was calculated based on the mass of sweetener added to the solutions and the percentages of the individual sugars within the sweeteners. The following formulas were used for the calculation of glucose and fructose in K-sweet F55 and K-syrup LDX solutions:

1. Glucose in K-syrup LDX solution = $93/100 \times \text{amount of K-syrup in solution (g/100g)}$
2. Fructose in K-syrup LDX solution = $0.5/100 \times \text{amount of K-syrup in solution (g/100g)}$
3. Glucose in K-Sweet F55 solution = $45/100 \times \text{amount of K-sweet F55 in solution (g/100g)}$
4. Fructose in K-sweet F55 solution = $55/100 \times \text{amount of K-sweet F55 in solution (g/100g)}$

Accordingly, each of the 30 samples was described with °Brix, and concentrations of total sugar, glucose, fructose and sucrose, as listed in **Table 1**.

Table 1. The °Brix, concentration of total sugar, glucose, fructose and sucrose of the aqueous sugar solutions used for the study

Sweetener	°Brix	Total sugar (g/100g)	Glucose (g/100g)	Fructose (g/100g)	Sucrose (g/100g)
D-sucrose	1.100	1.100	-	-	1.100
	2.000	2.000	-	-	2.000
	2.900	2.900	-	-	2.900
	4.100	4.100	-	-	4.100
	4.900	4.900	-	-	4.900
	6.000	6.000	-	-	6.000
	6.800	6.800	-	-	6.800
	8.200	8.200	-	-	8.200
	9.100	9.100	-	-	9.100
	10.10	10.10	-	-	10.10
K-syrup LDX	0.300	0.373	0.346	0.001	-
	1.000	1.245	1.157	0.006	-
	2.000	2.491	2.316	0.012	-
	2.500	3.110	2.892	0.015	-
	3.400	4.232	3.935	0.021	-
	4.100	5.107	4.749	0.025	-
	4.200	5.232	4.865	0.026	-
	5.500	6.850	6.370	0.034	-
	6.400	7.971	7.413	0.039	-
	7.300	9.000	8.370	0.045	-
K-sweet F 55	0.400	0.420	0.189	0.231	-
	0.700	0.732	0.329	0.402	-
	1.200	1.250	0.562	0.687	-
	1.700	1.779	0.800	0.978	-
	2.500	2.716	1.222	1.493	-
	3.100	3.241	1.458	1.782	-
	3.400	3.558	1.601	1.956	-
	3.900	4.081	1.836	2.244	-
	5.300	5.555	2.499	3.055	-
	7.600	7.953	3.578	4.374	-
Max value	10.10	10.10	8.370	4.374	10.10
Min value	0.300	0.373	0.189	0.002	1.100
Mean	4.216	4.403	2.824	0.871	5.520
SD	2.836	2.841	2.434	1.239	3.055

D-sucrose: 100% sucrose; K-syrup LDX: 93% glucose+0.5% fructose; K-sweet F55: 45% glucose+ 55% fructose; SD: standard deviation; Max: maximum value; Min: minimum value

3.3. NIRS measurement

The samples were scanned at room temperature (25 °C) using a FOSS NIRSystems 6500 (FOSS NIRSystems, Inc, Laurel, MD, USA) spectrometer, operated with WinISI v1.5 software (InfraSoft International, Port Matilda, PS, USA). The scanning was done in transmission mode after measuring 1 ml sugar solution into a quartz cuvette having 1 mm pathlength. Two rounds of scanning of each sample were done randomly, and the subsequent sample was used to wash the cuvette three times between each sample scanning. Sixty spectral data were obtained and the spectra of the two rounds were averaged resulting in 30 spectra.

3.4. Spectral pre-processing and multivariate data analysis

The Unscrambler v9.7 (CAMO Software AS, Oslo, Norway) software was used for the analysis of the NIR data, while the MS Excel 2013 was used to calculate the descriptive statistics for the variables measured and calibrated for °Brix, glucose, fructose, and sucrose concentration.

For scatter correction of spectra, and to obtain accurate and robust calibration models, several spectral types of preprocessing were performed: standard normal variate (SNV), multiplicative scatter correction (MSC) and gap-segment second derivative (2nd order derivative, gap of 5 data points, segment of 5 data points).

Using multivariate data analyses, both the separation of the solutions prepared with different sweeteners and the calibration on the targeted quantitative parameters was performed. Principal component analysis (PCA) [24] was used to investigate the multidimensional pattern of the spectra data and to identify differences among the three groups of the sweetener solutions. The spectral data within the NIR range (1100-1850nm) were calibrated with the laboratory data as the reference, using partial least squares regression (PLSR) models [24]. The optimum number of latent variables (LV) used for the PLSR modelling was determined by full (leave-one-out) cross-validation, when in a 30-step iterative process each of the 30 samples was left out of the calibration once and was used for validating the model [24].

Evaluation of PLSR models was done by comparing the calibration statistics with that of the cross-validation. The determination coefficient of calibration (R^2_c) and cross-validation (R^2_{cv}), and the root mean square error of calibration (RMSEC) and cross-validation (RMSECV) were compared, where larger R^2 value and smaller RMSE value represent the better model. During the model optimization processes, RMSECV values were minimized.

4. Results and discussions

The recorded raw spectra show the typical NIR absorption of water, with a major peak at 1450 nm, representing the 1st overtone region of O–H bond (**Figure 1**). The small peak around 1780 nm represents the 1st overtone of C–H bonds. The second derivative spectra were calculated with the gap-segment derivative function, where both gap and segment were set to 5 data points to avoid noise enhancement of the derivative function, still keeping the useful signals within the pretreated data.

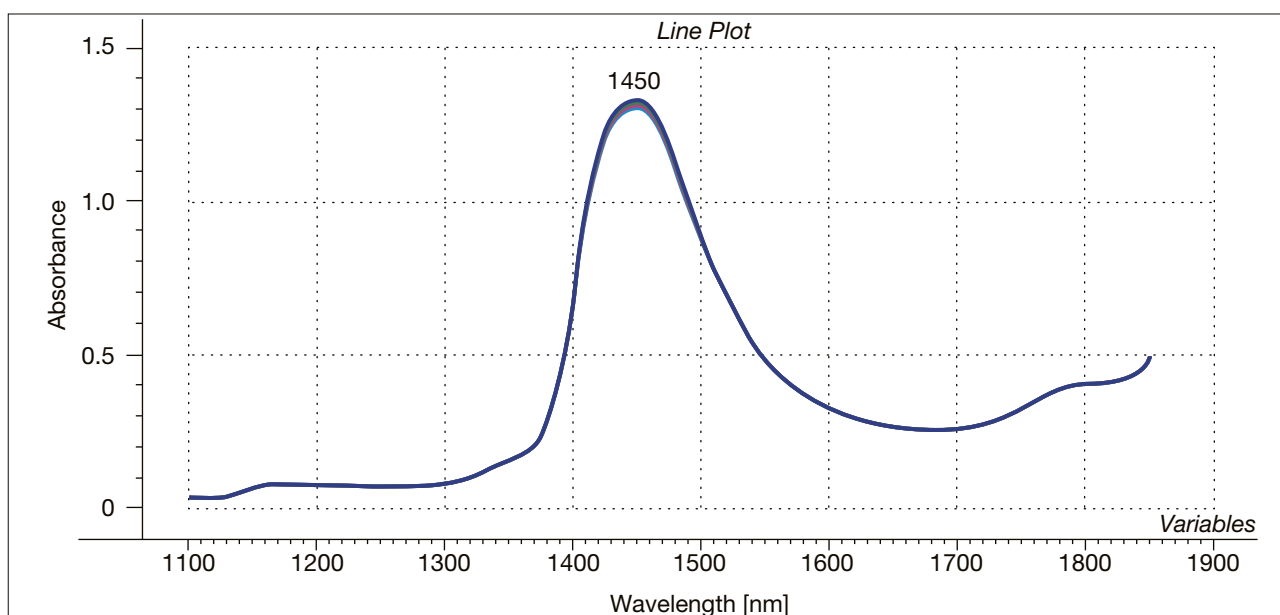


Figure 1. Raw spectra of the sugar solutions in the range of 1100-1850 nm

The negative peaks of the 2nd derivative spectra (**Figure 2**) indicate the locations and relative amplitude of the original overlapping absorptions appearing as one in the raw spectra. This shows the well-described phenomenon that major peak of the raw spectrum at 1450 nm is formed by at least two underlying absorptions of water at 1416 nm and 1460 nm, representing less and more H-bonded water, respectively [15].

The applied spectral pretreatments (2nd derivative, or SNV, or MSC) did not allow visual differentiation of solutions with different sweeteners, while the gradual changes of the water absorption peaks indicated the effect of the increasing concentration of dissolved sugars on the structure of water [15].

Figure 3 shows the 3D plot of the PCA performed with 2nd derivative spectra of all the 30 solutions. The solutions of the three types of sweeteners are indicated with different colors and numbers. The two plots show the same result from different angles, highlighting that 4th principal component (PC4) is responsible for the separation of K-Sweet F55 from D-sucrose and K-Syrup LDX, and PC2 is responsible for the separation of D-sucrose from K-Syrup LDX and K-Sweet F55. Thus, PC2, as new latent variable covering approximately 2% of the variance of the original NIR data, describes the difference between the disaccharide and monosaccharide solutions, while PC4, covering less than 1% of the variance of the original NIR data, describes the difference between the solutions of high fructose syrup and that of the other sweeteners. The combination of PC2 and PC4 describes the differences between glucose solutions and others.

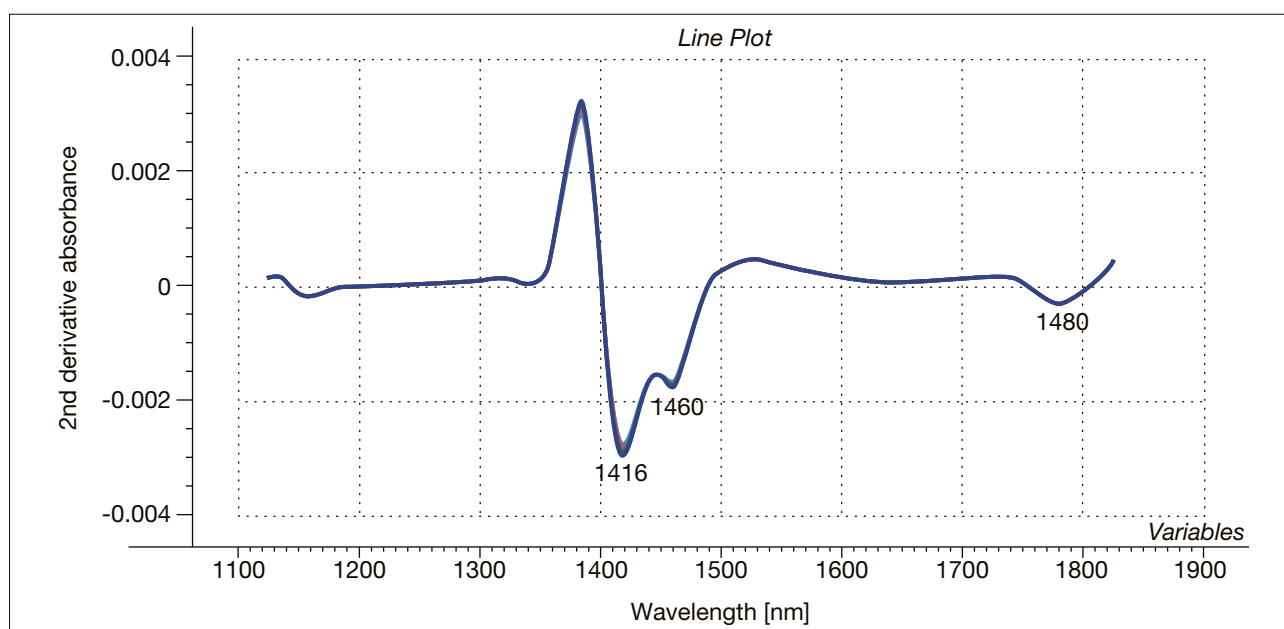


Figure 2. Second derivative spectra of the sugar solutions in the range of 1100-1850 nm

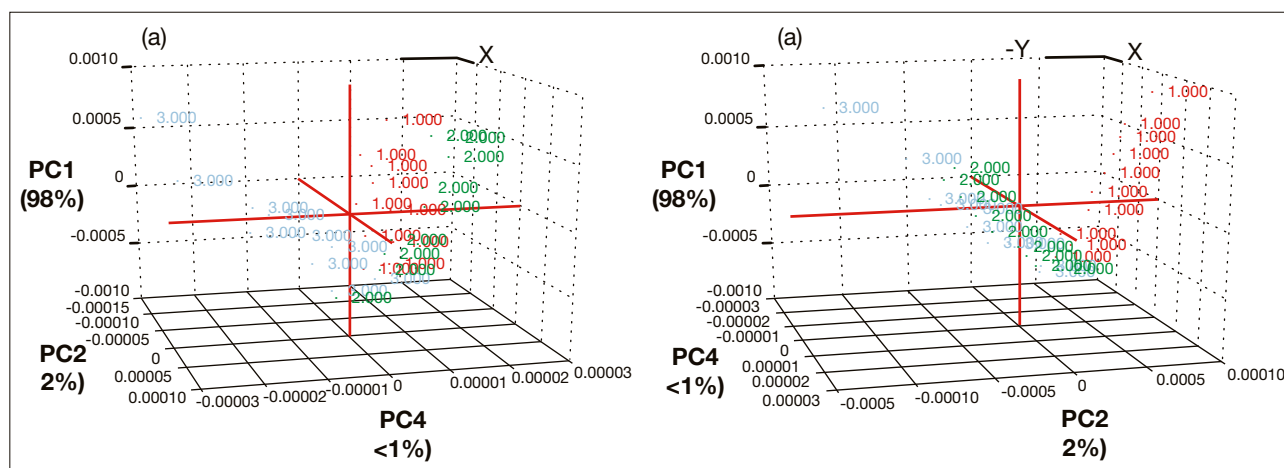


Figure 3. 3D plots of the principal component analysis (PCA) of the three types of sugar solutions using 2nd derivative spectra, showing (a) the 1st principal component (PC1), PC2 and PC4, and (b) PC1, PC4 and PC2. The red (1), green (2) and light blue (3) scores represent D-sucrose, K-Syrup LDX, and K-Sweet F55, respectively.

Figure 4 shows the loading vectors of PC2 and PC4. The wavelength regions having the largest deviation from zero are the most responsible for score values of the principal components, thus, the assigned peaks indicate the absorptions causing the difference between the sugar solutions. The band assignments are in good harmony with previous findings [14], [15], i.e. peaks in the 1300-1600 nm interval refer to the molecular changes of water caused by the dissolved sugars, while the peaks in the 1600-1850 nm interval represent characteristic C–H bands.

The results of the calibration models developed using PLS regression on the measured °Brix and calculated fructose, glucose, sucrose concentrations are presented in **Table 2** and **Figure 5**.

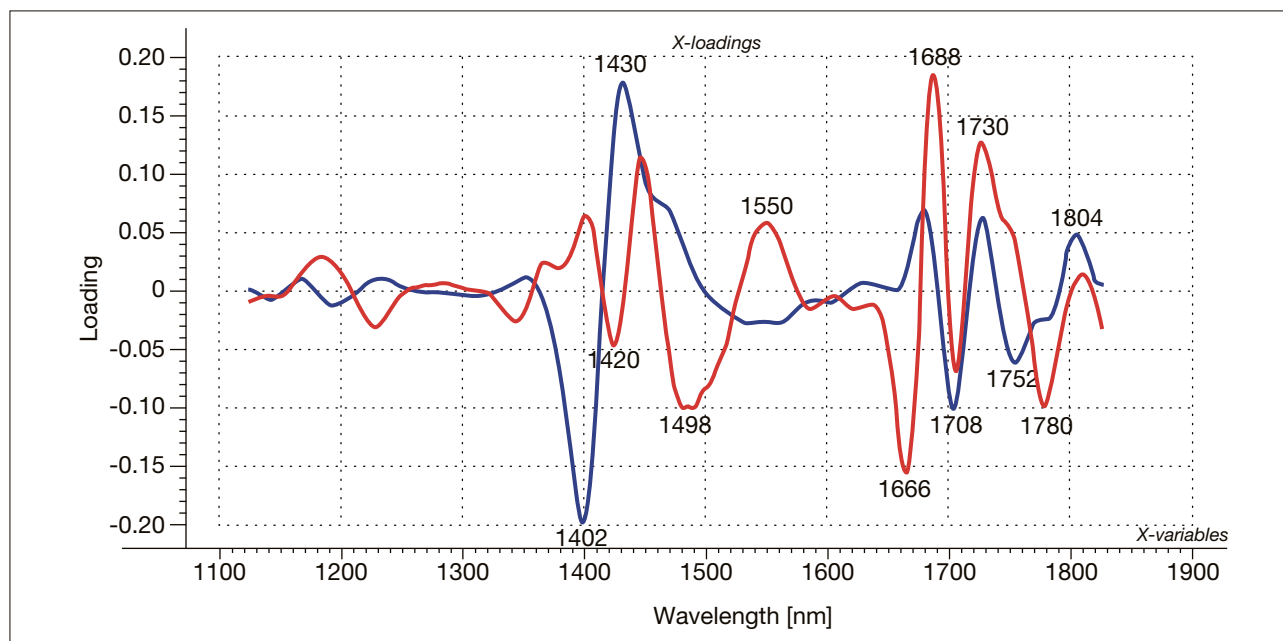


Figure 4. The loading vectors of PC2 and PC4 showing the absorption bands responsible for the separation of D-sucrose from K-Syrup LDX and K-Sweet F55, and for the separation of K-Sweet F55 from D-sucrose and K-Syrup LDX, respectively

Table 2. The calibration and cross-validation statistics for °Brix, glucose, fructose and sucrose concentration in the sugar solutions ($n = 30$), highlighting the best model for each

Math treatment	LV	Constituent	R^2_c	RMSEC (g/100ml)	R^2_{cv}	RMECV (g/100ml)
NONE	1	°Brix	0.846	1.06	0.842	1.09
NONE	3	Fructose	0.921	0.33	0.831	0.51
NONE	3	Glucose	0.871	0.85	0.820	1.04
NONE	3	Sucrose	0.927	0.83	0.897	1.02
MSC	1	°Brix	0.853	1.04	0.832	1.10
MSC	3	Fructose	0.791	0.47	0.573	0.70
MSC	3	Glucose	0.942	0.58	0.907	0.78
MSC	3	Sucrose	0.976	0.50	0.958	0.58
SNV	1	°Brix	0.857	1.01	0.794	1.26
SNV	3	Fructose	0.750	0.55	0.642	0.70
SNV	3	Glucose	0.914	0.68	0.868	0.88
SNV	3	Sucrose	0.962	0.60	0.936	0.81
2D5G5S	2	°Brix	0.861	1.00	0.823	1.15
2D5G5S	3	Fructose	0.772	0.51	0.648	0.64
2D5G5S	3	Glucose	0.954	0.50	0.907	0.74
2D5G5S	2	Sucrose	0.982	0.40	0.976	0.51

LV: number of latent variables, R^2_c : determination coefficient of calibration, RMSEC: root mean square error of calibration, R^2_{cv} : determination coefficient of cross-validation, RMSECv: root mean square error of cross-validation, MSC: multiplicative scatter correction, SNV: standard normal variate, 2D5G5S: 2nd order derivative with 5-point gap and 5-point segment

The best results for °Brix were achieved with no spectral pretreatment. The RMSE of °Brix remained around 1 °Bx, which was almost third of the standard deviation of the measured reference values. The RMSE of the sugar concentrations was similarly low. The least accurate model was achieved for fructose, which is caused by the group of samples with fructose content below 0.05% - for these samples the model performed worse than in the higher concentration regions (**Figure 5. (b)**). Second derivative pretreatment gave the best result for glucose and sucrose, while the best models for fructose were achieved without pretreatment of the NIR spectra.

The calibration and cross-validation regression lines (Y-fit) of the best °Brix, fructose, glucose and sucrose models are shown in **Figure 5**. The black diagonal line shows the optimal Y-fit, while blue and red lines show the calibration and cross-validation Y-fits. The blue dots show the NIR predicted composition values of samples during calibration in the function of the laboratory reference values, and red dots show the NIR predicted values at cross-validation testing, again, in the function of the reference values measured. The closer the dots are to the regression line and the less the regression line deviates from the optimal Y-fit, the better the calibration model is. In most of the cases, the achieved Y-fits are hitting the optimum, meaning that the NIR predicted values are almost equal to the actual laboratory reference values. The calibration and cross-validation results of this study are in agreement with the previously cited results achieved with sugar solutions and fruit juices. These results confirm that, after a proper calibration process, NIR spectroscopy is a useful and effective tool for easy, rapid and accurate measurement of individual sugars in mixed solutions.

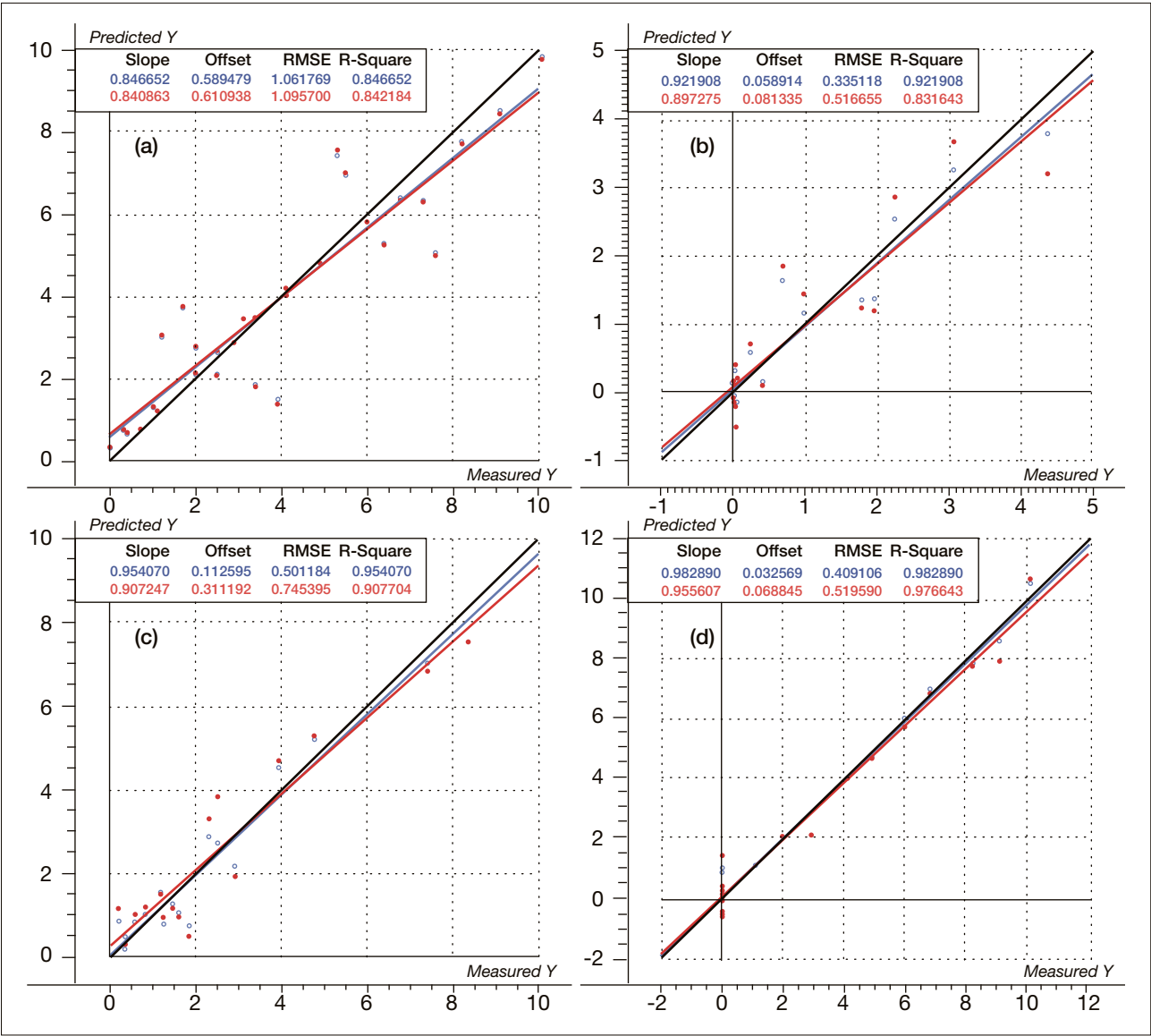


Figure 5. The optimum Y-fit (black diagonal) and the Y-fits of the best calibrations (blue) and cross-validations (red) for (a) °Brix, concentration of (b) fructose, (c) glucose and (d) sucrose

5. Conclusions

The results of this study performed with widely used sweeteners confirm the previously published findings that NIR spectroscopy is a useful and powerful technology to detect and quantify individual sugar types even in mixture solutions. Since NIR spectrometers have not only reached the portable size but have become extremely small as a fingernail-sized chip, the importance of this technology in everyday food qualification seems to be underestimated. Wide aspects of applications should be tested and used for monitoring products and warrant food safety and quality. Among these applications, checking and certifying the fructose content of beverages and foods would advantage consumers' health, as this constituent has been proven to raise the risk of several diseases of modern times. NIR spectroscopy as secondary correlative analytical technology will likely remain to be unsuitable for detecting and quantifying fructose in a complex liquid of completely unknown composition, but may be suitable for indicating the excessive presence of fructose in a known liquid meant to be containing no or only a certain amount of fructose. The usability of NIR tools is limited and they should not be considered as substitutes of classical analytical methods, however, by rational use of opportunities, useful applications can be developed for practice.

6. References

- [1] Edwards, C. H., Rossi, M., Corpe, C. P., Butterworth, P. J., & Ellis, P. R. (2016): The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science and Technology*, 56, pp. 158-166.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.008>
- [2] White, E., McMahon, M., Walsh, M., Coffey, J. C., & O'Sullivan, L. (2014): Creating Biofidelic Phantom Anatomies of the Colorectal Region for Innovations in Colorectal Surgery. *Proceedings of the International Symposium on Human Factors and Ergonomics in Health Care*, 3 (1), pp. 277-282.
<https://doi.org/10.1177/2327857914031045>
- [3] Gardner, C., Wylie-Rosett, J., Gidding, S. S., Steffen, L. M., Johnson, R. K., Reader, D., & Lichtenstein, A. H. (2012): Nonnutritive sweeteners: Current use and health perspectives: A scientific statement from the American heart association and the American diabetes association. *Circulation*, 126 (4), pp. 509-519.
<https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31825c42ee>
- [4] Taskinen, M. R., Packard, C. J., & Borén, J. (2019): Dietary fructose and the metabolic syndrome. *Nutrients*, 11 (9), pp. 1-16.
<https://doi.org/10.3390/nu11091987>
- [5] Bray, G. A. (2013): Energy and fructose from beverages sweetened with sugar or high-fructose corn syrup pose a health risk for some people. *Advances in Nutrition*, 4 (2), pp. 220-225.
<https://doi.org/10.3945/an.112.002816>
- [6] Malik, V. S., & Hu, F. B. (2015): Fructose and Cardiometabolic Health What the Evidence from Sugar-Sweetened Beverages Tells Us. *Journal of the American College of Cardiology*, 66 (14), pp. 1615-1624.
<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.08.025>
- [7] Rizkalla, S. W. (2010): Health implications of fructose consumption: A review of recent data. *Nutrition and Metabolism*, 7, pp. 1-17.
<https://doi.org/10.1186/1743-7075-7-82>
- [8] Biró, G. (2018): Human biological characteristics of fructose. *Journal of Food Investigation*, 64 (1), pp. 1908-1916.
- [9] Collino, M. (2011): High dietary fructose intake: Sweet or bitter life? *World Journal of Diabetes*, 2 (6), pp. 77.
<https://doi.org/10.4239/wjd.v2.i6.77>
- [10] Liu, Y., Ying, Y., Yu, H., & Fu, X. (2006): Comparison of the HPLC method and FT-NIR analysis for quantification of glucose, fructose, and sucrose in intact apple fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (8), pp. 2810-2815.
<https://doi.org/10.1021/jf052889e>
- [11] Giannocco, E., Wang, Y. J., & Chen, P. (2008): Comparison of two HPLC systems and an enzymatic method for quantification of soybean sugars. *Food Chemistry*, 106 (1), pp. 324-330.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.065>
- [12] Yuan, H., Wu, Y., Liu, W., Liu, Y., Gao, X., Lin, J., & Zhao, Y. (2015): Mass spectrometry-based method to investigate the natural selectivity of sucrose as the sugar transport form for plants. *Carbohydrate Research*, 407, pp. 5-9.
<https://doi.org/10.1016/j.carres.2015.01.011>
- [13] International Association of Analytical Chemistry, A. (1990): *Official Methods of Analysis of the AOAC*. Arlington VA

- [14] López, M. G., García-González, A. S., & Franco-Robles, E. (2017): Carbohydrate Analysis by NIRS-Chemometrics. In K. G. Kyprianidis & S. Jan (Eds.), *Developments in Near-Infrared Spectroscopy* pp. 81-95
<https://doi.org/10.5772/67208>
- [15] Bázár, G., Kovacs, Z., Tanaka, M., Furukawa, A., Nagai, A., Osawa, M., Itakura, Y., Sugiyama, H., Tsenkova, R. (2015): Water revealed as molecular mirror when measuring low concentrations of sugar with near infrared light. *Analytica Chimica Acta*, 896, pp. 52-62.
<https://doi.org/10.1016/j.aca.2015.09.014>
- [16] Xie, L., Ye, X., Liu, D., & Ying, Y. (2009): Quantification of glucose, fructose and sucrose in bayberry juice by NIR and PLS. *Food Chemistry*, 114 (3), pp. 1135-1140.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.076>
- [17] Rodriguez-Saona, L. E., Fry, F. S., McLaughlin, M. A., & Calvey, E. M. (2001): Rapid analysis of sugars in fruit juices by FT-NIR spectroscopy. *Carbohydrate Research*, 336 (1), pp. 63-74.
[https://doi.org/10.1016/S0008-6215\(01\)00244-0](https://doi.org/10.1016/S0008-6215(01)00244-0)
- [18] Mekonnen, B. K., Yang, W., Hsieh, T. H., Liaw, S. K., & Yang, F. L. (2020): Accurate prediction of glucose concentration and identification of major contributing features from hardly distinguishable near-infrared spectroscopy. *Biomedical Signal Processing and Control*, 59, pp. 101923.
<https://doi.org/10.1016/j.bspc.2020.101923>
- [19] De Oliveira, V. M. A. T., Baqueta, M. R., Março, P. H., & Valderrama, P. (2020): Authentication of organic sugars by NIR spectroscopy and partial least squares with discriminant analysis. *Analytical Methods*, 12, pp. 701-705.
<https://doi.org/DOI: 10.1039/C9AY02025J>
- [20] Khadem, H., Eissa, M. R., Nemat, H., Alrezj, O., & Benaissa, M. (2020): Classification before regression for improving the accuracy of glucose quantification using absorption spectroscopy. *Talanta*, 211 (January), pp. 120740.
<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.120740>
- [21] Hao, Q., Zhou, J., Zhou, L., Kang, L., Nan, T., Yu, Y., & Guo, L. (2020): Prediction the contents of fructose, glucose, sucrose, fructo-oligosaccharides and iridoid glycosides in *Morinda officinalis* radix using near-infrared spectroscopy. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, pp. 234
<https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.118275>
- [22] KALL, I. (2020): K-syrup LDX. Retrieved from <http://kallingredients.hu/en/products/2/14/k-syrup-ldx>
- [23] KALL, I. (2020): K-sweet F55. Retrieved from <http://kallingredients.hu/en/products/2/12/k-sweet>
- [24] Naes, T., Isaksson, T., Fearn, T., & Davies, T. (2002): *A user-friendly guide to multivariate calibration and classification*. Chichester, UK: NIR Publications

Élelmiszerek tápérték jelölésének szabályozása az Európai Unióban és Magyarországon; Történeti áttekintés a kezdetektől napjainkig

Kulcsszavak: Élelmiszerjelölés, tápértékjelölés, önkéntes jelölés, kötelező jelölés, Codex Alimentarius Bizottság, élelmiszerjog harmonizációja, Big 8, Big 4, Jelzőlámpa (Traffic light), Elem (Battery), Kulcslyuk (Nordic Keyhole), Nutri Score, INBÉ (Irányadó napi beviteli érték)

1. ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszerjelölés az élelmiszerjog egyik legszerteágazóbb területe, s ezen belül is kiemelt figyelem övezi a tápértékjelölést. Mindez nem véletlen, hiszen a modern táplálkozástudomány évről-évre fejlődik, amellyel lépést kell tartania a jogszabályok változásának is. Különösen fontos szerepet kap a tápértékjelölés azok számára, akik elhízással vagy egyes anyagcsere betegségekkel küzdenek, vagy más okok miatt különleges táplálkozási igénnyel rendelkeznek. A tápérték-jelöléssel kapcsolatos szabályozás kissé rendhagyó módon elsősorban nem a nemzeti szintű szabályozásokban jelent meg, hanem kifejezetten nemzetközi keretek között indult fejlődésnek, amelyben az első áttörést a Codex Alimentarius és az azon belül folytatott szakértői munka jelentette. Hazánk e munkában a kezdetek óta részt vesz, így a hazai szabályozás a történelmi koroktól függetlenül is viszonylagos összhangot mutatott a világ aktuális legjobb jelölési gyakorlataival, amelynek teljes harmonizációja az európai uniós csatlakozás küszöbére megtörtént. E tanulmányban visszatekintünk a szabályozás fejlődésének legfontosabb nemzetközi, európai uniós és hazai lépéseire, nem csak a jogszabályok változásait mutatjuk be, hanem össze is hasonlítjuk azokat az egyes időszakok változó követelményeivel. A tápértékjelölés jelenlegi szabályozási környezete és az aktuális kihívások mellett a legfontosabb önkéntes jelölési rendszerek is szerepet kapnak e közleményben.

¹ Agrárminisztérium, Élelmiszergazdasági és -minőségpolitikai Főosztály

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

³ Országos Gyógyszerészeti és Élelmezés-egészségügyi Intézet

⁴ Állatorvostudományi Egyetem

⁵ Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Kockázatkezelési Igazgatóság

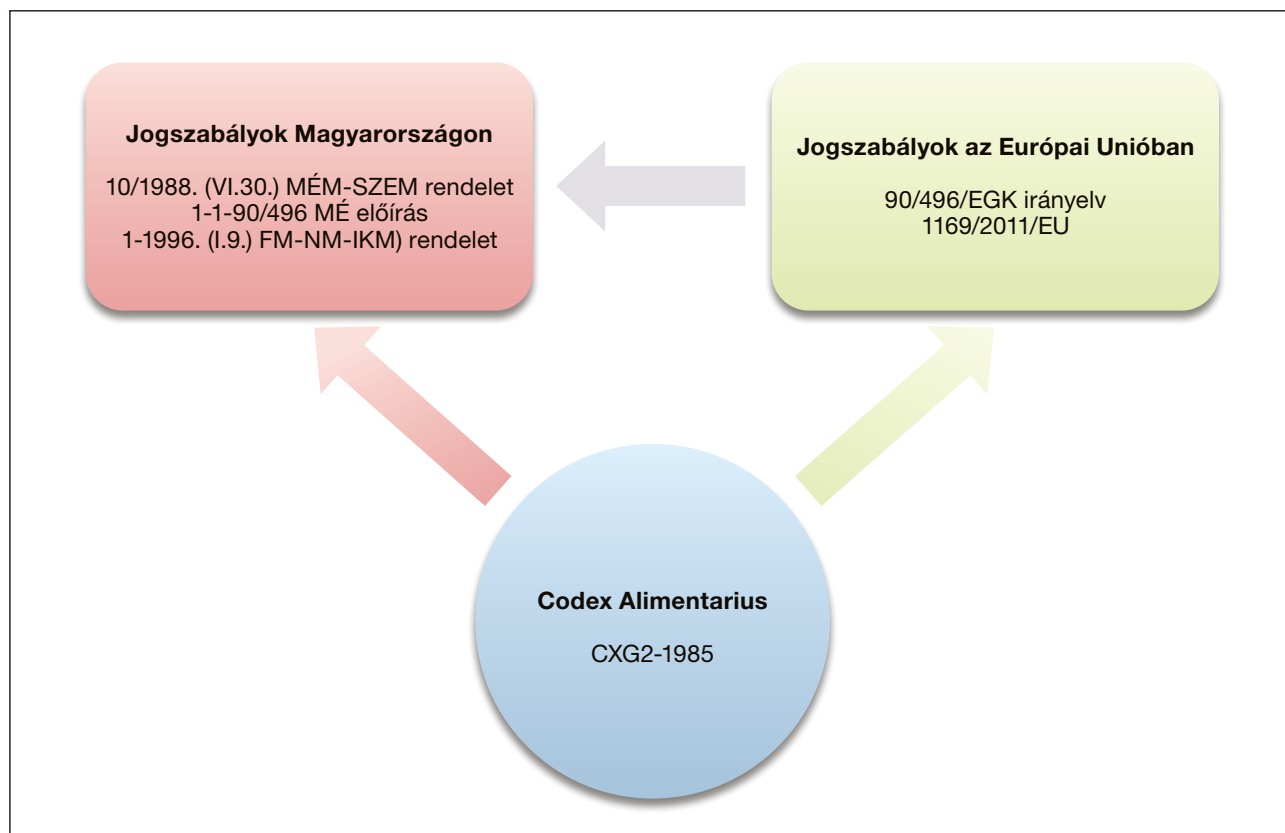
SZAKOS Dávid
KASZA Gyula Dr.
KUTI Beatrix
HORACSEK Márta Dr.

szakos.david@univet.hu
kaszagy@nebih.gov.hu
beatrix.kuti@hotmail.com
horacsek.marta@ogyei.gov.hu

<https://orcid.org/0000-0002-0280-0090>
<https://orcid.org/0000-0003-3120-2820>
<https://orcid.org/0000-0002-5876-2708>
<https://orcid.org/0000-0001-5608-4790>

2. Bevezetés

Nemzetközi szinten a tápértékjelölés szabályozásának alapkövét a FAO/WHO által létrehozott Codex Alimentarius fektette le 1985-ben, a tápérték jelölésre vonatkozó útmutató formájában. A tápértékjelölés szabályozásának alapját az Európai Unióban és Magyarországon is a Codex Alimentarius adta **(1. ábra)**.



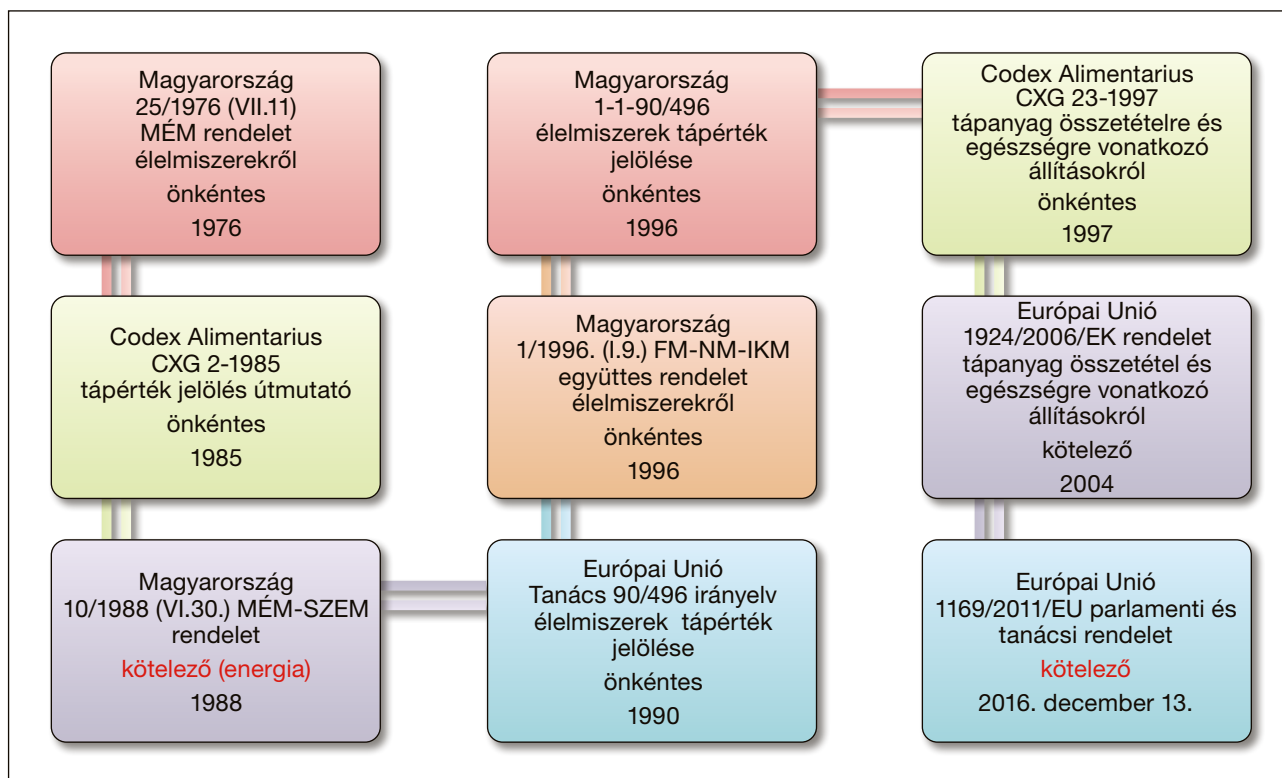
1. ábra. Élelmiszerek tápértékjelölésének szabályozási kapcsolódásai

A tápértékjelölést az Európai Közösségek Tanácsa elsőként 1990-ben a 90/496/EGK irányelv kiadásával szabályozta. Az irányelv betartása önkéntes volt és minden normál közfogyasztásra szánt élelmiszerre vonatkozott **(2. ábra)**.

Magyarországon az élelmiszer tápértékjelölés „lényeges” elemeinek feltüntetése az 1970-1980-as évek közepéig önkéntes volt, majd 1988-tól az energiatartalmat kellett kötelezően jelölni. 1996-tól már meghatározott tartalommal, de még mindig önkéntes alapokra helyezve a Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus), határozta meg az élelmiszerek tápérték-jelölésére vonatkozó szabályokat **[1]**, amely 2014. december 13-ig volt érvényben.

A tápértékjelölés 2014. december 13-át megelőzően csak abban az esetben volt kötelező elem a csomagoláson, ha azon az előállító – mai szabályozási szóhasználatnál élve – tápanyag-összetételre vagy egészségre vonatkozó állítást helyezett el, vagy ilyen állítást tett közzé a termékkel kapcsolatban, illetve különleges táplálkozási igényt kielégítő élelmiszerről (pl. bébiétel) volt szó **[2]**.

Időközben nemzetközi szinten egyre több ország vezetett be kötelező tápértékjelölést, elsősorban közegészségügyi célból, az elhízás csökkentése és bizonyos krónikus megbetegedések megelőzése érdekében **[3]**. Felismerve azt, hogy a közvéleményt egyre jobban érdekli az étrend és az egészség közötti összefüggés **[4]**, valamint a túlsúllyal és az elhízással kapcsolatos egészségügyi kihívások **[5, 6]** is megoldást követeltek, egyértelművé vált, hogy az Európai Unió szintű harmonizált szabályozás megalkotása sürgető és elengedhetetlen a megfelelő fogyasztói tájékoztatás biztosítása érdekében. Ennek fényében megszületett a fogyasztók élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatásáról szóló 1169/2011/EU rendelet, amely az élelmiszerek jelölésére vonatkozó általános elveket, követelményeket és kötelezettségeket határoz meg, s egyben kötelezően előírja az élelmiszerek tápanyagtartalmának megadását is. A tápértékjelölés elsődleges célja a fogyasztók tájékoztatása az élelmiszerek tápanyag-összetételéről, segítve a tájékozódást és a tudatos választást **[7]**. Az élelmiszerek jelölése természetesen önmagában nem elegendő. Ahhoz, hogy a tájékoztatás elérje célját, szükség van a fogyasztók motivációjára és a helyes táplálkozás alapelveinek ismeretére is.



2. ábra. tápértékjelölést meghatározó jogszabályok időrendi összefoglalása

Az oktatás, a fogyasztók oktató célú tájékoztatása elengedhetetlen ahhoz, hogy a fogyasztók jobban megértsék az élelmiszerekre vonatkozó információkat, és ezáltal saját étrendjükbe helyesen illeszthessék be az adott élelmiszereket [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

Cikkünkben a normál közfogyasztásra szánt élelmiszerek tápértékjelölésére vonatkozó Európai Unió és hazai szabályozás kialakulását, valamint az ahhoz kapcsolódó gyakorlatokat és tapasztalatokat ismertetjük. Tekintettel a téma összetettségére, a specifikus csoportoknak szánt élelmiszerekre (korábban különleges táplálkozási célú élelmiszerek), valamint az állításokat is tartalmazó élelmiszerekre vonatkozó jogszabályokat jelen publikációban nem részletezzük.

3. Tápértékjelölés nemzetközi szinten (Codex Alimentarius)

3.1. A Codex Alimentarius Bizottság működése és célja

Az ENSZ FAO és WHO szakosított szervezeteinek keretében működő Codex Alimentarius Bizottság (a továbbiakban: Codex) fő célja az élelmiszer szabványok, útmutatók és az ezekhez kapcsolódó egyéb dokumentumok kidolgozása a globális harmonizáció megteremtése érdekében, amely elősegíti a nemzetközi kereskedelmet is. Ennek háttérében a fogyasztók egészségének védelme áll, valamint a tisztességes gyakorlatok megteremtése az élelmiszerláncban. Elmondható, hogy a Codex nemzetközi megegyezésre törekszik, ezért megfelelő rugalmasságot tanúsít. Megengedi, hogy az egyes országok a Codex a szabványait, útmutatóit beépítsék saját jogszabályaikba, ajánlásaikba. Ilyen a Codex tápérték jelölésről szóló irányelve is. A Codex működése az adott területre specializált bizottságok keretében történik, az ott elkészített és elfogadott dokumentumokat a főbizottság jóváhagyásával véglegesítik [15, 16].

3.2. A Codex és a tápértékjelölés

Tápértékjelölés tekintetében két szakbizottság játszik kiemelten fontos szerepet, az egyik a Különleges Táplálkozási célú Élelmiszerek Bizottsága (Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses - CCNFSDU), amely e területen kifejtett tevékenységével többek között hozzájárul a szakmai-tudományos alapok érvényesítéséhez és az étrenddel kapcsolatos beviteli referencia értékek meghatározásához. A másik ilyen szakbizottság az Élelmiszer Jelölési Bizottság (Codex Committee for Food Labelling - CCFL) aki e területen véglegesíti az élelmiszerek jelölésére vonatkozó tápanyag-összetételrel kapcsolatos információkat. Ugyanilyen együttműködés keretében jött létre a tápanyag-összetételre és egészségre vonatkozó állításokról szóló útmutató is. Az útmutatások egyik célja az, hogy a fogyasztók megértsék a terméken szereplő jelöléseket, és kellő részletességű ismeretekhez jussanak [17].

A tápértékjelölésre vonatkozó alapkövetelményeket a CXG 2-1985 számú útmutatóban határozták meg először 1985-ben, mint önkéntes jelölési elemet (kivéve a specifikus csoportoknak szánt élelmiszereket, amelyeknél tápértékjelölés már ekkor is kötelező volt és szabályozást külön előírás, a CODEX STAN 146-1985 tartalmazta), amely az előre csomagolt és a nem előre csomagolt élelmiszerekre egyaránt vonatkozott. Az útmutatót a mai napig folyamatosan fejlesztik és alakítják, ennek szellemében 1993-ban és 2011-ben teljes felülvizsgálat, 2003 és 2017 között pedig kilenc alkalommal módosítás történt. Kezdetben a tápértékjelölés önkéntes tájékoztatásnak számított, azonban a 2012-ben történt módosítással az előre csomagolt élelmiszerek esetén kötelezővé vált. Az útmutató 2011-ben a 36 hónaposnál idősebb populációra vonatkozó táplálkozási referencia értékek (Nutrient Reference Values: NRVs) általános elveit meghatározó melléklettel egészült ki, amelyet 2013-2017 között négy alkalommal is felülvizsgáltak.

Nemzetközi szinten, a Codex 1979-ben fogadta el az állításokra vonatkozó általános iránymutatásokat (CXG-1-1979). A tápanyagösszetételre és egészségre vonatkozó állítások alapelveit útmutatás céljából 1997-ben határozták meg olyan kifejezésekkel kiegészítve, mint például: „alacsony zsírtartalmú”, „magas zsírtartalmú” stb. (CXG-23-1997).

A Codex útmutató az **1. táblázat** szerinti adatokat nevesíti kötelezőként, de amennyiben az élelmiszerral kapcsolatban tápanyag-összetételre vagy egészségre vonatkozó állítást közölnek, úgy a jelölést ki kell egészíteni az állítás tárgyát képező tápanyaggal, vagy egyéb élettani hatással rendelkező anyaggal pl. koffeintartalommal.

Zsírakkal kapcsolatos állítás alkalmazásakor fel kell tüntetni a különböző – telített, egyszeresen telített, többszörösen telített zsírsavak – mennyiségét, valamint, ha azt tagállami szabályozás előírja, akkor a transzszírsav tartalmat is, a kötelezően megadásra kerülő elemeken felül. Vitaminok és ásványi anyagok mennyisége akkor jelölhető, ha a termék, jelentős mennyiséget tartalmaz. Lehetőséget ad önkéntesen további tápanyagok feltüntetésére is, ha azt például nemzeti szabályozás előírja, vagy nemzeti ajánlások megfogalmazták vagy egyszerűen az élelmiszer előállítója hasznosnak véli. Az adatokat minden esetben (kötelező, önkéntes) 100 g tömegre vagy 100 ml térfogatra, vagy adagra kifejezve kell megadni, emellett lehetőség van a táplálkozási referencia érték (NRV – Nutrition Reference Value) százalékával is kiegészíteni. A megjelenítést (betűméret, energia és tápanyagok sorrendje stb.) illetően az ajánlásokban általános elveket fogalmaztak meg [18].

A Codex útmutató a fogyasztói edukációs programok mellett figyelemfelkeltő grafikus elemek vagy szimbólumok révén egyéb önkéntes kifejezési formák használatára is lehetőséget ad. Ezek a fogyasztó segítségére lehetnek, hogy könnyebben megismerhessék és megérthessék az adott tápértékjelölést, így az élelmiszer tápanyag tartalmát.

1. táblázat. Élelmiszerek kötelező tápérték-jelölésének tartalmi elemei (✓=kötelező) egyes jogszabályokban

Tartalmi elemek	Mértékegység	1169/2011/EU rendelet	CODEX ALIMENTARIUS CXG 2-1985	90/496/EGK irányelv		MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 1-1-90/496 ELŐÍRÁS		10/1988. (VI.30) MÉM-SZEM rendelet
				1. Opció	2. Opció	1. Opció	2. Opció	
Energia	kJ/kcal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ kJ
Zsír	g	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Telített zsírsavak	g	✓	✓	-	✓	-	✓	-
Szénhidrát	g	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Cukor	g	✓	✓	-	✓	-	✓	-
Rost	g	-	-	-	✓ Rost	-	✓ Élelmi rost	-
Fehérje	g	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Só	g	✓	✓ Nátrium vagy só (választható)	-	✓ Nátrium	-	✓ Nátrium	-

4. Tápértékjelölés szabályozása az Európai Unióban

4.1. A jogharmonizáció előzményei

Az élelmiszerjelölés, így a tápértékjelölés szabályozásának alapvető célja a fogyasztó megfelelő tájékoztatása. Az Európai Unióban az élelmiszerek jelöléséről szóló 79/112/EGK tanácsi irányelv [19, 1], 1979-ben még nem tartalmazta a tápértékjelölés témakörét. A tápértékjelölést elsőként 1990-ben szabályozták – a Codex Alimentarius tápértékjelöléséről szóló útmutatásai alapján – a Tanács 90/496/EGK számú irányelvében, mint önkéntes jelölési lehetőséget. Kivételt képezett a különleges táplálkozási célokra szánt élelmiszerekre vonatkozó szabályozás. Ekkor azonban a jogalkotók körében megfogalmazódott, hogy ösztönözni kell az élelmiszer-vállalkozókat, különösen a kis- és közép-vállalkozásokat, hogy fokozatosan bevezessék a tápértékjelölést [20].

A 90/496/EGK irányelv két lehetőséget teremtett a tápérték jelölésre, melynek elemei az **1. táblázatban** található. A mennyiségeket 100 g tömegre vagy 100 ml térfogatra, vagy adagra vonatkozóan jelölhették feltéve, hogy a csomagban lévő adagok számát is megadták. A megjelenítésére meghatározott szabályok vonatkoztak: táblázatos formában vagy egymás után lineárisan, sorba írva, jól látható módon kellett feltüntetni a rendelkezésre álló hely függvényében (ekkor még nem határozták meg az alkalmazható a minimális betűméretet). A jelölés kötelező elemei az *energia, fehérje, szénhidrát, zsír* vagy az *energia, fehérje, szénhidrát, cukrok, zsír, telített zsírsavak, élelmi rost*, és a nátrium mennyiségét mutatták.

A tápértékjelölés a következők közül többet is tartalmazhatott: keményítő, poliolok, egyszeresen telítetlen zsírsavak, többszörösen telítetlen zsírsavak, koleszterin. A jelentős mennyiségben jelenlévő vitaminok és ásványi anyagokat is feltüntethették. Az irányelv melléklete néhány vitamin és ásványi anyag ajánlott napi bevitelének mennyiségét, valamint a jelentős mennyiség meghatározását is tartalmazta (a jelentős mennyiség meghatározásánál rendszerint az e mellékletben szereplő javasolt bevitel 15 %-át kell figyelembe venni az élelmiszer minden egyes 100 grammja, 100 milliliterje, vagy egy csomagja esetében, amennyiben a csomagolás csak egyetlen adagot tartalmaz). A grafikai megjelenítést megengedték, de nem határoztak meg speciális szabályokat.

A tápértékszámítás az élelmiszer gyártója által végzett vizsgálat eredményei, vagy a felhasznált összetevők ismert vagy tényleges átlagértékeiből végzett számítások, illetőleg általánosan meghatározott és elfogadott adatokból kiinduló számítások alapján történhetett.

Az élelmiszerek címkéjén Európai Unió területén egyre nagyobb számban jelentek meg tápanyag-összetételre és egészségre vonatkozó állítások. A tagállamok szabályai eltérő képet mutattak, ezért szükség volt a harmonizációra, így jött létre az élelmiszerekkel kapcsolatos, tápanyag-összetételre és egészségre vonatkozó állításokról szóló 1924/2006/EK rendelet, amely meghatározza, hogy a kereskedelmi kommunikáció során mely állítások (pl. *energiaszegény, csökkentett energia tartalmú, fehérjeforrás* stb.) tüntethetők fel és milyen feltételekkel. Azok az élelmiszerek, amelyeken állítást tüntetnek fel, hatással lehetnek az étrendi szokásokra, általános tápanyagbevitelre, ezért a fogyasztónak tisztában kell lennie azok tápanyagtartalmával. Ez a cél az ilyen termékek kötelező a tápérték jelölésével érhető el [21]. A vitaminok, ásványi anyagok és bizonyos egyéb anyagok élelmiszerekhez történő hozzáadása esetén is kötelező a tápértékjelölés (1925/2006/EK rendelet).

A DG SANCO (Directorate-General Health & Consumer Protection) által 2003-ban készített tanulmány szerint az EU tagországokban az előrecsomagolt termékek 35-85%-a hordozott címkéjén tápértékjelölést. A felmérés rámutatott arra, hogy a fogyasztókat érdekli a tápérték jelölés, különös tekintettel a feldolgozott élelmiszerekre, azonban a többség csupán igényt tart rá, de valójában ezt az információt nem használja fel.

A 2003-ban végzett tagországi konzultáció eredménye felhívta a figyelmet arra, hogy az önkéntesen alkalmazható tápértékjelölési rendszer nem működik kielégítően, ezért a jogszabályi változtatás elkerülhetetlen. Kötelező tápértékjelölésre van szükség. A megjelenítési mód kiemelten fontos, mert a kicsi betűméret, többnyelvű címkék használata zűrzavarossá teszi a címkét, emellett szükség van kivételek (pl. kisfelületű csomagolóanyagok, nem előre csomagolt termékek, alkoholok stb.) meghatározására is. A jogalkotók felismerték, hogy a tápértékjelölési kötelezettség a vállalkozások számára többletköltséggel járó nehézséget okozhat, amelyre azonban a hosszú átmeneti idő és az útmutatók kidolgozása megoldást jelenthet. Úgy találták, hogy az alternatív tápértékjelölések is hasznosak lehetnek, azonban, ha a piacon túlságosan sokféle jelölési mód fordul elő, akkor a nagy változatosság a fogyasztót és a belső piac működését is megzavarhatja. A felmérés eredményeként a „Big 4” (energia, fehérje, szénhidrát, zsír,) és a „Big 8” („Big 4” kiegészítve telített zsírsav, cukor, rost és só) opciókat javasolták a tagországok. Megjegyezték, hogy a nátrium mennyiségének megadását a fogyasztók nem értik, ezért szükség van a só (konyhasó) kifejezés használatára. Úgy ítélték meg, hogy az energiatartalom megadása kJ-ban sem mindenki számára érthető, ezért a Kcal használatának bevezetése is napirendre került [22, 23].

Egyéb alternatív tápérték jelölési formák (amelyek kiegészítik a tápérték jelölést) használata terén egyetértés volt abban, hogy annak egyértelműnek és könnyen érthetőnek kell lennie. Egyetértettek, abban is, hogy az élelmiszerlánc minden szereplője számára az INBÉ (Irányadó Napi Beviteli Érték) hasznos és könnyen érthető kifejezési forma, de csak akkor lehet sikeres, ha Európai Unió szinten harmonizált és az EFSA (European Food Safety Authority) vagy egyéb független tudományos szervezet dolgozza ki [23].

A BEUC (The European Consumers' Organisation) 2005-ben öt országban (Németország, Dánia, Spanyolország, Magyarország és Lengyelország) végzett fogyasztói felmérése azt mutatta, hogy a válaszadók számára kiemelten fontos a tápértékjelölés; a megkérdezettek 74-84%-a nyilatkozta azt, szükség van a tápérték jelölésre. Ugyanakkor az ár, minőségmegőrzési idő/fogyaszthatósági idő, márkanév a legkeresettebb információ, a tápértékjelölést kevesen olvassák el, de a zsír mennyiségét és az adag méretét a válaszadók 50%-a olvassa. Támogatóan nyilatkoztak az egyszerűsített egyéb megjelenítési formákat illetően. Úgy találták továbbá, hogy a tápanyag összetételére vonatkozó állítások vonzzák a fogyasztók figyelmét és befolyásolják a vásárlásukat. A válaszadók 80%-a nyilatkozta, hogy a tápértékjelölés könnyen megtalálható és 70%-a szerint könnyen érthető, 50% számára emellett ez az adat megbízható is. A felmérések adatai bebizonyították, hogy az állítások marketing szerepe kifejezetten magas [24].

A Bizottság 2007-ben kiadott táplálkozással, túlsúllyal és elhízással kapcsolatos egészségügyi kérdésekre vonatkozó Fehér Könyve megállapította, hogy az Európai Unióban elmúlt három évtizedben számottevően emelkedett a túlsúllyal és elhízással küzdők száma, különösen a gyermekek esetében. Elsősorban az egyén felelős saját és gyermekei életmódjáért, azonban vitathatatlan tény, a környezet hatással van viselkedésére. Másodsorban csakis a jól tájékozott fogyasztó képes racionális döntéseket hozni. Végül, e téren csak úgy érhető el optimális eredmény, ha a különböző szakpolitikai területek (horizontális megközelítés) és a cselekvés különböző szintjei (vertikális megközelítés) kiegészítik egymást és egymással integráltak.

Rámutatott arra, hogy felül kell vizsgálni a tápértékjelölés kötelezővé tételét, továbbá a csomagolás elülső oldalán alkalmazott, egyszerűsített jelölés szabályozását.

A Bizottság a Fehér Könyvben tett megállapítások, a fogyasztók egyre növekvő érdeklődése az étrend és az egészség közötti összefüggés, valamint az egyéni szükségleteknek megfelelő étrend kiválasztása iránti igény, szükségessé tette egy olyan tápérték jelölési rendszer megvalósítását, amely az Európai Unió egész területén egységes és kötelező [25, 26].

Az élelmiszerek jelölésének valamennyi élelmiszerre vonatkozó uniós szabályait a 2000/13/EK irányelv állapította meg, amelyben a rendelkezések többsége 1978-ban felmerült szabályozási elvekhez nyúlt vissza, valamint a 90/496/EGK számú irányelv is elavult, ezért időszerűvé vált annak módosítása is [27, 7].

4.2. Jogharmonizáció

A Fehér Könyvben tett megállapítások és a felmérések eredményei alapján jött létre a magas szintű fogyasztóvédelmet, az áruk szabad áramlását és az egyenlő versenyfeltételeket biztosító 1169/2011/EU rendelet (továbbiakban: Rendelet) a fogyasztók élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatásáról. A Rendelet részletes szabályozást tartalmaz, az előre csomagolt élelmiszerek jelöléséről, de ezen túlmenően bizonyos mértékben kiter a nem előre csomagolt élelmiszerek jelölésére is. Mivel a kötelező tápértékjelölés számottevő terhet ró az élelmiszergyártó vállalkozók számára, az érintetteknek a rendelet öt év felkészülési időt hagyott, azaz 2016. december 13-tól tette kötelezővé a tápérték jelölését az előre csomagolt élelmiszereken [7]. A jogszabályalkotás célja az volt, hogy az élelmiszerekre vonatkozó tájékoztatás az átlagos fogyasztót is meg tudja szólítani, és az alacsony táplálkozási ismeretek ellenére is segítse őt a döntésben, miközben nem hoz létre kereskedelmi akadályokat [22, 25].

A Rendelet szerinti tápértékjelölést minden élelmiszerre kötelezően alkalmazni kell. Kivételt képeznek az étrend-kiegészítők és a természetes ásványvizek. A korábbiaktól eltérően az új típusú tápértékjelölés kötelező elemként az energiatartalmat és azokat a tápanyagokat helyezi előtérbe, amelyek túlzott bevitelével egészségügyi kockázatot hordoz. Megjegyezzük, hogy a szénhidrátok és a fehérjék normál bevitelével nem jelent egészség-kockázatot, de a növekvő gyakorisággal előforduló cukorbetegség és vese-elégtelenség miatt a szénhidrát- és fehérjetartalomra vonatkozó információt is beemelték a kötelező elemek közé. A **2. táblázatban** sárga színnel szereplő jelölési elemeket kötelezően fel kell tüntetni, de önkéntesen (kék színnel jelölve) lehetőség van további elemek megadására is. Tápanyag-összetételre és egészségre vonatkozó állítások használata esetén ugyancsak kötelező a tápértékjelölés (előre csomagolt élelmiszer esetében a csomagoláson, nem előre csomagolt esetében nem kell jelölni, de a tájékoztatásnak rendelkezésre kell állni). A jelentős mennyiségben jelenlévő vitaminok és ásványi anyagok is feltüntethetők, meghatározott értékekre vonatkozó szabályok szerint.

A jelölés alól a 1169/2011/EU rendelet V. Melléklete értelmében bizonyos élelmiszerek mentesülnek.

2. táblázat. Élelmiszerek tápérték jelölésének kötelező és önkéntes elemei a 1169/2011/EU rendeletben

Tápértékjelölés 1169/2011/EU rendelet szerint	
Energia	kJ/kcal/100g vagy kJ/kcal/100ml
Zsír	g/100g vagy g/100ml
Amelyből	
-Telített zsírsavak	g/100g vagy g/100ml
-Egyszeresen telített zsírsavak	g/100g vagy g/100ml
-Többszörösen telítetlen zsírsavak	g/100g vagy g/100ml
Szénhidrát	g/100g vagy g/100ml
Amelyből	
-Cukrok	g/100g vagy g/100ml
-Poliolok	g/100g vagy g/100ml
-Keményítő	g/100g vagy g/100ml
Rost	g/100g vagy g/100ml
Fehérje	g/100g vagy g/100ml
Só	g/100g vagy g/100ml
Vitaminok és ásványi anyagok, a XIII. melléklet A. részének 1. pontjában megadott egységekben	

Az adatokat 100 g tömegre, vagy 100 ml térfogatra, de adagonként vagy fogyasztási egységenként is fel lehet tüntetni (konkrét adagra/kiszerezési egységre vagy az élelmiszer jellegéből adódó jellemző fogyasztási egységre). A rendelet XIII. melléklet „A” részében említett vitaminok, ásványi anyagok mennyiségét a referencia beviteli érték (NRV) százalékában is fel kell tüntetni a termék 100 grammjára, illetve 100 milliliterre vonatkoztatva. Az energiatartalmat és a tápanyagok mennyiségét a referencia beviteli érték százalékában is meg lehet adni, 100 g tömegre, vagy 100 ml térfogatra, esetleg csak önmagában az adagra, vagy fogyasztási egységre kifejezve. A 100 grammra vagy 100 milliliterre vonatkoztatott beviteli referencia érték esetén meg kell jelentetni a következő szövegű tájékoztatást is: „Referencia beviteli érték egy átlagos felnőtt számára (8400kJ/2000 kcal)”.

Megjelenítés tekintetében a Rendelet meglehetősen pontosan és egyértelműen fogalmaz; meghatározott sorrendben, lehetőség szerint táblázatos formában (ha ez nem lehetséges, akkor folyamatosan megszakítások nélkül) egymás után, ugyanazon látómezőben, meghatározott betűmérettel kell feltüntetni a tápértékjelölés elemeit. A tápértékjelölés egy zárt lista, amely normál közfogyasztásra szánt élelmiszerek esetén nem bővíthető további elemekkel a listán belül, csak azt követően (pl. a laktóz mennyiségét nem szabad szerepeltetni a cukorhoz kapcsolódóan, hanem csak a táblázatot követően).

A tápérték-számítás történhet az élelmiszer előállítója által végzett vizsgálat eredményei, vagy a felhasznált összetevők ismert vagy tényleges átlagértékeiből végzett számítások, illetőleg általánosan meghatározott és elfogadott adatokból kiinduló számítások alapján.

A tápértékjelöléssel kapcsolatos tűréshatárok fontosak, mivel az alapanyagok összetételének természetes ingadozása, valamint az előállításból és tárolásból eredő hatások miatt nem lehetséges az élelmiszerek tápanyagtartalmának analitikai hibán belüli pontosságú meghatározása.

A címkén feltüntetett értékek azonban nem térhetnek el a tényleges értékektől olyan jelentős mértékben, amelyek a fogyasztókat megtévesztenék, esetleg károsak lehetnek számukra. Ezzel kapcsolatban az Európai Bizottság koordinálásával készült egy útmutató, amely segítséget nyújt az élelmiszerek jelölésén feltüntetett tápértékek tűréshatárának megállapításához.

A Rendelet értelmében a tápértékjelölés meghatározott elemei a fő látómezőben, két módon ismételhetők:

- energia, vagy
- energia, zsír, telített zsírsav, cukor, só;

E szabályozás a kötelező megjelenítésen felül, grafikus formák, szimbólumok használatát is megengedi.

A tápérték jelölésére számos önkéntes grafikus kifejezési és megjelenítési forma lehetséges fel az Európai Unió területén. A megjelenítési formák egymástól különböznek. Ezek a megjelenítési kategóriák egymással nem összehasonlíthatók, hiszen teljesen más elven alapulnak, és használatuk célja is eltérő.

Jelenleg alapvetően négy kategóriát különíthetünk el **(3. táblázat)**.

3. táblázat. Példák, élelmiszerek önkéntes tápérték jelölésére

A rendelet által előírt megismételhető adatok (energia, zsír-és telített zsírsav, cukor, só) egyéb megjelenítési elemekkel, szimbólumokkal	
Színekkel illusztrált jelölés, amely egyúttal jelzi, hogy mely tápanyag van nagy (piros), közepes (sárga), kis (zöld) mennyiségben jelen (pl.: Traffic light – Jelzőlámpa)	Each serving (150g) contains Energy 1046kJ 250kcal 13% Fat 3.0g 4% Saturated 1.3g 7% Sugars 34g 38% Salt 0.9g 15% of an adult's reference intake Typical values (as sold) per 100g: 697kJ/ 167kcal
Grafikusan szemléltetett jelölés, amely a beviteli referencia érték százalékában kifejezett értéket grafikusan is megjeleníti (pl.: „Battery”- Elem).	Each 40g serving contains: Energy: 790 kJ/ 188 kcal (9%) Fat: 7.4 g (11%) Sat fat: 1.8 g (9%) Sugar: 8.8 g (10%) Salt: 0.4 g (6%) of an adult's average reference intake (8400 kJ/2000 kcal) Per 100 g: 1.976 kJ/471 kcal
A jelzés használhatósága (alkalmassága) mögött termékcsoporthoz specifikus energia és tápanyag-kritérium rendszer áll, mely elősegíti az adott termékcsoporthoz az „egészséges” táplálkozási gyakorlatba illeszthető választást	
Nordic Keyhole – Kulcslyuk [28]	
Az élelmiszer energia és tápanyag-tartalmának, továbbá bizonyos egyéb előnyös táplálkozási elemeinek jelenléte alapján, meghatározott szabályok szerint, magát az adott élelmiszert minősíti táplálkozási szempontból	
Nutri-Score – öt kategória egyikébe sorolja a terméket, a sötétzöldtől a sötét narancssárgáig terjedő 5 szintet alkalmazva	

5. Jogszabályi környezet Magyarországon

A XIX. század közepétől a fejlett európai országok hozzáálltak az élelmiszerekkel kapcsolatos törvényeik megalkotásához. Magyarországon az első törvényi szintű élelmiszer szabályozás az 1895. évi XLVI. törvény cikk keretében jött létre (a mezőgazdasági termények, termékek és cikkek hamisításának tilalmazásáról) [29].

A XX. század első évtizedeiben a kontinenseken súlyos élelmezési krízisek alakultak ki az alultápláltságtól a túltápláltságig. Az idő múlásával Európában a túltápláltság egyre nagyobb egészségügyi kockázatot jelentett, amely elhízáshoz és egyéb egészségügyi zavarokhoz vezetett. Ennek okán a fejlett és a fejlődő országok egészségügyi szervezeteit mind jobban foglalkoztatta az emberi tápanyagszükséglet szabályozott kielégítése. Keresték azt az energia-, fehérje-, zsír-, vitamin- stb. mennyiséget, amely az egészség fenntartásához feltétlenül szükséges, de egyúttal vizsgálták a tápanyagok túlzott bevitelét és annak következményeit.

1949-től az Élelmezéstudományi Intézet (az Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet (OÉTI) korábbi neve) rendszeresen vizsgálta a hazai lakosság táplálkozását és folyamatosan módosította a hazai tápanyagszükségleti normákat és hozott létre tápanyag-táblázatot [30].

Az 1958. évi 27. számú törvényerejű rendelet az első jogszabály, amely az élelmiszerek, italok előállítását és forgalmazását szabályozta [31]. E rendeletben a tápértékjelölés, mint olyan nem jelent meg, de az élelmezés és táplálkozás-egészségügy fontosságát „népünk egészsége” érdekében már akkoriban is kiemelték. Magyarországon a Codex Bizottság munkájába történő csatlakozás (1963) eredményeként az élelmiszerszabályozásban is megjelentek a Codex által megfogalmazott gondolatok, aktualitások [32].

A tápértékjelölést illetően az élelmiszerekről szóló 1976. évi IV. törvény [33] végrehajtásáról szóló 25/1976. (VII. 11.) MÉM rendelet úgy rendelkezett, hogy „...lehetőleg fel kell tüntetni az élelmiszer csomagolóanyagán a korszerű táplálkozás elősegítése céljából, a lényeges tápanyag-összetevőket is” [34]. A jogszabályban nem rögzítették a „lényeges tápanyag-összetevő” fogalmát, azonban az OÉTI munkássága alapján Dr. Tarján Róbert és Dr. Lindner Károly szerkesztésében kiadott Tápanyagtáblázat megnevezi azokat: energiatartalom, szénhidrát, fehérje, zsír [30]. Ekkoriban a jogszabályok nem rögzítettek minden egyes részletet és ebből

adódóan lényeges szerepe volt az egyedi szakmai döntéseknek, értékeléseknek, engedélyezésnek az adott termék kapcsán. Magyarország felismerte a tápértékjelölés fogyasztók felé történő kommunikációjának fontosságát, és ennek megfelelően a 25/1976. (VII. 11.) MÉM rendelet lehetőséget teremtett az önkéntes tápértékjelölésre. Ebben az időszakban Codex dokumentum még nem létezett a tápértékjelölés vonatkozásában.

Élelmiszerek vitaminokkal történő dúsítására szigorú szabályok vonatkoztak (pl. az élelmiszerhez csak azt a vitamint volt szabad hozzáadni, amely az élelmiszerben természetes módon is előfordult). Fel kellett tüntetni az élelmiszerben levő vitamin nevét és annak mennyiségét, „diétás” élelmiszerek esetén a lényegesebb tápanyagok mennyiségét az egyébként kötelező általános jelölési adatokon túlmenően.

A szabványokban bizonyos termék/termékcsoportok vonatkozásában a só-, zsír-, fehérje-, keményítő-, szénhidrát-, energiatartalom is mint minőségi kritérium jelent meg, de feltüntetésük nem minden esetben volt kötelező. pl.: a búza teljes őrlményét tartalmazó kenyerek esetén, az energiatartalom mellett (kJ-ban megadva) fel kellett tüntetni a szénhidrát tartalmat (100 g termékre vonatkoztatva) (MSZ-08-1377-86).

A 25/1976. (VII. 11.) MÉM rendeletet 1988-ban felváltotta a 10/1988. (VI. 30.) MÉM-SZEM rendelet, amely előírta a termék 100 grammjára (100 cm³-ére) jutó energiatartalom kJ-ban kifejezett kötelező feltüntetését előre csomagolt élelmiszerek esetén. A rendelet többek között tartalmazta a „*diétás élelmiszerek*” főbb típusait is, például a *csökkentett energiatartalmú élelmiszer, energiaszegény; energiamentes; csökkentett nátriumtartalmú*, valamint a *purinszegény* kategóriákat és azok kritériumait. Ezeken az élelmiszereken kötelező volt a tápértékjelölés, azaz fel kellett tüntetni az energiatartalmat és az energiát adó tápanyagok, továbbá az élelmiszerre jellemző tápanyagok, esetlegesen a vitaminok mennyiségét. Az élelmiszereket meghatározott vitaminokkal volt szabad *dúsítani, kiegészíteni* (retinol, calciferol tokoferol, tiamin, piridoxin, pantotensav, folsav, kobalamin, aszkorbinsav) [35].

E rendelet előírta, hogy a termék gyártmánylapjának és a minősítő bizonyítványnak tartalmaznia kell az élelmiszer tápanyag-összetételét „(fehérje, zsiradék, szénhidrát stb.) egyéb jellemzői, energiatartalmat (100 grammra, illetve 100 cm³-re)”. Az élelmiszer csomagolásán fel kellett tüntetni: „az élelmiszernek szabványban, gyártási engedélyben, gyártmánylapon vagy más előírásban (pl. import élelmiszereknél forgalomba hozatali engedélyben) meghatározott megnevezését, valamint a szabványban rögzített egyéb kötelezően előírt adatot (pl. szárazanyag-tartalom, zsírtartalom stb.)”.

Magyarország 1994. április 1-én betérésztett Európai Unió tagsága iránti kérelme szükségessé tette a jogszabályi harmonizáció előkészítését. A tápértékjelölésre vonatkozó 90/496/EGK irányelvet a Magyar Élelmiszerkönyv 1-1-90/496 előírásába építették be. Az élelmiszerekről szóló 1/1996. (I. 9.) FM-NM-IKM együttes rendelet kimondta, hogy az élelmiszerek energiatartalmát a Magyar Élelmiszerkönyv szerint kell megadni. A különleges táplálkozási igényt kielégítő élelmiszereken, és a „táplálkozási javaslattal” (ma ezeket tápanyag-összetételre és egészségre vonatkozó állításnak nevezzük) ellátott élelmiszereken az adott típusú élelmiszerre előírt adatokon kívül fel kellett tüntetni a Magyar Élelmiszerkönyv előírása szerinti tápértékjelölést [36, 37, 38].

1996 előtt mintegy ötezer féle élelmiszert lehetett megvásárolni, azonban ez a választék az ezredfordulóhoz közeledve meghétszereződött, mert időközben új követelmények, fogyasztói igények és elvárások jelentek meg. Az élelmiszertermelés, a jobb minőségű élelmiszerek előállítása irányába tolódott el, és emiatt, valamint a csatlakozásra való felkészülés okán új jogi háttér megteremtése vált szükségessé [29].

2003. évi LXXXII. számú törvény, (ötödik magyar élelmiszer törvény) kidolgozását hazánk Európai Unió tagsága tette szükségesé. A törvény alap gondolatai között megfogalmazódott a fogyasztók érdekeinek és egészségének védelme, a környezetvédelem, valamint a tisztességes piaci verseny és az áruk szabad áramlásának elősegítése [39]. Az Európai Unió szabályozásokat Magyarországon 1995-2004 közötti felkészülési időszakban fokozatosan az élelmiszertörvénybe és miniszteri rendeletekbe ültették át, azonban 2004. május elsejei uniós csatlakozással ezek az átmeneti joganyagok hatályukat veszítették. [36, 29].

2004-ben került sor az élelmiszerek jelölésére vonatkozó 2000/13/EK irányelv átültetésére a 19/2004. (II. 26.) FVM-ESzCsM-GKM együttes rendelet előírásai szerint, így az élelmiszerek jelölésére vonatkozó jogharmonizáció lezárult. A tápértékjelölés továbbra is önkéntes jelölési elem maradt (kivéve az állítással ellátott élelmiszereket, dúsított élelmiszereket és a különleges táplálkozási célú élelmiszereket) a 1169/2011/EU rendelet megszületéséig és kötelező alkalmazásáig.

6. Következtetések és a tápértékjelölés jövője

Az élelmiszerekre vonatkozó tápértékjelölés hosszú utat járt be az Európai Unióban, megteremtve mára azt a lehetőséget, hogy a fogyasztók egységes és részletes tájékoztatást élvezhessenek a Közösség minden tagállamában. Jelenleg is számos kihívás nehezedi az uniós és a nemzeti szintű jogalkotók vállára. Egészségügyi és környezetvédelmi szempontból jelenlegi élelmiszerfogyasztási szokásainkat egyre több kritika éri. Az átlagos energiabevitel, a cukrok, a só és a zsírok fogyasztása továbbra is meghaladja az ajánlásokat, ugyanakkor a teljes kiőrlésű gabonafélék, gyümölcs- és zöldségfélék, hüvelyesek és diófélék fogyasztása alacsony szintű [40]. A túlsúly és az elhízás gyakoriságának növekedése kritikus, ezért ezt a tendenciát meg kell fordítani a FAO és a WHO útmutatása szerint, amelyhez a növényi eredetű táplálkozás irányába történő elmozdulásra van szükség. Több zöldség és gyümölcs fogyasztásával emellett csökkenthető lenne a táplálkozásból adódó megbetegedések kockázata, és egyes számítások szerint az emberi táplálkozás környezeti terhelése is [41]. Az élelmiszerjelölés szabályozásának tehát továbbra is követnie kell a tudomány fejlődését, és a fogyasztókat minél közérthetőbb módon kell ellátnia azokkal az információkkal, amelyek megalapozhatják az egyéni szükségleteknek megfelelő, kiegyensúlyozott és fenntartható élelmiszerfogyasztást.

7. Irodalom

- [1] 1-1-90/496 számú előírás Az élelmiszerek tápérték jelölése.
https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/5/15/b1000/1190496_2008.pdf
(Hozzáférés: 2020. 04. 10.)
- [2] 1/1996. (I. 9.) FM-NM-IKM együttes rendelet az élelmiszerekről szóló 1995. évi XC. törvény végrehajtásáról.
<http://www.jogiportal.hu/index.php?id=ox3vqr5r05x37xiuy&state=20040501&menu=view>
(Hozzáférés: 2020. 04. 15.)
- [3] Hawkes, C. (2004): Nutrition Labels and Health Claims: The Global Regulatory Environment. World Health Organization.
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42964/9241591714.pdf;jsessionid=C1A-6B4E2298D31D0EE62AAB9F26AD893?sequence=1>
(Hozzáférés: 2020. 04. 15.)
- [4] Shine A., O'Reilly S., O'Sullivan K. (1997): Consumer use of nutrition labels. British Food Journal 99 (8) pp. 290-296.
<https://doi.org/10.1108/00070709710188390>
- [5] Swinburn B.A., Caterson L., Seidell J.C., James W.P.T. (2004): Diet, nutrition and the prevention of excess weight gain and obesity. Public Health Nutrition 7 (1a) pp. 123-146
<https://doi.org/10.1079/PHN2003585>
- [6] WHO (2002): Food and health in Europe: a new basis for action.
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/98308/e78578.pdf?ua=1
(Hozzáférés: 2020. 04. 15.)
- [7] A fogyasztók élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatásáról szóló 1169/2011/EU parlamenti és tanácsi rendelet.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?qid=1590059460140&uri=CELEX:32011R1169>
(Hozzáférés: 2020. 03. 20.)
- [8] Gill C., Lynn S. (2005): Consumer understanding and use of nutrition labelling: a systematic review. Public Health Nutrition 8 (1) pp. 21-28
<https://doi.org/10.1079/PHN2004666>
- [9] WHO (2018): Global nutrition policy review 2016-2017: country progress in creating enabling policy environments for promoting healthy diets and nutrition.
<https://www.who.int/publications-detail/9789241514873>
(Hozzáférés: 2020. 04. 20.)
- [10] Szakos D., Ózsvári L., Kasza Gy. (2020): Perception of Older Adults about Health-Related Functionality of Foods Compared with Other Age Groups. Sustainability, 12 (7), pp. 2748.
<https://doi.org/10.3390/su12072748>
- [11] Plasek B., Lakner Z., Kasza Gy., Temesi Á. (2019): Consumer evaluation of the role of functional food products in disease prevention and the characteristics of target groups. Nutrients, 12 (1), pp. 69
<https://doi.org/10.3390/nu12010069>

- [12] Szente V., Szabó S., Varga Á., Szakály Z. (2013): Az egészségre vonatkozó jelölések fogyasztói megítélése. *Élelmiszer, Táplálkozás és Marketing* 9 (1), pp. 85-90.
- [13] Németh A., Szabó E., Kasza Gy., Ózsvári L. (2020): Development of lactose free, functional dairy foods based on consumer survey. *GRADUS* 7 (1), pp. 26-29
<http://gradus.kefo.hu/archive/2020-1/>
- [14] Kiss A., Pfeiffer L., Popp J., Oláh J., Lakner Z. (2020): A Blind Man Leads a Blind Man? Personalised Nutrition-Related Attitudes, Knowledge and Behaviours of Fitness Trainers in Hungary. *Nutrients*, 12 (3), pp. 663.
<https://doi.org/10.3390/nu12030663>
- [15] Codex Alimentarius.
<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/>
(Hozzáférés: 2020.03. 03.)
- [16] Codex Alimentarius: Understanding Codex.
<http://www.fao.org/3/a-i5667e.pdf>
(Hozzáférés: 2020. 03. 03.)
- [17] Codex Alimentarius, Nutrition and Labelling.
<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/nutrition-labelling/en/>
(Hozzáférés: 2020. 03. 03.)
- [18] World Health Organization Food and Agriculture Organization of the United Nations (2007): Food Labelling
<http://www.fao.org/3/a1390e/a1390e00.htm>
(Hozzáférés: 2020. 05. 10.)
- [19] COUNCIL DIRECTIVE of 18 December 1978 on the approximation of the laws of the Member States relating to the labelling, presentation and advertising of foodstuffs for sale to the ultimate consumer (79/112/EEC)
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31979L0112&qid=1582572789147&from=EN> (Hozzáférés: 2020. 03. 10.)
- [20] A Tanács irányelve (1990. szeptember 24.) az élelmiszerek tápértékjelöléséről (90/496/EGK.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?qid=1590059702558&uri=CELEX:31990L0496>
(Hozzáférés: 2020. 03. 20.)
- [21] Az Európai Parlament és a Tanács 1924/2006/EK rendelete (2006. december 20.) az élelmiszerekkel kapcsolatos, tápanyag-összetételre és egészségre vonatkozó állításokról:
<https://eurlex.europa.eu/legalcontent/HU/TXT/?qid=1590059558995&uri=CELEX:32006R1924>
(Hozzáférés: 2020. 03. 20.)
- [22] Health & Consumer Protection, Directorate General (2006): Labelling, competitiveness, consumer information and better regulation for the EU.
https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/labelling-nutrition_better-reg_competitiveness-consumer-info_en.pdf Hozzáférés: 2020. 04. 10.
- [23] Summary of result for the consultation document on: "Labelling: competitiveness, consumer information and better regulation for the EU" Directorate E-Safety of the Food Chain, Unit E4-Food law, nutrition and labelling. pp. 5-20.
- [24] The European Consumers' Organisation (2005): Report on European Consumers' Perception of Foodstuffs Labelling. Results of Consumer Research conducted on behalf of BEUC from February to April 2005.
https://www.vzbv.de/sites/default/files/mediapics/beuc_foodstuffs_labelling_09_2005.pdf
(Hozzáférés: 2020. 04. 20.)
- [25] Fehér Könyv: A táplálkozással, túlsúllyal és elhízással kapcsolatos egészségügyi kérdésekre vonatkozó európai stratégiáról.
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0279:FIN:HU:PDF>
Hozzáférés: 2020. 04. 10.
- [26] Commission of the European Communities (2007): White Paper on a Strategy for Europe on Nutrition, Overweight and Obesity related health issues.
https://ec.europa.eu/health/archive/ph_determinants/life_style/nutrition/documents/nutrition_wp_en.pdf
(Hozzáférés: 2020. 04. 20.)

- [27] Az Európai Parlament és a Tanács 2000/13/EK irányelve (2000. március 20.) az élelmiszerek címkézésére, kizsírálására és reklámozására vonatkozó tagállami jogszabályok közelítéséről.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?qid=1590061390148&uri=CELEX:32000L0013>
(Hozzáférés: 2020. 04. 10.)
- [28] Swedish Food Agency: The Keyhole.
<https://www.livsmedelsverket.se/en/food-and-content/labelling/nyckelhalet>
(Hozzáférés: 2020. 05. 20.)
- [29] Molnár P., Várkonyi G. (1996): Az új magyar Élelmiszer törvény. Élelmiszervizsgálati Közlemények 62 (2), pp. 95-99.
- [30] Tarján R., Lindner K. (1974): Tápanyagtáblázat. Medicina kiadó, Budapest.
- [31] 1958. évi 27. törvényerejű rendelet
<https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=1950>
(Hozzáférés: 2020. 04. 08.)
- [32] Codex Alimentarius <https://elelmiszerlanc.kormany.hu/codex> (Hozzáférés: 2020. 03. 03.)
- [33] 1976. évi IV. törvény az élelmiszerekről.
<https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=1970>
(Hozzáférés: 2020. 04. 08.)
- [34] 25/1976. (VII. 11.) MÉM rendelet az élelmiszerekről szóló 1976. évi IV. törvény végrehajtásáról
<https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=1970>
(Hozzáférés: 2020. 04. 08.)
- [35] 10/1988. (VI. 30.) MÉM-SZEM együttes rendelet az élelmiszerekről szóló 1976. évi IV. törvény végrehajtásáról. <https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=1980>
(Hozzáférés: 2020. 04. 08.)
- [36] Az élelmiszerekről szóló 2003. évi LXXXII. törvény, a módosításokkal egységes szerkezetben és kommentárja.
http://www.asvanyvizek.hu/js/tinyMCE/plugins/filemanager/files/jogiszab/elszi_1_2008.pdf
(Hozzáférés: 2020. 04. 10.)
- [37] 1/1996. (I. 9.) FM-NM-IKM együttes rendelet az élelmiszerekről szóló 1995. évi XC. törvény végrehajtásáról.
<https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=1990>
(Hozzáférés: 2020. 04. 08.)
- [38] 1995. évi XC. törvény az élelmiszerekről.
<https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=1990>
(Hozzáférés: 2020. 04. 10.)
- [39] 2003. évi LXXXII. törvény az élelmiszerekről.
<https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=2000>
(Hozzáférés: 2020. 04. 10.)
- [40] Willett W. et al (2019): 'Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems', in Lancet, 393, pp. 447-92.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- [41] FAO and WHO (2019): Sustainable healthy diets - guiding principles.
<http://www.fao.org/3/ca6640en/ca6640en.pdf>
(Hozzáférés: 2020. 04. 20.)

Regulation of nutrition labeling of foods in the European Union and Hungary; A historical review from the beginning to the present day

Kulcsszavak: Food labeling, nutrition labeling, voluntary labeling, mandatory labeling, Codex Alimentarius Commission, harmonization of food law, Big 8, Big 4, Traffic light, Battery, Nordic Keyhole, Nutri Score, GDA (Guideline Daily Amount)

1. SUMMARY

Food labeling is one of the most diverse areas of food law, and special attention is paid to nutrition labeling within this area. This is not a coincidence, as modern nutrition science is evolving year by year, and legal changes must also keep pace with this. Nutrition labeling is particularly important for those who struggle with obesity or certain metabolic diseases or have special nutritional needs for other reasons. In a somewhat unusual way, the regulation of nutrition labeling has not appeared primarily in regulations at the national level, but its development began within an international framework, with the first breakthrough being the Codex Alimentarius and the expert work carried out within it. Hungary has been participating in this work since the beginning, so the Hungarian regulation, regardless of historical periods, has been relatively harmonized with the current best labeling practices in the world, with complete harmonization taking place by the time Hungary was on the verge of joining the European Union. In this study, we look back at the most important international, EU and Hungarian steps in the development of the regulation, not only presenting legal changes, but also comparing them to the changing requirements of the various periods. In addition to the current regulatory environment and challenges for nutrition labeling, key voluntary labeling schemes are also included in this communication.

¹ Ministry of Agriculture, Department of Food Economics and Quality Policy

² Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

³ National Institute of Pharmacy and Nutrition

⁴ University of Veterinary Medicine

⁵ National Food Chain Safety Office, Directorate for Risk Management

Dávid SZAKOS
Gyula KASZA Dr.
Beatrix KUTI
Márta HORACSEK Dr.

szakos.david@univet.hu
kaszagy@neh.gov.hu
beatrix.kuti@hotmail.com
horacsek.marta@ogyei.gov.hu

<https://orcid.org/0000-0002-0280-0090>
<https://orcid.org/0000-0003-3120-2820>
<https://orcid.org/0000-0002-5876-2708>
<https://orcid.org/0000-0001-5608-4790>

2. Introduction

At the international level, the cornerstone of nutrition labeling decree was laid in 1985 by the Codex Alimentarius established by the FAO/WHO, in the form of a guide to nutrition labeling. Nutrition labeling decree was based both in the European Union and Hungary on the Codex Alimentarius (**Figure 1**).

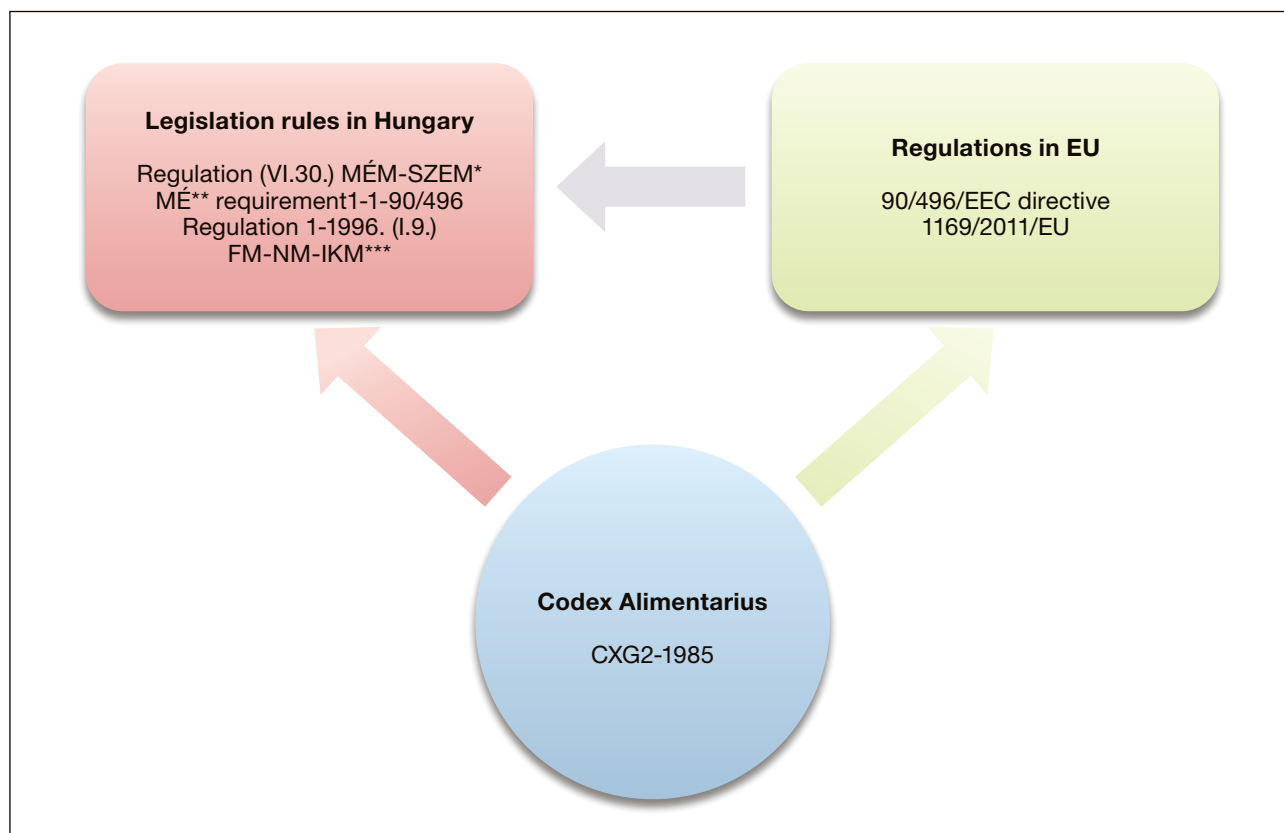


Figure 1. Regulatory relationships of the nutrition labeling of foods

* MÉM-SZEM: former Ministry of Agriculture and Food – former Ministry of Social Affairs and Health

** MĚ: Codex Alimentarius Hungaricus

*** FM-NM-IKM: former Ministry of Agriculture – former Ministry of Public Health – former Ministry of Industry and Trade

Nutrition labeling was first regulated by the Council of the European Community in 1990 with the adoption of Directive 90/496/EEC. Compliance with the directive was voluntary and it applied to all foods intended for normal public consumption (**Figure 2**).

In Hungary, indicating the “essential” elements of nutrition labeling of foods was voluntary until the mid-1970s and 1980s, then, from 1988, indication of the energy content became mandatory. From 1996, rules for the nutrition labeling of foods had been defined by the Hungarian Food Codex (Codex Alimentarius Hungaricus), with a definite content but still on a voluntary basis [1], and this remained in force until December 13, 2014.

Prior to December 13, 2014, nutrition labeling was a mandatory element on the packaging only if the manufacturer, using today’s regulatory terminology, made a nutrition or health claim, or such a claim was published in relation to the product, or if it was a food for people with special nutritional needs (e.g., baby food) [2].

In the meantime, more and more countries have introduced mandatory nutrition labeling at the international level, mainly for public health purposes, in order to reduce obesity and to prevent certain chronic diseases [3]. Recognizing the growing public interest in the link between the diet and health [4] and also because solutions were needed to the health challenges related to overweightness and obesity [5, 6], it has become clear that the creation of harmonized rules at the EU level was urgent and essential to ensure adequate consumer information. In light of this, Regulation (EU) No 1169/2011 on the provision of food information to consumers was adopted, which defines the general principles, requirements and obligations for the labeling of foods, and also makes it mandatory to indicate the nutrient content of foods. The primary purpose of nutrition labeling is to provide information to consumers about the nutritional composition of foods, helping them to make informed decisions [7].

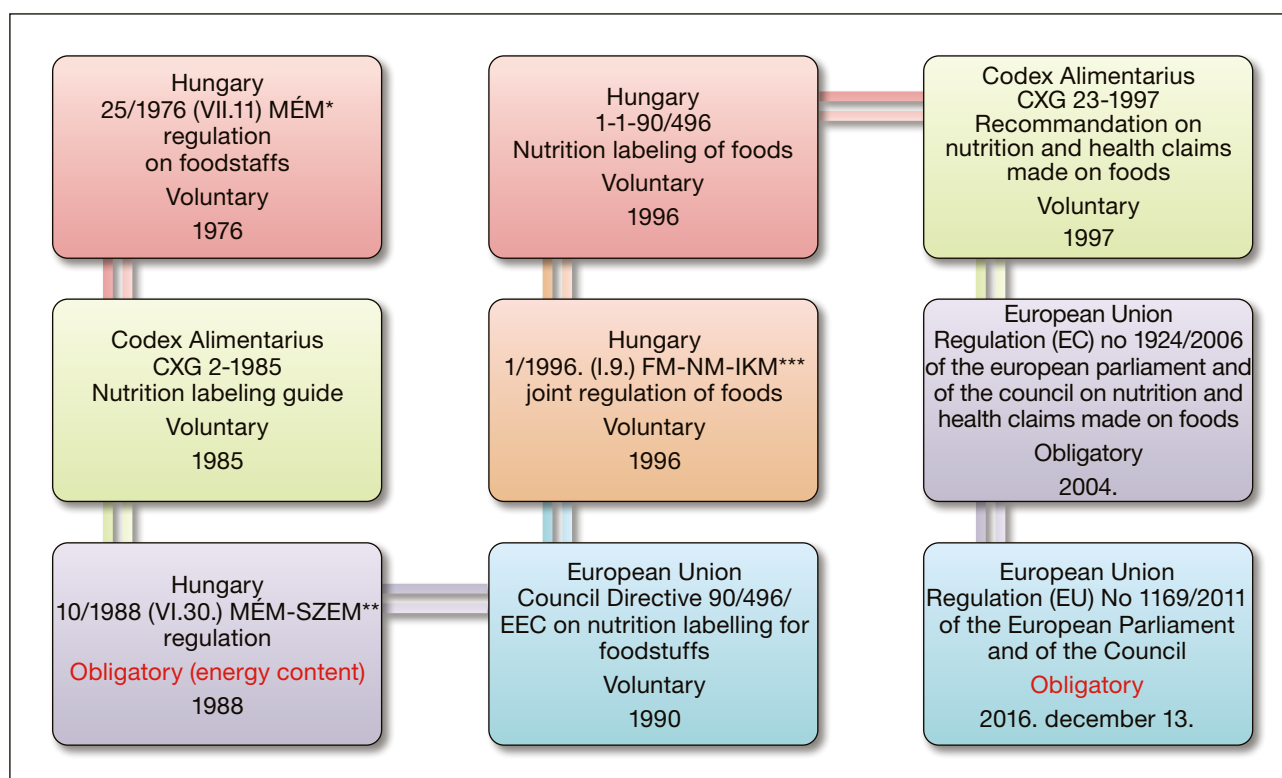


Figure 2. Chronological summary of laws governing labeling of nutrition value

* MÉM: former Ministry of Agriculture and Food

** MÉM-SZEM: former Ministry of Agriculture and Food – former Ministry of Social Affairs and Health

*** FM-NM-IKM: former Ministry of Agriculture – former Ministry of Public Health – former Ministry of Industry and Trade

Of course, food labeling alone is not enough. In order for information to achieve its purpose, it is also necessary to motivate consumers and for them to know the principles of good nutrition. Education and informing consumers for educational purposes are indispensable for consumers to better understand food information and thus incorporate the given foods correctly into their own diets [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

In this article, the development of the European Union and Hungarian regulations regarding the nutrition labeling of foods intended for normal public consumption are described, as well as the related practices and experiences. Due to the complexity of the topic, laws on foods for special dietary uses and on foods containing claims are not discussed in detail in this publication.

3. Nutrition labeling at the international level (Codex Alimentarius)

3.1. Operation and purpose of the Codex Alimentarius Commission

The main purpose of the Codex Alimentarius Commission (hereinafter referred to as the: Codex), operating within the framework of the specialized agencies of the United Nations FAO and WHO, is to develop food standards, guidelines and other related documents in order to achieve global harmonization, which also facilitates international trade. Behind all this is the protection of consumer health and also the establishment of fair practices in the food chain. It can be said that the Codex seeks international agreement and therefore shows suitable flexibility. It allows individual countries to incorporate Codex standards and guidelines into their own laws and recommendations. This is also the case with the Codex guideline on nutrition labeling. The Codex operates within the framework of committees specialized for certain areas, and the documents drawn up and adopted by it are finalized with the approval of the main committee [15, 16].

3.2. The Codex and nutrition labeling

With regard to nutrition labeling, two specialized committees play key roles, one of which is the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses (CCNFSDU) which, through its activities in this field, contributes, among other things, to the enforcement of scientific and professional basis and to the determination of dietary intake reference values. The other such specialized committee is the Codex Committee for Food Labelling (CCFL), which finalizes the information on nutrient composition related to food labeling in this area. A guide on nutrition and health claims has been developed within the framework of a similar collaboration. One of the objectives of the guidelines is to provide consumers with an understanding of the labels on the products and to provide them with sufficiently detailed information [17].

The basic requirements for nutrition labeling were first defined in guideline CXG 2-1985 in 1985 as a voluntary labeling element (except for food intended for specific groups, for which nutrition labeling was already mandatory at that time and was regulated by a separate standard that is CODEX STAN 146-1985), which applied to both prepacked and non-prepacked foods. The guideline is still being developed and refined to this day, and in this spirit there have been complete revisions in 1993 and 2011, and nine amendments between 2003 and 2017. Initially, nutrition labeling was voluntary, however, with a modification in 2012, it became mandatory for prepacked foods. In 2011, an annex defining the general principles of the Nutrient Reference Values (NRVs) for the population over 36 months of age was added to the guideline, which was revised four times between 2013 and 2017.

At international level, the general guideline for claims (CXG-1-1979) was adopted by the Codex in 1979. The principles of nutrition and health claims were defined for guidance in 1997, supplemented by terms such as „low fat”, „high fat”, etc. (CXG-23-1997).

The Codex guideline makes the data in **Table 1** mandatory, but if a nutrition or health claim is made on food, the labeling should be supplemented with the nutrient claimed or the other substances with physiological effects, e.g. caffeine content. When there is a claim related to fatty acids, the amounts of the different fatty acids (saturated, monounsaturated, polyunsaturated) and, where required by member state regulation, the trans fatty acid content, in addition to the mandatory elements. The amounts of vitamins and minerals may be indicated if the product contains significant amounts of them.

It also allows for the voluntary indication of additional nutrients if, for example, required by national regulation, formulated by national recommendations or simply considered to be useful by the producer of the food. In all cases (mandatory, voluntary), the data must be expressed for 100 g weight or 100 ml volume, or portion, and it may be supplemented by the percentage of the Nutrition Reference Value (NRV). Regarding the presentation (font size, order of energy and nutrients, etc.), general principles have been formulated in the recommendations [18].

In addition to consumer education programs, the Codex guideline provides the opportunity to use other forms of voluntary expression through eye-catching graphic elements or symbols. These can help the consumer to get to know and understand the given nutrition declaration, and thus the nutrient content of the food, more easily.

Table 1. Content elements of the nutrition labeling of foods (✓=mandatory) in various laws

Content elements	Unit	Regulation No 1169/2011/ EU	CODEX ALIMENTARIUS CXG 2-1985	Council Directive 90/496/EEC		Codex Alimentarius Hungaricus Requirement 1-1-90/496		MÉM-SZEM decree 10/1988. (VI. 30.)
				Option 1	Option 2	Option 1	Option 2	
Energy	kJ/kcal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ kJ
Fat	g	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Saturates	g	✓	✓	-	✓	-	✓	-
Carbohydrates	g	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Sugar	g	✓	✓	-	✓	-	✓	-
Fiber	g	-	-	-	✓ Fiber	-	✓ Dietary fiber	-
Protein	g	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Salt	g	✓	✓ Sodium or salt (optional)	-	✓ Sodium	-	✓ Sodium	-

4. Regulation of nutrition labeling in the European Union

4.1. Antecedents of legal harmonization

The basic objective of the regulation of food labeling, and thus of nutrition labeling, is to properly inform the consumer. In 1979, Council Directive 79/112/EEC on the labeling of foodstuffs in the European Union [19, 1], did not yet cover the topic of nutrition labeling. Nutrition labeling was first regulated in 1990 by Council Directive 90/496/EEC as a voluntary labeling option, following the Codex Alimentarius guidelines on nutrition labeling. An exception was the regulation of foods for special dietary uses. At that time, however, it was agreed among food legislators that food business operators, especially small and medium-sized enterprises, should be encouraged to gradually introduce nutrition labeling [20].

Council Directive 90/496/EEC provided two options for nutrition labeling, the elements of which are shown in **Table 1**. Quantities could be indicated per 100 g weight or 100 ml volume, or per portion, provided that the number of portions in the package was also indicated. There were specific rules for their display: they had to be indicated in a tabular form or in a linear, quantity-by-quantity manner, in a clearly visible way, depending on the space available (at that time, the applicable minimum font size had not yet been determined). Mandatory elements of the label showed the quantities of *energy, protein, carbohydrate, fat or energy, protein, carbohydrate, sugars, fat, saturates, dietary fiber and sodium*.

The nutrition labeling may have included one or more of the following: starch, polyols, mono-unsaturates, polyunsaturates, cholesterol. Vitamins and minerals present in significant amounts could also be indicated. The annex to the directive also contained the recommended daily allowances for some vitamins and minerals, as well as the definitions of significant amounts (when determining the significant amount, 15% of the recommended intake in this annex should normally be taken into account for each 100 grams, 100 milliliters or one package of the food, if the package contains only one portion). Graphic display was allowed, but special rules were not defined.

The calculation of nutritional value could be based on the results of the tests performed by the food manufacturer, or on calculations based on known or actual average values of the ingredients used, or on calculations based on generally established and accepted data.

Nutrition and health claims appeared more and more frequently on food labels throughout the European Union. Member state regulations were quite diverse, therefore harmonization was necessary, resulting in Regulation (EC) No 1924/2006 on nutrition and health claims made on foods, which specifies which claims (e.g., *low energy, energy reduced, source of protein*, etc.) may appear on the label and under what conditions. The foods on which a claim is made can have an effect on dietary habits and overall nutrient intake, therefore consumers should be aware of their nutrient content. This goal can be achieved by the mandatory nutrition labeling of such foods [21]. Nutrition labeling is also mandatory in case of addition of vitamins, minerals and certain other substances to foods (Regulation (EC) No 1925/2006).

According to a 2003 study by the DG SANCO (Directorate-General Health & Consumer Protection), 35 to 85% of pre-packaged products in EU member states bore nutrition labeling. The survey pointed out that consumers are interested in nutrition labeling, especially in the case of processed foods, but the majority only requires it, but do not actually use this information.

The results of a consultation in member states in 2003 drew attention to the fact that the voluntary nutrition labeling system was not working satisfactorily and that a legal change was inevitable. Mandatory nutrition labeling was required. The mode of display was particularly important, because the use of small font sizes and multilingual labels made labels confusing, and there was also a need to define exceptions (e.g. packaging materials with small surface areas, non-prepacked products, alcohols etc.). Legislators have recognized that the obligation to provide nutrition labeling may present a problem to businesses because of the additional costs, to which a long transition period and the development of guidelines could be a solution. It was found that alternative nutrition labeling could also be useful, however, if there are too many labeling methods on the market, a great variety can also confuse consumers and the functioning of the internal market. As a result of the survey, the options „Big 4” (energy, protein, carbohydrate, fat) and „Big 8” („Big 4” supplemented by saturated fatty acids, sugar, fiber and salt) were proposed by member states. It was noted that consumers do not understand the indication of the amount of sodium, so it is necessary to use the term salt (table salt). It was also judged that providing the energy content in kJ was not understandable for everyone, therefore the introduction of the use of Kcal was also on the agenda [22, 23].

Regarding the use of other alternative forms of nutrition labeling (in addition to the nutrition labeling) there was a consensus that it should be clear and easy to understand. They also agreed that GDA (guideline daily amount) is a useful and easy to understand form of expression for all stakeholders of the food chain, but it can only be successful if it is harmonized at the EU level and developed by EFSA (European Food Safety Authority) or another independent scientific body [23].

A 2005 consumer survey by BEUC (The European Consumers' Organisation), conducted in five countries (Germany, Denmark, Spain, Hungary and Poland), showed that nutrition labeling is of paramount importance to respondents; 74 to 84% of those interviewed stated that nutrition labeling was necessary. However, price, date of minimum durability/shelf-life and brand name are the most sought after information, nutrition labeling is read by only a few people, but the amount of fat and portion size are read by 50% of respondents. They spoke in support of other simplified forms of display. They also found that nutrition claims attract consumers' attention and influence their purchases. 80% of respondents stated that nutrition labeling was easy to find and 70% thought it was easy to understand, while for 50% this information was also reliable. Survey data have shown that the marketing value of claims is markedly high [24].

The Commission's 2007 White Paper on nutrition, overweight and obesity related health issues noted that the number of overweight and obese people in the European Union, especially children, had risen significantly over the previous three decades. Although the individual is primarily responsible for their own and their children's lifestyles, it is an indisputable fact that the environment also effects behavior. Also, only a well-informed consumer is able to make rational decisions. Finally, an optimal outcome in this area can only be achieved if the different policy areas (horizontal approach) and the various levels of action (vertical approach) complement each other and are integrated.

It pointed out the need to think about making nutrition labeling mandatory and the regulation of the simplified labeling used on the front side of packaging.

The Commission's findings in the White Paper, growing consumer interest in the relationship between the diet and health, as well as the need to select a diet that meets the individual's needs have necessitated the implementation of a nutrition labeling systems that is uniform and mandatory throughout the European Union [25, 26].

EU rules on food labeling, pertaining to all foods, were laid down by Directive 2000/13/EC, most of which reached back to the regulatory principles that emerged in 1978, while Council Directive 90/496/EEC had become obsolete, therefore it was time to amend it [27, 7].

4.2. Legal harmonization

Based on the findings of the White Paper and the results of the surveys, Regulation (EU) No 1169/2011 (hereinafter referred to as: the Regulation) on the provision of food information to consumers, which ensures a high level of consumer protection, the free movement of goods and a level playing field, was established. The Regulation contains detailed rules on the labeling of prepacked foods, but also covers the labeling of non-prepacked foods to some extent. Since mandatory nutrition labeling imposes a significant burden on food business operators, the regulation allowed stakeholders a five-year preparation time, i.e., nutrition labeling on prepacked foods became mandatory from December 13, 2016 [7]. The goal of the legislation was to enable food information to reach the average consumer and to help them make a decision, despite their limited nutritional knowledge, while not creating barriers to trade [22, 25].

Nutrition labeling according to the Regulation must be applied to all foods. Exceptions are food supplements and natural mineral waters. Unlike before, the new type of nutrition labeling prioritizes as mandatory elements energy content and nutrients whose excessive intake carries a health risk. Exceptions to this are carbohydrates and protein, which have become mandatory items due to the increasing frequency of diabetes and the resulting kidney disease. The elements in yellow in **Table 2** are mandatory, but it is possible to provide additional elements (marked in blue) on a voluntary basis. Nutrition labeling is also mandatory for the use of nutrition and health claims (on the packaging in the case of prepacked foods, while it does not have to be displayed on non-prepacked foods, but the information should be available). Vitamins and minerals present in significant amounts may also be indicated, in accordance with the rules on specific values.

Certain foodstuffs are exempt from labeling in accordance to Annex V to Regulation (EU) No 1169/2011.

Table 2. Mandatory and voluntary elements of nutrition labeling of foods in Regulation (EU) No 1169/2011

Nutrition labeling in accordance with Regulation (EU) No 1169/2011	
Energy	kJ/kcal/100g or kJ/kcal/100ml
Fat	g/100g or g/100ml
of which	
- Saturates	g/100g or g/100ml
- Mono-unsaturates	g/100g or g/100ml
- Polyunsaturates	g/100g or g/100ml
Carbonhydrate	g/100g or g/100ml
of which	
- Sugars	g/100g or g/100ml
- Polyols	g/100g or g/100ml
- Starch	g/100g or g/100ml
Fibre	g/100g or g/100ml
Protein	g/100g or g/100ml
Salt (table salt)	g/100g or g/100ml
Vitamins and minerals, Units given according to Annex XIII. A. 1. point	

The information may be given per 100 g weight or 100 ml volume but may also be expressed per portion or unit of consumption (for specific portion/packaging unit or characteristic unit of consumption due to the nature of the food). The amounts of vitamins and minerals referred to in Part A of Annex XIII to the Regulation should also be expressed as a percentage of the nutrient reference value (NRV) per 100 grams or 100 milliliters of the product. The energy content and the amounts of nutrients may also be expressed as a percentage of the nutrient reference value, expressed per 100 g weight or 100 ml volume, or per portion or unit of consumption. For nutrient reference values expressed per 100 grams 100 milliliters, the following information should also be provided: „Reference intake of an average adult (8400 kJ / 2000 kcal).

In terms of presentation, the Regulation is quite precise and clear; the elements of the nutrition labeling shall be presented in a specific order, preferably in a tabular form (if this is not possible, then continuously, without interruption) following each other, in the same field of vision, in a specific font size. The nutrition labeling is a closed list to which, in the case of foods for normal public consumption, additional elements cannot be added within the list, only to the end of the list (e.g. the amount of lactose should not be included with the sugars, it can only be displayed following the table).

The calculation of nutritional value could be based on the results of the tests performed by the food manufacturer, or on calculations based on known or actual average values of the ingredients, or on calculations based on generally established and accepted data.

Tolerance limits for nutrition labeling are important because, due to the natural variations in the composition of the raw materials and the effects of production and storage, it is not possible to determine the nutrient content of foods accurately within the analytical error.

However, the values given on the label must not deviate from the actual values to such a significant extent as to mislead or harm consumers. In relation to this, a guide has been developed under the coordination of the European Commission to help establish tolerance limits for nutrition values displayed on food labels.

According to the Regulation, specific elements of the nutrition labeling can be repeated in the main field of vision in two ways:

- a) energy, or
- b) energy, fat, saturates, sugars, salt.

In addition to the mandatory display, the Regulation also allows the use of graphic forms and symbols.

There are many voluntary graphic expressions and representations of nutrition labeling in the European Union. These display formats differ from each other. These display categories are not comparable, as they are based on completely different principles and have different uses.

Currently, we can basically distinguish four categories (**Table 3**).

Table 3. Examples of voluntary nutrition labeling of foods

Repeatable data required by the Regulation (energy, fat and saturated fatty acids, sugars, salt) with other display elements and symbols																
Color-coded label, which also indicates which nutrients are present in large (red), medium (yellow) and small (green) amounts (e.g.: Traffic light)	Each serving (150g) contains <table><tr><td>Energy 1046kJ 250kcal</td><td>Fat 3.0g</td><td>Saturated 1.3g</td><td>Sugars 34g</td><td>Salt 0.9g</td></tr><tr><td></td><td>LOW</td><td>LOW</td><td>HIGH</td><td>MED</td></tr><tr><td>13%</td><td>4%</td><td>7%</td><td>38%</td><td>15%</td></tr></table> of an adult's reference intake Typical values (as sold) per 100g: 697kJ/ 167kcal	Energy 1046kJ 250kcal	Fat 3.0g	Saturated 1.3g	Sugars 34g	Salt 0.9g		LOW	LOW	HIGH	MED	13%	4%	7%	38%	15%
Energy 1046kJ 250kcal	Fat 3.0g	Saturated 1.3g	Sugars 34g	Salt 0.9g												
	LOW	LOW	HIGH	MED												
13%	4%	7%	38%	15%												
Graphically marked label, which also graphically displays the value expressed as the percentage of the nutrient reference value (e.g.: Battery).	Each 40g serving contains: <table><tr><td>Energy: 790 kJ/ 188 kcal</td><td>Fat: 7.4 g</td><td>Sat fat: 1.8 g</td><td>Sugar: 8.8 g</td><td>Salt: 0.4 g</td></tr><tr><td>(9%)</td><td>(11%)</td><td>(9%)</td><td>(10%)</td><td>(6%)</td></tr></table> of an adult's average reference intake (8400 kJ/2000 kcal) Per 100 g: 1,976 kJ/471 kcal	Energy: 790 kJ/ 188 kcal	Fat: 7.4 g	Sat fat: 1.8 g	Sugar: 8.8 g	Salt: 0.4 g	(9%)	(11%)	(9%)	(10%)	(6%)					
Energy: 790 kJ/ 188 kcal	Fat: 7.4 g	Sat fat: 1.8 g	Sugar: 8.8 g	Salt: 0.4 g												
(9%)	(11%)	(9%)	(10%)	(6%)												
Behind the use of this symbol, there is a product group-specific system of energy and nutrient criteria, which facilitates a choice within the given product group that can be incorporated into “healthy” diet																
Nordic Keyhole [28]																
Based on the energy and nutrient content of the food and the presence of certain other beneficial substances, it classifies the given food from a nutritional point of view according to certain rules																
Nutri-Score – classifies the product into one of five categories, using five colors from dark green to dark orange																

5. Legal environment in Hungary

From the middle of the 19th century, the authorities of developed European countries began to adopt food laws. The first legal regulation of food in Hungary was Act XLVI of 1895 (on the prohibition of counterfeiting agricultural produce, products and articles) [29].

In the first decades of the 20th century, severe food crises occurred on the continents, from malnutrition to overnutrition. Over time, overeating in Europe started to pose an increasing health risk, leading to obesity and other health disorders. As a result, health organizations in developed and developing countries have become increasingly concerned with the regulated satisfaction of human nutritional needs. They were looking for the amount of energy, protein, fat, vitamins etc. which was absolutely necessary to maintain health, but at the same time they also studied the excessive intake of these nutrients and its consequences.

Starting from 1949, the Institute of Food Science (former name of the National Institute of food and Nutrition Science (OÉTI) regularly examined the diet of the Hungarian population and continuously modified the domestic nutrient requirements and created nutrient tables [30].

Statutory order no. 27 of 1958 was the first legal act that regulated the production and distribution of foods and beverages and ordered the establishment of the Hungarian Food Codex [31]. Nutrition labeling did not appear as such in this order, but the importance of the diet and nutritional health was already emphasized for the „health of our people”. As a result of joining the work of the Codex Committee (1963), the ideas and current issues appeared in food regulation in Hungary as well [32].

As regards nutrition labeling, MÉM decree 25/1976 (VII. 11.) on the implementation of Act IV of 1976 on foodstuffs [33] provided that „...where possible, essential nutrients should also be indicated on the packaging of the food to promote modern nutrition” [34]. The concept of “essential nutrient” was not defined in the decree, however, the nutrient table based on the work of OÉTI and edited by Dr. Róbert Tarján and Dr. Károly Lindner names them: energy content, carbohydrate, protein, fat [30]. At that time, laws did not define every detail and, as a result, individual professional decisions, evaluations and authorizations in connection with the given product played important roles.

Hungary recognized the importance of communicating nutrition labeling to consumers and, accordingly, MÉM decree 25/1976 (VII. 11.) provided the opportunity for voluntary nutrition labeling. During this period, a Codex document on the subject did not yet exist.

Strict rules applied to the fortification of foods with vitamins (e.g. only vitamins that also occurred in the food naturally were allowed to be added as fortification to the food). The name of the vitamin and its amount in the food had to be indicated and, in case of „diet” foods, the amounts of the important nutrients, in addition to the otherwise mandatory general labeling data had to be added.

For certain products/product groups, salt, fat, protein, starch, carbohydrate and energy content were also mentioned in the standards as quality criteria, but their indication was not mandatory in all cases. For example, in case of breads containing whole wheat flour, the carbohydrate content (per 100 g of product) had to be indicated in addition to the energy content (expressed in kJ) (MSZ-08-1377-86).

MÉM (former Ministry of Agriculture and Food) decree 25/1976 (VII. 11.) was replaced in 1988 by MÉM-SZEM (former Ministry of Agriculture and Food – former Ministry of Social Affairs and Health) decree 10/1988 (VI. 30.), which required the mandatory indication of the energy content per 100 grams (cm³) of the product, expressed in kJ, in case of prepacked foods. Among other things, the decree included the main types of „diet foods”, e.g. the categories of *energy reduced foods*; *low energy*; *energy free*; *reduced sodium content* and *low purine*, and their criteria. Nutrition labeling was mandatory on these foods, i.e., the energy content and the amounts of the nutrients that provided the energy, as well as the nutrients characteristic to the food and, possibly vitamins had to be indicated. Foods were allowed to be fortified or supplemented with certain vitamins (retinol, calciferol tocopherol, thiamine, pyridoxine, pantothenic acid, folic acid, cobalamin, ascorbic acid) [35].

This regulation provided that the product information sheet and the certificate of analysis must include the nutritional composition of the food „(protein, fat, carbohydrate, etc.) and other characteristics, energy content (per 100 grams or 100 cm³)”. On the packaging of the food had to be indicated: „the name of the food as specified in the standard, manufacturing authorization, product data sheet or other specification (e.g., marketing authorization in case of imported foods), and other mandatory information specified in the relevant standard (e.g., dry matter content, fat content, etc.)”.

Hungary’s application for membership of the European Union, submitted in April 1, 1994, made it necessary to prepare for legal harmonization. Council Directive 90/496/EEC on nutrition labeling was incorporated into Regulation 1-1-90/496 of the Hungarian Food Codex. Joint FM-NM-IKM decree 1/1996 (I. 9.) on foodstuffs stated that the energy content of foods must be given according to the Hungarian Food Codex. In addition to the data required for a given type of food, foods for special dietary uses and foods with claims (today these are called nutrition and health claims) had to bear the nutrition labeling required by the Hungarian Food Codex [36, 37, 38].

Before 1996, about five thousand kinds of food could be bought, but this number increased sevenfold by the turn of the millennium, because in the meantime new requirements, consumer needs and expectations appeared. Food production had shifted towards the manufacture of higher quality foods, and for this reason, as well as in preparation for accession, the creation of a new legal framework became necessary [29].

The elaboration of Act No. LXXXII of 2003 (the fifth Hungarian food act) was necessitated by Hungary’s membership in the European Union. The basic ideas of the law included the protection of the interests and health of consumers, the protection of the environment, and the promotion of fair competition and the free movement of goods [39]. In Hungary, during the preparation period between 1995 and 2004, the regulations of the European Union were gradually adopted into the food act and ministerial decrees, however, with the accession to the EU on May 1, 2004, these transitional legal acts became obsolete [36, 29].

In 2004, Directive 2000/13/EC on the labeling of foodstuffs was transposed in accordance with the specifications of joint FVM-ESzCsM-GKM (former Ministry of Agriculture and Rural Development – Ministry of Health Social and Family Affairs – former Ministry of Economy and Trade Affairs) decree 19/2004 (II. 26.), so the legal harmonization of food labeling had been completed. Nutrition labeling remained a voluntary labeling element (with the exception of foods with claims, fortified foods and foods for special dietary uses) until the entry into force and mandatory application of Regulation (EU) No 1169/2011.

6. Conclusions and the future of nutrition labeling

Nutrition labeling of foods has come a long way in the European Union, creating the opportunity for consumers to enjoy uniform and detailed information in all member states of the Community. EU and national legislators still face a number of challenges. From health and environmental points of view, our current food consumption habits are receiving increasing criticism. Average energy intake, the consumption of sugars, salt and fats remains above recommended levels, while the consumption of whole grains, fruits and vegetables, legumes and nuts is low [40]. The increase in the incidence of overweight and obesity is critical, so this trend needs to be reversed according to the guidance of FAO and WHO, which requires a shift towards a plant-based diet. The consumption of more fruits and vegetables could also reduce the risk of diet-related diseases and, according to some calculation, the environmental impact of the human diet [41]. The regulation of food labeling must therefore continue to follow scientific developments and provide consumers with the information that can form the basis for a balanced and sustainable consumption of food that meets individual needs in the most comprehensible way possible.

7. References

- [1] 1-1-90/496 számú előírás Az élelmiszerek tápérték jelölése.
https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/5/15/b1000/1190496_2008.pdf
(Acquired: 10.04.2020.)
- [2] 1/1996. (I. 9.) FM-NM-IKM együttes rendelet az élelmiszerekről szóló 1995. évi XC. törvény végrehajtásáról.
<http://www.jogiportal.hu/index.php?id=ox3vqr5r05x37xiuy&state=20040501&menu=view>
(Acquired: 15.04.2020.)
- [3] Hawkes, C. (2004): Nutrition Labels and Health Claims: The Global Regulatory Environment. World Health Organization.
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42964/9241591714.pdf;jsessionid=C1A-6B4E2298D31D0EE62AAB9F26AD893?sequence=1>
(Acquired: 15.04.2020.)
- [4] Shine A., O'Reilly S., O'Sullivan K. (1997): Consumer use of nutrition labels. *British Food Journal* 99 (8), pp. 290-296.
<https://doi.org/10.1108/00070709710188390>
- [5] Swinburn B.A., Caterson I., Seidell J.C., James W.P.T. (2004): Diet, nutrition and the prevention of excess weight gain and obesity. *Public Health Nutrition* 7 (1a), pp. 123-146
<https://doi.org/10.1079/PHN2003585>
- [6] WHO (2002): Food and health in Europe: a new basis for action.
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/98308/e78578.pdf?ua=1
(Acquired: 15.04.2020.)
- [7] Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?qid=1590059460140&uri=CELEX:32011R1169>
(Acquired: 20.03.2020.)
- [8] Gill C., Lynn S. (2005): Consumer understanding and use of nutrition labelling: a systematic review. *Public Health Nutrition* 8 (1) pp. 21-28 <https://doi.org/10.1079/PHN2004666>
- [9] WHO (2018): Global nutrition policy review 2016-2017: country progress in creating enabling policy environments for promoting healthy diets and nutrition.
<https://www.who.int/publications-detail/9789241514873>
(Acquired: 20.04.2020.)
- [10] Szakos D., Ózsvári L., Kasza Gy. (2020). Perception of Older Adults about Health-Related Functionality of Foods Compared with Other Age Groups. *Sustainability*, 12 (7), pp. 2748.
<https://doi.org/10.3390/su12072748>
- [11] Plasek B., Lakner Z., Kasza Gy., Temesi Á. (2019): Consumer evaluation of the role of functional food products in disease prevention and the characteristics of target groups. *Nutrients*, 12 (1), pp. 69.
<https://doi.org/10.3390/nu12010069>
- [12] Szente V., Szabó S., Varga Á., Szakály Z. (2013): Az egészségre vonatkozó jelölések fogyasztói megítélése. *Élelmiszer, Táplálkozás és Marketing* 9 (1), pp. 85-90.

- [13] Németh A., Szabó E., Kasza Gy., Ózsvári L. (2020): Development of lactose free, functional dairy foods based on consumer survey. *GRADUS* 7 (1) 26-29 <http://gradus.kefo.hu/archive/2020-1/>
- [14] Kiss A., Pfeiffer L., Popp J., Oláh J., Lakner Z. (2020): A Blind Man Leads a Blind Man? Personalised Nutrition-Related Attitudes, Knowledge and Behaviours of Fitness Trainers in Hungary. *Nutrients*, 12 (3), 663. <https://doi.org/10.3390/nu12030663>
- [15] Codex Alimentarius. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/> (Acquired: 03.03.2020.)
- [16] Codex Alimentarius: Understanding Codex. <http://www.fao.org/3/a-i5667e.pdf> (Acquired: 03.03.2020.)
- [17] Codex Alimentarius, Nutrition and Labelling. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/nutrition-labelling/en/> (Acquired: 03.03.2020.)
- [18] World Health Organization Food and Agriculture Organization of the United Nations (2007): Food Labelling <http://www.fao.org/3/a1390e/a1390e00.htm> (Acquired: 10.05.2020.)
- [19] COUNCIL DIRECTIVE of 18 December 1978 on the approximation of the laws of the Member States relating to the labelling, presentation and advertising of foodstuffs for sale to the ultimate consumer (79/112/EEC) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31979L0112&qid=1582572789147&from=EN> (Acquired: 10.03.2020.)
- [20] Council Directive 90/496/EEC of 24 September 1990 on nutrition labelling for foodstuffs. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?qid=1590059702558&uri=CELEX:31990L0496> (Acquired: 20.03.2020.)
- [21] Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods. <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/HU/TXT/?qid=1590059558995&uri=CELEX:32006R1924> (Acquired: 20.03.2020.)
- [22] Health & Consumer Protection, Directorate General (2006): Labelling, competitiveness, consumer information and better regulation for the EU. https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/labelling-nutrition_better-reg_competitiveness-consumer-info_en.pdf (Acquired: 10.04.2020.)
- [23] Summary of result for the consultation document on: "Labelling: competitiveness, consumer information and better regulation for the EU" Directorate E-Safety of the Food Chain, Unit E4-Food law, nutrition and labelling. pp. 5-20.
- [24] The European Consumers' Organisation (2005): Report on European Consumers' Perception of Foodstuffs Labelling. Results of Consumer Research conducted on behalf of BEUC from February to April 2005. https://www.vzbv.de/sites/default/files/mediapics/beuc_foodstuffs_labelling_09_2005.pdf (Acquired: 20.04.2020.)
- [25] Fehér Könyv: A táplálkozással, túlsúllyal és elhízással kapcsolatos egészségügyi kérdésekre vonatkozó európai stratégiáról (White Paper on a Strategy for Europe on Nutrition, Overweight and Obesity related health issues). <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0279:FIN:HU:PDF> (Acquired: 10.04.2020.)
- [26] Commission of the European Communities (2007): White Paper on a Strategy for Europe on Nutrition, Overweight and Obesity related health issues. https://ec.europa.eu/health/archive/ph_determinants/life_style/nutrition/documents/nutrition_wp_en.pdf (Acquired: 20.04.2020.)
- [27] Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council of 20 March 2000 on the approximation of the laws of the Member States relating to the labelling, presentation and advertising of foodstuffs. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?qid=1590061390148&uri=CELEX:32000L0013> (Acquired: 10.04.2020.)

- [28] Swedish Food Agency: The Keyhole.
<https://www.livsmedelsverket.se/en/food-and-content/labelling/nyckelhalet>
(Acquired: 20.05.2020.)
- [29] Molnár P., Várkonyi G. (1996): Az új magyar Élelmiszer törvény. Élelmiszervizsgálati Közlemények 62 (2), pp. 95-99.
- [30] Tarján R., Lindner K. (1974): Tápanyagtáblázat. Medicina kiadó, Budapest.
- [31] 1958. évi 27. törvényerejű rendelet
<https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=1950>
(Acquired: 08.04.2020.)
- [32] Codex Alimentarius <https://elelmiszerlanc.kormany.hu/codex> (Acquired: 03.03.2020.)
- [33] 1976. évi IV. törvény az élelmiszerekről.
<https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=1970>
(Acquired: 08.04.2020.)
- [34] 25/1976. (VII. 11.) MÉM rendelet az élelmiszerekről szóló 1976. évi IV. törvény végrehajtásáról
<https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=1970>
(Acquired: 08.04.2020.)
- [35] 10/1988. (VI. 30.) MÉM-SZEM együttes rendelet az élelmiszerekről szóló 1976. évi IV. törvény végrehajtásáról. <https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=1980>
(Acquired: 08.04.2020.)
- [36] Az élelmiszerekről szóló 2003. évi LXXXII. törvény, a módosításokkal egységes szerkezetben és kommentárja.
http://www.asvanyvizek.hu/js/tinyMCE/plugins/filemanager/files/jogiszab/elszi_1_2008.pdf
(Acquired: 10.04.2020.)
- [37] 1/1996. (I. 9.) FM-NM-IKM együttes rendelet az élelmiszerekről szóló 1995. évi XC. törvény végrehajtásáról.
<https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=1990>
(Acquired: 08.04.2020.)
- [38] 1995. évi XC. törvény az élelmiszerekről.
<https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=1990>
(Acquired: 10.04.2020.)
- [39] 2003. évi LXXXII. törvény az élelmiszerekről.
<https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKozlony/?decade=2000>
(Acquired: 10.04.2020.)
- [40] Willett W. et al (2019), 'Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems', in Lancet, 393, pp. 447-92.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- [41] FAO and WHO (2019): Sustainable healthy diets - guiding principles.
<http://www.fao.org/3/ca6640en/ca6640en.pdf>
(Acquired: 20.04.2020.)

Gyümölcsjoghurtok eltarthatóságának vizsgálata az ízesítőanyagok kezeléseinek függvényében

Kulcsszavak: joghurtkészítés, mikrohullámú besugárzás, gyümölcsaszalás, mikrobiológiai paraméterek, összcsíraszám, élesztőszám, penészszám, *Escherichia coli*, coliform

1. ÖSSZEFOGLALÁS

A tej és a tejtermékek az emberiség táplálkozásának egyik alapját képezik értékes összetevőik és kellemes érzékszervi tulajdonságaik miatt. Kutatásaink célja volt azt vizsgálni, hogy a különböző hőkezelési eljárások (mikrohullámú sugárzás, aszalás), hogyan befolyásolják a tejtermékek (joghurt) eltarthatóságát mikrobiológiai vonatkozásban. Méréseink során a termékek előállításánál felhasznált ízesítőanyagok (alma, banán) eltérő hőkezelési paramétereinek hatását vizsgáltuk a termékek mikrobiológiai tulajdonságaira és ezáltal annak eltarthatóságára nézve. Kísérleteink során az adalékanyagok kezelési formáiként a hagyományos aszalásos (55 °C, 24 óra) és a mikrohullámú sugárzásos technológiát (800 W, 55 °C, 10 perc) alkalmaztunk. Összehasonlításokat végeztünk mikrobiológiai paraméterek tekintetében (összcsíraszám, élesztő/penész-szám és *E. coli*/coliform-szám). Eredményeink alapján úgy véljük, hogy az aszalásos eljárás abban az esetben biztosíthat mikrobiológiai biztonságot élelmiszer előállítása során, ha a berendezésben keringő levegő megfelelő higiéniai tulajdonságokkal bír. A mikrohullámú sugárzási technológia az élelmiszerek – jelen esetben gyümölcsök - esetében sikeresen alkalmazható mikrobák gátlására. Ugyanaz a kezelési paraméter azonban nem alkalmazható különböző gyümölcsök esetén.

¹ Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszertudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár

2. Bevezetés és szakirodalmi áttekintés

A tej az emberiség táplálkozásának egyik alapját képezi az emberiség történelmének kezdetétől fogva. Hasznos összetevői kedvező hatást gyakorolnak az ember egészséges testi és szellemi fejlődésére. A tej alkotórészei élettani szempontból előnyösek, ezek közül is magas kalcium tartalma kiemelkedő, ennél fogva a fejlődő szervezet csontképzésében játszik szerepet [1], valamint a szervezet számára fontos és jól hasznosítható fehérjét is tartalmaz. Mindezen tulajdonságai révén a tejtermékek az emberi táplálkozás alapélelmiszereinek tekinthetők. Az élelmiszeriparban számos haszonállat tejét feldolgozzák (juh, kecske, szarvasmarha), de Magyarországon legnagyobb mennyiségben a tehéntejet fogyasztják.

A joghurt olyan tejipari termék, amelyet az egész világon fogyasztanak. A táplálkozástudománnyal foglalkozó szakemberek úgy vélik, hogy ez a savanyú tejkészítmény magas táplálkozási értékkel (laktóztartalmának jelentős része elbomlik a fermentáció során és jelentős Ca^{++} koncentrációval rendelkezik) és előnyös bioaktív hatásokkal (prebiotikus összetevők és probiotikus baktériumok) bír. A natúr joghurtot olyan tejsavbaktériumok hozzáadásával állítják elő, amelyeknek alapvető élettani tevékenységük során a táptalajban tejsavas erjedés zajlik. Az összes, tejből előállított termék közül a joghurt a legnépszerűbb világszerte. [2].

Gyümölcsjoghurt esetében, ha szárított gyümölcsöket vagy szárított darabokat adnak a joghurthoz, a szárítmányok hajlamosak felszívni a joghurtgél szabad vízének egy részét, és ezáltal segítik a termék savójának elválasztását a tárolás során [3]. A gyümölcs adagolásának az is előnye, hogy egyes kutatások [4] szerint 10 v/v%-nyi gyümölcs adalékanyag hozzáadása szignifikánsan javítja a termék fizikai-kémiai tulajdonságait. Az egészséges növényi szövetek belseje nem tartalmaz mikroorganizmusokat, így a növényi nyersanyagok elsődleges mikrobiotája főként a talajból, a vízből, a levegőből esetenként rovaroktól vagy állatoktól származik. A talajban (gumók, gyökerek) és a talaj közelében fejlődő növényi részek általában erősen szennyezettek, mikroflórájuk összetétele gyakorlatilag megegyezik a talajével. A gyümölcsök felületén körülbelül 10^3 - 10^5 CFU/g nagyságrendben találni mikroorganizmusokat, amelyek egy jelentős részét a tejsav- és az ecetsavbaktériumok teszik ki. A mikrobiota legnagyobb részét azonban az élesztőgombák alkotják, amelyek közül a leggyakoribbak a *Hensaniaspora*, *Torulaspora*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Candida* és a *Rhodotorula* fajok. Gyakori romlást okozó mikroorganizmusok a gyümölcsöknél az *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Monilia* és a *Mucor* fajok. A gyümölcsök a penészgombák kiváló táptalajai, melyek között sok mikotoxin termelő is van. A nyersanyag szennyezettsége és a helytelen tárolási körülmények gyakran lehetővé teszik mérgező anyagcseretermékek képződését is. Penészes gyümölcsökből (elsősorban almából és körtéből) mutatható ki például a patulin az *Aspergillus* és *Penicillium* gombák által termelt mérgeanyag (mikotoxin) [5].

A gyümölcsök technológiai feldolgozása során a darabolás, szeletelés, aprítás, hámozás növeli annak valószínűségét, hogy más anyagokról, eszközökről és felszerelésekről származó keresztszennyezés következik be a gyártás és a feldolgozás különböző szakaszaiban. Ezenkívül a cukrok és más tápanyagok megnövekedett elérhetősége a minimálisan feldolgozott gyümölcsökben hozzájárul a mikrobiota változásához és növeli annak populációját [6, 7]. A nyersanyag mikrobiotájának fő tényezői a gyártás során felhasznált anyagok és a feldolgozó berendezések felületének higiéniája, a gyártási környezet és az élelmiszer-kezelők higiéniája, amelyek meghatározzák a végtermék mikrobiológiai minőségét és biztonságát. [8, 9, 10]. Egy, a minimálisan feldolgozott növényi élelmiszerekkel kapcsolatos tanulmány szerzői nagy összes aerob mikroorganizmus-számot mutattak ki az élelmiszerekkel érintkező felületeken, különösen a hámozóberendezéseken, késeken és a vágódeszkákon [10]. Ugyanezen kutatók számoltak be arról is, hogy a vágóasztalokon és a vágódeszkákon magas az *Enterobacteriaceae* család fakultatív anaerob baktériumainak száma [10]. Bár minden feldolgozóüzem gyártási folyamatai között alkalmaznak mosási és egyéb szennyeződés-mentesítési eljárásokat, mégis nehéz elérni a mikrobiális szennyeződések nagymértékű csökkentését. [11]. A csomagolás és a tárolás időszakában is kialakulhatnak kedvező feltételek a gyümölcsökben és zöldségekben előforduló mikroorganizmusok szaporodásához. Lehto és munkatársai vizsgálataik során aerob mikroorganizmusok nagy számát fedezték fel zöldségfeldolgozó üzemek felületi mintavételei során a már tisztított zöldségekkel érintkező eszközökön és berendezéseken, valamint a tároló-, feldolgozó- és csomagoló helyiségek légtérében [10].

Az élelmiszeriparban a hőkezelési eljárások az élelmiszerbiztonság legfontosabb meghatározói. A tej hőkezelése azért van szükség, hogy annak mikrobiológia biztonsága garantálható legyen a tejben lévő patogén mikroorganizmusok elpusztítása révén. Az élelmiszeriparban többféle hőkezelési módszert alkalmaznak. A hőkezelés hatékonyságát szigorúan meghatározott hőmérséklet és hőntartási idő biztosítja. A termékek alapanyagain kívül fontos szerepet tölt be az adalékanyagok megfelelő mikrobiológiai tulajdonságainak biztosítása is. „A hőkezelés a tej, a tejszín stb. melegítésével, hevítésével kapcsolatos művelet, amelynek célja a mikroorganizmusok számának csökkentése, elpusztítása” [12]. A hőkezelés a tejfeldolgozás során általános technológiai lépés, amelynek célja a tej eltarthatóságának javítása a mikroorganizmusok és enzimek inaktiválásával. A kedvező mikrobiológiai állapotú alapanyag használata javíthatja egyes tejtermékek, például a joghurt textúrájának minőségét [13] is.

A mikrohullámú technikát, mint hőkezelési eljárást, elsősorban a háztartásokban használják. Az élelmiszeriparban jelenleg csak egyes területeken tudják megbízhatóan alkalmazni. Ennek oka, hogy a mikrohullámú berendezésekben a hőátadás nem egyenletes, a termékben alul- vagy túlmelegített helyek alakulnak ki. Csőben áramoltatott folyadékoknál – pl. tej mikrohullámú energiával történő kezelése esetén – ez elkerülhető [5]. Ahol használható ez a technika, ott előnyt jelent, mivel az élelmiszereknél alkalmazott kezelések ideje lecsökkenthető, így a technológia gazdaságossá tehető. A költséghatékonyság mellett további előny, hogy a hő- és anyagtranszport iránya azonos, így nem alakul ki az áramlást gátló száraz kéreg [14]. Alkalmazási területei: szárítás, mélyhűtött hús kiolvasztása, temperálás, pasztörözés, sterilizálás és az élelmiszerek elszíneződésének megakadályozására [15, 16].

A mikrohullámú sugárzásnak sterilizáló és mikrobapusztító hatást is tulajdonítanak. Pozar kísérletei során [17] ezt a hatást 2450 MHz, néhány esetben pedig már 915 MHz frekvencia alkalmazása mellett tudta biztosítani. A sugárzás azáltal növeli az élelmiszerek minőségmegőrzési idejét, hogy az élelmiszerekben található mikrobákat elpusztítja és/vagy szaporodásukat gátolja.

Mikrohullámú sugárzás mikrobákra kifejtett hatását sokféle élelmiszerben, élelmiszer alapanyagban, főleg húsfélékben vizsgálták. A mikrohullámú pasztörözés [18] elterjedését segítette, hogy alkalmazásával az élelmiszereknél nagymértékű károsodással nem kell számolni, szemben a hagyományos hőközlési eljárásokkal. Ennek oka a rövid hőkezelési és besugárzási idő [19, 20].

A mikrohullámú kezelési technológia mellett hagyományosabb eljárásnak minősül az aszalás, amelynek lényege az, hogy a gyümölcsből – esetenként zöldségből – kíméletes hőközléssel kivonják a víztartalom nagyrészét, ezt követően visszamarad egy intenzív ízű koncentrátum, a kiindulási anyagnál lényegesen kisebb tömegben és méretben. Így az aszalványon maradó mikroszkopikus élőlények a hozzáférhető víz hiánya miatt elvesztik élet- és szaporodó képességüket. A friss gyümölcsök 90-95% vizet tartalmaznak, amely az aszalás után 15% alá csökken. Ilyen módon baktériumok és penészek által előidézett romlás megelőzhető, miközben bizonyos tápanyagok, ballasztanyagok és ásványi anyagok megmaradnak, közülük például a vas. Az aszalt gyümölcsök a friss gyümölcsökhöz képest sok szénhidrátot, rostot és antioxidánsokat, flavonoidokat, fenolsavakat, karotinoidokat és vitaminokat tartalmaznak koncentrált formában [21, 22].

Az élelmiszeripar változatos összetételű joghurt-készítményt állít elő, de a gyártásuk során alkalmazott technológiai műveletek a tej beoltásáig közel azonosak. A tejet általában 2-3%-os starterkultúrával oltják be és 40-45 °C-on inkubálják. Ebben a hőmérsékleti tartományban a kívánt végső savtartalmat 3-4 óra alatt állítják be. Alacsonyabb hőmérséklet (30-37 °C) alkalmazása esetén a művelet hosszabb ideig tart (7-8 óra) ebben az esetben viszont megakadályozható a termék túlzott savasodása [23].

A joghurt ízeért, illatáért és textúrájáért elsősorban a *Streptococcus thermophilus* baktérium a felelős, és valójában önmagában is képes a pasztörözött tejet joghurtta erjeszteni, ennek ellenére a fermentációhoz a *Streptococcus* mellett a *Lactobacillus bulgaricus*-t is alkalmazzák a termékben keletkező savak előállítására érdekében. A *S. thermophilus* és az *L. bulgaricus* általában 1:1 arányban egyszerre oltják be a tejbe (pH 6,6). Arányuk az erjedés előre haladtával megváltozik [24].

3. Anyag és módszer

3.1. A termékek gyártása

A termékek gyártásához nyers, hőkezelés nélküli, valamint 2,8 %-os zsírtartalmú UHT fogyasztói tejet (Mizo) használtunk fel, amelyet 2:1 arányban elegyítettünk a joghurtok készítése előtt. A nyerstejet 75 °C-on 15 percig főzőlapon pasztöröztük a megfelelő kezdeti mikrobiológiai biztonság elérése érdekében, majd hozzáadagoltuk a fogyasztói tejet. A hőkezelés után megvártuk, amíg a tej hőmérséklete 30 °C-ra csökken, majd beoltottuk a felhasználási útmutató szerinti mennyiségű (YF-L812, Chr. Hansen, Franciaország) termofil joghurtkultúrával (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* és *Streptococcus thermophilus*) és 15 percig kevertük a megfelelő homogenitás biztosítása érdekében. A beoltott tejet 2 dl-es műanyag joghurtos poharakba adagoltuk és 43 °C-os termosztátba (Binder, Németország) helyeztük, ahol 7 órán át alvasztottuk őket (pH 4,6). A savas alvadás után a joghurtokba kevertük az alábbi eljárásokkal kezelt gyümölcsöket.

Kísérletünk során a kontrollminta kivételével kétféle hőkezelési eljárást alkalmaztunk a gyümölcsök esetében, mikrohullámú hőkezelést és hagyományos hőkezelési eljárást (aszalás).

A kísérlet során beállított minták:

1. minta: gyümölcsös joghurt - nyers alma hozzáadásával (Ny-A)
2. minta: gyümölcsös joghurt - nyers banán hozzáadásával (Ny-B)
3. minta: gyümölcsös joghurt - aszalt alma hozzáadásával (A-A)
4. minta: gyümölcsös joghurt - aszalt banán hozzáadásával (A-B)
5. minta: gyümölcsös joghurt - mikrohullámmal hőkezelt alma hozzáadásával (MH-A)
6. minta: gyümölcsös joghurt - mikrohullámmal hőkezelt banán hozzáadásával (MH-B)

A nyers gyümölcsöket tiszta, nyomódástól és hibás részekről mentes, kifogástalan állapotban, optimális érettségi fokban dolgoztuk fel.

A mikrohullámú kezeléshez a MARS 5 (CEM Corporation, USA) mikrohullámú roncsoló berendezést használtunk. A felkockázott nyers almát és banánt a mikrohullámú berendezés mintatartójába helyeztük, majd mikrohullámú kezelésnek vetettük alá. A készüléken az energiaközlési programot úgy állítottuk be, hogy 800 W teljesítménnyel 100%-os hatásfokkal 10 perces hőntartási idővel, a gyümölcsök 55 °C-ra melegedjenek fel, összesen 15 perc alatt. A hőmérséklet detektálását és kontrollálását a mintatartóba vezetett szenzor (RTP 300) segítségével végezte el a berendezés.

Az aszalási folyamatban felhasznált gyümölcsöket egyenlő méretű cikkekre (0,5 cm) vágtuk, hogy azonos idő alatt száradjanak, majd ezután 55 °C-on 24 órán át aszalóberendezésbe helyeztük. Az aszalt, illetve mikrohullámmal hőkezelt gyümölcsöket ezután ledaráltuk. A használat előtt a késeket és a darálóberendezést Mikrocid fertőtlenítővel kezeltük. A ledarált gyümölcsökből 5-5 grammot adagoltunk 150 ml, már elkészült joghurtmintákhoz. A további vizsgálatokig a joghurt-gyümölcs-aszalvány keverékeket hűtőszekrényben 4 °C hőmérsékleten tároltuk.

3.2. A termékek eltarthatósági vizsgálata

A termékeket 4 héten át vizsgáltuk eltarthatóság szempontjából. A vizsgálatokat a 0., 7., 14., 21. és 28. napon végeztük el. A mikrobiológiai tulajdonságok (összcíraszám, élesztő/penész-szám, *E. coli*/coliform-szám) vizsgálatára a gyártástól számítva heti rendszerességgel került sor. A kísérletet minden mintavételi napon 3 párhuzamos méréssel végeztük el ($n=3$), tehát mintánként (Ny-A; Ny-B, A-A; A-B; MH-A; MH-B) 15 mintával, így a mérések során összesen 90 mintával dolgoztunk.

A mikroorganizmusok tenyésztéséhez lemezöntéses eljárást alkalmaztunk. Élelmiszer-biztonsági és technológiai higiéniai szempontból a $10^5/\text{cm}^3$ összecsíraszám jelenti nyerstej esetében a kritikus határt, mert a normál pasztörözési eljárások ennél a mikrobaszámnál még kellő hatékonysággal alkalmazhatók.

Az összes mikrobaszám meghatározását PC (Plate Count, Biolab) táptalajon végeztük el, 30 ± 1 °C-on 72 órás inkubációs idővel [25]. Az MSZ ISO 7954:1999 szabványban rögzített szelektív táptalajon, 25 °C-on való tenyésztéssel az élesztő- és penészgombák telepeket képeznek. A kimutatásukra a szabvány által meghatározott YGC agar (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar, Biolab) használtunk. Ez a szelektív táptalaj tejből és tejtermékekből az élesztők és fonalasgombák izolálására és számolására alkalmas. A lemezeket 48 órán át 25 ± 1 °C-on inkubáltuk, ezután a kifejlődött telepeket a lemezeken megszámoltuk [26].

A coliform-szám és az *E. coli*-szám együttes meghatározását CC agar (ChromoCULT Coliform Agar, Biolab) alkalmazásával lehet megoldani. A telepek elkülönítését segíti, hogy a coliform telepek színe lazac- piros, az *E. coli* telepek pedig sötétkéktől az ibolyáig változtatják színüket. Az inkubációs paraméterek *E. coli*/coliform esetében 24 óra 35-37 °C [27].

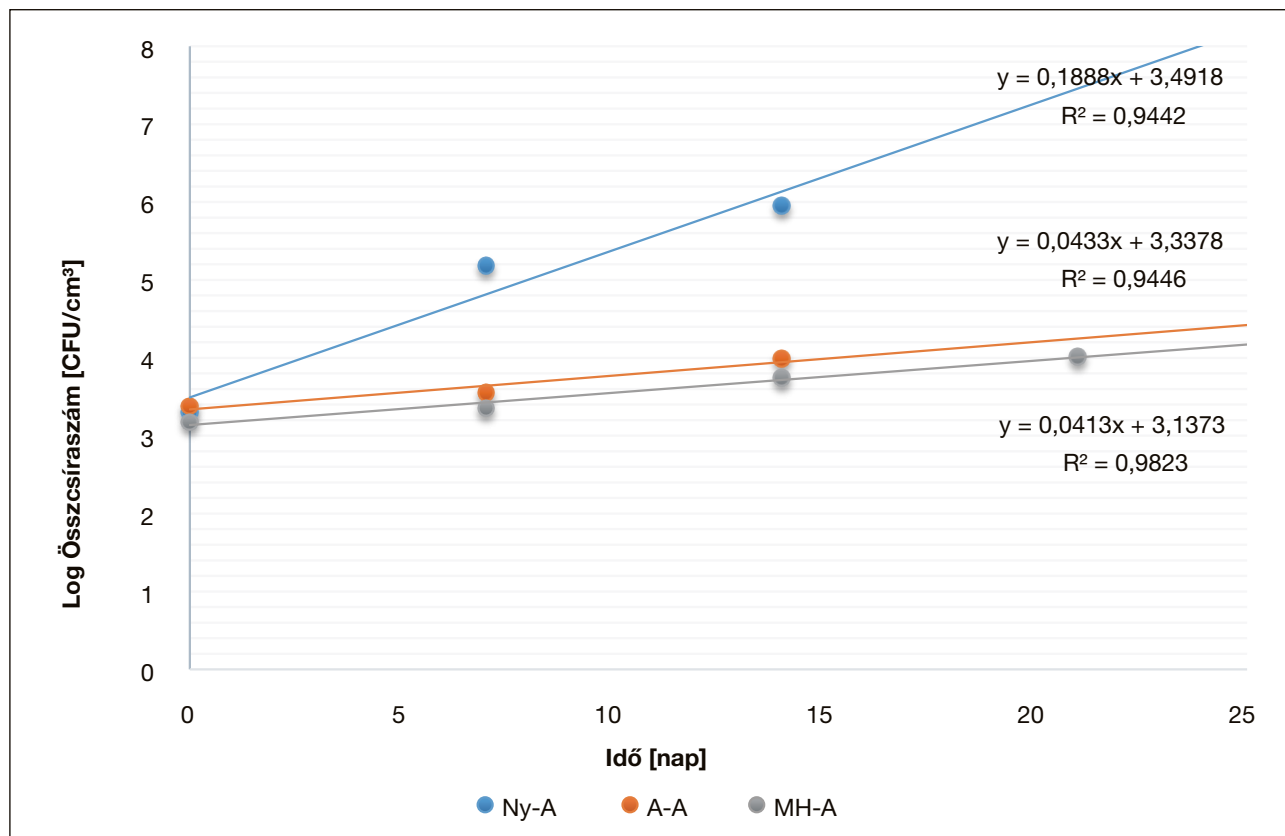
Mérési eredményeinket Microsoft Office Excel 2016® program segítségével ábrázoltuk. A mikrobiológiai eredmények kiértékelése során a mikrobaszámokat logaritmizált formában jelenítettük meg: az egyes pontokra illesztett egyenesek meredekségi értékei a mikroorganizmusok exponenciális szaporodási fázisát jellemzik.

4. Eredmények és értékelés

4.1. Az almás joghurt minták vizsgálati eredményei

4.1.1. Összcsíraszám

Az **1. ábrán** tanúsága szerint a mérés 0., 7. és 14. napján is az összcsíraszám az aszalt almás joghurt és a mikrohullámmal kezelt almás joghurt esetében közel azonos eredményeket mutat. A nyers almás joghurt már a 2. mérés (7. nap) alkalmával magasabb összcsíraszám-értéket értékeket mutatott a másik két mintához képest. Itt már szignifikáns eltérést tapasztalunk a sejtszámok között, amely eltérés az idő elteltével csak növekedett (14. nap). A mikrohullámmal kezelt almával és az aszalt almával kiegészített joghurt esetében a sejtszámok növekedésének tendenciája hozzávetőlegesen azonos mértéket mutatott. Ezt az eredményt az **1. ábrán** megjelölt meredekség-értékek is alátámasztják.

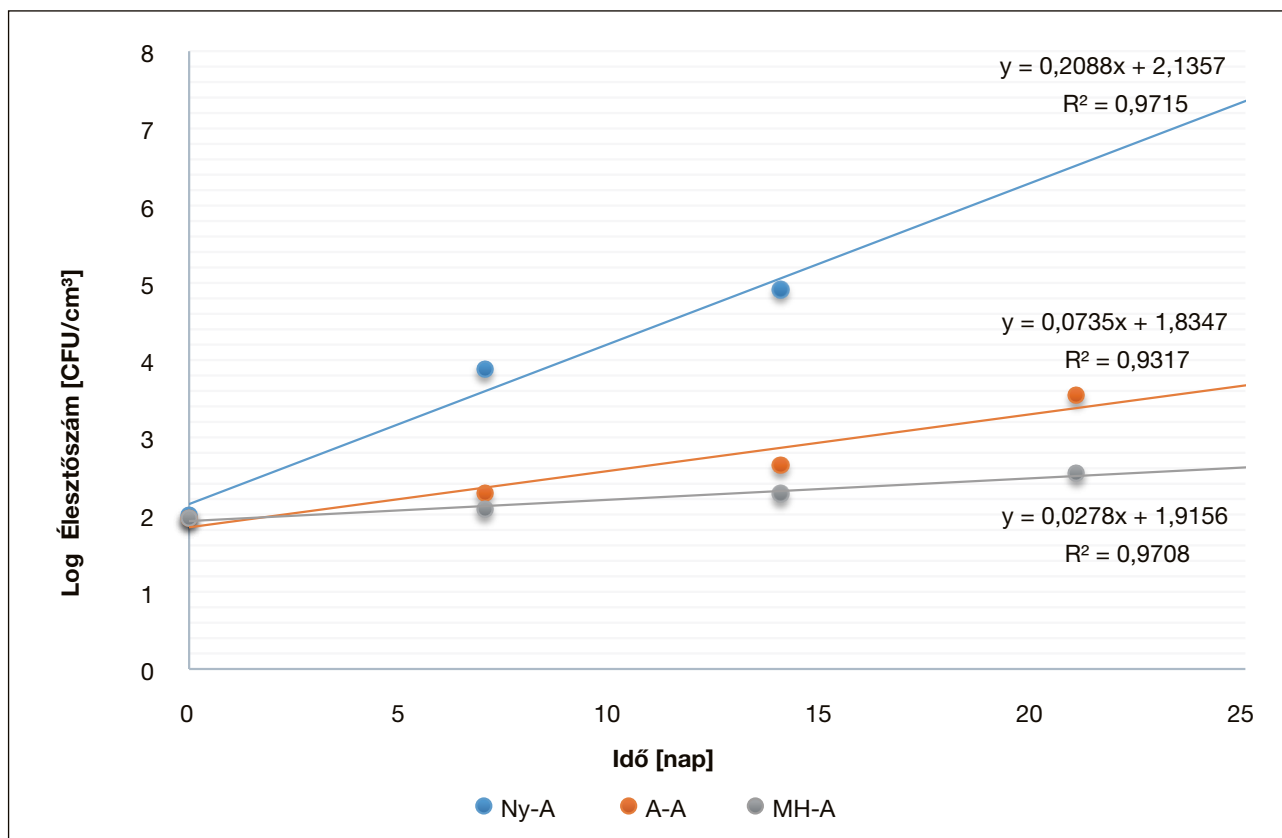


1. ábra. Az összcsíraszám meghatározásának eredményei az almás joghurtok esetében

4.1.2. Élesztő/Penész-szám

A **2. ábra** alapján megállapítható, hogy az első mérési adattól kezdve az utolsó mérési eredményig a mikrohullámmal kezelt és az aszalt almás joghurt szignifikánsan alacsonyabb élesztőszámot mutat, mint nyers almás joghurt értékei. A MH-A és A-A minták között nem alakult ki ilyen nagyságrendű különbség, azonban a mérés 21. napján már itt is egyértelmű, szignifikáns különbség mutatkozott a MH-A javára. Ezek alapján a mikrohullámmal végzett hőkezelés bizonyult hatásosabbnak az élesztőgombák élettevékenységének gátlásához az általunk alkalmazott kezelési beállítások mellett.

Az almával kiegészített joghurtok esetében egyértelműen megállapítható, hogy az összcsíraszám, az élesztő- és penészszám esetén egyaránt a mikrohullámú technológia mutatkozott a legjobb kezelési eljárásnak. Ehhez hasonló sejtszámokat és szaporodási tendenciákat eredményezett az aszalt gyümölcs adalékot tartalmazó joghurt. A tárolási idő elteltével azonban itt már a sejtszámok között nagyobb különbségek alakultak ki. Eltarthatóság szempontjából a legrosszabb eredményeket a nyers gyümölcsös minták esetében kaptuk. Nagyságrendnyi különbségeket mértünk a másik két mintához képest, szignifikáns elérések voltak tapasztalhatók ($p \leq 0,05$).



2. ábra. Az élesztőgombaszám meghatározás eredményei az almás joghurtok esetében

A 21. napon, a harmadik mintavételi időpontban a mikrohullámmal kezelt almás joghurtokat leszámítva, a nyers, és az aszalt almás joghurtok megromlottak. A harmadik mérés után a nyers, valamint az aszalt almás joghurtokban a magas élesztőgombaszám mellett jelentős számú penészgomba jelent meg. A mikrohullámmal kezelt almás joghurtokon ezzel szemben a harmadik mérést követően sem voltak kimutatható penészgombatelepek.

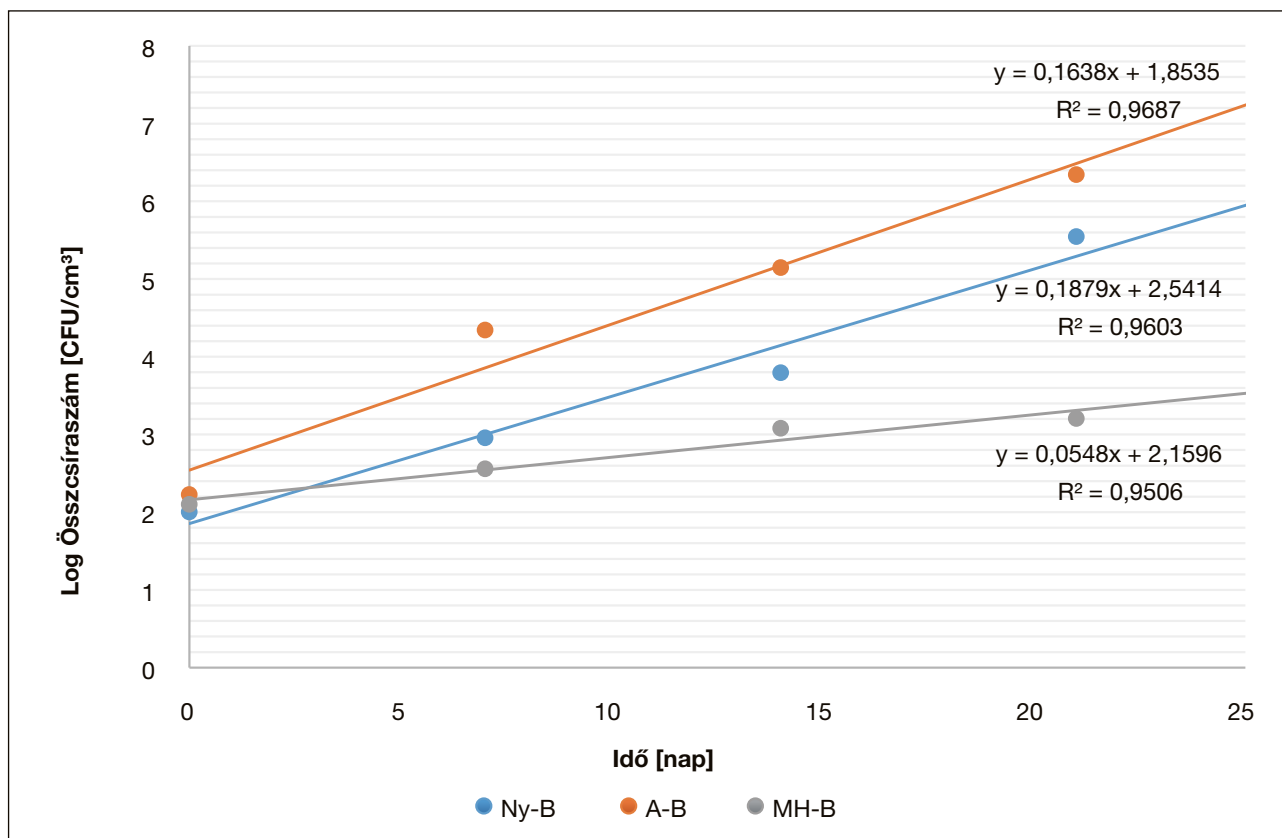
Penészgombaszámra vonatkozóan a hatályos rendelet [27] alapján a fermentált tej, tejtermék, savanyított tejtermék, túró, túrókészítmények esetén a megfelelőség szint (m) 10^2 CFU/cm³ a visszautasítás határértéke (M) $5 \cdot 10^3$ CFU/cm³.

Penészgombák tekintetében az almás joghurtok esetében az első két mérés alkalmával, a 0. és 7. napon nem mutattuk ki a penészgombák jelenlétét. A kísérlet 14. napján a nyers gyümölcsös és az aszalt almás mintánál megjelentek a penészgombák telepei, nyers alma estében már a rendelet által meghatározott visszautasítási szint feletti értékkel ($3 \cdot 10^4$ CFU/cm³). Az aszalt almás termék esetében azonban a vonatkozó előírások szerint [27] még elfogadható szinten ($2,2 \cdot 10^2$ CFU/cm³) marad penészgomba-telepek száma.

4.2. A banános joghurt vizsgálati eredményei

4.2.1. Összcsíraszám

A banános joghurtok esetében megállapítottuk, hogy a kétféle kezelési eljárás (aszalás, mikrohullám) szintén hatással van a mikrobaszám alakulására. A mikrohullámmal kezelt minta esetén a mikrobaszám emelkedése a kísérlet 21. napjáig nem mutatott intenzív növekedést a kezdeti sejtszámhoz képest (3. ábra). Ezzel ellentétben a nyers és aszalt gyümölccsel kiegészített joghurtok esetében az összcsíraszám hétről-hétre emelkedett. Mindezek mellett azt is megállapítottuk, hogy az aszalt gyümölccsel kiegészített minta sejtszáma a legmagasabb, és ennél a mintánál tapasztaltuk a sejtszám legintenzívebb növekedését is. A tárolási kísérlet 7. napján már szignifikáns különbségek alakultak ki a minták vizsgálati eredményei között, ezek közül is az A-B minta tér el nagyságrendileg a Ny-B és MH-B mintáktól. A mérés 14. napján már mindhárom minta adata között nagyságrendnyi eltéréseket tapasztaltunk. Összcsíraszám tekintetében a MH-B minta esetében volt legalacsonyabb a sejtszám növekedés.



3. ábra. Az összcsírászám meghatározás eredményei a banános joghurtok esetében

4.2.2. Élesztő/penész szám

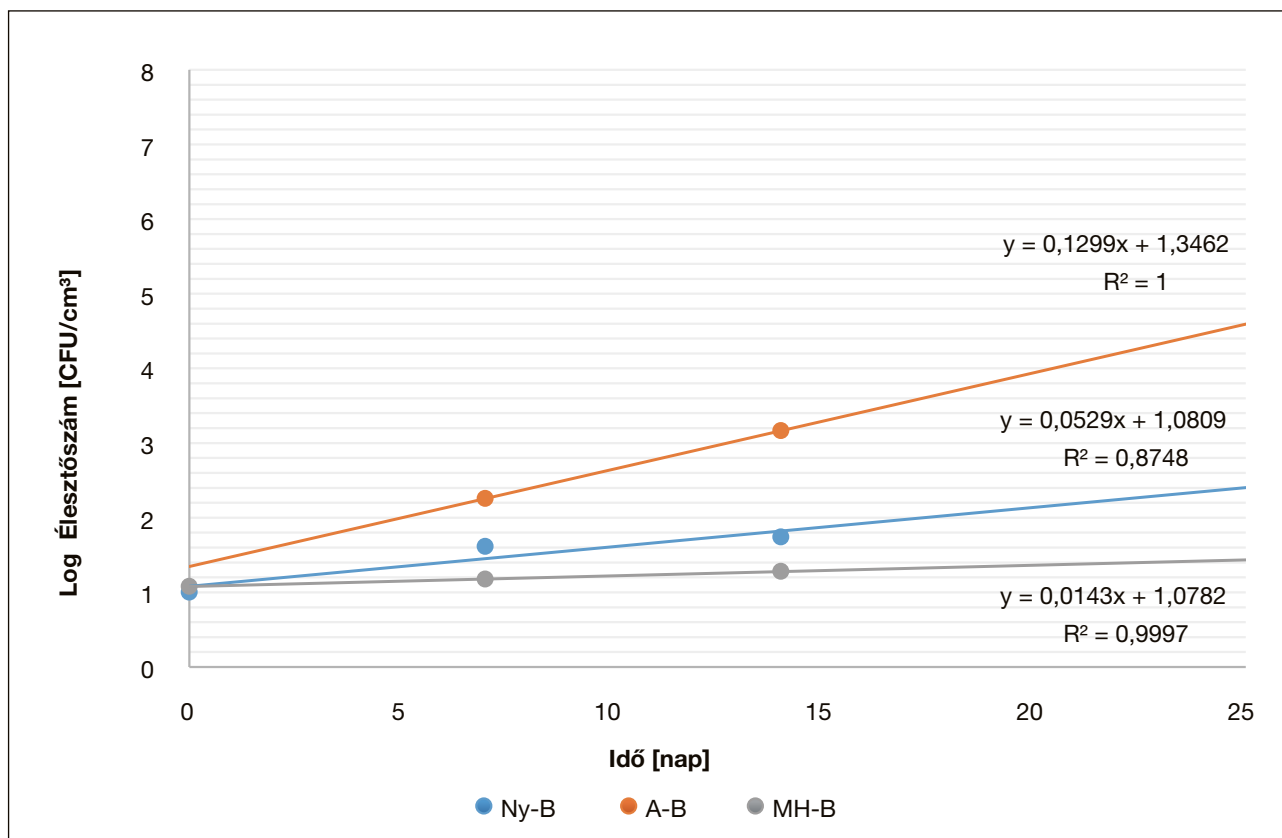
Az élesztőszám eredményei (4. ábra) alapján megállapítottuk, hogy a nyers- és mikrohullámmal kezelt banános joghurtok esetében nincs számottevő különbség a minták telepszámainak, illetve a mikroorganizmusok szaporodási tendenciái tekintetében. Az aszalt almás joghurtok esetében azonban a sejtszám gyors növekedése volt jellemző, ami a termék organoleptikus tulajdonságait is befolyásolta. A mintavétel 7. napjától már szignifikáns különbségek alakultak ki a MH-B és Ny-B valamint a A-B és Ny-B minták között. A leghatékonyabbnak ebben az esetben is a mikrohullámú kezelés bizonyult.

A banános joghurtok esetében is vizsgáltuk a penészs szám alakulását az eltarthatósági idő alatt. Az eredmények azt mutatták, hogy az első két mérés alkalmával, a 0. és a 7. napon a penésztelepek nem alakultak ki. A kísérlet 14. napján azonban az aszalt banános mintánál penészgombák jelentek meg $1,4 \cdot 10^4$ CFU/cm³ mennyiségben, amely jóval meghaladja a rendelet szerinti megfelelőségi határértéket (10^2 CFU/cm³), sőt már a visszautasítási kategóriába esik ($5 \cdot 10^3$ CFU/cm³). A másik két minta (nyers és mikrohullámmal kezelt banán) esetében a 14. napon penészgombák nem voltak jelen. A kísérlet 21. napján a nyers banánnal kiegészített joghurtban is megjelentek a penészgombák $3,0 \cdot 10^1$ CFU/cm³ mennyiségben, amely még nem haladja meg a megfelelőségi határértéket. Az MH-B mintánál penészgomba még mindig nem volt kimutatható. A kísérlet 28. napján a penészgombaszám a nyers banános joghurt esetben is hozzávetőlegesen 1 nagyságrenddel meghaladta a visszautasítási határértéket. Az MH-B mintánál penészgomba még a 28. napon sem volt kimutatható.

Az aszalt termékek esetén kapott eredmények arra engednek következtetni, hogy a kémleletes hőkezeléssel végzett 24 órás aszalás nem javította kellő mértékben a felhasznált anyagok mikrobiológiai állapotát. Feltehető, hogy az aszalóberendezésen átáramló levegő higiéniai állapota sem volt megfelelő. Úgy véljük, hogy a joghurt készítményekhez előkészített gyümölcsök aszalását csak olyan helyiségben és berendezésben célszerű végezni, amelynek levegője kifogástalan, valamint elszívó és megfelelő légszűrőrendszerrel rendelkezik.

4.2.3. A joghurtok *E. coli*/coliform eredményei

Az *Escherichia coli* baktérium a normál bélflóra legfontosabb mikrobája, így minden melegvérű állat és az ember emésztőrendszerének természetes összetevője. Az élelmiszerekbe gyümölcsökről, zöldségekről kerülhet, ha azokat nem tisztították elég alaposan, de a nyers tejben vagy az abból készült tejtermékekben is előfordulhat.



4. ábra. Az élesztőszám meghatározás eredményei a banános joghurtok esetében

A hatályos rendelet [28] alapján a fermentált tej, tejtermék, savanyított tejtermék, túró, túrókészítmények esetén a megfelelőség szint (m)<1/CFU/cm³ a visszautasítás határértéke (M)<10/CFU/cm³.

A kísérlet 0. és 7. napján elvégzett vizsgálatok alkalmával *E. coli* baktérium az általunk előállított minta egyikében sem volt kimutatható. A kísérlet 21. napján (3. hét) azonban a nyers banános és mikrohullámmal kezelt banános mintákon kívül az összes joghurtban kimutathatóvá vált a baktérium. A mérés 4. hetére az *E. coli* a nyers banános joghurtban is megjelent. Így a vizsgálat végére csak a mikrohullámmal kezelt banánnal kiegészített joghurt felelt meg a jogszabályi előírásoknak.

A coliform baktériumok megtalálhatók a vizes élőhelyeken, a talajban és a növényzeten; és általában nagy számban vannak jelen a melegvérű állatok székletében.

A hatályos – 4/1998. (XI. 11.) EüM – rendelet alapján a fermentált tej, tejtermék, savanyított tejtermék, túró, túrókészítmények esetén a megfelelőség szint (m)<10 CFU/cm³ a visszautasítás határértéke (M)<102 CFU/cm³.

A coliform baktériumokat a kísérlet 0. napján az összes mintában kimutattuk, azonban a nem megfelelőségi határértéket csak az aszalt gyümölccsel kiegészített joghurtok mintáinak eredményei haladták meg. 1 hét elteltével azonban a coliformok csak az aszalt banános joghurt esetében voltak kimutathatók. Valószínűleg a joghurt pH értékének csökkenése akadályozta a baktériumok szaporodást és életben maradását.

A mérés 3. hetében a nyers gyümölccsel kiegészített mintáink esetében észleltünk coliform baktériumokat a többi mintában nem voltak jelen. Esetünkben a nyers gyümölccsel kiegészített minták elérték az M értéket, így 21 nap eltelte után a termékek nem voltak alkalmasak emberi fogyasztásra.

A mikrobiológiai vizsgálatok során a rendelet alapján előírt *Salmonella* és *Staphylococcus aureus* meghatározását is elvégeztük. Ezek a vizsgálatok minden esetben negatív eredményt hoztak.

Schnabel és munkatársai hétféle mikrobatorzzsal fertőzött meg (köztük az általunk vizsgált *E. coli* baktériummal) nyers gyümölcsöket 10⁸ nagyságrendű sejtszámmal. Ezután mikrohullámmal támogatott plazmával kezelték a mintákat, amelynek hatására a sejtszámot már 5 perces kezelés után 4 nagyságrenddel volt képes csökkenteni. A kezelést non-termális körülmények között (30 °C-on) végezték, kizárva ezzel a hőmérséklet mikrobapusztító hatását [29].

Ez a jelenség munkacsoportunk mérései során abban nyilvánult meg, hogy az *E. coli* mikrohullámmal kezelt banános joghurtban a mérés 28. napjára sem volt kimutatható, szemben a nyers- és aszalt banános joghurtokkal. Ezzel szemben az almával kevert joghurtokban sajnos a kísérlet végére az *E. coli* jelenlétét észleltük.

Picouet és munkatársai kimutatták, hogy a mikrohullámú kezelések az *E. coli* O157: H7 és összcsíraszám értékeket hasonlóképpen befolyásolták, 1,01-1,16 log CFU g⁻¹ csökkenést detektáltak. Ugyanezen kezelési paraméterek nagymértékben befolyásolta az *L. innocua*-t, a populációk a kimutatási határ alatt voltak (10 CFU g⁻¹) a legtöbb esetben. Alma pürémintákban az összcsíraszám stabil maradt az 5 °C-on történő tárolás során, enyhe növekedéssel a 14. napon [30]. Ez a tendencia saját méréseink során is megfigyelhető volt. Eredményeink igazolják, hogy megvalósítottuk kutatásunk célkitűzését, amely a mikrohullámú kezelés mikrobapusztító és gátló hatásának igazolása volt.

Eredményeinket az is alátámasztja, hogy 5-25 másodperces (65 °C, 1200 W, 2,45 GHz) mikrohullámú kezelés képes zöldségek esetében a *Salmonella* sejtszámot 4-5 nagyságrenddel csökkenteni, ezzel is igazolható a mikrohullám többi kezeléshez viszonyított erősebb mikrobapusztító hatása [31].

5. Következtetések és javaslatok

A joghurtok ízesítő anyagaként felhasznált gyümölcsök esetében kétféle hőkezelést alkalmaztunk a termékek eltarthatóságának növelése érdekében. A mikrohullámú kezelési eljárás eltarthatóságra kifejtett hatását a hagyományos és kezeletlen gyümölcsök joghurtba való adagolása utáni eltarthatósági idő hosszával jellemeztük.

A mikrobiológia vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a különböző hőkezelések közül a mikrohullámú kezelés volt a leghatékonyabb. A gyümölcsök hőkezelésének módszerei közül a mikrohullámú besugárzás eredményezett alacsonyabb csíraszámot a kezeletlen és az aszalásos technológiához képest.

A mikrobiológiai eredményeink alapján úgy véljük, hogy a nyers gyümölcs szennyezettsége vagy textúrája alapvetően befolyásolja a kezelés hatékonyságát. A banán mikrohullámú kezelése után a joghurtban kísérleteink végére (28. nap) sem volt kimutatható az *E. coli* baktérium jelenléte, szemben a kezelt alma esetében, ahol a 14. napon már kimutattuk annak jelenlétét. Ez azért lehet említésre méltó, mert a termék készítésének napján egyik esetben sem észleltük az *E. coli* jelenlétét. Feltételezhető, hogy a mikrohullámú sugárzás banán puha textúrájába intenzívebben fejtette ki csíraölő hatását, mint a keményebb konzisztenciájú alma esetében.

Megállapítottuk, hogy az aszalásos eljárás abban az esetben alkalmas mikrobiológiailag biztonságos élelmiszer előállítására, ha a berendezésben keringő levegő mikrobiológiai állapota is megfelelő.

Eredményeink alapján feltételezzük, hogy a mikrohullámú besugárzási technológia az élelmiszerek – jelen esetben gyümölcsök – esetében sikeresen alkalmazható az élelmiszerek belsejében, illetve felületén élő mikroorganizmusok gátlására.

Az almával ízesített joghurtok esetén a nyers gyümölcsös minták mikrobiológiai jellemzői voltak rosszabbak, ezekkel szemben a banán esetében az aszalásos technológia bizonyult mikrobiológiai szempontból a legkedvezőtlenebbnek. Ennek valószínű oka az lehet, hogy a banán az almával összehasonlítva átlagosan háromszor nagyobb mennyiségű szénhidrátot tartalmaz, amely az aszalás következtében koncentráltabb. A joghurtba kevert magas szénhidrát tartalmú gyümölcs pedig tápanyagként szolgálhatott a különböző mikroorganizmusok számára.

Annak érdekében, hogy megállapítsuk, hogy a mikrohullámban 55 °C-tól eltérő hőmérséklet, eltérő teljesítmény és kezelési időtartam alkalmazása eltarthatóság szempontjából kedvezőbb eredményeket hozna-e vagy sem, további vizsgálatok elvégzésére van szükség.

A hőkezelési eljárások közül a mikrohullám alkalmas lehet mind a tej kezelésére, így a mikrobaszám csökkentésére, mind pedig az alkalmazott ízesítőanyagok (fűszerek, gyümölcsök, zöldségek) csíraszámának csökkentésére.

6. Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00024 azonosítószámú „Intelligens szakosodást szolgáló fejlesztések az Állatorvostudományi Egyetem és a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának együttműködésében” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

7. Irodalom

- [1] Kukovics, S. (2009): A tej szerepe a humán táplálkozásban. Melánia Kiadó, Budapest.
- [2] Coisson, J.D., F. Travaglia, G. Piana, M. Capasso and M. Arlorio, (2005): Euterpe oleracea juice as a functional pigment for yogurt. Food Research International, 38 (8-9) pp. 893-897.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.03.009>
- [3] Tamime, A.Y., Robinson. R.K. (1999): Yoghurt, Science and Technology. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited.
<https://doi.org/10.1201/9780415876162>
- [4] Tarakci, Z., Küçüköner, E. (2003): Physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of some fruit flavored yoghurt. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 14 (2) pp. 10-14.
- [5] Deák, T. (2006): Élelmiszer mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- [6] Oms-Oliu G., Rojas-Grau M.A., Gonzalez L.A., Varela P., Soliva-Fortuny R., Hernando M.I.H., Munuera I.P., Fiszman S., & Martin-Belloso, O. (2010): Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. Postharvest Biology and Technology 57 (3) pp. 139-148.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.04.001>
- [7] Pasha, I., Saeed, F., Sultan, M.T., Khan, M. R., & Rohi, M. (2014): Recent developments in minimal processing: A tool to retain nutritional quality of food. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 54 (3) pp. 340-351.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2011.585254>
- [8] Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C., & Viñas, I. (2008): Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. International Journal of Food Microbiology, 123 (1-2) pp. 121-129.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.12.013>
- [9] Johnston, L. M., Jaykus, L. A., Moll, D., Martinez, M. C., Anciso, J., Mora, B., & Moe, C. L. (2005): A field of study of the microbiological quality of fresh produce. Journal of Food Protection 68 (9) pp. 1840-1847.
<https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.9.1840>
- [10] Lehto, M., Kuisma, R., Maatta, J., Kymalainen, H. R., & Maki, M. (2011). Hygienic level and surface contamination in fresh-cut vegetable production plants. Food Control 22 (3-4) pp. 469-475.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.09.029>
- [11] Beuchat, L. R. (1998): Progress in conventional methods for detection and enumeration of foodborne yeasts. Food Technology and Biotechnology 36 (4) pp. 267-272.
- [12] Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus): 2-51 számú irányelv, Tej és tejtermékek, Dairy products
- [13] Vasbinder, A. J.; C. G. De Kruif. (2003): Casein-whey protein interactions in heated milk: the influence of pH. International Dairy Journal 13 (8) pp. 669-677.
[https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00120-1)
- [14] Berecz, L. (1999): Élelmiszerek száradási jellemzői, különös tekintettel az élesztőkre, PhD disszertáció, Pannon Agrártudományi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, Mosonmagyaróvár
- [15] Tang, Z. W., Mikhaylenko, G., Liu, F., Mah, J.H., Pandit, R., Younce, F., Tang, J.M., (2008): Microwave sterilization of sliced beef in gravy in 7-oz trays. Journal of Food Engineering 89 (4) pp. 375-383.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.04.025>
- [16] Venkatesh, M.S., Raghavan, G.S.V., (2004): An overview of microwave processing and dielectric properties of agri-food materials. Biosystems Engineering 88 (1) pp. 1-18.
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2004.01.007>
- [17] Pozar, M.D. (1993): Microwave Engineering, Addison-Wesley Publishing Company.
- [18] Rosenberg, U., Bogl, W. (1987): Microwave pasteurization, sterilization, blanching, and pest control in the food industry. Food Technology 41 (6) pp. 92-99.
- [19] Lau, M.H., Tang, J. (2002): Pasteurization of pickled asparagus using 915 MHz microwaves. Journal of Food Engineering 51 (4) pp. 283-290.
[https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00069-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00069-3)
- [20] Wang, Y., Wig, T.D., Tang, J., Hallberg, L.M. (2003): Dielectric properties of foods relevant to RF and microwave pasteurization and sterilization. Journal of Food Engineering 57 (3) pp. 257-268.
[https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00306-0](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00306-0)

- [21] Bennett, L.E., Jegasothy, H., Konczak, I., Frank, D., Sudharmarajan, S., Clingeleffer, P.R. (2011): Total polyphenolics and anti-oxidant properties of selected dried fruits and relationships to drying conditions. *Journal of Functional Foods* 3 (2) pp. 115-124.
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.03.005>
- [22] Donno, D., Beccaro, G.L., Mellano, M.G., Cerutti, A.K., & Bounous G. (2015): Goji berry fruit (*Lycium spp.*): antioxidant compound fingerprint and bioactivity evaluation. *Journal of Functional Foods* 18 (B) pp. 1070-1085.
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.05.020>
- [23] Hassan, A.N., Ipsen, R., Janzen, T., Qvist, K.B., (2003): Microstructure and rheology of yogurt made with cultures differing only in their ability to produce exopolysaccharides. *Journal of Dairy Science* 86 (5) pp. 1632-1638.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73748-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73748-5)
- [24] Huang, L., Lu, Z., Yuan, Y., Lu, F., Bie, X., (2006): Optimization of a protective medium for enhancing the viability of freeze-dried *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* based on response surface methodology. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 33 (1) pp. 55-61.
<https://doi.org/10.1007/s10295-005-0041-8>
- [25] Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (2014): Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a mikroorganizmusok számlálására. 1. rész: Telepszámlálás 30 °C-on lemezöntéssel módszerrel Magyar Szabvány MSZ EN ISO 4833-1:2014. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [26] Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (1999): Mikrobiológia. Általános útmutató élesztők és penészek számlálásához. Telepszámlálási technika 25 °C-on. Magyar Szabvány MSZ ISO 7954:1999. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [27] Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (2014): Az *Escherichia coli* és coliform baktériumok megszámlálása. 2. rész: A legvalószínűbb szám módszere (EN ISO 9308-2:2014). Magyar Szabvány MSZ EN ISO 9308-2:2014. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [28] 4/1998. (XI. 11.) EüM rendelet: Az élelmiszerekben előforduló mikrobiológiai szennyeződések megengedhető mértékéről (hatályos: 2020. 04. 02.)
- [29] Schnabel, U., Niquet, R., Schlüter, O., Gniffke, H.; Ehlbeck, J. (2014): Decontamination and sensory properties of microbiologically contaminated fresh fruits and vegetables by microwave plasma processed air (PPA). *Journal of Food Processing and Preservation* 29 (6) pp. 1745-1759.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.12273>
- [30] Picouet, P. A., Landl, A., Abadias, M., Castellari, M., Viñas, I. (2009): Minimal processing of a Granny Smith apple purée by microwave heating. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10 (2009) pp. 545-550.
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.05.007>
- [31] Vega, M., López, S., Malo, L., Morales, S. (2012): Inactivation of *Salmonella typhimurium* in fresh vegetables using water-assisted microwave heating. *Food Control* 26 (1) pp. 19-22.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.01.002>

Investigation of the shelf life of fruit yogurts as a function of the treatment of flavoring substances

Keywords: yogurt making, microwave irradiation, fruit drying, microbiological parameters, total viable count, yeast count, mold count, *Escherichia coli*, coliform

1. SUMMARY

Milk and dairy products represent one of the foundations of the human diet because of their valuable ingredients and pleasant sensory properties. The aim of our research was to investigate how different heat treatment processes (microwave irradiation, drying) affect the shelf life of dairy products (yogurt) from a microbiological point of view. In the course of our measurements, the effects of the different heat treatment parameters of the flavoring substances used in the production of the products (apples, bananas) on the microbiological properties of the products and, thus, on their shelf life were investigated. In our experiments, conventional drying (55 °C, 24 hours) and microwave irradiation technology (800 W, 55 °C, 10 min) were used as treatment forms of the additives. Comparisons were made in terms of microbiological parameters (total viable count, yeast/mold count and *E. coli*/coliform count). Based on our results, we believe that the drying process can ensure microbiological safety in food production if the air circulating in the equipment has adequate hygienic properties. The microwave irradiation technology can be used successfully to inhibit microbes in foods, in this case fruits. However, the same treatment parameters cannot be applied to different fruits.

¹ Széchenyi István University, Faculty of Food and Agricultural Sciences, Department of Food Science, Mosonmagyaróvár, Hungary

Viktória KAPCSÁNDI Dr.

Erika HANCZNÉ LAKATOS Dr.

kapcsandi.viktoria@sze.hu

lakatos.erika@sze.hu

<https://orcid.org/0000-0003-4161-6015>

<https://orcid.org/0000-0001-5148-6715>

2. Introduction and literature review

Milk has been a mainstay in the human diet since the beginning of human history. Its useful ingredients have a beneficial effect on a person's healthy physical and mental development. The ingredients of milk are physiologically beneficial, one of the outstanding features being its high calcium content, therefore it plays a role in the bone formation of developing organisms [1], and it also contains proteins that are important and easy to use for the body. Due to all these properties, dairy products can be considered as staple foods in the human diet. In the food industry, the milk of many farm animals (sheep, goats, cattle) is processed, but in Hungary cow's milk is consumed in the largest amount.

Yogurt is a dairy product consumed all over the world. Nutrition science professionals believe that this sour milk product has a high nutritional value (a significant part of its lactose content is broken down during fermentation and it has a significant concentration of Ca^{++}) and beneficial bioactive effects (prebiotic ingredients and probiotic bacteria). Natural yogurt is made by adding lactic acid bacteria that induce lactic acid fermentation in the culture medium during their basic physiological activities. Of all products manufactured from milk, yogurt is the most popular worldwide [2].

In the case of fruit yogurt, when dried fruit or dried pieces are added to the yogurt, the dried products tend to absorb some of the free water in the yogurt gel, thus helping to separate the whey of the product during storage [3]. It is also an advantage of adding fruit that, according to some studies [4], the addition of 10 v/v% of fruit significantly improves the physico-chemical properties of the product. The interior of healthy plant tissues does not contain microorganisms, so the primary microbiota of plant raw materials comes mainly from the soil, water, air and, occasionally, from insects or animals. Plant parts developing in the soil (tubers, roots) and in the vicinity of the soil are usually heavily contaminated, their microflora composition is practically identical to that of the soil. Microorganisms are present on fruit surfaces in the amount of roughly 10^3 to 10^5 CFU/g, a significant part of which are lactic acid and acetic acid bacteria. However, the largest part of the microbiota is made up of yeasts, the most common of which are *Hensaniaspora*, *Torulaspora*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Candida* and *Rhodotorula* species. Common spoilage microorganisms in fruits include *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Monilia* and *Mucor* species. Fruits are excellent culture media for molds, including many mycotoxin-producing ones. Contamination of the raw material and improper storage conditions often also allow the formation of toxic metabolites. For example, patulin, a toxic substance (mycotoxin) produced by *Aspergillus* and *Penicillium* fungi, can be detected in moldy fruits (mainly apples and pears) [5].

During the technological processing of fruits, cutting, slicing, chopping and peeling increase the likelihood of cross-contamination from other materials, tools and equipment at different stages of production. In addition, the increased availability of sugars and other nutrients in minimally processed fruits contributes to the change in the microbiota and increases its population [6, 7]. The main factors in the microbiota of the raw material are the hygiene of the surface of the materials used in the production and the processing equipment, as well as the hygiene of the production environment and the food handlers, which determine the microbiological quality and safety of the final product [8, 9, 10]. The authors of a study on minimally processed plant-based foods detected high total aerobic microorganism counts on food contact surfaces, especially on peelers, knives and cutting boards [10]. The same researchers also reported high levels of facultative anaerobic bacteria of the *Enterobacteriaceae* family on cutting tables and cutting boards [10]. Although washing and other decontamination procedures are used in the manufacturing processes of all processing plants, it is still difficult to achieve a significant reduction in microbial contamination [11]. Favorable conditions for the growth of microorganisms present in fruits and vegetables can also develop during the packaging and storage periods. Lehto et al. discovered a large number of aerobic microorganisms in surface sampling of vegetable processing plants on devices and equipment in contact with already cleaned vegetables, as well as in the air space of storage, processing and packaging rooms [10].

In the food industry, heat treatment processes are the most important determinants of food safety. Heat treatment of milk is necessary to guarantee its microbiological safety by killing pathogenic microorganisms in milk. Several heat treatment methods are used in the food industry. The efficiency of the heat treatment is ensured by strictly defined temperatures and holding times. In addition to the raw materials of the products, it is also important to ensure the appropriate microbiological properties of the additives. „Heat treatment is an operation related to the warming or heating of milk, cream, etc., the objective of which is to reduce the number of or destroy microorganisms” [12]. Heat treatment during milk processing is a general technological step aimed at improving the shelf life of milk by inactivating microorganisms and enzymes. The use of a raw material with a favorable microbiological condition can also improve the texture quality of certain dairy products, such as yogurt [13].

Microwave technology as a heat treatment process is primarily used in households. In the food industry, it can currently only be used reliably in certain areas. The reason for this is that heat transfer is uneven in microwave equipment, and underheated or overheated places develop in the product. In the case of liquids flowing in a pipe, e.g., when treating milk with microwave energy, this can be avoided [5]. where this technique can be used, it is an advantage, as the time of treatments applied to foods can be reduced, thus making the technique economical. In addition to cost-effectiveness, an additional advantage is that the directions of heat and material transport are the same, so that a dry crust that prevents flow is not formed [14]. Areas of application include drying, thawing of frozen meat, tempering, pasteurization, sterilization and prevention of food discoloration [15, 16].

Sterilizing and antimicrobial effects are also attributed to microwave radiation. In Pozar's experiments [17], this effect could be achieved using a frequency of 2,450 MHz, and in some cases even using a frequency of 915 MHz. Radiation increases the shelf life of foods by killing the microbes in the food and/or inhibiting their growth.

The effect of microwave radiation on microbes has been investigated in a wide variety of foods and food raw materials, especially in meats. The spreading of microwave pasteurization [18] has been facilitated by the fact that its use in foods does not cause significant damage, as opposed to traditional heat transfer methods. The reason for this is the short heat treatment and irradiation times [19, 20].

Compared to the microwave treatment technology, drying is a more traditional method, the essence of which is the extraction of most of the water content from the fruit, less often, from the vegetable, by gentle heat transfer, which leaves behind an intensely flavored concentrate of significantly lower weight and size than the starting material. Thus, microscopic organisms that remain on the dried fruit lose their viability and ability to reproduce due to a lack of available water. Fresh fruits contain 90 to 95% water, which drops below 15% after drying. In this way, spoilage caused by bacteria and molds can be prevented while retaining certain nutrients, roughage and minerals, such as iron. Compared to fresh fruits, dried fruits contain a lot of carbohydrates, fiber and antioxidants, flavonoids, phenolic acids, carotenoids and vitamins in a concentrated form [21, 22].

The food industry produces yogurt products of various compositions, but the technological processes used in their production are almost the same until the inoculation of milk. Milk is usually inoculated with a 2 to 3% starter culture and incubated at 40 to 45 °C. In this temperature range, the desired final acidity is reached in 3 to 4 hours. If a lower temperature (30-37 °C) is used, the operation takes longer (7-8 hours), but in this case excessive acidification of the product can be prevented [23].

The bacterium *Streptococcus thermophilus* is primarily responsible for the taste, aroma and texture of the yogurt, and is in fact able to ferment pasteurized milk on its own into yogurt, however, in addition to *Streptococcus*, *Lactobacillus bulgaricus* is also used for the fermentation to produce the acids that form in the product. *S. thermophilus* and *L. bulgaricus* are usually used simultaneously, in a 1:1 ratio, when inoculating the milk (pH 6.6). Their proportion changes as the fermentation progresses [24].

3. Materials and methods

3.1. Manufacture of the products

For the manufacture of the products, raw, untreated milk and 2.8% fat UHT drinking milk (Mizo) were used, which were mixed in a 2:1 ratio before making the yogurts. Raw milk was pasteurized on a hot plate at 75 °C for 15 minutes to achieve adequate initial microbiological safety, and then the drinking milk was added. After heat treatment, the temperature of the milk was allowed to drop to 30 °C, it was inoculated with the amount of thermophilic yogurt culture (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*, YF-L812, Chr. Hansen, France) according to the instructions for use, and then it was stirred for 15 minutes to ensure proper homogeneity. The inoculated milk was dispensed into 2 dl plastic yogurt cups and the cups were placed in a 43 °C thermostat (Binder, Germany), where they were allowed to curdle for 7 hours (pH 4.6). After acid curdling, the fruits treated with the following procedures were mixed into the yogurts.

In our experiment, with the exception of the control sample, two types of heat treatment procedures were used for the fruits, microwave irradiation and a conventional heat treatment method (drying).

The samples prepared in the course of the experiment:

Sample 1: fruit yogurt with the addition of raw apples (Ny-A)

Sample 2: fruit yogurt with the addition of raw bananas (Ny-B)

Sample 3: fruit yogurt with the addition of dried apples (A-A)

Sample 4: fruit yogurt with the addition of dried bananas (A-B)

Sample 5: fruit yogurt with the addition of microwave-treated apples (MH-A)

Sample 6: fruit yogurt with the addition of microwave-treated bananas (MH-B)

Raw fruits were processed in a clean, impeccable condition free of bruises and defective parts, at the optimum degree of ripeness.

For the microwave treatment, a MARS 5 (CEM Corporation, USA) microwave digestion oven was used. Diced raw apples and bananas were placed in the sample holder of the microwave apparatus and subjected to microwave irradiation. The energy transfer program on the device was set to heat the fruits to 55 °C when a power of 800 W with 100% efficiency and with a holding time of 10 minutes was applied, in a total of 15 minutes. Temperature detection and control was performed using a sensor (RTP 300) introduced into the sample holder.

The fruits used in the drying process were cut into pieces of equal size (0.5 cm), so that the drying time would be the same, and then they were placed in a drying apparatus for 24 hours at 55 °C. The dried and microwave-treated fruits were then ground. The knives and the grinder were treated with Mikrozid disinfectant before use. 5 grams each of the ground fruits were added to 150 ml of the already prepared yogurt samples. Until further analysis, the yogurt-dried fruit mixtures were stored in a refrigerator at 4 °C.

3.2. Product shelf-life analysis

The product were tested for 4 weeks in terms of shelf life. Analyses were carried out on days 0, 7, 14, 21 and 28. Microbiological properties (total viable count, yeast/mold count, *E. coli*/coliform count) were tested every week from the time of production. The experiment was carried out with 3 parallel measurements (n=3) on each sampling day, i.e., with 15 samples for each original sample (Ny-A; Ny-B, A-A; A-B; MH-A; MH-B), meaning that a total of 90 samples were processed.

A plate pouring method was used to grow the microorganisms. From food safety and technological hygiene point of view, a total viable count of $10^5/\text{cm}^3$ is the critical limit for raw milk, because normal pasteurization procedures can still be used with sufficient efficiency at this microbe count.

The determination of the total viable count was carried out on a PC (Plate Count, Biolab) medium, with an incubation time of 72 hours at 30 ± 1 °C [25]. By culturing on a selective medium prescribed in standard MSZ ISO 7954:1999 at 25 °C, yeasts and molds form colonies. YGC agar (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar, Biolab) was used for their detection, as prescribed by the standard. This selective medium is suitable for isolating and counting yeasts and filamentous fungi from milk and dairy products. Plates were incubated at 25 ± 1 °C for 48 hours, after which the colonies developed on the plates were counted [26].

Co-determination of the coliform count and the *E. coli* count can be accomplished using CC agar (ChromoCULT Coliform Agar, Biolab). Differentiation between the colonies is aided by the fact that coliform colonies are salmon red, while the color of *E. coli* colonies ranges from dark blue to violet. Incubation parameters for *E. coli*/coliform were 24 hours and 35-37 °C [27].

Our measurement results were plotted using Microsoft Office Excel 2016®. During the evaluation of the microbiological results, microbe counts were displayed in a logarithmic form: the slope values of the lines fitted to each point characterize the exponential growth phase of the microorganisms.

4. Results and evaluation

4.1. Test results of the yogurt samples with apples

4.1.1. Total viable count

According to **Figure 1**, on days 0, 7 and 14 of the measurement, the total viable count showed almost the same results for the yogurt with dried apples and the yogurt with microwave-treated apples. The yogurt with raw apples already showed higher total viable count values in the second measurement (day 7) compared to the other two samples. Here we already saw a significant difference between the cell counts, which difference only increased over time (day 14). In the case of yogurts with microwave-treated apples and dried apples, the rates of increase in cell counts were approximately the same. This result is also supported by the slope values marked in **Figure 1**.

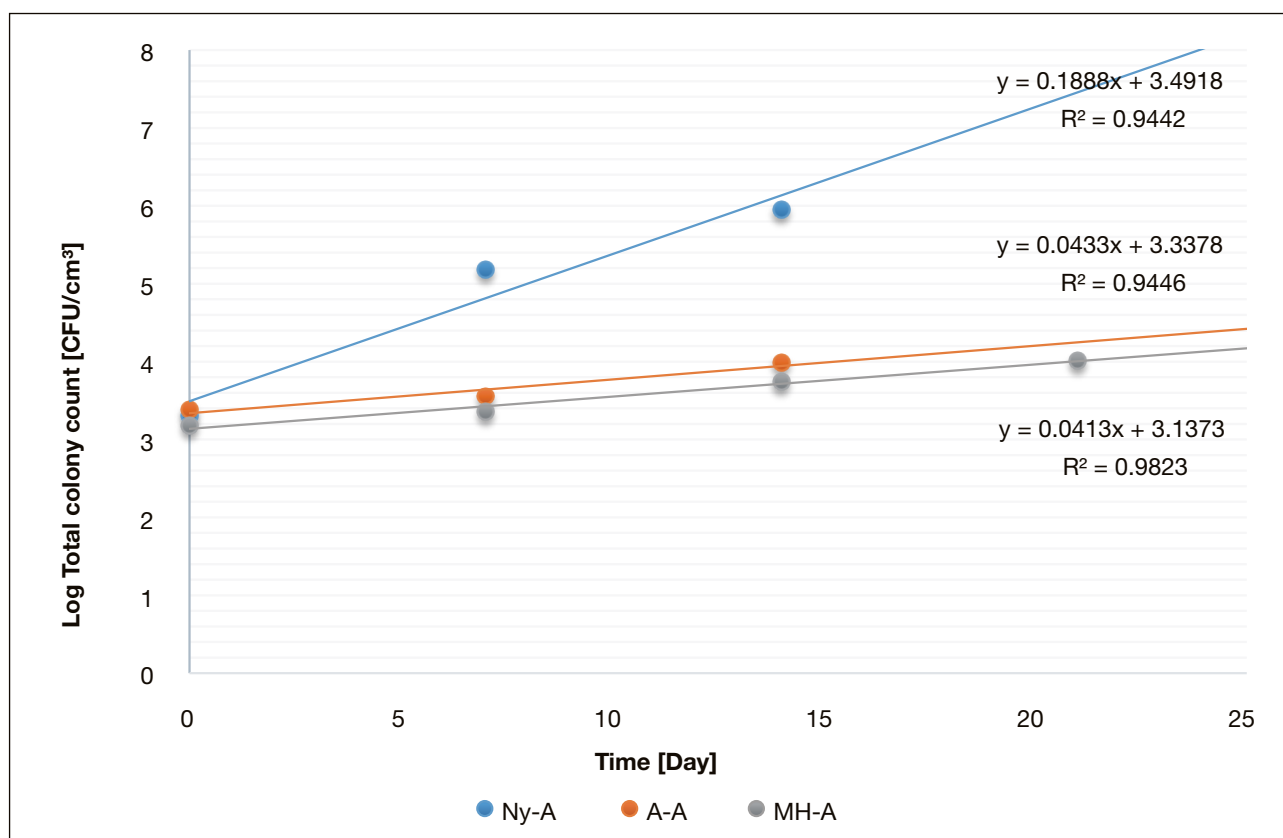


Figure 1. Results of the determination of total viable count in the case of yogurts with apples

4.1.2. Yeast/mold count

Based on **Figure 2**, it can be concluded that from the first measurement data to the last measurement result, the yogurts with microwave-treated apples and with dried apples showed significantly lower yeast counts than the yogurt with raw apples. There was no difference of the same order of magnitude between samples MH-A and A-A, however, on day 21 of the measurement, there was a clear, significant difference in favor of sample MH-A. Based on this, microwave heat treatment proved to be more effective in inhibiting the activity of yeasts, using the treatment settings applied by us.

In the case of yogurts with apples, it is clear that the microwave technology proved to be the best treatment for both the total viable count and the yeast/mold count. The yogurt with dried fruit exhibited similar cell counts and growth tendencies. However, at the end of the storage time, larger differences between the cell counts developed here. In terms of shelf life, the worst results were obtained for the samples with raw fruit. Differences of an order of magnitude were measured compared to the other two samples, there were significant differences ($p \leq 0.05$).

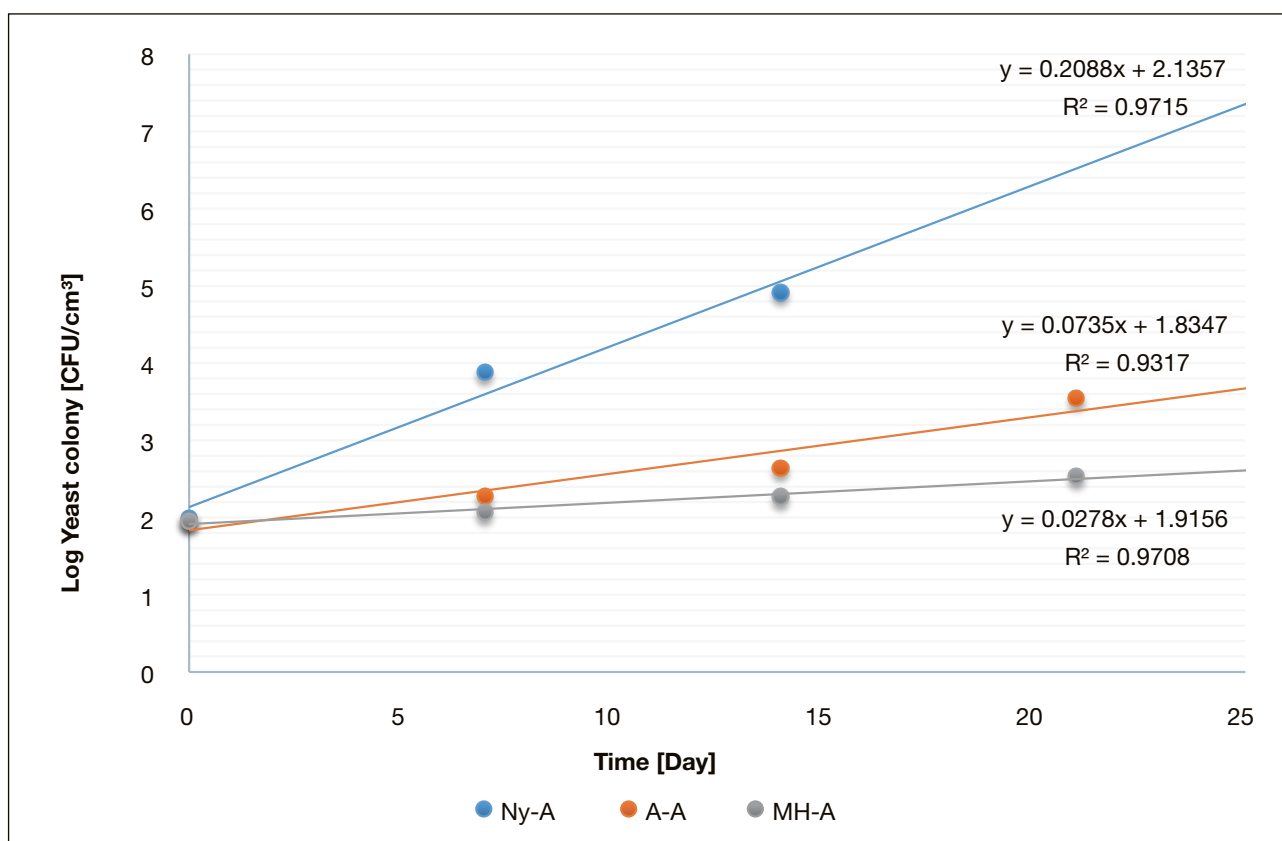


Figure 2. Results of the determination of yeast count in the case of yogurts with apples

On day 21, at the third sampling time, with the exception of yogurts with microwave-treated apples, yogurts with raw and dried apples were spoiled. After the third measurement, in addition to the high yeast count, a significant mold count was also detected in the yogurts with raw or dried apples. In contrast, in yogurts with microwave-treated apples, no mold colonies could be detected after the third measurement.

For the mold count, under the current regulation [27], the level of compliance (m) is 10^2 CFU/cm³ for fermented milk, dairy products, sour dairy products, cottage cheese and cottage cheese products, while the rejection limit value (M) is 5×10^3 CFU/cm³.

In terms of mold count, the presence of no molds was detected in yogurts with apples during the first two measurements, on days 0 and 7. On day 14 of the experiment, colonies of mold appeared in the samples with raw and dried apples, already with a value above the rejection limit as defined by the regulation in the case of raw apples (3×10^4 CFU/cm³). However, in the case of the product with dried apples, the number of mold colonies remained at an acceptable level (2.2×10^2 CFU/cm³) according to the relevant regulations [27].

4.2. Test results of the yogurt samples with bananas

4.2.1. Total viable count

In the case of yogurts with bananas, it was found that the two types of treatment procedures (drying, microwave) also have an effect on the microbial count. In the case of the microwave-treated sample, the increase in the total viable count was not significant until day 21 of the experiment compared to the initial TVC (Figure 3). On the other hand, the total viable count increased from week to week for the yogurts supplemented with raw or dried fruits. In addition, it was also found that the total viable count of the sample supplemented with dried fruit had the highest total viable count, and the most intense increase in the TVC was also observed in this sample. Already on day 7 of the storage experiment, there were significant differences between the test results of the samples, with an order of magnitude difference between sample A-B and samples Ny-B and MH-B. On day 14 of the experiment, orders of magnitude differences were observed between the date of all three samples. In terms of total viable count, the increase in TVC was the lowest in the case of sample MH-B.

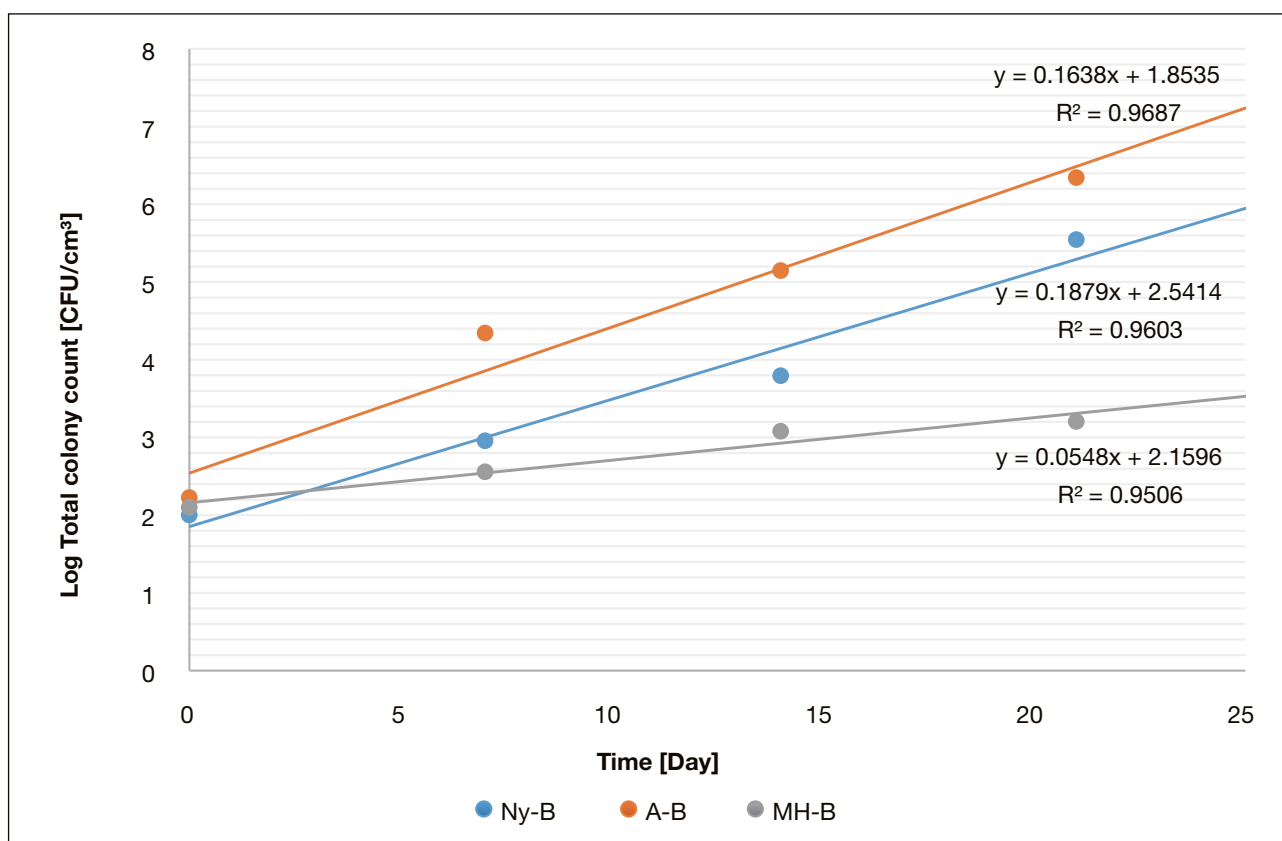


Figure 3. Results of the determination of total viable count in the case of yogurts with bananas

4.2.2. Yeast/mold count

Based on the yeast count results (**Figure 4**), it was found that there was no significant difference between the yogurts with raw and microwave-treated bananas in terms of the colony counts of the samples and the growth trends of the microorganisms. However, yogurts with dried apple were characterized by a rapid increase in cell number, which also affected the organoleptic properties of the product. From day 7 of the experiment, there were already significant differences between samples MH-B and Ny-B and samples A-B and Ny-B. Microwave treatment proved to be the most effective in this case as well.

The evolution of the mold count during the shelf life was examined also in the case of yogurts with bananas. The results showed that during the first two measurements, on days 0 and 7, no mold colonies developed. However, on day 14 of the experiment, molds appeared in an amount of 1.4×10^4 CFU/cm³ in the sample with dried bananas, a number which well exceeds the compliance limit value according to the regulation (10^2 CFU/cm³), moreover, it falls into the rejection category (5×10^3 CFU/cm³). For the other two samples (raw and microwave-treated bananas), no molds were present on day 14. On day 21 of the experiment, molds also appeared in the yogurt supplemented with raw bananas in an amount of 3.0×10^1 CFU/cm³, which does not yet exceed the compliance limit value. Mold was still not detectable in sample MH-B. On day 28 of the experiment, the mold count of the yogurt with raw bananas also exceeded the rejection limit value by approximately 1 order of magnitude. No mold could be detected in sample MH-B even on day 28.

The results obtained for dried products suggests that the 24-hour drying with a gentle heat treatment did not sufficiently improve the microbiological condition of the materials used. It can be assumed that the hygienic condition of the air flowing through the drying apparatus was also inadequate. We believe that fruits prepared for yogurt products should only be dried in a room and equipment that has impeccable air, and have exhaust and adequate air filtration systems.

4.2.3. *E. coli*/coliform results of the yogurts

The bacterium *Escherichia coli* is the most important microbe in the normal intestinal flora, making it a natural component of the digestive system of all warm-blooded animals and humans. It can enter foods from fruits and vegetables if they had not been cleaned thoroughly enough, but it can also be found in raw milk or dairy products made from it.

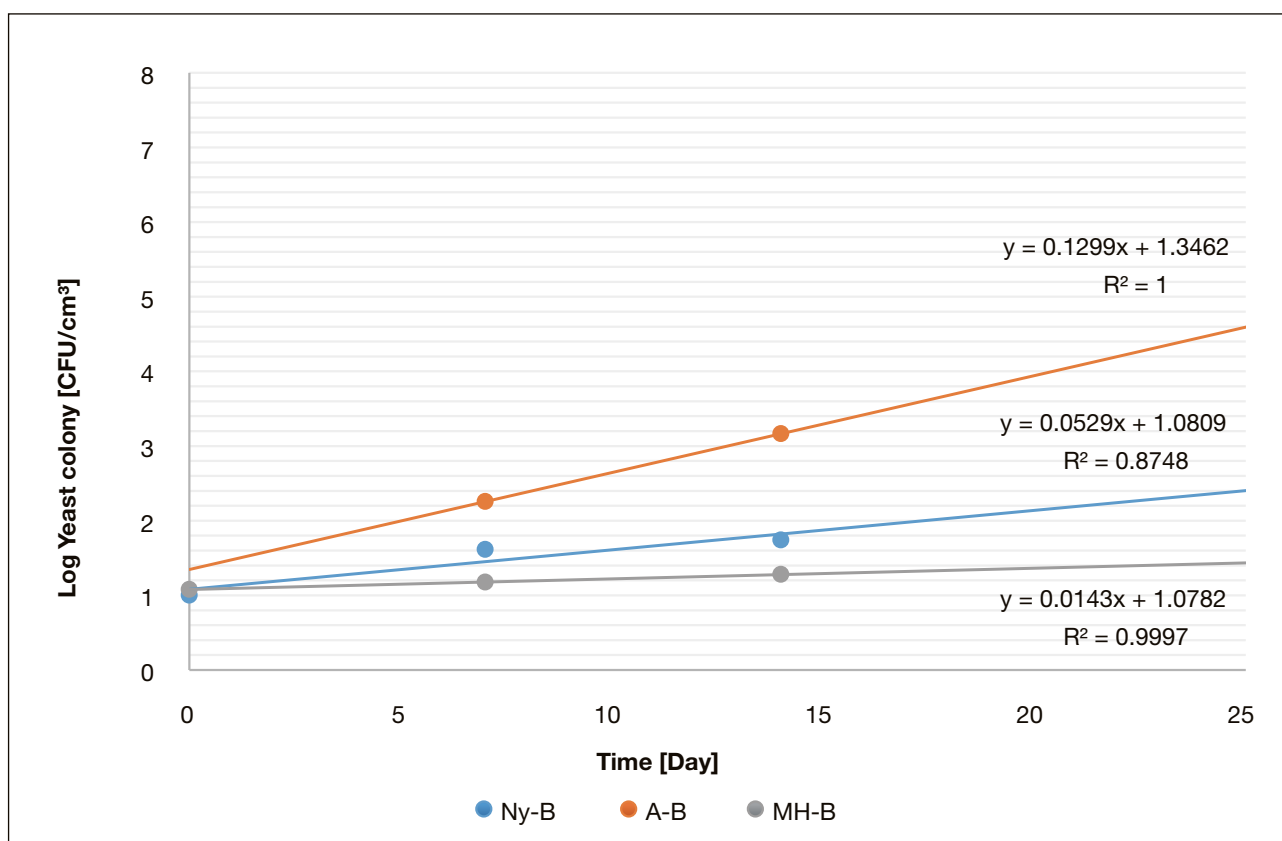


Figure 4. Results of the determination of yeast count in the case of yogurts with bananas

Under current regulation [28], the compliance level is $(m) < 1/\text{CFU}/\text{cm}^3$ for fermented milk, dairy products, sour dairy products, cottage cheese and cottage cheese products, while the rejection limit value is $(M) < 10/\text{CFU}/\text{cm}^3$.

During the tests carried out on days 0 and 7 of the experiment, no *E. coli* bacteria were detected in any of the samples prepared by us. However, on day 21 (week 3) of the experiment, the bacterium became detectable in all yogurts except the samples with raw bananas and microwave-treated bananas. By week 4 of the experiment, *E. coli* also appeared in the yogurt with raw bananas. Thus, by the end of the study, only the yogurt supplemented with microwave-treated bananas met the legal requirements.

Coliform bacteria are found in wetlands, in soil and on the vegetation, and are usually present in large numbers in the feces of warm-blooded animals.

According to the relevant regulation (EÜM decree 4/1998 (XI. 11.) – EÜM: former Ministry of Health Affairs), the compliance level is $(m) < 10 \text{ CFU}/\text{cm}^3$ for fermented milk, dairy products, sour dairy products, cottage cheese and cottage cheese products, while the rejection limit value is $(M) < 102 \text{ CFU}/\text{cm}^3$.

Coliform bacteria were detected in all samples on day 0 of the experiment, however, the compliance limit value was exceeded only by the results of the yogurt samples supplemented with dried fruits. After 1 week, however, coliforms could only be detected in the yogurt with dried bananas. It is likely that the decrease in the pH value of the yogurt prevented the bacteria from growing and surviving.

At week 3 of the experiment, coliform bacteria were detected in the samples supplemented with raw fruits, they were not present in the other samples. In our case, the samples supplemented with raw fruits reached the M value, so after 21 days the products were not suitable for human consumption.

During the microbiological studies, the determination of *Salmonella* and *Staphylococcus aureus* was also performed, as required by the regulation. These tests were negative in all cases.

Schnabel et al. infected raw fruits with seven microbial strains (including the *E. coli* bacterium also tested by us) with a cell count in the 10^8 order of magnitude. The samples were then treated with microwave-assisted plasma, which reduced the cell count by 4 orders of magnitude already after 5 minutes of treatment. The treatment was performed under non-thermal conditions (at 30°C), thus excluding the microbicidal effect of the temperature [29].

This phenomenon was manifested during the measurements of our working group in the fact that *E. coli* could not be detected in the yogurt with microwave-treated bananas even on day 28 of the experiment, in contrast to the yogurts with raw or dried bananas. On the other hand, unfortunately, the presence of *E. coli* was detected by the end of the experiment in the yogurts mixed with apples.

Picouet et al. showed that microwave treatments had a similar effect on the *E. coli* O157: H7 and total viable count values, i.e., a 1.01-1.16 log CFU g⁻¹ decrease was detected. The same treatment parameters greatly affected *L. innocua*, with population below the detection limit (10 CFU g⁻¹) in most cases. In apple puree samples, the total viable count remained stable during storage at 5 °C, with a slight increase on day 14 [30]. This trend was also observed during our own measurements. Our results confirm that the objective of our research was achieved, which was to verify the microbicidal and inhibitory effect of microwave treatment.

Our results are also supported by the fact that 5 to 25 seconds of microwave treatment (65 °C, 1200 W, 2.45 GHz) can reduce the *Salmonella* cell count in vegetables by 4 to 5 orders of magnitude, thus confirming the stronger microbicidal effect of microwave treatment compared to other ones [31].

5. Conclusions and recommendations

When using fruits as flavoring agents in yogurts, two types of heat treatment were applied to increase the shelf life of the products. The effect of the microwave treatment method on shelf life was characterized by the length of shelf life after the addition of conventional and untreated fruits to yogurt.

Based on the microbiological studies, it was found that microwave treatment was the most effective of the various heat treatments. Of the methods of heat treatment of fruits, microwave irradiation resulted in a lower total viable count compared to untreated fruits and drying technology.

Based on our microbiological results, we believe that the contamination or texture of the raw fruit fundamentally influences the effectiveness of the treatment. After microwave treatment of bananas, the presence of *E. coli* could not be detected in the yogurt by the end of our experiments (day 28), as opposed to the treated apples, where its presence was already detected on day 14. This may be noteworthy because the presence of *E. coli* was not detected in either case on the day the products were prepared. It can be assumed that microwave irradiation exerted a more intense germicidal effect in the softer texture of bananas than in apples which have a harder consistency.

It was found that the drying procedure is suitable for the production of microbiologically safe food if the microbiological condition of the air circulating in the equipment is also adequate.

Based on our results, it is hypothesized that microwave irradiation technology can be applied successfully to foods, in this case fruits, to inhibit microorganisms living inside and on the surface of fruits.

While in the case of yogurts flavored with apples, the microbiological characteristics of samples with raw fruit were worse, in the case of bananas, the drying technology proved to be the most unfavorable from a microbiological point of view. The most likely reason for this may be that, compared to apples, bananas contain on average three times more carbohydrates which became more concentrated as the result of drying. This high carbohydrate fruit mixed with the yogurt may have served as a culture medium for various microorganisms.

In order to determine whether or not the use of different microwave temperatures (other than 55 °C), power and treatment times would lead to better shelf-life results, further tests are required.

Of the heat treatment procedures, microwave may be suitable both for treating milk, thus reducing the number of microbes, and for reducing the total viable count of the flavoring agents (spices, fruits, vegetables) used.

6. Acknowledgment

This publication was supported by project no. EFOP-3.6.1-16-2016-00024 titled „Developments for intelligent specialization in cooperation between the University of Veterinary Medicine and the Faculty of Agricultural and Food Sciences of Széchenyi István University. The project was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund.

7. References

- [1] Kukovics, S. (2009): A tej szerepe a humán táplálkozásban. Melánia Kiadó, Budapest.
- [2] Coisson, J.D., F. Travaglia, G. Piana, M. Capasso and M. Arlorio, (2005): Euterpe oleracea juice as a functional pigment for yogurt. Food Research International, 38 (8-9) pp. 893-897.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.03.009>
- [3] Tamime, A.Y., Robinson. R.K. (1999): Yoghurt, Science and Technology. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited.
<https://doi.org/10.1201/9780415876162>
- [4] Tarakci, Z., Küçüköner, E. (2003): Physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of some fruit flavored yoghurt. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 14 (2) pp. 10-14.
- [5] Deák, T. (2006): Élelmiszer mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- [6] Oms-Oliu G., Rojas-Grau M.A., Gonzalez L.A., Varela P., Soliva-Fortuny R., Hernando M.I.H., Munuera I.P., Fiszman S., & Martin-Belloso, O. (2010): Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. Postharvest Biology and Technology 57 (3) pp. 139-148.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.04.001>
- [7] Pasha, I., Saeed, F., Sultan, M.T., Khan, M. R., & Rohi, M. (2014): Recent developments in minimal processing: A tool to retain nutritional quality of food. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 54 (3) pp. 340-351.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2011.585254>
- [8] Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C., & Viñas, I. (2008): Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. International Journal of Food Microbiology, 123 (1-2) pp. 121-129.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.12.013>
- [9] Johnston, L. M., Jaykus, L. A., Moll, D., Martinez, M. C., Anciso, J., Mora, B., & Moe, C. L. (2005): A field of study of the microbiological quality of fresh produce. Journal of Food Protection 68 (9) pp. 1840-1847.
<https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.9.1840>
- [10] Lehto, M., Kuisma, R., Maatta, J., Kymalainen, H. R., & Maki, M. (2011). Hygienic level and surface contamination in fresh-cut vegetable production plants. Food Control 22 (3-4) pp. 469-475.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.09.029>
- [11] Beuchat, L. R. (1998): Progress in conventional methods for detection and enumeration of foodborne yeasts. Food Technology and Biotechnology 36 (4) pp. 267-272.
- [12] Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus): 2-51 számú irányelv, Tej és tejtermékek, Dairy products
- [13] Vasbinder, A. J.; C. G. De Kruif. (2003): Casein-whey protein interactions in heated milk: the influence of pH. International Dairy Journal 13 (8) pp. 669-677.
[https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00120-1)
- [14] Berecz, L. (1999): Élelmiszerek száradási jellemzői, különös tekintettel az élesztőkre, PhD disszertáció, Pannon Agrártudományi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, Mosonmagyaróvár
- [15] Tang, Z. W., Mikhaylenko, G., Liu, F., Mah, J.H., Pandit, R., Younce, F., Tang, J.M., (2008): Microwave sterilization of sliced beef in gravy in 7-oz trays. Journal of Food Engineering 89 (4) pp. 375-383.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.04.025>
- [16] Venkatesh, M.S., Raghavan, G.S.V., (2004): An overview of microwave processing and dielectric properties of agri-food materials. Biosystems Engineering 88 (1) pp. 1-18.
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2004.01.007>
- [17] Pozar, M.D. (1993): Microwave Engineering, Addison-Wesley Publishing Company.
- [18] Rosenberg, U., Bogl, W. (1987): Microwave pasteurization, sterilization, blanching, and pest control in the food industry. Food Technology 41 (6) pp. 92-99.
- [19] Lau, M.H., Tang, J. (2002): Pasteurization of pickled asparagus using 915 MHz microwaves. Journal of Food Engineering 51 (4) pp. 283-290.
[https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00069-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00069-3)
- [20] Wang, Y., Wig, T.D., Tang, J., Hallberg, L.M. (2003): Dielectric properties of foods relevant to RF and microwave pasteurization and sterilization. Journal of Food Engineering 57 (3) pp. 257-268.
[https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00306-0](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00306-0)

- [21] Bennett, L.E., Jegasothy, H., Konczak, I., Frank, D., Sudharmarajan, S., Clingeleffer, P.R. (2011): Total polyphenolics and anti-oxidant properties of selected dried fruits and relationships to drying conditions. *Journal of Functional Foods* 3 (2) pp. 115-124.
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.03.005>
- [22] Donno, D., Beccaro, G.L., Mellano, M.G., Cerutti, A.K., & Bounous G. (2015): Goji berry fruit (*Lycium spp.*): antioxidant compound fingerprint and bioactivity evaluation. *Journal of Functional Foods* 18 (B) pp. 1070-1085.
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.05.020>
- [23] Hassan, A.N., Ipsen, R., Janzen, T., Qvist, K.B., (2003): Microstructure and rheology of yogurt made with cultures differing only in their ability to produce exopolysaccharides. *Journal of Dairy Science* 86 (5) pp. 1632-1638.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73748-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73748-5)
- [24] Huang, L., Lu, Z., Yuan, Y., Lu, F., Bie, X., (2006): Optimization of a protective medium for enhancing the viability of freeze-dried *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* based on response surface methodology. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 33 (1) pp. 55-61.
<https://doi.org/10.1007/s10295-005-0041-8>
- [25] Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (2014): Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a mikroorganizmusok számlálására. 1. rész: Telepszámlálás 30 °C-on lemezöntéssel módszerrel Hungarian Standard MSZ EN ISO 4833-1:2014. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [26] Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (1999): Mikrobiológia. Általános útmutató élesztők és penészek számlálásához. Telepszámlálási technika 25 °C-on. Hungarian Standard MSZ ISO 7954:1999. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [27] Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (2014): Az *Escherichia coli* és coliform baktériumok megszámlálása. 2. rész: A legvalószínűbb szám módszere (EN ISO 9308-2:2014). Hungarian Standard MSZ EN ISO 9308-2:2014. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [28] 4/1998. (XI. 11.) EüM rendelet (Hungarian regulation): Az élelmiszerekben előforduló mikrobiológiai szennyeződések megengedhető mértékéről (in force: 2020. 04. 02.)
- [29] Schnabel, U., Niquet, R., Schlüter, O., Gniffke, H.; Ehlbeck, J. (2014): Decontamination and sensory properties of microbiologically contaminated fresh fruits and vegetables by microwave plasma processed air (PPA). *Journal of Food Processing and Preservation* 29 (6) pp. 1745-1759.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.12273>
- [30] Picouet, P. A., Landl, A., Abadias, M., Castellari, M., Viñas, I. (2009): Minimal processing of a Granny Smith apple purée by microwave heating. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10 (2009) pp. 545-550.
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.05.007>
- [31] Vega, M., López, S., Malo, L., Morales, S. (2012): Inactivation of *Salmonella typhimurium* in fresh vegetables using water-assisted microwave heating. *Food Control* 26 (1) pp. 19-22.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.01.002>

Funkcionális célú majonéz szószok gyártási technológiájának kutatás-fejlesztése

Kulcsszavak: majonéz szósz, fenyőmagolaj pogácsa, fehérjekoncentrátum, funkcionális élelmiszertermék, β -karotin

1. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásaink témája a funkcionális élelmiszer-tulajdonságokkal rendelkező, anti-oxidánsként alkalmazott béta-karotin, valamint a fehérjekoncentrátumként használt fenyőmagolaj-pogácsa hatásának vizsgálata volt majonéz szószok érzékszervi, fizikai, kémiai és reológiai jellemzőire.

Munkánk célja egy olyan funkcionális majonéz szósz kifejlesztése, valamint a késztermék minőségi mutatóinak tanulmányozása volt, amelyben a tojásport részben egy fehérjekoncentrátummal, nevezetesen fenyőmagolaj pogácsával helyettesítettük. A β -karotin alkalmazása a szósz receptjében nemcsak a természetes tojástermékek színének fokozását tette lehetővé, hanem növelte a szósz zsíros fázisának oxidációs stabilitását és meghosszabbította az eltarthatósági időt. Egy referencia mintát, valamint a tojásport helyett 1%, 2% és 3% fenyőmagolaj pogácsát tartalmazó mintákat vizsgáltunk. A receptben tojásport helyett 3% fenyőmagolaj pogácsát tartalmazó receptet találtuk a legelőnyösebbnek.

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

2. Bevezetés

A majonéz szószok, a többi majonézes termékhez hasonlóan, a legnépszerűbb mindennapi fogyasztási cikkek közé tartoznak. A majonéz szószok fő összetevői között magas biológiai értékű és egészségvédő természetes termékeket találunk. Ilyen szempontból a majonézes termékreceptek fejlesztése ígéretes kutatási iránynak tekinthető [1, 2].

A hidrokolloidok és fehérje-poliszacharid komplexek, a növényi kivonatok, a vitamin és ásványianyag-komplexek, az élelmi rostok, a többszörösen telítetlen zsírsavak és a fehérjekoncentrátumok a legértékesebb funkcionális összetevők a speciális táplálkozási célokra szolgáló emulziós élelmiszerek előállításában. Ezek a biológiailag aktív komponensek lehetővé teszik, hogy úgy építsük fel egy ember étrendjét, hogy az javítsa az anyagcserét, az immunrendszert, az idegrendszert és az endokrin rendszert, valamint az egyes szervek és az emberi test működését [3, 4].

Jelenleg a fehérjekoncentrátumokat széles körben használják különféle szószok, pástétomok, tejtermékek és cukrászati termékek gyártásához. A fehérjekoncentrátumok ilyen népszerűsége az emberiség több mint 60%-át változó mértékben sújtó fehérjehiánynak tulajdonítható [5].

Ugyanakkor a tudósok a világ minden tájáról évről évre új fehérjeforrásokkal és -izolálási módszerekkel állnak elő, amelyek alkalmazásával fehérjekoncentrátumokkal dúsított új funkcionális élelmiszereket hoznak létre. Megállapították, hogy az ilyen termékek rendszeres fogyasztása javítja a szervezet ellenálló képességét a káros tényezőkkel szemben, erősíti az immunrendszert, és javítja az anyagcserét [6].

A fenyőmagokban található olaj kinyerése után kapott fenyőmagolaj-pogácsa egy másodlagos nyersanyag, amely nagy jelentőséggel bír teljes fehérje, könnyen emészthető szénhidrátok, vitaminok és ásványi anyagok kiegészítő forrásaként. Az extrakció és a tisztítás módszerének helyes megválasztásával lehetőség nyílik egy olyan, fehérjében gazdag koncentrátum előállítására, amelyet különböző élelmiszerekhez adhatunk funkcionális tulajdonságok biztosítása érdekében.

A fenyőmagolaj-pogácsa fehérjéjének összetételét a fenyőmag fehérjéinek összetétele határozza meg.

A fenyőmag fehérje-összetételének 36-40%-át az esszenciális aminosavak teszik ki.

Bizonyos esszenciális aminosavak más-más koncentrációban vannak jelen a fenyőmag fehérjében, ami minden növényi anyagra jellemző. Meg kell jegyezni, hogy az aminosav-összetétel szempontjából, nevezetesen a fenilalanin-, tirozin-, hisztidin-, triptofán- és arginintartalom tekintetében a fenyőmagolaj pogácsa fehérjeje ugyanolyan gazdag, mint a főbb gabonák és olajos magvak fehérjei. A fenyőmag triptofántartalom tekintetében közel áll a tejfehérjéhez, míg arginin- és hisztidin tartalma nagyobb.

A fenyőmagolaj-pogácsa lipidfrakciójának összetételét az ω -6 családba tartozó többszörösen telítetlen zsírsavak, a linolsav és a γ -linolénsav mennyiségi túlsúlya jellemzi. Vitamin- és ásványianyag-értéke mind a feldolgozott mag eredeti kémiai összetételétől, mind az olajpogácsa sajtolás utáni maradék olajtartalmától függ.

A fenyőmagolaj pogácsa gazdag tokoferolokban (11,8 mg/100 g termék), tiaminban (0,6 mg/100 g termék) és riboflavinban (1,83 mg/100 g termék).

A fenyőmagolaj pogácsa biológiailag értékes élelmiszeranyagok – fehérjék, lipidek, szénhidrátok - koncentrátuma [7].

3. Anyag és módszer

A kísérletekhez a következő anyagokat használtuk:

- Örölt fenyőmag pogácsa, amelyet a TU 9146-001-53163736-06 dokumentum előírásai [14] szerint állítottak elő (gyártó: "Siberian Product", forgalmazó: "Altai Dar LLC", Altaj Terület, Barnaul, Oroszország);
- Béta-karotin, 30%-os, növényi alapú, folyékony, olajban oldódó (gyártó: „NATEC”, Moszkva);
- Majonéz szószok referencia- és vizsgálati mintái.

A majonéz és majonéz szószok érzékszervi jellemzőinek meg kell felelniük a GOST 31761-2012 "Majonézek és majonéz szószok. Általános előírások" követelményeinek [8]. Az érzékszervi tulajdonságok vizsgálatát 20 ± 2 °C-on végeztük legalább 12 órával a gyártás után.

Az érzékszervi mutatókat a következő sorrendben határoztuk meg: textúra, megjelenés, szín, illat, íz.

A fehérje tömegarányát a Kjeldahl titrálási módszerrel határoztuk meg.

Az emulzió stabilitását centrifugálással határoztuk meg.

Az érintetlen emulzió stabilitását az emulzió 5 percen át 1500 fordulat/perc sebességgel történő centrifugálásával határoztuk meg.

A minták dinamikai viszkozitását "Reostat-2" rotációs viszkoziméterrel (Németország) mértük meg 20 °C-on.

Az oxidatív romlás mértékét az olajfázis peroxidszámával határoztuk meg jodometriás módszerrel és a termék oxidatív romlása mértékének kiszámításával [9-11].

Az összes mérést három ismétlésben végeztük. A statisztikai elemzést Microsoft Excel XP és Statistica 8.0 szoftvercsomaggal végeztük. Az adatok statisztikai hibája nem haladta meg az 5%-ot (95%-os konfidencia szinten).

4. Eredmények és diszkusszió

A majonéz szósz egy olyan finoman diszpergált, legalább 15% zsírtartalmú emulziós termék, amely finomított, szagtalanított olajból és vízből készül, tejipari melléktermékek, élelmiszer-adalékok és egyéb élelmiszer-összetevők felhasználásával, vagy azok nélkül (GOST 31761-2012 "Majonézek és majonéz szószok. Általános előírások") [8].

A kapott majonéz szósz összetevői között megtalálható a finomított, szagtalanított étolaj, a tojáspor, a mustárliszt, a kristálycukor, a konyhasó, a 80%-os ecetsav, valamint a fenyőmagolaj-pogácsából, természetes β -karotinból és vízből készült fehérjekoncentrátum. A β -karotin hozzáadása a majonéz szósz receptjéhez növelte zsírfázisának ellenálló képességét az oxidációval szemben, meghosszabbította eltarthatóságát [12].

A funkcionális majonéz szósz gyártási technológiája a „klasszikus” majonéz szósz gyártási technológiáján alapult.

A megadott mennyiségű 35–40 °C-os vizet (az ecetsav-oldat készítéséhez felhasznált vizet nem figyelembe véve) gőz-víz köpennyel rendelkező keverőbe öntöttük. A keverőt bekapcsoltuk, és a száraz komponenseket (kristálycukor, só, fenyőmagolaj pogácsa) felmelegítettük és a keverőbe adagoltuk. A masszát intenzíven kevertük 70-80 fordulat sebességgel, és 25-30 percig 80-85 °C-on tartottuk. Ezután a kapott szuszpenziót 35-40 °C-ra hűtöttük, tojásport és mustárlisztet adtunk hozzá, majd az emulziót 15-20 percig 55-60 °C-ra melegítettük.

A melegítés után az emulziót ismét 25-30 °C-ra hűtöttük, a fordulatszámot 30-40 fordulatra csökkentettük, hozzáadtuk az olajat, amelyben előzetesen β -karotint oldottunk fel. Ezt követően a szószhoz hozzáadtuk ecetsav-oldatot, további 3-5 percig kevertettük, majd 0,9-2,5 MPa nyomáson homogenizáltuk.

A fenyőmagolaj pogácsa használata lehetővé tette a szósz receptjében a tojástermékek tartalmának csökkentését, a koleszterinszint csökkentését, valamint a késztermék fehérjetartalmának növelését.

A β -karotin használata a szósz receptjében fokozta a természetes tojástermékek színét.

A fenyőmagolaj-pogácsa alkalmazása nemcsak a majonéz szósz előállítását egyszerűsítette, hanem lehetővé tette egy, a sejtfalak finoman diszpergált részecskéiből álló kolloid rendszer előállítását is. Az intenzív keverés biztosította a fehérjék, zsírok és szénhidrátok teljes érintkezését a többi komponenssel, ami növelte az emulzió stabilitását, mivel a fenyőmagolaj-pogácsa finom eloszlású sejtfalai egy szilárd, háromdimenziós szerkezetet képeztek, fokozva az emulgeáló és stabilizáló hatást.

A tojáspor tömegarányának 1% alá csökkentése a receptben megnehezítette a stabil emulzió előállítását, ami a késztermék viszkozitásának csökkenéséhez vezetett. A késztermék konzisztenciája vizessé vált, érzékszervi jellemzői rosszak voltak [13]. Ezért a tojáspor helyett 1%, 2% és 3% fenyőmagolaj pogácsát alkalmaztunk a receptben.

A majonéz szószok receptjeit az **1. táblázat** tartalmazza.

A fenyőmagolaj pogácsát tartalmazó majonéz szószok vizsgálati mintáit érzékszervi tulajdonságok szempontjából teszteltük (**2. táblázat**).

A majonéz szószok megjelenését az **1. ábra** mutatja be.

A fizikai és kémiai mutatókat a **3. táblázat** tartalmazza.

A fenyőmagolaj pogácsa alkalmazása növelte a késztermék összes fehérjetartalmát. A fenyőmagolaj pogácsa hatékony emulgeálószer, és egy hagyományos emulgeálószerrel (tojáspor) kombinálva biztosította a szósz kellemes, sima állagát és az emulzió magas stabilitását.

1. táblázat. A majonéz szószok összeállítása

Összetevő	Content, %			
	Referencia-minta	1. minta	2. minta	3. minta
Finomított, szagtalanított olaj	45	44	43	42
Tojáspor	4,0	3,0	2,0	1,0
Mustármag-liszt	0,4	0,4	0,4	0,4
Granulált cukor	1,3	1,3	1,3	1,3
Konyhasó	1,2	1,2	1,2	1,2
80 % ecetsav	0,5	0,5	0,5	0,5
Fenyőmag-olajpogácsa	-	1,0	2,0	3,0
β-karotin	-	0,2	0,2	0,2
Víz	47,6	48,4	49,4	50,4

2. táblázat. A majonéz szószok érzékszervi jellemzői

Jellemző	Referencia-minta	1. minta	2. minta	3. minta
Szerkezet	Krémés			Krémés, kissé vizes
Megjelenés	Homogén, szétválás nélküli			
Szín	Fehér, homogén	Fehér, enyhén sárgás, a természetes tojástermékekre jellemző, egész mennyiségében egyenletes		
Szag	A termékre jellemző	A termékre jellemző, fenyőmagolaj-pogácsa illata érezhető		
Íz	Kissé fűszeres, savanykás	Kissé fűszeres, savanykás, fenyőmagolaj-pogácsa illata érezhető		

3. táblázat. A majonéz szószok fizikai és kémiai jellemzői

Jellemző	Referencia-minta	1. minta	2. minta	3. minta
Fehérjetartalom %	2,13±0,03	2,59±0,07	3,02±0,08	3,64±0,05
Emulzió-stabilitás %	83	91	92	91
Intakt emulzió-stabilitás, %	94	95	95	93
Dinamikus viszkozitás 20 °C, Pa·s	13	14	16	16



1. ábra. A majonéz szószok külleme

Ez lehetővé tette olyan késztermék előállítását, amelynek viszkozitása megfelel a fogyasztók követelményeinek, hogy kompatibilisek legyenek egy étel vagy élelmiszerrendszer egyéb összetevőivel.

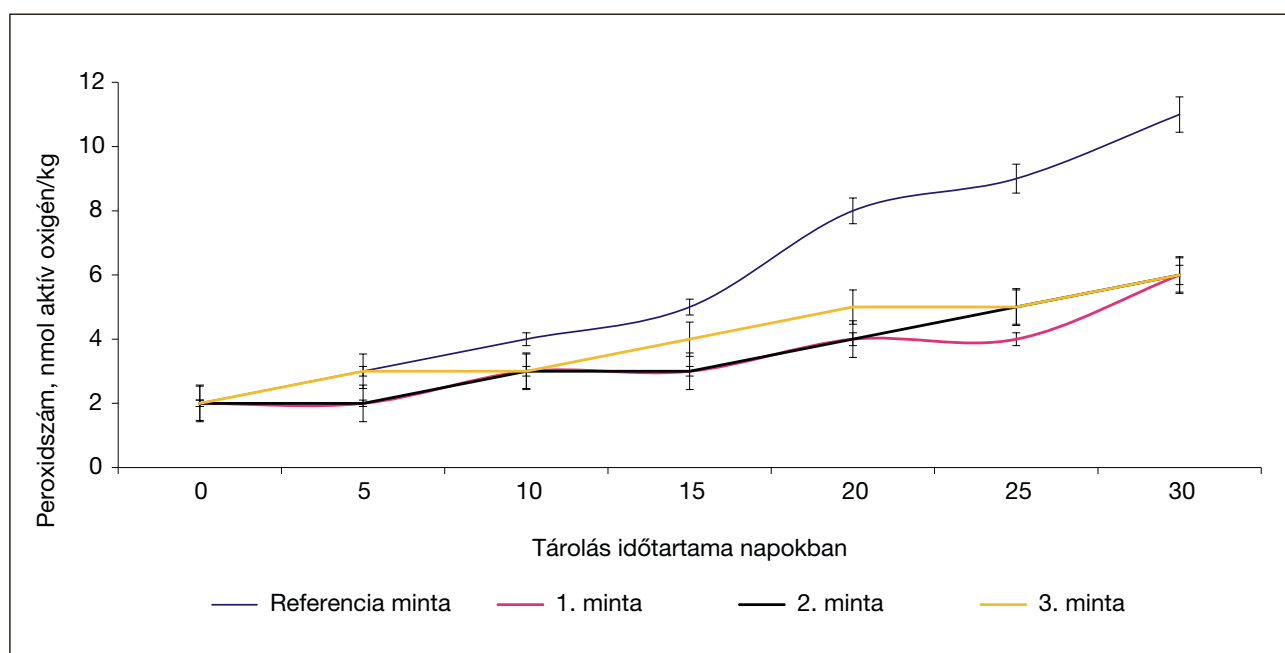
A kutatás következő szakaszában azt tanulmányoztuk, hogyan változik a majonéz szósza minősége a tárolás során.

A minták 20 °C-on történő tárolása oxidációt váltott ki anélkül, hogy megváltoztatta volna a folyamat mechanizmusát és lerontotta volna a termék kolloidális stabilitását. A majonéz szósza minták olajfázisa peroxidszámának dinamikáját a 20 °C-on történő tárolás során a **2. ábra** mutatja be.

A minták tárolás közbeni oxidációját a fénynek való kitettség okozta. Négy hétnél hosszabb tárolás esetén a referenciaminta peroxidszáma meghaladta a 11 mmol aktív oxigén/kg szintet, míg a vizsgálati minták esetében nem érte el a 6 mmol aktív oxigén/kg szintet.

A β -karotin (0,2%) alkalmazása a majonéz szószaiban jelentősen növelheti a termék oxidációs stabilitását tartósítószer hozzáadása nélkül, valamint egy növényi eredetű biológiailag aktív anyaggal gazdagítja a majonézt.

Figyelembe véve az összes vizsgálatot, arra a következtetésre jutottunk, hogy a majonéz szósza receptjében a fenyőmagolaj-pogácsából a legmegfelelőbb arányt 3%-nak találtuk.



2. ábra. A majonéz szósza-minták olajfázisa peroxidszámának változása 20 °C-on történő tárolás során

5. Következtetések

A jó emulgeáló tulajdonságokkal bíró fenyőmagolaj-pogácsa 3% mennyiségben, egy hagyományos tojáspor emulgeálószer mellett növelte a késztermék viszkozitását, biztosította a szósza sima textúráját és az emulzió magas stabilitását. A fenyőmagolaj-pogácsa használata lehetővé tette a tojástermékek mennyiségének csökkentését a szósza receptjében, és a koleszterin mennyiségének csökkentését a késztermékben. Ezenkívül a fenyőmagolaj-pogácsa alkalmazása a szósza receptjében növelte annak fehérjetartalmát. A β -karotin (0,2%) használata a majonéz szószaiban jelentősen növelheti a termék oxidációs stabilitását tartósítószer hozzáadása nélkül, és a majonézt növényi eredetű biológiailag aktív anyagokkal gazdagíthatja.

Ennek alapján a fenyőmag feldolgozásával nyert fenyőmagolaj-pogácsa egy jól használható funkcionális adalékanyagnak ígérkezik. Ez az anyag fehérje- és szénhidráttartalmának köszönhetően zsíremulziók előállításához megfelelő, beleértve a csökkentett zsírtartalmú készítményeket is, amelyekben biztosítani képes az ilyen termékek megfelelő reológiai szerkezetét.

6. Köszönetnyilvánítás

A munkát az Orosz Föderáció kormányának 211. törvénye támogatta, szerződészsám: 02.A03.21.0011.

7. Irodalom

- [1] Chung, C., Degner, B., McClements, D. J. (2014): Development of reduced-calorie foods: Microparticulated whey proteins as fat mimetics in semi-solid food emulsions. *Food Research International*, 56, pp. 136–145.
<http://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.034>.
- [2] Emadzadeh, B., Ghorani, B. (2015): *Oils and fats in texture modification*. In J. Chen, A. Rosenthal (Eds.), *Modifying food texture* pp. 99–112. Woodhead Publishing.
- [3] Cheung, I., Gomes, F., Ramsden, R., Roberts, D. G. (2002): Evaluation of fat replacers Avicel™, N Lite S™ and Simplese™ in mayonnaise. *International Journal of Consumer Studies*, 26 (1), pp. 27–33.
<http://doi.org/10.1046/j.1470-6431.2002.00207.x>.
- [4] Ma, Z., Boye, J. I. (2013): Advances in the design and production of reduced-fat and reduced-cholesterol salad dressing and mayonnaise: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 6 (3), pp. 648–670.
- [5] Sikora, M., Badrie, N., Deisingh, A. K., Kowalski, S. (2008): Sauces and Dressings: A Review of Properties and Applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48 (1), pp. 50–77.
<http://doi.org/10.1080/10408390601079934>.
- [6] Diftis, N. G., Biliaderis, C. G., Kiosseoglou, V. D. (2005): Rheological properties and stability of model salad dressing emulsions prepared with a dry-heated soybean protein isolate–dextran mixture. *Food Hydrocolloids*, 19 (6), pp. 1025–1031.
<http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2005.01.003>
- [7] Gómez-Ariza, J.L., Arias-Borrego, A., García-Barrera, T. (2006): Multielemental fractionation in pine nuts (*Pinus pinea*) from different geographic origins by size-exclusion chromatography with UV and inductively coupled plasma mass spectrometry detection. *Journal of Chromatography*, 1121 (2), pp. 191–199.
<http://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.04.025>.
- [8] GOST 31761-2012. *Mayonnaises and mayonnaise sauces. General specifications*. Moscow, 2013. pp. 1–13.
- [9] Skurikhin, I.M., Tutelyan, V.A. (1998): *A guide to the methods of analyzing food quality and safety*. Moscow, Brandes, Medicine, pp. 110–115.
- [10] Karas, R., Skvarča, M., Žlender, B. (2002): Sensory quality of standard and light mayonnaise during storage. *Food Technology and Biotechnology*, 40, pp. 119–127.
- [11] Calligaris, S., Manzocco, L., Nicolli, M. C. (2007): Modelling the temperature dependence of oxidation rate in water-in-oil emulsions stored at sub-zero temperatures. *Food Chemistry*, 101 (3), pp. 1019–1024.
<http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.056>
- [12] Cortez, R., Luna-Vital, D. A., Margulis, D., Mejia, E. G. (2017): Natural pigments: stabilization. 6th International Conference on Agriproducts processing and Farming. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 422, (20), IOP Publishing.
<http://doi:10.1088/1755-1315/422/1/012090>.
- [13] Kishk, Y. F. M., Elsheshetawy, H. E. (2013): Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics. *Annals of Agricultural Sciences*, 58 (2), pp. 213–220.
<http://doi.org/10.1016/j.aoas.2013.07.016>.
- [14] Oil industry by-products. TU catalog. Number: TU 9146-001-53163736-2006.
Name: Pine nut kernel cake. Siberian product "; 656055, Altai kr., Barnaul, st. A. Petrova, 1886.
<http://92.243.65.78/techdocs/kgs/tu/679/info/126955/>
(Hozzáférés: 2020. 06. 11.)

Research and development of production technology for mayonnaise sauce of functional purpose

Keywords: mayonnaise sauce, pine nut oil cake, protein concentrate, functional food product, β -carotene

1. SUMMARY

We studied functional properties of pine nut oil cake, used as a protein concentrate, and those of β -carotene, used as a natural antioxidant, and their effect on organoleptic, physical, chemical, and rheological properties of mayonnaise sauces. The aim of the work was to develop a functional mayonnaise sauce and to study the quality indicators of the finished product where egg powder was partially replaced with a protein concentrate, namely, pine nut oil cake.

The use of β -carotene in the sauce formula allowed not only to enhance the color of natural egg products, but also to increase the oxidation stability of the fatty phase of the sauce and to extend its shelf life. A reference sample and samples with 1%, 2%, and 3% pine nut oil cake instead of egg powder were subject to study. The dosage of 3% pine nut oil cake instead of egg powder was considered the most preferable to be introduced into the formula.

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

2. Introduction

Mayonnaise sauces, like all mayonnaise products, are among the most popular everyday consumer goods. Main components for mayonnaise sauces involve natural products with high biological value and health-promoting properties. In this regard, the development of mayonnaise product formulas can be viewed as a promising line of research [1, 2].

Hydrocolloids and protein-polysaccharide complexes, plant extracts, vitamin and mineral complexes, dietary fiber, polyunsaturated fatty acids and protein concentrates are the most valuable functional ingredients in the production of emulsion foods for particular nutritional uses. These biologically active components allow you to structure a person's diet in order to improve metabolism, immunity, nervous and endocrine systems, functioning of individual organs and body systems [3, 4].

Currently, protein concentrates are widely used in production of various sauces, pastes, dairy, and confectionery products. Such popularity of protein concentrates is due to the protein deficiency that more than 60% of people suffer from to a varying degree [5].

At the same time, every year scientists all over the world come up with new sources and methods of protein isolation to create new functional foods enriched with protein concentrates. It has been established that regular consumption of such products helps to increase body's resistance to harmful factors, strengthen immunity, and improve metabolism [6].

Pine nut oil cake, obtained by extracting oil from pine nut kernels, is a secondary raw material, but it is of great importance as an additional source of complete protein, easily digestible carbohydrates, vitamins, and minerals. With the right choice of the method of its extraction and purification, it is possible to obtain a protein-rich concentrate that can be added to various foods in order to give them functional properties.

The composition of the protein of pine nut oil cake is determined by the composition of the protein of the kernels of pine nuts.

The content of essential amino acids in the protein composition of pine nut kernels ranges from 36 to 40%.

The content of some individual essential amino acids in pine nut protein is specific, which is characteristic of all types of plant materials. It should be noted that in terms of amino acid composition, namely, the content of phenylalanine, tyrosine, histidine, tryptophan, arginine, pine nut oil cake protein is as good as the protein of the major grain and oilseed crops. It is close to dairy protein in terms of tryptophan content, surpassing it in terms of arginine and histidine content.

The composition of the lipid fraction of pine nut oil cake is characterized by a quantitative predominance of polyunsaturated fatty acids – linoleic and γ -linolenic –, belonging to the ω -6 family.

The vitamin and mineral value of pine nut oil cake depends both on the initial chemical composition of the processed nut and on the residual oil content in the oil cake after pressing.

Pine nut oil cake has a high content of tocopherols (11.8 mg/100 g of product), thiamine (0.6 mg/100 g of product), and riboflavin (1.83 mg/100 g of product).

Pine nut oil cake is a concentrate of biologically valuable food substances like proteins, lipids, carbohydrates [7].

3. Materials and methods

The following was used as the material for research:

- ground cake of pine nut kernels, produced in accordance with TU 9146-001-53163736-06 (by “Siberian Product”, supplied by “Altai Dar LLC”, Altai Territory, Barnaul, Russia) [14];
- Beta-carotene 30% os, plant-based, liquid, oil-soluble (by “NATEC”, Moscow);
- reference and test samples of mayonnaise sauces.

Organoleptic characteristics of mayonnaises and mayonnaise sauces must comply with the requirements of GOST 31761-2012 “Mayonnaises and mayonnaise sauces. General specifications” [8]. Testing of organoleptic characteristics was carried out at (20 ± 2) °C after at least 12 hours after production.

Organoleptic indicators were determined in the following sequence: texture, appearance, colour, smell, taste.

The mass fraction of protein was determined by the Kjeldahl titration method.

The stability of the emulsion was determined by centrifugation.

The intact emulsion stability was determined by centrifuging the emulsion for 5 minutes at 1500 rpm.

The dynamic viscosity of the samples was determined using “Reostat-2” rotational viscometer (Germany) at 20 °C.

The degree of oxidative deterioration was determined by the peroxide number of the oil phase using the iodometric method and calculating the degree of oxidative deterioration of the product [9-11].

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

4. Results and Discussion

Mayonnaise sauce is a finely dispersed emulsion product with a fat content of not less than 15%, produced from refined deodorized oil, water, with or without dairy by-products, food additives and other food ingredients (GOST 31761-2012 “Mayonnaises and mayonnaise sauces. General specifications”) [8].

The ingredients of the obtained mayonnaise sauce included refined deodorized cooking oil, egg powder, mustard flour, granulated sugar, table salt, 80% acetic acid, as well as a protein concentrate made of pine nut oil cake, natural β -carotene and water. Introducing β -carotene to the formula of the mayonnaise sauce increased the stability of its fatty phase to oxidation and extended its shelf life [12].

The production technology of the functional mayonnaise sauce was based on the “classic” mayonnaise sauce production technology.

The specified amount of water of 35–40 °C (not taking into account the water used to prepare the acetic acid solution) was poured into the mixer with a steam-water jacket. The mixer was turned on, and dry components – granulated sugar, salt, pine nut oil cake – were heated and added to the mixer. The mass was mixed intensively at 70-80 rpm and heated to 80-85 °C for 25-30 minutes. Then, the resulting suspension was cooled to 35-40 °C, egg powder and mustard flour were added, after which the emulsion was heated to 55-60 °C during 15-20 minutes.

After heating, the emulsion was again cooled to 25-30 °C, the number of revolutions was reduced to 30-40 rpm, and oil with pre-dissolved β -carotene was introduced. Following that, after adding acetic acid solution into the sauce, it was subject to stirring for another 3-5 minutes and subsequently homogenized at a pressure of 0.9-2.5 MPa.

The use of pine nut oil cake made it possible to reduce the content of egg products in the sauce formula, to lower the cholesterol, and to increase the protein content in the finished product.

The use of β -carotene in the sauce formula enhanced the color of natural egg products.

The use of pine nut oil cake not only simplified the mayonnaise sauce production process, but also allowed to obtain a colloidal system consisting of finely dispersed particles of cell walls. Intensive mixing ensured a complete interaction of proteins, fats and carbohydrates with other components, which facilitated emulsion stability, as finely dispersed cell walls of pine nut oil cake formed a solid three-dimensional structure, enhancing the emulsifying and stabilizing effect.

Reducing the mass fraction of egg powder in the formula to less than 1% made it difficult to obtain a stable emulsion, which led to a decrease in the viscosity of the finished product. The consistency of the finished product became watery, its organoleptic characteristics were low [13]. Therefore, we chose 1%, 2% and 3% dosages of pine nut oil cake to be introduced instead of egg powder.

Formulas of mayonnaise sauces are given in **Table 1**.

Test samples of mayonnaise sauces with pine nut oil cake were tested for organoleptic characteristics (**Table 2**).

The appearance of mayonnaise sauces is shown in **Figure 1**.

Physical and chemical indicators are given in **Table 3**.

The use of pine nut oil cake increased the overall protein content in the finished product. Pine nut oil cake is an effective emulsifier, and in combination with a conventional emulsifier – egg powder – ensured a good, smooth consistency of the sauce and high stability of the emulsion. It allowed to obtain a finished product with a viscosity that meets consumer requirements for compatibility with other ingredients of a dish or food systems.

Table 1. Formulas of Mayonnaise Sauces

Component	Content, %			
	Reference Sample	Sample No.1	Sample No.2	Sample No.3
Refined deodorized oil	45	44	43	42
Egg powder	4,0	3,0	2,0	1,0
Mustard flour	0,4	0,4	0,4	0,4
Granulated sugar	1,3	1,3	1,3	1,3
Salt	1,2	1,2	1,2	1,2
80 % acetic acid	0,5	0,5	0,5	0,5
Pine nut oil cake	-	1,0	2,0	3,0
β-carotene	-	0,2	0,2	0,2
Water	47,6	48,4	49,4	50,4

Table 2. Organoleptic Characteristics of Mayonnaise Sauces

Characteristics	Reference Sample	Sample No.1	Sample No.2	Sample No.3
Texture	Creamy			Creamy, a little watery
Appearance	Homogeneous, without layering			
Colour	White, homogeneous	White, slightly yellowish, characteristic of natural egg products, uniform throughout the mass		
Smell	Typical of the product	Typical of the product, with the smell of pine nut oil cake		
Taste	Slightly spicy, sour	Slightly spicy, sour, with the smell of pine nut oil cake		

Table 3. Physical and Chemical Indicators of Mayonnaise Sauces

Indicator	Reference Sample	Sample No.1	Sample No.2	Sample No.3
Mass fraction of protein, %	2.13±0.03	2.59±0.07	3.02±0.08	3.64±0.05
Emulsion stability, %	83	91	92	91
Intact emulsion stability, %	94	95	95	93
Dynamic viscosity at 20 °C, Pa·s	13	14	16	16



Figure 1. The appearance of mayonnaise sauces

In the next stage of research we studied how the quality of the mayonnaise sauce changed during storage.

Storing the samples at 20 °C provoked the oxidation without changing the mechanism of the process and violating the colloidal stability of the product. The dynamics of the peroxide number of the oil phase of mayonnaise sauce samples during the storage at 20 °C is shown in **Figure 2**.

The oxidation of the samples during storage was caused by exposure to light. When stored for more than four weeks, the peroxide number of the reference sample exceeded the level of 11 mmol of active oxygen/kg, and as for the test samples, it did not reach the level of 6 mmol of active oxygen/kg.

The use of β -carotene (0.2%) in the mayonnaise sauce can significantly increase the oxidation stability of the product without adding a preservative, as well as enrich the mayonnaise with biologically active substances of plant origin.

Based on all types of studies, it can be concluded that 3% was the most preferable dosage of pine nut oil cake in the formula of the mayonnaise sauce.

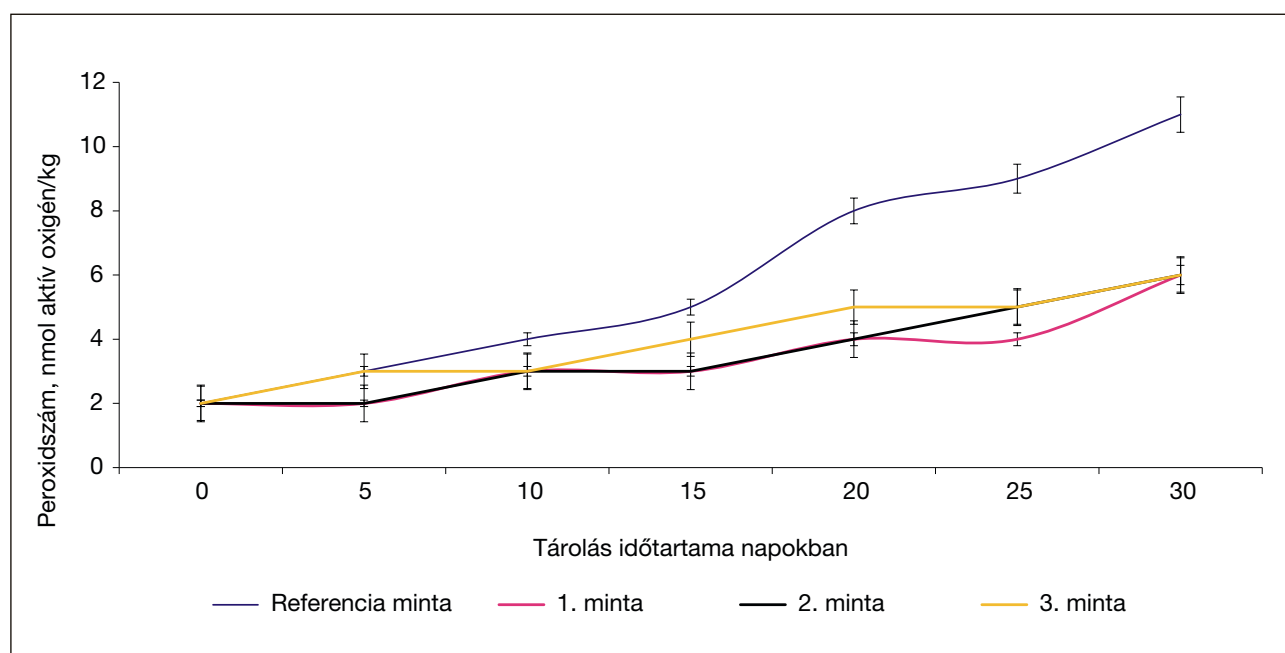


Figure 2. Dynamics of Peroxide Number of Oil Phase of Mayonnaise Sauce Samples during Storage at 20 °C

5. Conclusions

Using pine nut oil cake, which possesses good emulsifying properties, in the amount of 3%, alongside a conventional egg powder emulsifier, increased the viscosity of the finished product, ensured a smooth texture of the sauce and high stability of the emulsion. The use of pine nut oil cake made it possible to reduce the content of egg products in the sauce formula and lower the amount of cholesterol in the finished product. Besides, the introduction of pine nut oil cake to the sauce formula increased its protein content. The use of β -carotene (0.2%) in the mayonnaise sauce can significantly increase the oxidation stability of the product without adding a preservative and enrich the mayonnaise with biologically active substances of plant origin.

Thus, pine nut oil cake obtained by processing kernels of pine nuts is a promising functional additive. This material is a suitable to produce fat emulsions, including the reduced fat content products, due to the protein and carbohydrate content of oil cake, thus can provide the necessary rheological structure for low-fat products too.

6. Acknowledgement

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

7. References

- [1] Chung, C., Degner, B., McClements, D. J. (2014): Development of reduced-calorie foods: Microparticulated whey proteins as fat mimetics in semi-solid food emulsions. *Food Research International*, 56, pp. 136–145.
<http://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.034>.
- [2] Emadzadeh, B., Ghorani, B. (2015): *Oils and fats in texture modification*. In J. Chen, A. Rosenthal (Eds.), *Modifying food texture* (pp. 99–112). Woodhead Publishing.
- [3] Cheung, I., Gomes, F., Ramsden, R., Roberts, D. G. (2002): Evaluation of fat replacers Avicel™, N Lite S™ and Simplese™ in mayonnaise. *International Journal of Consumer Studies*, 26 (1), pp. 27–33.
<http://doi.org/10.1046/j.1470-6431.2002.00207.x>.
- [4] Ma, Z., Boye, J. I. (2013): Advances in the design and production of reduced-fat and reduced-cholesterol salad dressing and mayonnaise: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 6 (3), pp. 648–670.
- [5] Sikora, M., Badrie, N., Deisingh, A. K., Kowalski, S. (2008): Sauces and Dressings: A Review of Properties and Applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48 (1), pp. 50–77.
<http://doi.org/10.1080/10408390601079934>.
- [6] Diftis, N. G., Biliaderis, C. G., Kiosseoglou, V. D. (2005): Rheological properties and stability of model salad dressing emulsions prepared with a dry-heated soybean protein isolate–dextran mixture. *Food Hydrocolloids*, 19 (6), pp. 1025–1031.
<http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2005.01.003>
- [7] Gómez-Ariza, J.L., Arias-Borrego, A., García-Barrera, T. (2006): Multielemental fractionation in pine nuts (*Pinus pinea*) from different geographic origins by size-exclusion chromatography with UV and inductively coupled plasma mass spectrometry detection. *Journal of Chromatography*, 1121 (2), pp. 191–199.
<http://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.04.025>.
- [8] GOST 31761-2012. *Mayonnaises and mayonnaise sauces. General specifications*. Moscow, 2013. pp. 1–13.
- [9] Skurikhin, I.M., Tutelyan, V.A. (1998): *A guide to the methods of analyzing food quality and safety*. Moscow, Brandes, Medicine, pp. 110–115.
- [10] Karas, R., Skvarča, M., Žlender, B. (2002): Sensory quality of standard and light mayonnaise during storage. *Food Technology and Biotechnology*, 40, pp. 119–127.
- [11] Calligaris, S., Manzocco, L., Nicoli, M. C. (2007): Modelling the temperature dependence of oxidation rate in water-in-oil emulsions stored at sub-zero temperatures. *Food Chemistry*, 101 (3), pp. 1019–1024.
<http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.056>
- [12] Cortez, R., Luna-Vital, D. A., Margulis, D., Mejia, E. G. (2017): Natural pigments: stabilization. 6th International Conference on Agriproducts processing and Farming. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 422, (20), IOP Publishing.
<http://doi:10.1088/1755-1315/422/1/012090>.
- [13] Kishk, Y. F. M., Elsheshetawy, H. E. (2013): Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics. *Annals of Agricultural Sciences*, 58 (2), pp. 213–220.
<http://doi.org/10.1016/j.aoas.2013.07.016>.
- [14] Oil industry by-products. TU catalog. Number: TU 9146-001-53163736-2006.
Name: Pine nut kernel cake. Siberian product "; 656055, Altai kr., Barnaul, st. A. Petrova, 1886.
<http://92.243.65.78/techdocs/kgs/tu/679/info/126955/>
(Acquired: 11.06.2020.)

A sörtörköly, mint söripari melléktermék sütőiparban történő alkalmazása

Kulcsszavak: sörtörköly, inaktív maláta, melléktermék, fenntarthatóság, rost

1. ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszeripari melléktermékek hasznosítása napjaink egyik fontos környezetvédelmi és gazdasági feladata. Az élelmiszeripari termelés során keletkező melléktermékeket jellemzően takarmányozási célokra hasznosítják, de ezek az anyagok számos esetben az emberi élelmiszerek gyártása során is hasznosíthatók lehetnek. A sörgyártás során visszamaradt törköly kedvező beltartalmi paraméterekkel rendelkező, alacsony cukor-, magas rost- és fehérjetartalmú melléktermék. Kísérleteink irányvonala a sörtörköly élelmiszeriparba történő visszavezetése, az innováció és fenntartható fejlődés szem előtt tartásával, a Magyar Élelmiszerkönyvben megfogalmazott és szabályozott, közforgalomban kapható sütőipari (sós tallér/ostya) termékekben való hasznosíthatósága volt. A sörtörköly növényi fehérjéből és rostokból áll (inaktív maláta), amely sütőipari termékek készítésénél az összetételi jellemzők javulását eredményezheti. Kutatásunk során sörtörkölyvel dúsított tallérokat készítettünk, amelyek kedvező paraméterei közül kiemelendő a magas élelmirost-tartalom, amely hozzájárulhat a fogyasztók egészségtudatos táplálkozásának megvalósításához. Az élelmirostban gazdag táplálkozás, megfelelő mennyiségű testmozgással kombinálva csökkentheti egyes betegségek (pl. daganatos, szív- és érrendszeri megbetegedések) kialakulásának kockázatát.

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

² Debreceni Egyetem Táplálkozás- és Élelmiszertudományi Doktori Iskola

2. Bevezetés

A sörtörköly a sörgyártás technológiája során visszamaradt melléktermék (**1. ábra**), amelyet általában takarmányozási célra hasznosítanak, viszont sok esetben hulladék formájában szállítják el az üzemek területéről. Kísérleteinkkel arra kerestük a választ, hogy a sörtörköly visszavezethető-e az élelmiszeriparba, illetve az azzal történő dúsítás bizonyítottan kedvező irányban befolyásolja-e a búzalisztből készített tallérok beltartalmi jellemzőit.



1. ábra. Sörtörköly

3. Söripari melléktermékek

A söripar különböző gabonanövényeket használ maláta előállítására. Fő keményítőforrásként a már megszokott és legtöbb esetben alkalmazott árpán (*Hordeum vulgare* L.) és búzán (*Triticum aestivum* L.) kívül egyre több esetben használt gabonanövények: a kukorica (*Zea mays* L.), a rizs (*Oryza sativa* L.), a zab (*Avena sativa* L.), a köles (*Panicum miliaceum* L.), a rozs (*Secale cereale* L.), a cirok (*Sorghum bicolor* L.), a tönköly (*Triticum spelta* L.), a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), a hajdina (*Fagopyrum esculentum* Moench) és az amarántfélék (*Amaranthaceae*) [2, 4, 36, 37, 39].

A különböző receptúrákban megcélzott érzékszervi és kémiai tulajdonságok elérése érdekében gyakori a különböző malátakeverékek használata, amely nem csak a végtermék, a sör tulajdonságait befolyásolja, hanem ezzel egyidejűleg a melléktermékekre is hatással van [5, 26, 29].

A sörgyártás folyamatában a cefrőzés során, a malátából és pótanyagokból történő maximális extrakttartalom kinyerése a cél. A cefreszűrést követően visszamaradó mellékterméket nevezzük sörtörkölynek, más néven inaktív malátának [3, 10, 38, 40].

A sörtörköly a sörgyártás folyamata során keletkező melléktermékek mintegy 85%-át teszi ki [25, 34]. Egyes tanulmányok szerint a sörtörköly hulladékként való elhelyezése környezeti szempontból aggályos lehet, ezért foglalkoznak a sörtörköly egyik lehetséges felhasználási formájával, akva-takarmányokban történő alkalmazásával. Halak etetésére szánt takarmányként 50%-os arányban, potenciális fehérjeforrásként hatékonyan helyettesíthetik a szójalisztet [8, 12, 13].

További söripari melléktermékek: malátacsíra, forró seprő, sörélesztő, egyéb gázok, például széndioxid felszabadulása [11, 33, 35].

3.1. A sörtörköly beltartalmi paraméterei

A sörtörköly értékes tápanyagforrás. Az 1000 g szárazanyagban található átlagos tápértékekre vonatkozó adatokat az **1. táblázat** szemlélteti. Hasznos fehérje- és rostforrás, vitaminokban – főként B₁-, B₂- B₆- vitaminokban – és ásványi anyagokban, főként kalciumban, foszforban, magnéziumban, káliumban és nátriumban gazdag [1].

1. táblázat. Sörtörköly kémiai jellemzői [1]

Tápanyagösszetétel	1000 g szárazanyagban	%-os mennyiség
Fehérje	233 g	2,33
Emészthető fehérje	225 g	2,25
Zsír	71 g	0,71
Hamu	46 g	0,46
Rost	195 g	1,95
Keményítő	45 g	0,45
Kalcium (Ca)	4 g	0,04
Foszfor (P)	6,2 g	0,062
Magnézium (Mg)	1,7 g	0,017
Nátrium (Na)	0,18 g	0,0018
Kálium (K)	0,47 g	0,0047
Methionin	4,4 g	0,044
Lysin	9,7 g	0,097
Linolsav	24 g	0,24
K Vitamin	4,5 mg/kg	n.i.
B1 Vitamin	25 mg/kg	n.i.
B2 Vitamin	25 mg/kg	n.i.
B6 Vitamin	9 mg/kg	n.i.
Karotin	17 mg/kg	n.i.

3.2. Sütőipari termékek dúsítási lehetősége sörtörkölyvel

A sütőipari termékek előírásai a Magyar Élelmiszerkönyv (MÉ) 1-3/16-1 számú előírásában találhatók [17]. A MÉ meghatározása szerint dúsított élelmiszernek nevezzük azokat a termékeket, amelyek egy vagy több, kiegészítő jellegű élelmiszer-komponensből jelentős mennyiséget tartalmaznak. Ezeket a termékeket nem feltétlenül általános fogyasztásra fejlesztik ki, hanem egy adott célcsoportot céloznak meg [7, 32]. A sütőipari termékek téstájához adagolt sörtörköly esetében is beszélhetünk dúsításról, hiszen szárítást és aprítást/darálást követően a törköly liszt formájában akár sütőipari termékekben is felhasználható.

A szakirodalom szerint a sörtörköly egyik legcélszerűbb hasznosítása a komposztálás, de az élelmiszerek gyártásánál, például kenyérsütésnél 5-10%-os arányban akár dúsítóanyagként is alkalmazható [40]. A sörtörköly nagyobb arányú adagolása esetén a kenyér bélzete ragadós lehet [15]. A dúsítás eredményeként a késztermék élelmirost-tartalma emelkedik. Az élelmi rost előnyös hatást fejt ki mind a gyomor-, a vékonybél- és a vastagbél működésére [14, 41]. Irodalmi adatok szerint a magyar lakosság diétásrost fogyasztása az ajánlott napi 30-35 grammal szemben mindössze 20-25 grammra tehető. A sörtörkölyvel való dúsítás a rostbevitel emelésén túl, a fehérjebevitel mértékét is növelné [9, 28, 30]. Az inaktív formájú árpamalátát könnyű emészthetősége miatt kisgyermekeknek készült termékekben is sok esetben felhasználgák, illetve forrázata emésztést serkentő hatású [27, 31].

4. Anyag és módszer

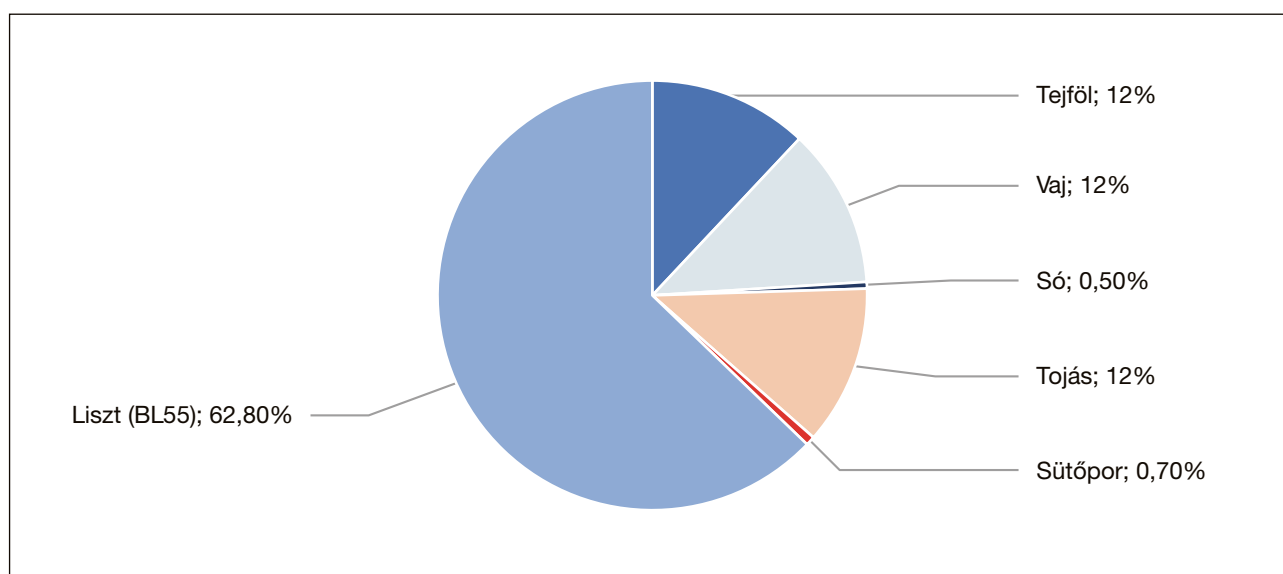
4.1. Sörtörkölyvel dúsított termékek előállítása

Vizsgálataink során a kontroll tallér-receptünket a Magyar Élelmiszerkönyvben meghatározottak szerint állítottuk össze [17]. A dúsított termékek esetében, a liszt tömegéhez viszonyítva különböző koncentrációban használtunk világos (árpa) és sötét (Chateau black festő, csokoládé színre és feketére pörkölt árpa maláta 1:1:1 arányú keveréke) malátákat. A tallérokat mind a két malátával külön-külön 10%-os, 25%-os és

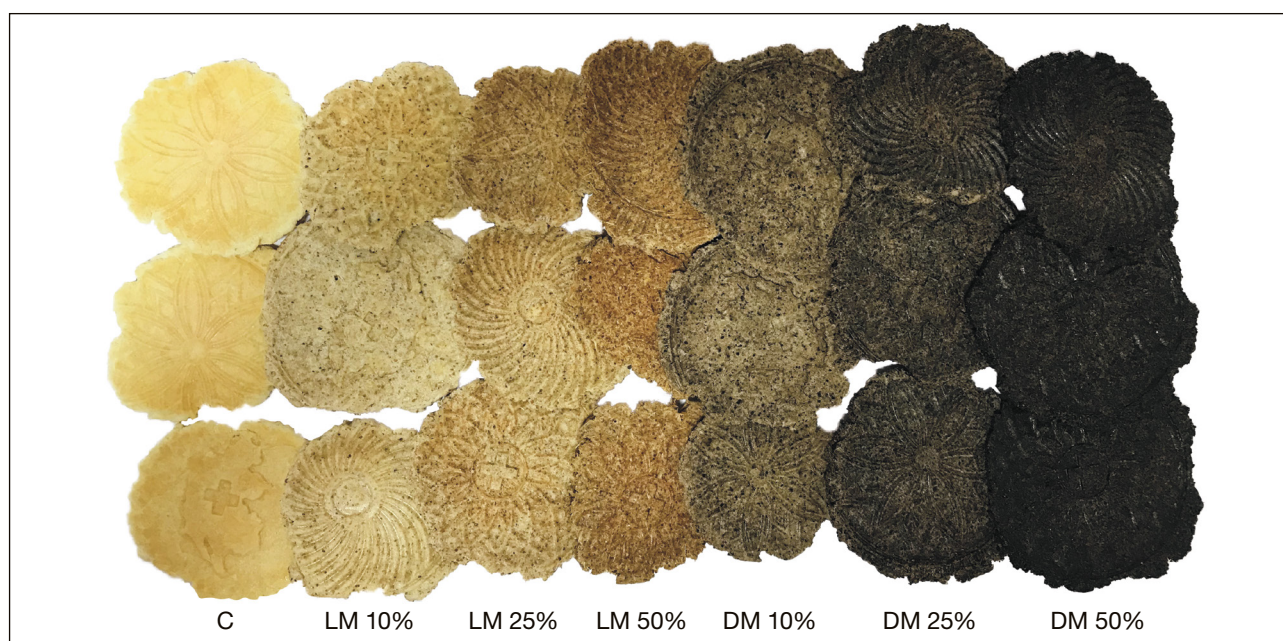
50%-os dúsítással készítettük el. A receptúrában szereplő összetevőkből **(2. ábra)** megfelelő keverést követően készítettük el a tallér tésztáját, majd a tésztából 4-5 cm átmérőjű golyókat formáztunk, és elektromos tallér sütőt használva 45 másodperc alatt, 150 °C-on sütöttük készre a termékeket **(3. ábra)**.

Az elkészült minták elnevezései és rövidítései:

- C: Kontroll maláta (control malt)
- LM 10%: Világos maláta (light malt) 10%-os dúsítás
- LM 25%: Világos maláta (light malt) 25%-os dúsítás
- LM 50%: Világos maláta (light malt) 50%-os dúsítás
- DM 10%: Sötét maláta (dark malt) 10%-os dúsítás
- DM 25%: Sötét maláta (dark malt) 25%-os dúsítás
- DM 50%: Sötét maláta (dark malt) 50%-os dúsítás



2. ábra. A tallérok összetevői



3. ábra. A készre sült tallérok

4.2. Sörtörkölyvel dúsított tallérok kémiai jellemzői

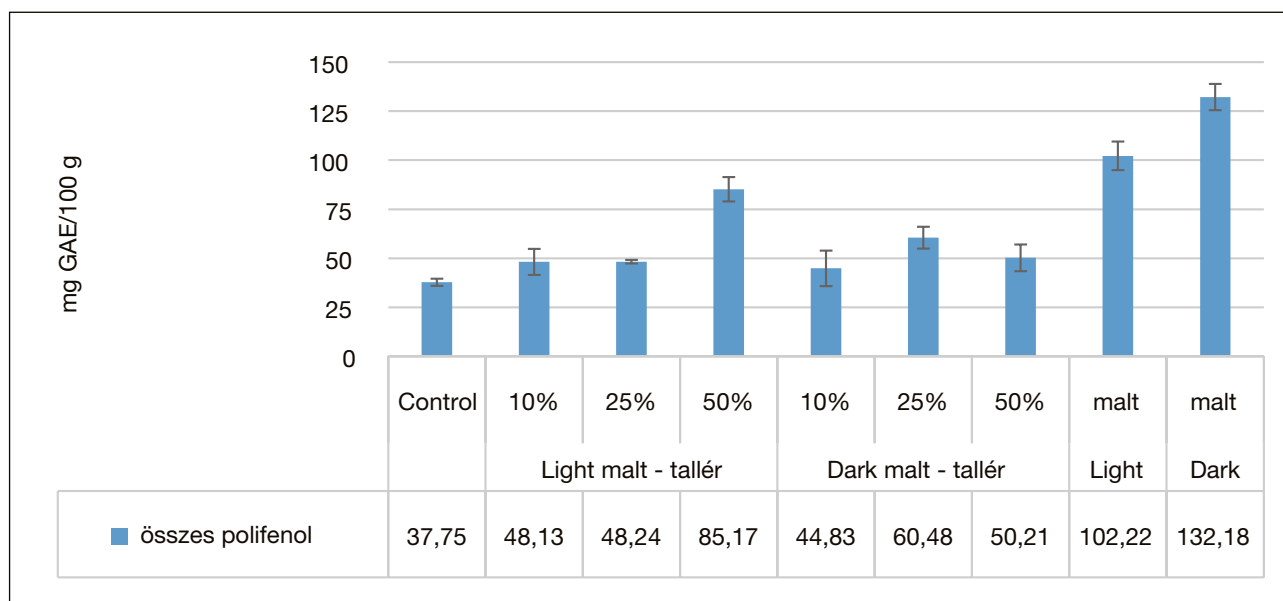
A laboratóriumi méréseinket háromszori ismétlésben végeztük a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Élelmiszertechnológiai Intézet és az Élelmiszertudományi Intézet laboratóriumaiban. A vizsgálatok szabványok, módszerek szerint történtek (**2. táblázat**).

2. táblázat. Módszerek és meghatározási módok

Összes polifenol-tartalom meghatározása [6]	Folin-Ciocalteu reagenssel
Flavonoid-tartalom meghatározása [6]	Catechin reagenssel
Szárazanyag-tartalom, nedvességtartalom meghatározása [22]	Száritószekevény segítségével (MSZ 20501-1:2007 2. fejezet)
Nyersfehérje-tartalom meghatározása [19]	Kjeldahl módszerrel (MSZ 20501-1:2007 7.)
Zsírtartalom meghatározása [24]	Soxhlet extraktorral (MSZ 20501-1:2007 4.1.)
Szénhidrát tartalom meghatározása [16, 23]	Számítással
Élelmi rost meghatározása [18]	(MÉ 3-2-2008/1. sz. irányelv)
Konyhasó tartalom meghatározás [20]	(MSZ 20501-1:2007 3.2. szakasz)
Energia tartalom meghatározása [42]	Számítással (1169/2011/EU rendelet)
Organoleptikus elemzés [21]	Kérdőív, kóstoltatás (MSZ 20501-2:2018)

4.2.1. Összes polifenol tartalom

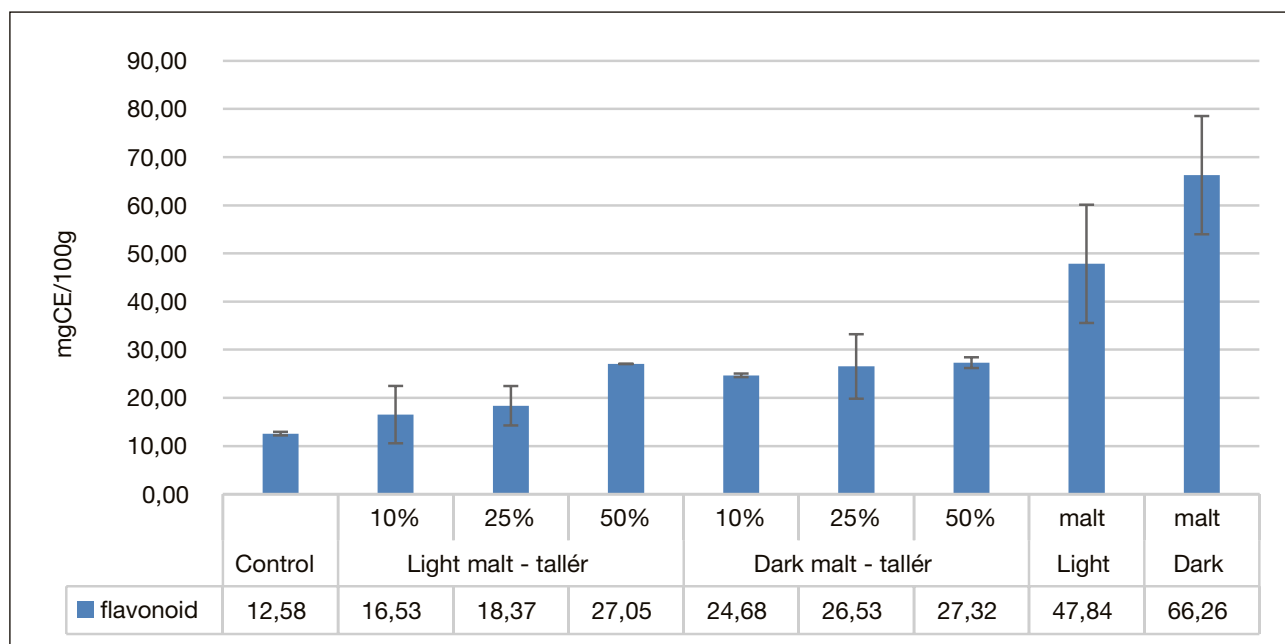
A sörtörkölyvel dúsított tallérok összes polifenol-tartalmát tekintve a kontroll mintához viszonyítva minden esetben magasabb értékeket jegyezhetünk fel (**4. ábra**). Legmagasabb összes polifenol tartalommal a világos malátával 50%-os koncentrációban dúsított (LM 50%) tallér rendelkezett 85,17 mg GAE/100 g. A vizsgálatot az alapanyagok közül a világos és sötét malátákra is elvégeztük. A sötét maláta magasabb összes polifenol tartalommal rendelkezett (132,18 mg GAE/100 g), mint a világos maláta (102,22 mg GAE/100 g).



4. ábra. A sörtörkölyvel dúsított tallérok összes polifenol tartalma (mg GAE/100 g)

4.2.2. Flavonoid tartalom

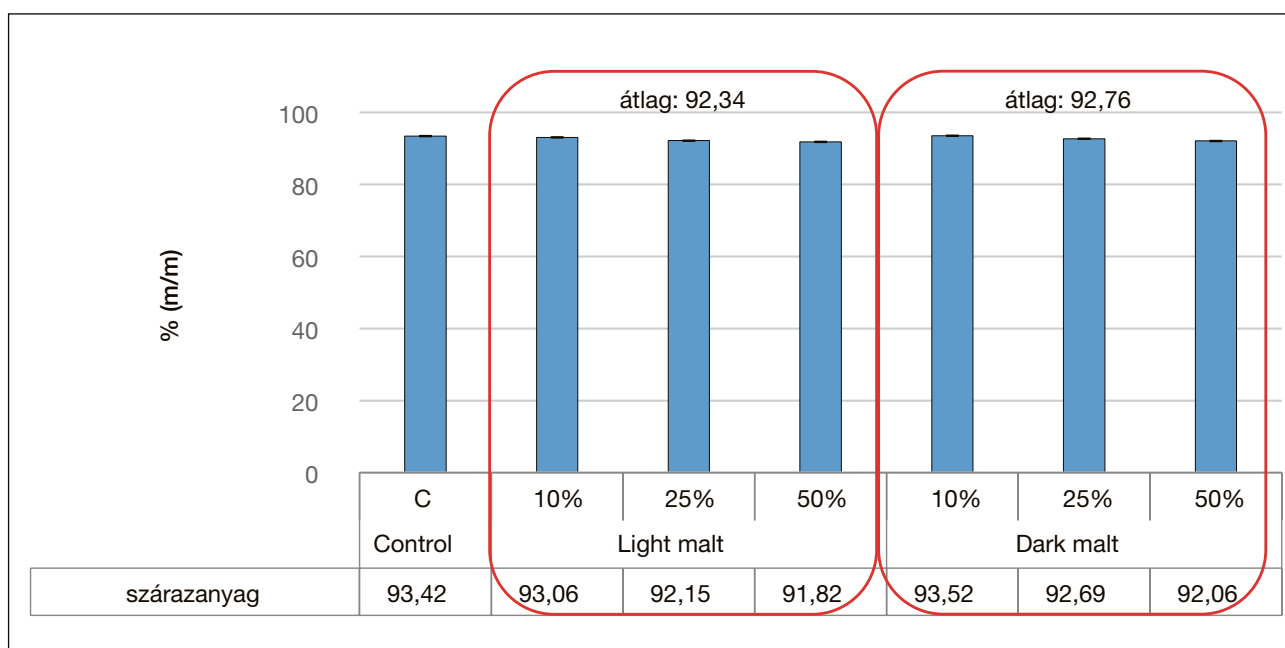
A tallérok flavonoid tartalmát illetően megállapítottuk, hogy a sörtörkölyös dúsítás a flavonoid tartalom növekedését eredményezte. A kontroll mintához képest, ebben az esetben is magasabb értékeket figyeltünk meg (**5. ábra**). Az DM 50%-os kódú sörtörkölyvel dúsított tallér rendelkezett a legmagasabb flavonoid tartalommal, amelynek értéke 27,32 mg CE/100 g volt.



5. ábra. A sörtörkölyvel dúsított tallérok flavonoid tartalma (mgCE/100 g)

4.2.3. Szárazanyag- tartalom, nedvességtartalom

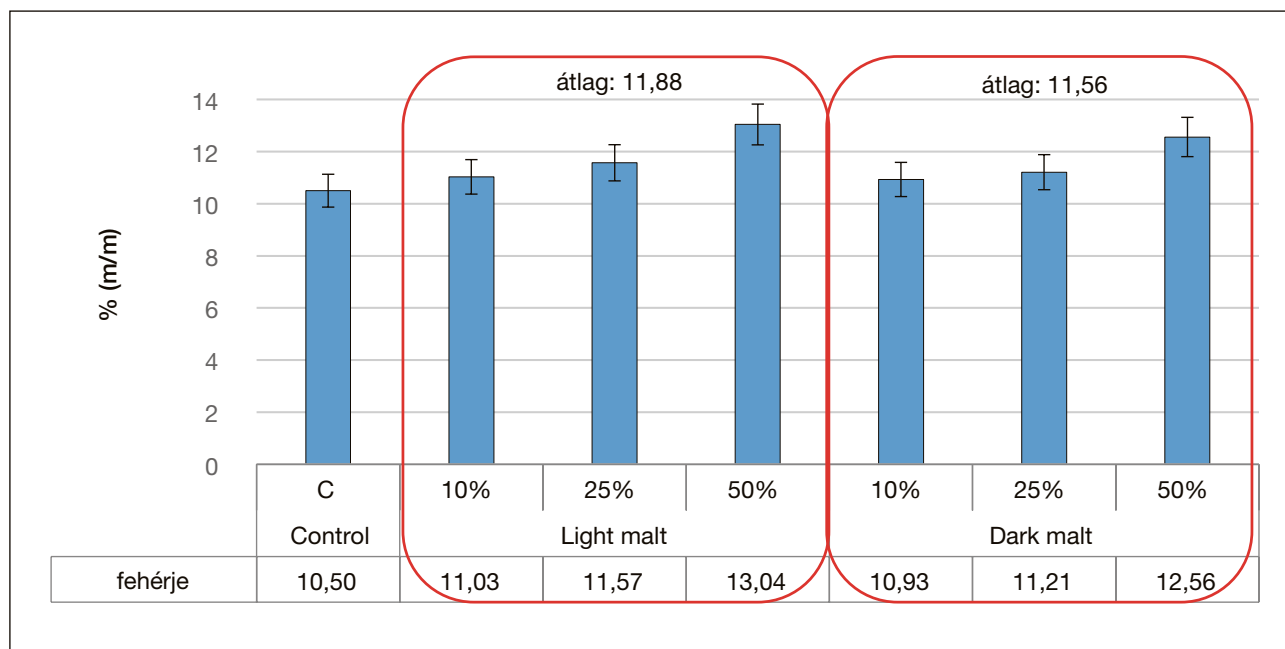
A szárazanyag tartalom esetében (**6. ábra**) a kontroll mintához képest egyedül a DM 10%-os kódú tallér ért el magasabb értéket, 93,52%-ot. Úgy találtuk, hogy a világos és sötét malátából készült minták esetében azok a termékeink rendelkeztek nagyobb szárazanyag-tartalommal, amelyeket kisebb mennyiségű sörtörkölyvel dúsítottuk. A szárazanyag-tartalmak átlagát tekintve mindössze néhány tizedszázalék eltéréssel a sötét malátákban mértünk magasabb értékeket, de ez az eltérés nem bizonyult szignifikáns különbségnek.



6. ábra. A sörtörkölyvel dúsított tallérok szárazanyag tartalma %

4.2.4. Nyersfehérje-tartalom

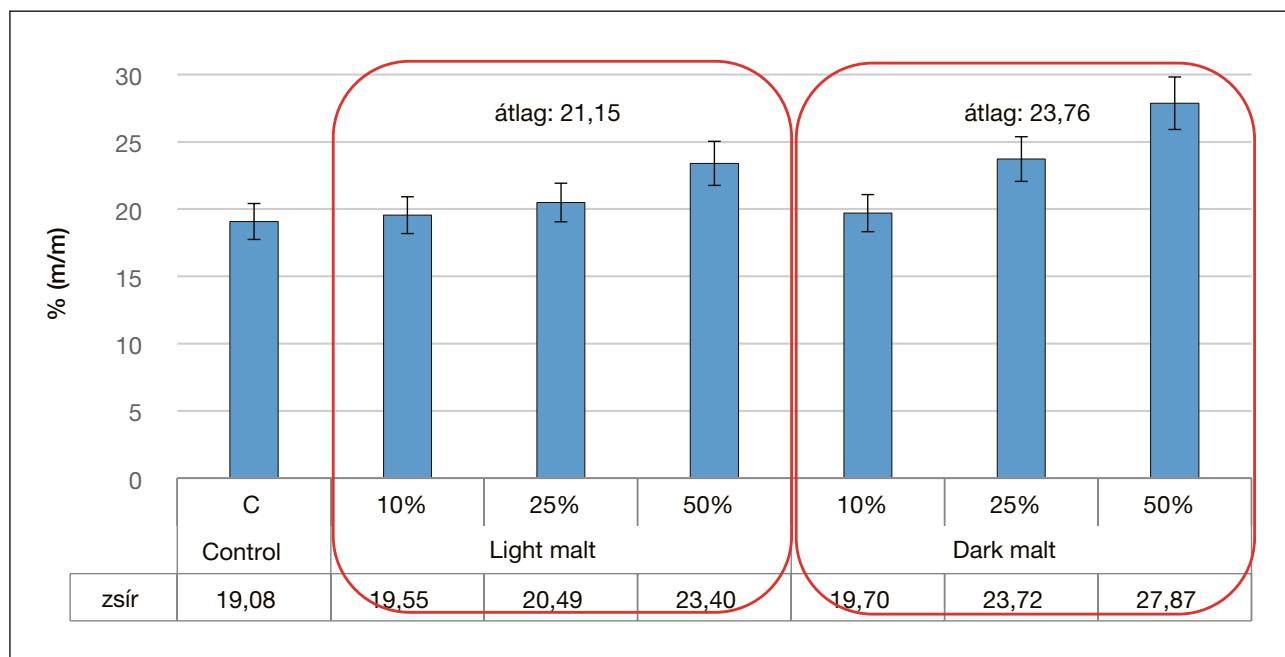
A fehérje tartalmat tekintve (**7. ábra**) a kontroll mintához viszonyítva minden dúsított termékünk esetében magasabb értékeket kaptunk. Legmagasabb fehérjetartalommal az LM 50%-os kódú tallér rendelkezett (13,04%). A világos malátával dúsított termékek magasabb átlag fehérjetartalmat mutattak, 11,88%, mint a sötét malátával dúsított tallérok átlaga (11,56%).



7. ábra. A sörtörkölyvel dúsított tallérok fehérjetartalma %

4.2.5. Zsírtartalom

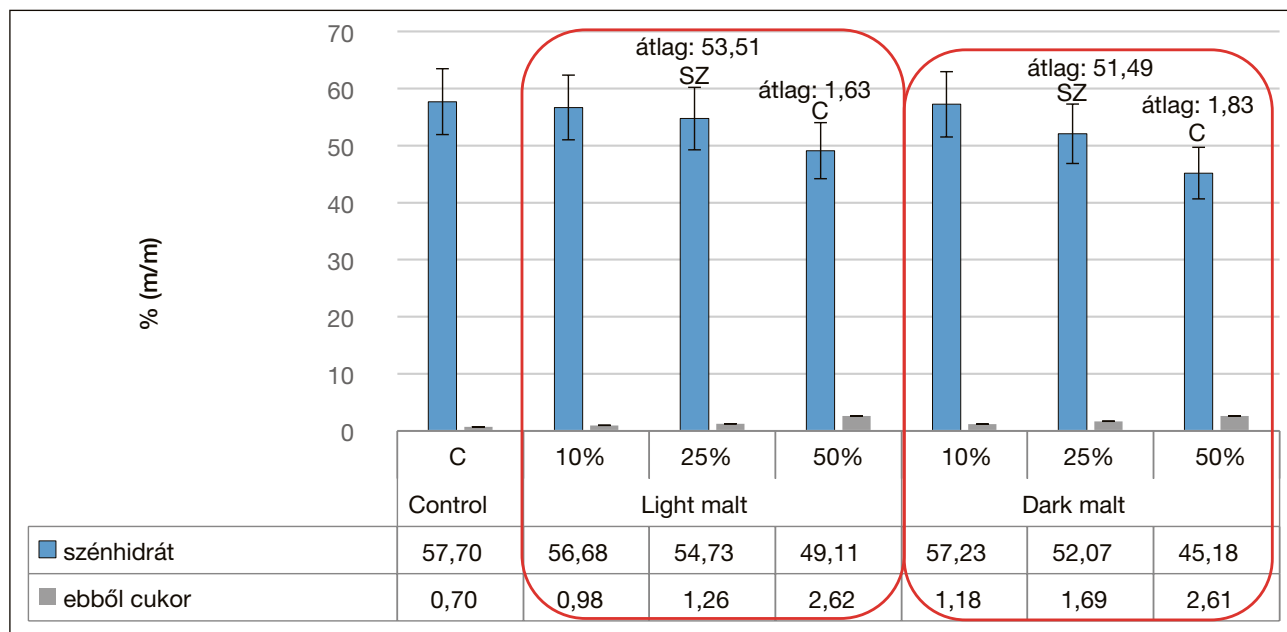
A zsírtartalom vizsgálata során a kontrollminta értékeihez képest minden esetben magasabb értékeket mértünk. A dúsítási koncentráció növelésével a tallérok zsírtartalma is növekedett, úgy a világos malátákkal, mint a sötét malátákkal dúsított minták esetében (**8. ábra**). A világos maláták különböző dúsítású értékeinek átlaga 21,15% míg sötét malátáknál ez az érték 23,76% volt. Minden sötét malátával dúsított termék esetében magasabb zsírtartalmat mértünk a világos dúsítású malátákkal szemben (LM 10% - 19,55%; LM 25% - 20,49%; LM 50% - 23,4% illetve DM 10% - 19,7%; DM 25% - 23,72%; DM 50% - 27,87%).



8. ábra. A sörtörkölyvel dúsított tallérok zsírtartalma % (m/m)

4.2.6. Szénhidráttartalom

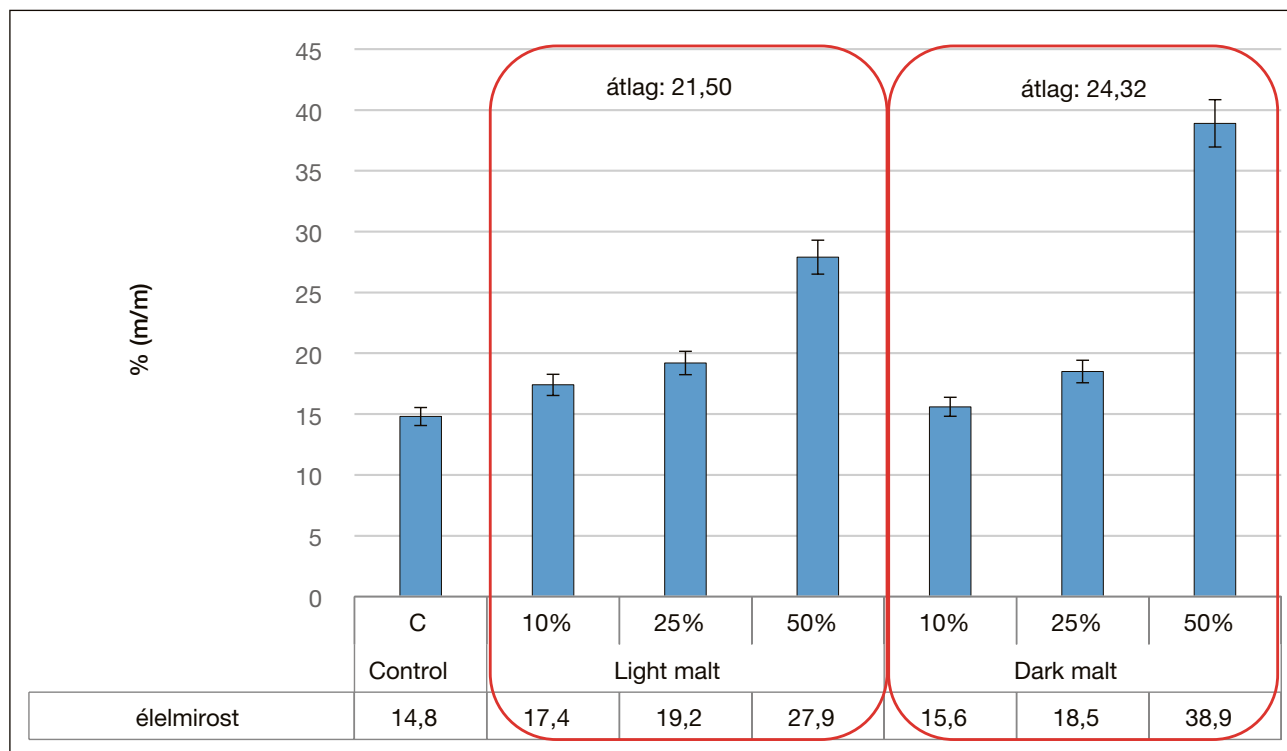
Az összes szénhidráttartalom adatai közül (9. ábra) a legmagasabb értéket 57,7%-kal a kontroll tallér érte el, amelyből a cukor 0,7%-ot tett ki. Ez a jellemző a DM 10%-os kódú mintánál 57,23%-nak adódott. A szénhidráttartalom a világos és sötét malátánál egyaránt a dúsítás arányával csökkent. A legmagasabb, 2,62% cukortartalommal az LM 50%-os rendelkezett.



9. ábra. A sörtörkölyel dúsított tallérok szénhidrát tartalma % (m/m)

4.2.7. Élelmirost-tartalom

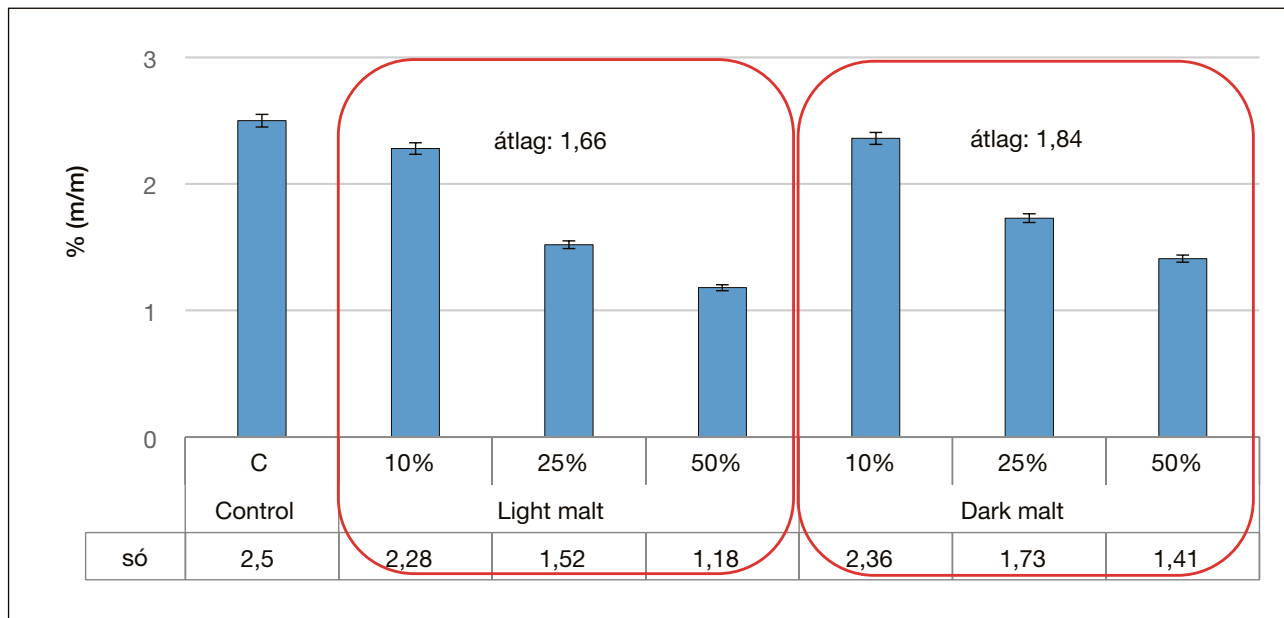
A tallérok élelmirost-tartalma minden dúsítás esetében megelőzte a dúsítás nélküli, kontroll tallér értékét (az értékek 10-40% közötti tartományba estek). A dúsítás mértékével az élelmirost-tartalom is növekedett mind a kétfajta malátával dúsított tallérok esetében, viszont az LM 10% (17,4%) és LM 25% (19,2%) illetve DM 10% (15,6%) és DM 25% (18,5%) értékei egymáshoz hasonlóak voltak az 50%-kal dúsított tallérokhoz képest. A legmagasabb eredményt a DM 50% (38,9%) tallérnál kaptuk, majd ezt az értéket követte az LM 50% (27,9%) minta élelmirost-tartalma. A kiemelkedő érték a kontroll minta értékének közel a duplája (10. ábra).



10. ábra. A sörtörkölyel dúsított tallérok élelmi rost tartalma % (m/m)

4.2.8. Konyhasó tartalom

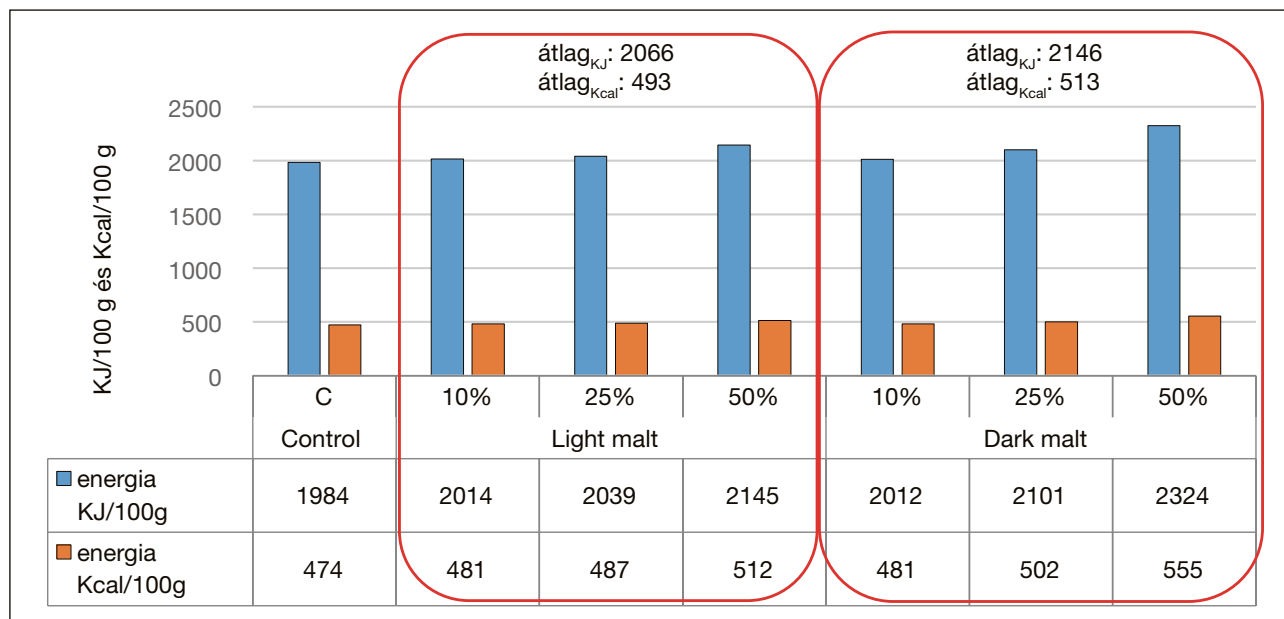
Az egyes tallérok sótartalom mérésénél (**11. ábra**) a legmagasabb értéket a kontroll tallérnál mértük (2,5%). A 10%-os dúsítású termékek az LM 10% 2,28% és a DM 10% 2,36%-os értékkel követték, majd a 25%-os dúsítású termékek LM 25% és DM 25%-os, végül pedig az 50%-os dúsítású tallérok, az LM 50% és a DM 50%-os minták. Sötét malátával dúsított tallérok esetén mindig magasabb értékeket kaptunk (2,36%; 1,73%; 1,41%), mint világos társaiknál (2,28%, 1,52%, 1,18%).



11. ábra. A sörtörkölyvel dúsított tallérok sótartalma % (m/m)

4.2.9. Energiatartalom

A vizsgálatok során a tallérok energiatartalmát is meghatároztuk (**12. ábra**). A kontroll tallér 1984 KJ/100 g (474 Kcal/100 g) értékét zsírtartalom tekintetében a dúsított tallérok minden esetben meghaladták. A legmagasabb, 2324 KJ/100 g (555 Kcal/100 g) energiával az 50%-os koncentrációjú sötét malátával dúsított tallér rendelkezett. Energiatartalom tekintetében az adatok közel azonosak, kis eltéréseket mutattak a kontroll mintához és egymáshoz képest is.

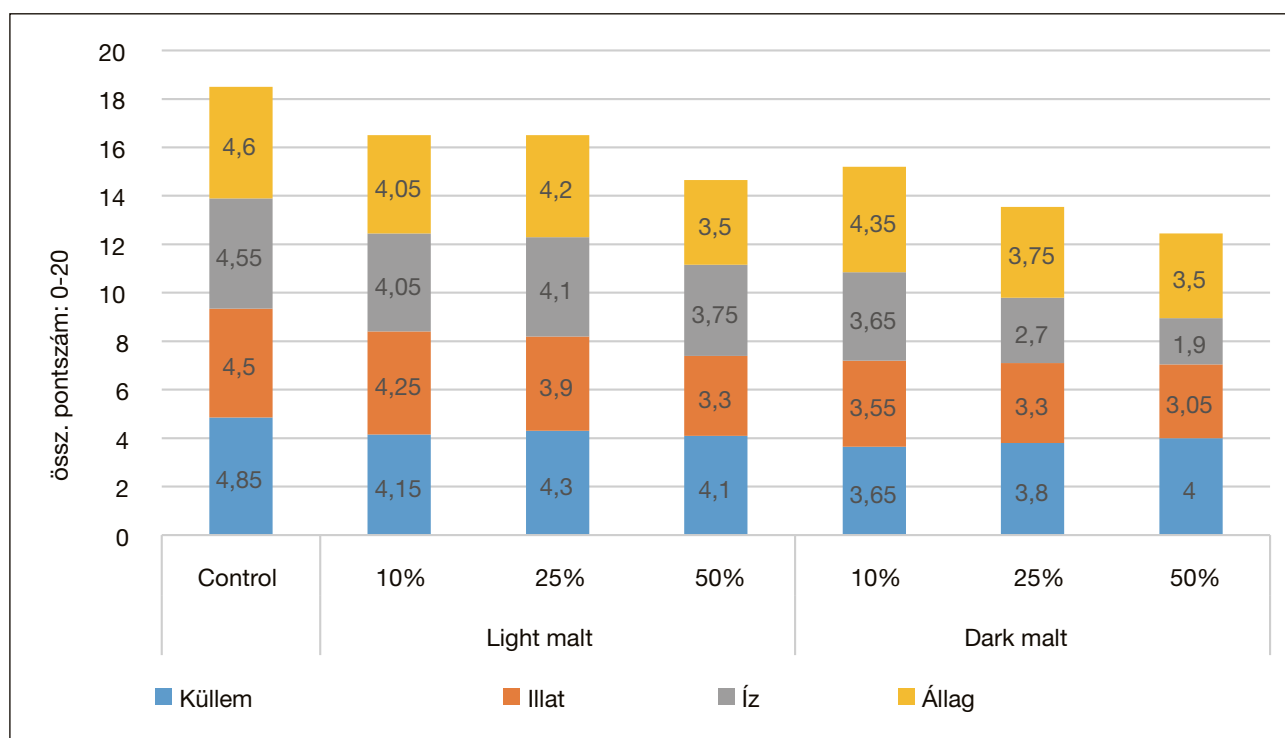


12. ábra. A sörtörkölyvel dúsított tallérok energia tartalma (KJ/100g) és (Kcal/100g)

4.2.10. Organoleptikus elemzés

2019 áprilisában 20 bírálót kértünk meg, hogy kóstolással, illetve egy kérdőív kitöltésével értékeljék az alábbi négy *érzékszervi jellemzőt*: kinézet, illat, íz, állag. Egy 1-5-ig terjedő skála segítségével fejezhették ki véleményüket, ahol 1 a nagyon rossz, 5 pedig a finom volt.

Az *érzékszervi vizsgálatok* eredményeként arra jutottunk, hogy a *sörtörkölyrel való dúsítás minden esetben rontott a termékek tulajdonságain (13. ábra)*. Maláta típusoktól függetlenül a 10% és 25%-os dúsítások között minimális eltérés, míg az 50%-os dúsítás esetében nagymértékű csökkenés volt tapasztalható. A 10 és 25%-os dúsítású világos maláta minden paramétere a jó kategóriába került (4,0 fölötti értékekkel), így e két termékkel feltétlenül folytatni kívánjuk a kutatásokat.



13. ábra. A sörtörkölyrel dúsított tallérok organoleptikus elemzése

5. Összegzés és javaslatok

Az összes polifenol-, flavonoid-, fehérje-, zsír, élelmi rost- és energia tartalom tekintetében a kontroll mintához viszonyítva minden esetben magasabb értékeket mértünk, ezzel szemben három vizsgált paraméter – a szárazanyag-, szénhidrát- és konyhasótartalom – esetében csökkenést tapasztaltunk. Ez a hatás a csökkent paraméterek estében előnyösnek tekinthető, főként a csökkent szénhidráttartalom miatt, növelt kémiai összetevők közül kiemelten fontos a rosttartalom növekedése. A sörtörköly felhasználásának bevezetése a sütőiparba lehetséges, továbbá a sörtörkölyrel történő dúsítás kedvező irányban befolyásolta a búzalisztes tallérok beltartalmi tulajdonságait. A dúsítás eredményeképpen az organoleptikus elemzés adatai alapján azonban megfigyelhető volt a tallérok tulajdonságainak (kinézet, illat, íz, állag) bizonyos mértékű előnytelen változása, de a világos törkölyrel való dúsítás eredményei szerint további organoleptikus tulajdonságok javítására irányuló fejlesztéssel egy fogyasztható termék készíthető.

6. Irodalom

- [1] Agrocrop Kft. (2013): Sörtörköly.
<http://agrocropkft.com/soripari-mellektermekek/sortorkoly/>
(Hozzáférés: 2019. 10. 29.)
- [2] Alexa L., Kántor A., Kovács B., Czipa N. (2018): Determination of micro and trace elements of commercial beers. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 7 (4) pp. 432-436.
DOI: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2018.7.4.432-436>
- [3] Arendt, E. K., Moroni, A., Zannini, E. (2011): Medical nutrition therapy: Use of sourdough lactic acid bacteria as a cell factory for delivering functional biomolecules and food ingredients in gluten free bread, *Microbial Cell Factories* 10 (1) S15
DOI: <https://doi.org/10.1186/1475-2859-10-S1-S15>
- [4] Baloghné Nyakas A. (2013): Mezőgazdasági növénytan alapjai. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. pp. 223
- [5] Ciosek, A., Nagy V., Szczepanik, O., Fulara, K., Poreda, A. (2019): Wpływ nachmielenia brzezczi na bakterie kwasu mlekowego (The Effect of Wort Hopping on Lactic Acid Bacteria). *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny (Fermentation- and Fruit- & Vegetable Processing Industry)* 12/2019 pp. 4-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.15199/64.2019.12.1>
- [6] Czipa N. (2014): Élelmiszeranalitika gyakorlati jegyzet. Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi Intézet, Debrecen. pp. 68.
- [7] Csapó J., Albert Cs. (2018): Funkcionális élelmiszerek. Scientia Kiadó, Kolozsvár. pp. 282
- [8] Csapó J., Csapóné Kiss Zs. (2003): Élelmiszer-kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 468
- [9] Horváth P. (2007): Táplálkozás. Képzőművészeti Kiadó, Budapest. pp. 195
- [10] Jackson, M. (2007): Eyewitness Companions Beer. Dorling Kindersley Publishers Ltd, London. pp. 288
- [11] Jankóné J. (2006): Élelmiszeripari technológiák. Jegyzet, Szeged. pp. 240
- [12] Jayant, M., Hassan, M. A., Srivastava, P. P., Meena, D. K., Kumar, P., Wagde, M. S. (2018): Brewer's spent grains (BSGs) as feedstuff for striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* fingerlings: An approach to transform waste into wealth. *Journal of Cleaner Production* 199 pp. 716-722
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.213>
- [13] Kaur, V. I., Saxena, P. K. (2004): Incorporation of brewery waste in supplementary feed and its impact on growth in some carps. *Bioresource Technology* 91 (1) pp. 101-104
DOI: [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(03\)00073-7](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(03)00073-7)
- [14] Kovácsné Kalmár K. (2012): Sütőipari termék előállítás. Nemzeti Agrárszaktanácsadási. Képzési és Vidékfejlesztési Intézet, Budapest. pp. 356
- [15] Lakatos E. (2013): Élelmiszeripari technológiák I. Malom-, Sütő- és Édesipar. Palatia Nyomda és Kiadó Kft., Mosonmagyaróvár. pp. 118
- [16] Lásztity R., Törley D. (1987): Élelmiszer Analitika Elméleti alapjai I. 3.7.2.3. fejezet – Szénhidrát (m/m) %, fenolkénsavas módszer pp. 620
- [17] Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság: Magyar Élelmiszerkönyv (MÉ) 1-3/16-1 számú előírás a sütőipari termékekről
- [18] Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság: Magyar Élelmiszerkönyv (MÉ) 3-2-2008/1. sz. irányelv 1. sz. melléklet – Élelmi rost (m/m) %, enzimes hidrolízis
- [19] Magyar Szabványügyi Testület (MSzT) (2007): Fehérje (m/m) %, Kjeldahl módszer. Magyar Szabvány MSZ 20501-1:2007 7. fejezet. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [20] Magyar Szabványügyi Testület (MSzT) (2007): Konyhasó (m/m) %, titrálás, Mohr szerint. Magyar Szabvány MSZ 20501-1:2007 3.2. szakasz. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [21] Magyar Szabványügyi Testület (MSzT) (2018): Sütőipari termékek vizsgálati módszerei. 2. rész: Kenyerek és vajaskifli érzékszervi vizsgálata. Magyar Szabvány MSZ 20501-2:2018 Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [22] Magyar Szabványügyi Testület (MSzT) (2007): Szárazanyag (m/m) %, tömegmérés. Magyar Szabvány MSZ 20501-1:2007 2. fejezet. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [23] Magyar Szabványügyi Testület (MSzT) (2007): Szénhidrát tartalomból cukor (m/m) %, titrálás Bertrand szerint. Magyar Szabvány MSZ 20501-1:2007 8.1 szakasz. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.

- [24] Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (2007): Zsír tartalom (m/m) %, extrakció, tömegmérés. Magyar Szabvány MSZ 20501-1:2007 4. 1. szakasz. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [25] Mahmood, A. S. N., Brammer, J. G., Hornung, A., Steele, A., Poulston, S. (2013): The intermediate pyrolysis and catalytic steam reforming of Brewers spent grain. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 103 pp. 328-342
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2012.09.009>
- [26] Nagy V. (2019): Sörgyártás alapanyagainak és melléktermékének hasznosítási lehetőségei a sütőiparban. Harmadik SÁNTHA-FÜZET. A 2018/2019-es tanév Tudományos Kerekasztal előadásainak absztraktkötete. Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 123-124
- [27] Pedrotti, W. (2008): Gabonafélék: Legfőbb energiaforrásaink. Kossuth Kiadó, Budapest. pp. 125
- [28] Pollhamer E. (2001): Táplálkozunk egészségesebben, gabona alapú termékekkel. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. pp. 107
- [29] Poreda, A., Zdaniewicz, M. (2018): Advances in brewing and malting technology. Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollataja w Krakowie, Kraków. pp. 453
- [30] Rigó J. (2007): Dietetika. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest. pp. 328
- [31] Rodler I. (2006): Élelmiszercélok. Az egészséges táplálkozás ajánlásai. pp. 73-76. In: Új tápanyagtáblázat. (Szerk. RODLER I. – ZAJKÁS G.) Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest.
- [32] Rodler I. (2008): Élelmezés- és táplálkozás-egészségtan. Medicina Könyvkiadó Zrt. Budapest. pp. 548
- [33] Schmidth J. (2003): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 452
- [34] Shen, Y., Abeynayake, R., Sun, X., Ran, T., Li, J., Chen, L., Yang, W. (2019): Feed nutritional value of brewers' spent grain residue resulting from protease aided protein removal. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 10 (78) pp. 1-10
DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0382-1>
- [35] Szabó S. (1998): Söripari technológia. Agrárszakoktatási Intézet, Budapest. pp. 288
- [36] Tanács L. (2005): Élelmiszer-ipari nyersanyagismeret. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. pp. 387
- [37] Tarko, T., Jankowska, P., Duda-Chodak, A., Kostrz, M. (2018): Value of some selected cereals and pseudocereals for beer production. In: Advances in brewing and malting technology. (Edited by Poreda, A., Zdaniewicz, M.) Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollataja w Krakowie, Kraków. pp. 303-319
- [38] Tóth N., Murányi I., Bódi Z. (2009): Az árpa söripari tulajdonságainak vizsgálata. *Növénytermelés*. (Szerk. NAGY J.) **58**. (1) pp. 93-111. DOI: <https://doi.org/10.1556/novenyterm.58.2009.1.9>
- [39] Trummer, J. (2018): Grains usable for malting and brewing: A practical overview. In: Advances in brewing and malting technology. (Edited by Poreda, A., Zdaniewicz, M.) Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollataja w Krakowie, Kraków. pp. 67-87.
- [40] Vogel W. (2015): Házi sörfőzés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 128
- [41] Werli J. (2011): Sütőipari technológia II. VM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest. pp. 198
- [42] 1169/2011/EU rendelet: Az Európai Parlament és a Tanács 1169/2011/EU rendelete (2011. október 25.) a fogyasztók élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatásáról.

Using brewer's spent grain as a byproduct of the brewing industry in the bakery industry

Keywords: brewer's spent grain, inactive malt, byproduct, sustainability, fiber

1. SUMMARY

The utilization of food industry byproducts is one of today's important environmental and economic tasks. Byproducts that form during food production are typically used for feed purposes, but in many cases these materials can also be used in the production of human foods. The brewer's spent grain left behind after brewing beer is a byproduct with favorable nutrition parameters, with low sugar and high fiber and protein contents. The main objective of our experiments was the reintroduction of brewer's spent grain into the food industry, with a focus on innovation and sustainable development, by utilizing it in commercially available bakery products (salty medallions / wafers) formulated and regulated in the Hungarian Food Codex. Brewer's spent grain consists of vegetable proteins and fibers (inactive malt), which may improve the compositional characteristics when preparing bakery products. In the course of our research, medallions enriched with brewer's spent grain were prepared, of the beneficial parameters of which its high dietary fiber content should be highlighted, which can contribute to the realization of a health-conscious diet for consumers. A diet rich in dietary fiber, combined with an adequate amount of exercise, can reduce the risk of developing certain diseases (e.g., cancer and cardiovascular diseases).

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

² University of Debrecen Doctoral School of Nutrition and Food Sciences

Gerda DIÓSI Dr.
Vivien NAGY

diosi@agr.unideb.hu
nagy.vivien@agr.unideb.hu

<https://orcid.org/0000-0003-1762-0268>
<https://orcid.org/0000-0003-3046-9849>

2. Introduction

Brewer's spent grain is a byproduct of the brewing technology (**Figure 1**), which is usually utilized as animal feed, but in many cases it is transported from manufacturing plants as waste. With our experiments, we were looking to answer the question whether brewer's spent grain can be reintroduced into the food industry, and whether enrichment with it has a proven positive effect on the nutrition characteristics of medallions made from wheat flour.



Figure 1. Brewer's spent grain (BSG)

3. Brewery byproducts

The brewing industry uses various grains to produce malt. In addition to the usual and most often used barley (*Hordeum vulgare* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.), other grains such as maize (*Zea mays* L.), rice (*Oryza sativa* L.), oats (*Avena sativa* L.), millet (*Panicum miliaceum* L.), rye (*Secale cereale* L.), sorghum (*Sorghum bicolor* L.), spelt (*Triticum spelta* L.), quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and amaranths (*Amaranthaceae*) are used more and more often as sources of starch [2, 4, 36, 37, 39,].

In order to achieve the targeted organoleptic and chemical properties of the different recipes, malt blends are commonly used, which not only affects the properties of the final product, i.e., beer, but at the same time also affects the byproducts [5, 26, 29].

In the brewing process, the goal is to obtain the maximum extract content from malt and the additives during mashing. The byproduct left behind after the filtration of the mash is called brewer's spent grain, also known as inactive malt [3, 10, 38, 40].

Brewer's spent grain accounts for about 85% of the byproducts generated during the brewing process [25, 34]. According to some studies, the disposal of brewer's spent grain as waste may be of environmental concern, which is why one possible use of brewer's spent grain in aquaculture feed is being addressed. In feed intended for fish, it can effectively replace soybean meal at a rate of 50% as a potential source of protein [8, 12, 13].

Other brewery byproducts include malt germ, hot lees, brewer's yeast and other gases, such as carbon dioxide [11, 33, 35].

3.1. Nutritional parameters of brewer's spent grain

Brewer's spent grain is a valuable source of nutrients. Data on the average nutrient content per 1000 g dry matter are shown in **Table 1**. It is a useful source of protein and fiber, rich in vitamins (mainly B₁, B₂ and B₆) and minerals, especially calcium, phosphorus, magnesium, potassium and sodium [1].

Table 1. Chemical composition of Brewer's Spent Grain (BSG) [1]

Nutrient composition	1000 g of dry matter	Described in %
Protein	233 g	2.33
Digestible protein	225 g	2.25
Fat	71 g	0.71
Ash	46 g	0.46
Fiber	195 g	1.95
Starch	45 g	0.45
Kalcium (Ca)	4 g	0.04
Foszfor (P)	6.2 g	0.062
Magnézium (Mg)	1.7 g	0.017
Nátrium (Na)	0.18 g	0.0018
Kálium (K)	0.47 g	0.0047
Methionin	4.4 g	0.044
Lysin	9.7 g	0.097
Linoleic acid	24 g	0.24
Vitamin K	4.5 mg/kg	n.i.
Vitamin B1	25 mg/kg	n.i.
Vitamin B2	25 mg/kg	n.i.
Vitamin B6	9 mg/kg	n.i.
Carotene	17 mg/kg	n.i.

3.2. Enrichment possibilities of bakery products with brewer's spent grain

The regulations for bakery products can be found in prescription 1-3/16-1 of the Hungarian Food Codex (HFC) [17]. According to the definition of the HFC, enriched foods are products that contain a significant amount of one or more complementary food components. These products are not necessarily developed for general consumption, but are targeted at a specific target group [7, 32]. In the case of brewer's spent grain added to the dough of bakery products, it can also be called an enrichment, since following drying and crushing/grinding, brewer's spent grain can also be used in bakery products in the form of flour.

According to the literature, one of the most practical uses of brewer's spent grain is composting, but it can also be used as an enrichment agent in the production of foods, such as baking bread, in a proportion of 5 to 10% [40]. When brewer's spent grain is used in a higher proportion, the crumb of the bread may be sticky [15]. As a result of the enrichment, the dietary fiber content of the finished product increases. Dietary fiber has a beneficial effect on the functioning of the stomach, the small intestine and the colon [14, 41]. According to literature data, the consumption of dietary fiber by the Hungarian population is only 20-25 grams, compared to the recommended 30-35 grams per day. Enrichment with brewer's spent grain would not only increase fiber intake, but also protein intake [9, 28, 30]. Due to its easy digestibility, barley malt in the inactive form is also used in many cases in products for small children, and its infusion has a digestion stimulating effect [27, 31].

4. Materials and methods

4.1. Preparation of products enriched with brewer's spent grain

During our experiments, our control medallion recipe was compiled as defined in the Hungarian Food Codex [17]. In the case of the enriched products, light (barley) and dark (a 1:1:1 mixture of Chateau black dyeing malt and barley malt roasted to chocolate color and to black color) malts were used in different concentration relative to the weight of the flour. The medallions were prepared with both malts at 10%, 25% and 50%

enrichment levels. After adequate mixing, the dough of the medallions was prepared from the ingredients in the recipe (**Figure 2**), the balls of 4-5 cm diameter were formed from the dough, and the products were prepared by baking the balls at 150 °C for 45 seconds using an electric medallion oven (**Figure 3**).

Names and abbreviations of the samples prepared:

- C: Control malt
- LM 10%: Light malt, 10% enrichment
- LM 25%: Light malt, 25% enrichment
- LM 50%: Light malt, 50% enrichment
- DM 10%: Dark malt, 10% enrichment
- DM 25%: Dark malt, 25% enrichment
- DM 50%: Dark malt, 50% enrichment

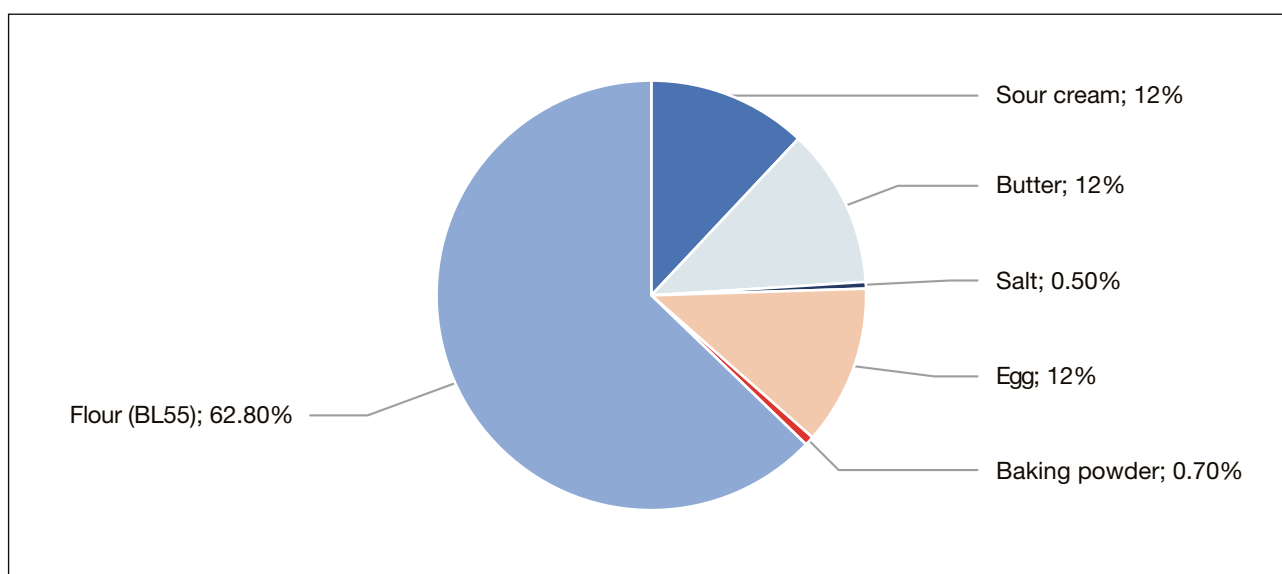


Figure 2. Components of the medallion snacks

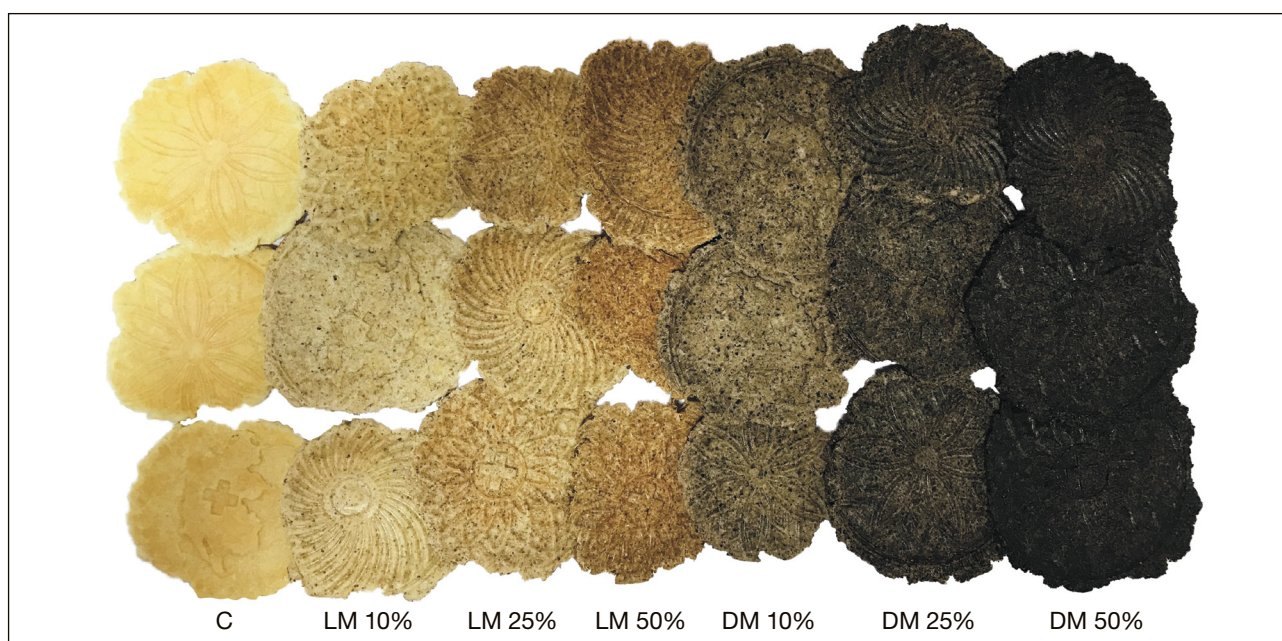


Figure 3. Baked medallion snacks

4.2. Chemical characteristics of the medallions enriched with brewer's spent grain

Laboratory analyses were carried out in triplicate in the laboratories in the Institute of Food Technology and the Institute of Food Science of the Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management of the University of Debrecen. The test were performed according to the relevant standards and methods (**Table 2**).

Table 2. Methods of determination

Total polyphenol content determination [6]	Folin-Ciocalteu reagent
Flavonoid content determination [6]	Catechin reagent
Dry matter content, Moisture content determination [22]	(MSZ 20501-1:2007 2. fejezet) Drying cabinet
Crude protein content determination [19]	Kjeldahl method (MSZ 20501-1:2007 7.)
Fat content determination [24]	Soxhlet extractor (MSZ 20501-1:2007 4.1.)
Carbohydrate content determination [16, 23]	Calculation
Dietary fiber content determination [18]	(MÉ 3-2-2008/1. sz. irányelv)
Common salt content determination [20]	(MSZ 20501-1:2007 3.2. szakasz)
Energy content determination [42]	Calculation (1169/2011/EU rendelet)
Organoleptic analysis [21]	Questionnaire, tasting (MSZ 20501-2:2018)

MSZ: Hungarian Standard; MÉ: Codex Alimentarius Hungaricus

4.2.1. Total polyphenol content

In terms of the total polyphenol content of medallions enriched with brewer's spent grain, higher values were recorded in each case compared to the control sample (**Figure 4**). The medallion enriched with light malt at a concentration of 50% (LM 50%) had the highest total polyphenol content of 85.17 mg GAE/100 g. Of the raw materials, the test was also performed on the light and dark malt. Dark malt had a higher total polyphenol content (132.18 mg GAE/100 g) than light malt (102.22 mg GAE/100 g).

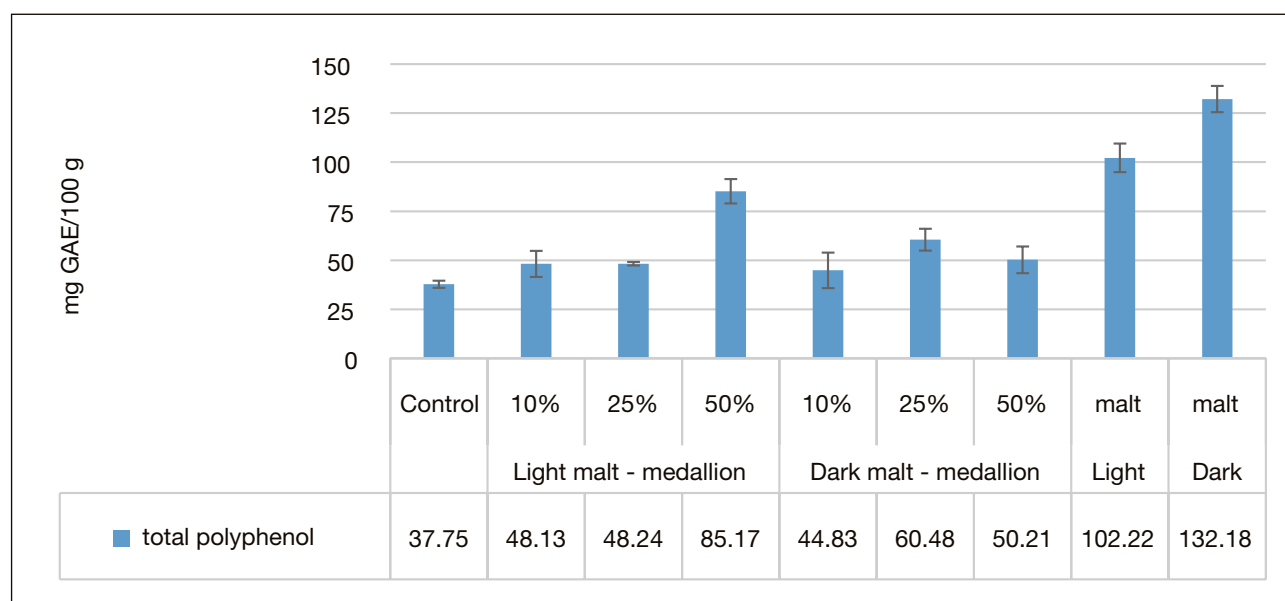


Figure 4. Total polyphenol content of the enriched products

4.2.2. Flavonoid content

Regarding the flavonoid content of the medallions, it was found that enrichment with brewer's spent grain resulted in an increase in the flavonoid content. Compared to the control sample, higher values were observed in this case (**Figure 5**). DM 50% medallion enriched with brewer's spent grain had the highest flavonoid content, with a value of 27.32 mg CE/100 g.

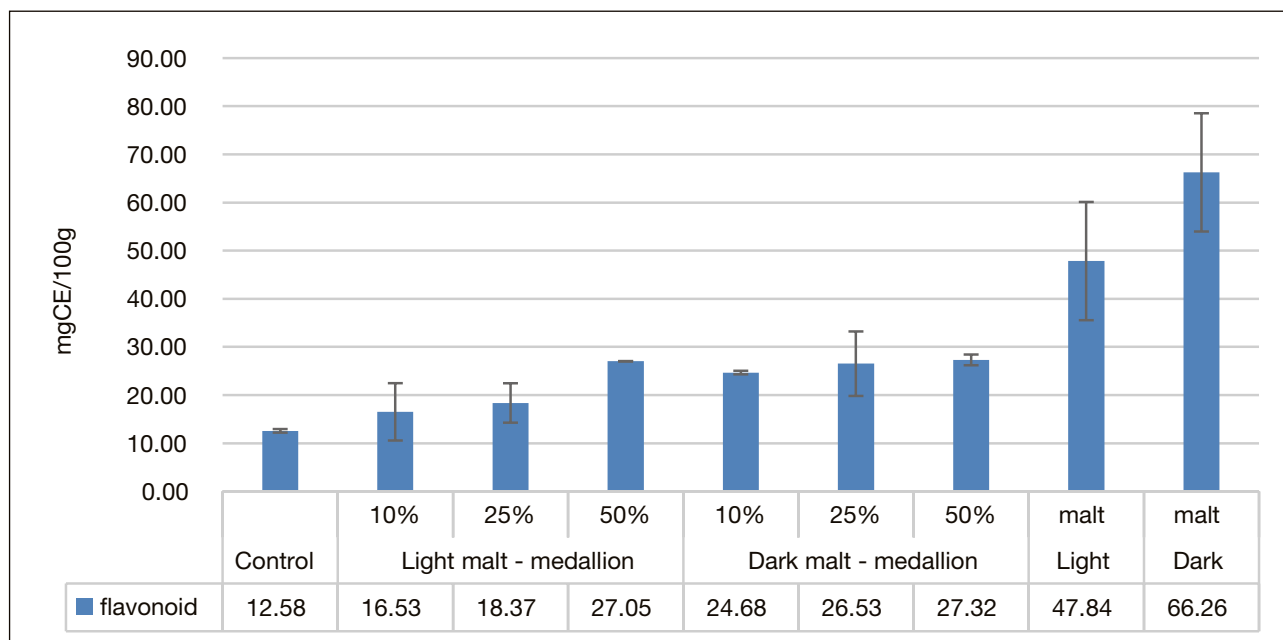


Figure 5. Flavonoid content of the enriched products

4.2.3. Dry matter content, moisture content

In the case of the dry matter content (**Figure 6**), only the medallion with the code DM 10% had a higher value, 93.52%, compared to the control sample. We found that in the case of samples made from light and dark malt, the products enriched with smaller amounts of brewer's spent grain had a higher dry matter content. With respect to the average of dry matter content values, higher values were measured in the samples enriched with dark malt, but the difference of only a few tenths of a percent did not prove to be significant.

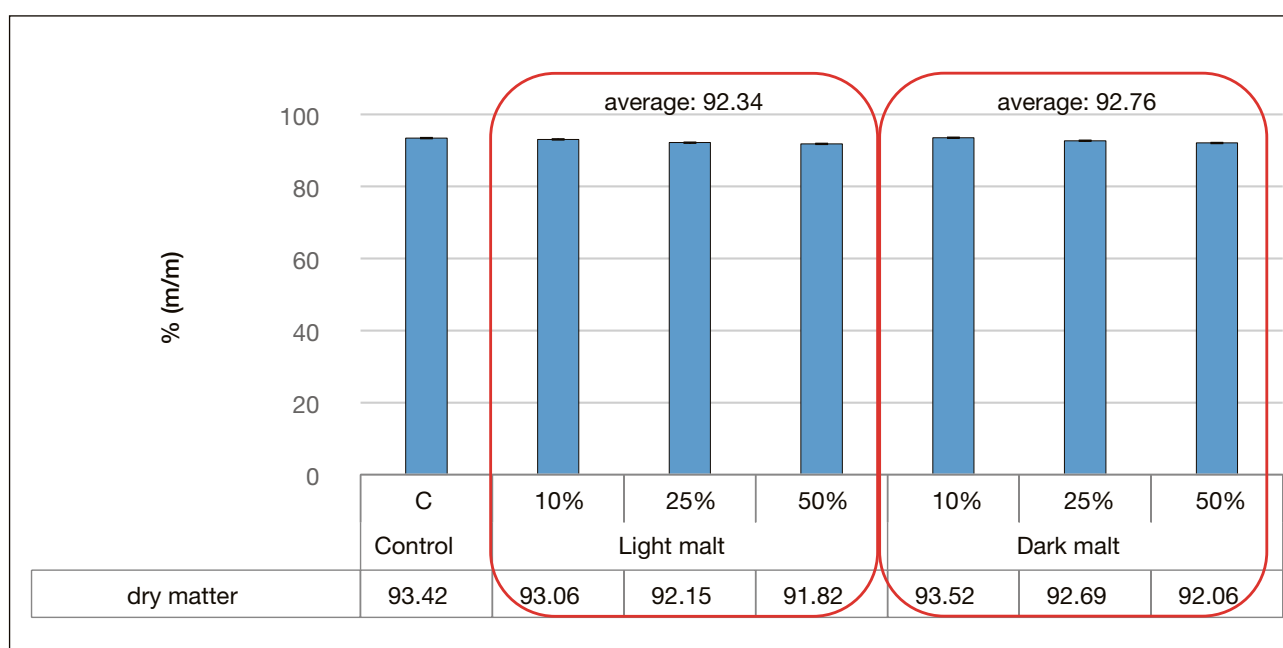


Figure 6. Dry matter content of the enriched products

4.2.4. Crude protein content

In terms of protein content (**Figure 7**), higher values were obtained for all of our enriched products compared to the control sample. Medallion with the code LM 50% had the highest protein content (13.04%). The average protein content of the products enriched with light malt, 11.88%, was higher than the average of the medallions enriched with dark malt (11.56%).

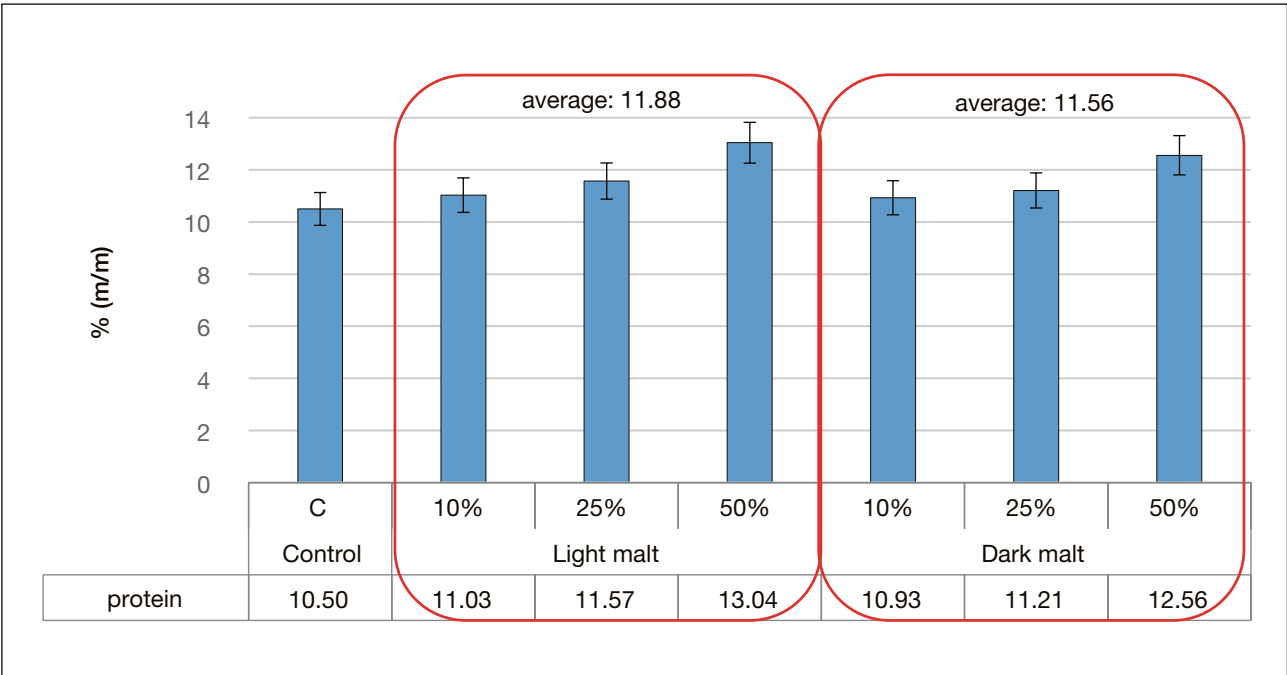


Figure 7. Crude protein content of the enriched products

4.2.5. Fat content

During the examination of the fat content, higher values were measured in all cases compared to the control sample. As the enrichment concentration increased, the fat content of the medallions increased as well, both in the case of samples enriched with light malt and dark malt (**Figure 8**). The average value of the products with different light malt enrichment was 21.15%, while in the case of dark malt, the value was 23.76%. For all products enriched with dark malt, a higher fat content was measured compared to the products enriched with light malt (LM 10% - 19.55%; LM 25% - 20.49%; LM 50% - 23.4% and DM 10% - 19.70%; DM 25% - 23.72%; DM 50% - 27.87%).

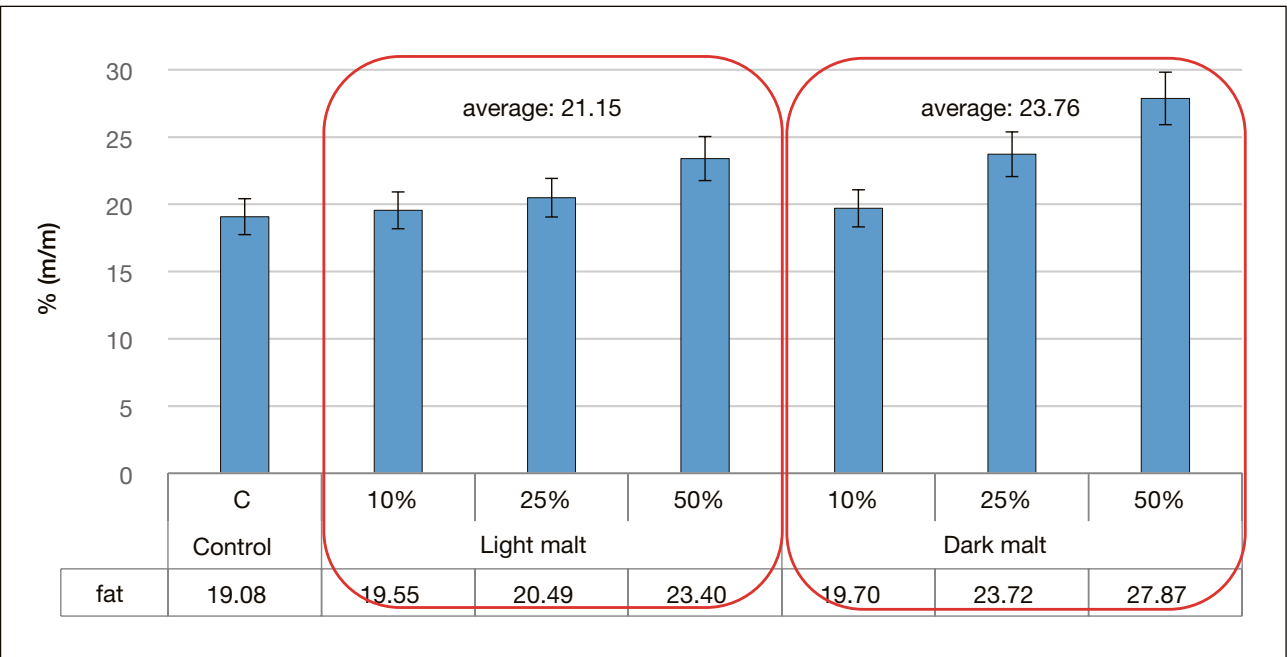


Figure 8. Fat content of the enriched products

4.2.6. Carbohydrate content

Of the data for total carbohydrate content (**Figure 9**), the highest value, 57.7%, was obtained for the control medallion, of which sugar accounted for 0.7%. This characteristic was found to be 57.23% for the sample coded DM 10%. It was true for all products enriched either with light or dark malt that the carbohydrate content decreased with the increasing rate of enrichment. Sample LM 50% had the highest sugar content of 2.62%.

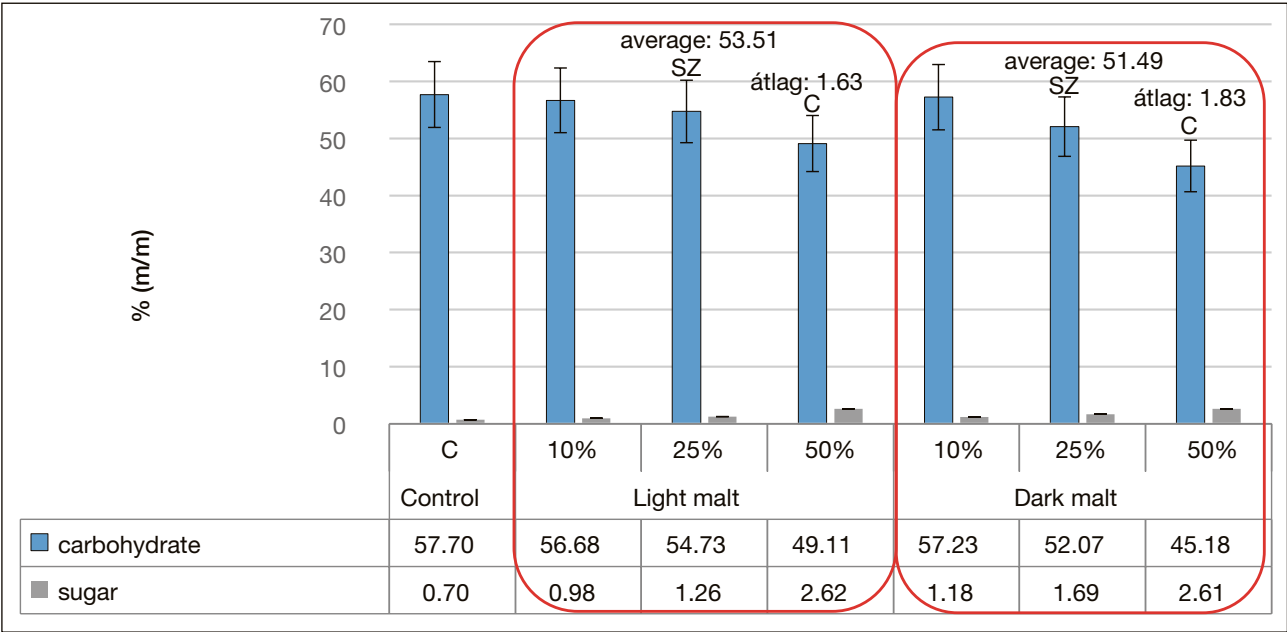


Figure 9. Carbohydrate content of the enriched products

4.2.7. Dietary fiber content

The dietary fiber content of the medallions was higher than that of the control medallion without enrichment for all enriched products (values ranged from 10 to 40%). The dietary fiber content increased with the rate of enrichment for the medallions enriched with both types of malt, however, the values of LM 10% (17.4%) and LM 25% (19.2%), as well as those of DM 10% (15.6%) and DM 25% (18.5%) were similar to each other, as opposed to the medallions enriched with 50% malt. The highest value was obtained for medallion DM 50% (38.9%), followed by the dietary fiber content of sample LM 50% (27.9%). The outstanding value is almost double of the value of the control sample (**Figure 10**).

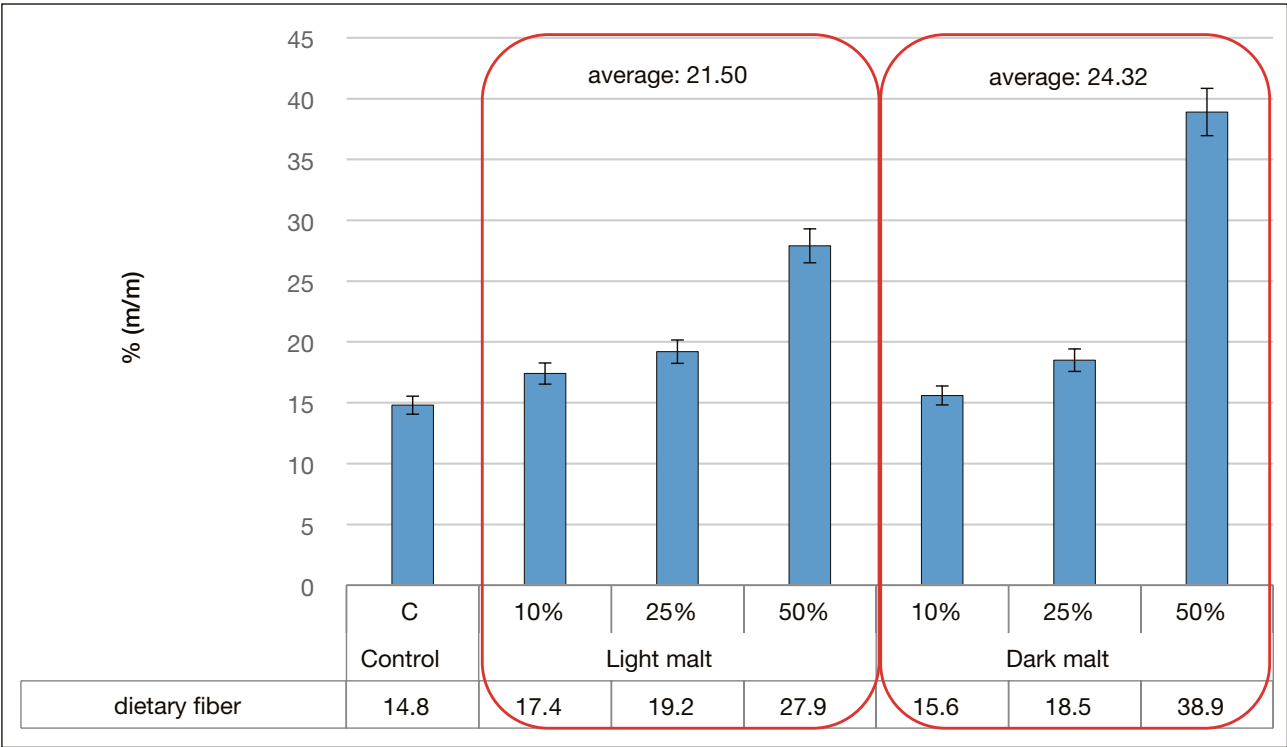


Figure 10. Dietary fiber content of the enriched products

4.2.8. Common salt content

When measuring the salt content of each medallion (**Figure 11**), the highest value was obtained for the control medallion (2.5%). This was followed by the products with an enrichment of 10% (LM 10% 2.28% and DM 10% 2.36%), then the products with an enrichment of 25% (LM 25% and DM 25%), and finally the medallions with an enrichment of 50% (samples LM 50% and DM 50%). The medallions enriched with dark malt always exhibited higher values (2.36%; 1.73%; 1.41%) than their light counterparts (2.28%, 1.52%, 1.18%).

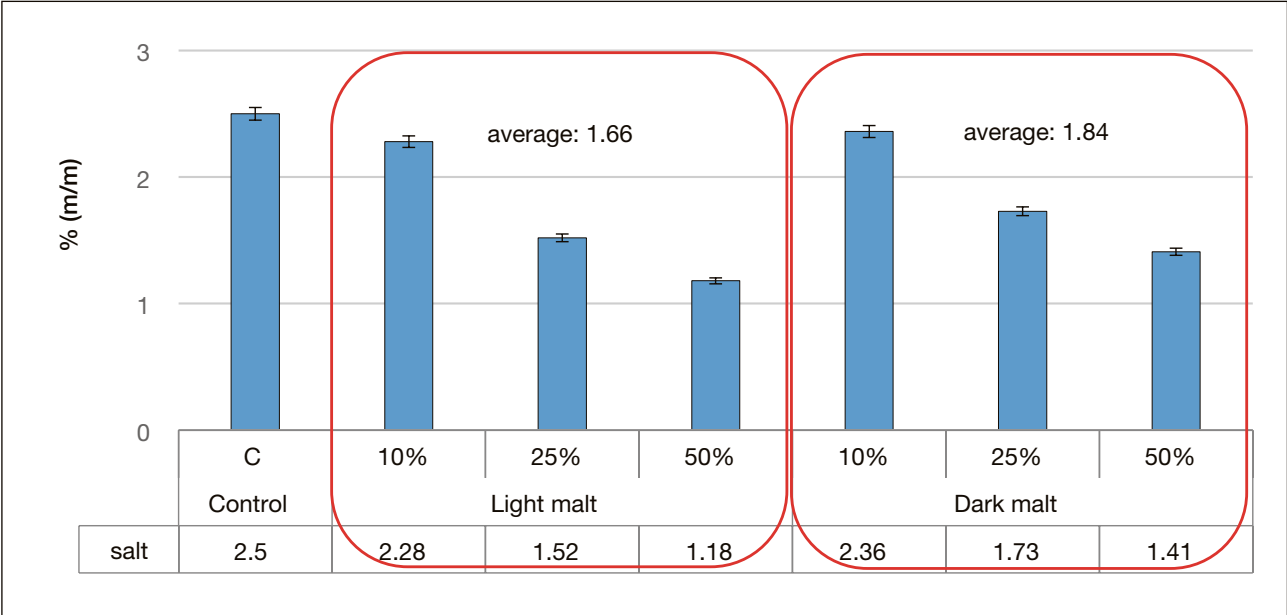


Figure 11. Common salt content of the enriched products

4.2.9. Energy content

During the study, the energy content of the medallions was also determined (**Figure 12**). The energy content value of the control medallion (1984 kJ/100 g, 474 kcal/100 g) was exceeded in all cases by the enriched medallions. The medallion enriched with 50% dark malt had the highest energy content of 2324 kJ/100 g (555 kcal/100 g). In terms of energy content, the data were almost identical, showing only small differences compared to the control sample and also to each other.

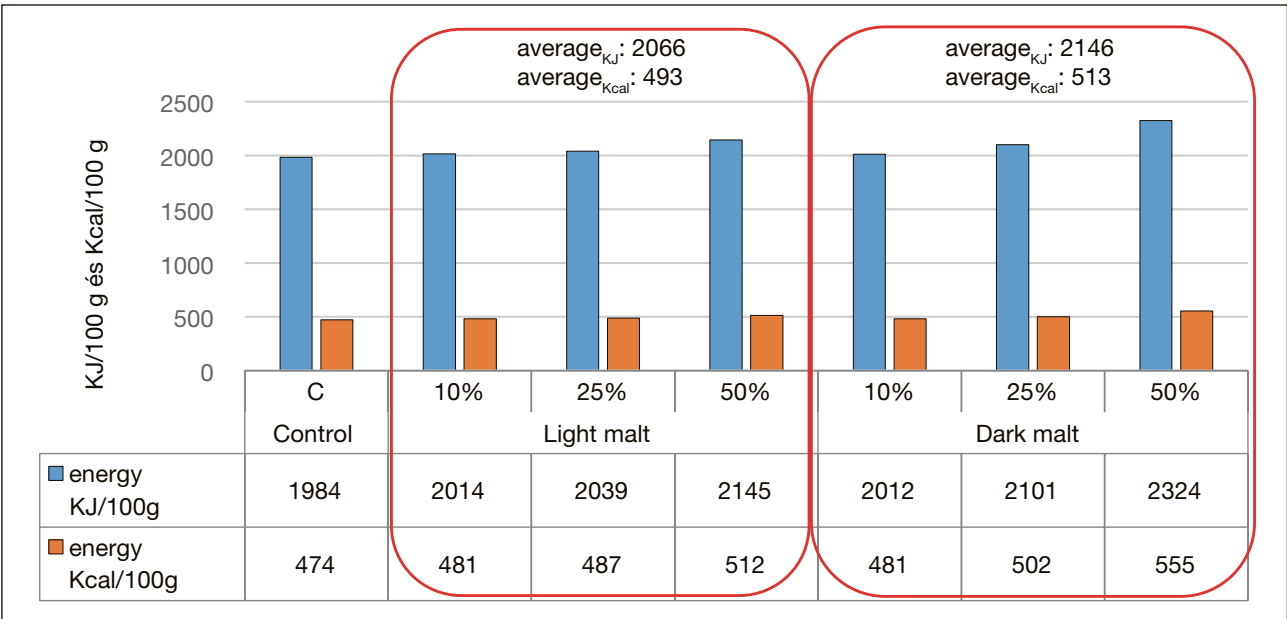


Figure 12. Energy content of the enriched products

4.2.10. Organoleptic analysis

In April 2019, 20 judges were asked to evaluate, by tasting and completing a questionnaire, the following four organoleptic characteristics: appearance, smell, taste, texture. They were able to express their opinions using a scale from 1 to 5, where 1 meant very bad and 5 meant delicious.

As a result of the sensory examinations, it was found that enrichment with brewer's spent grain deteriorated the properties of the products in all cases (**Figure 13**). Irrespective of the malt type, there was only a slight difference between the 10% and 25% enrichments, while the 50% enrichment resulted in a large decrease. All parameters of the products with 10 and 25% enrichment with light malt fell into the good category (with values above 4.0), so we definitely would like to continue our research with these two products.

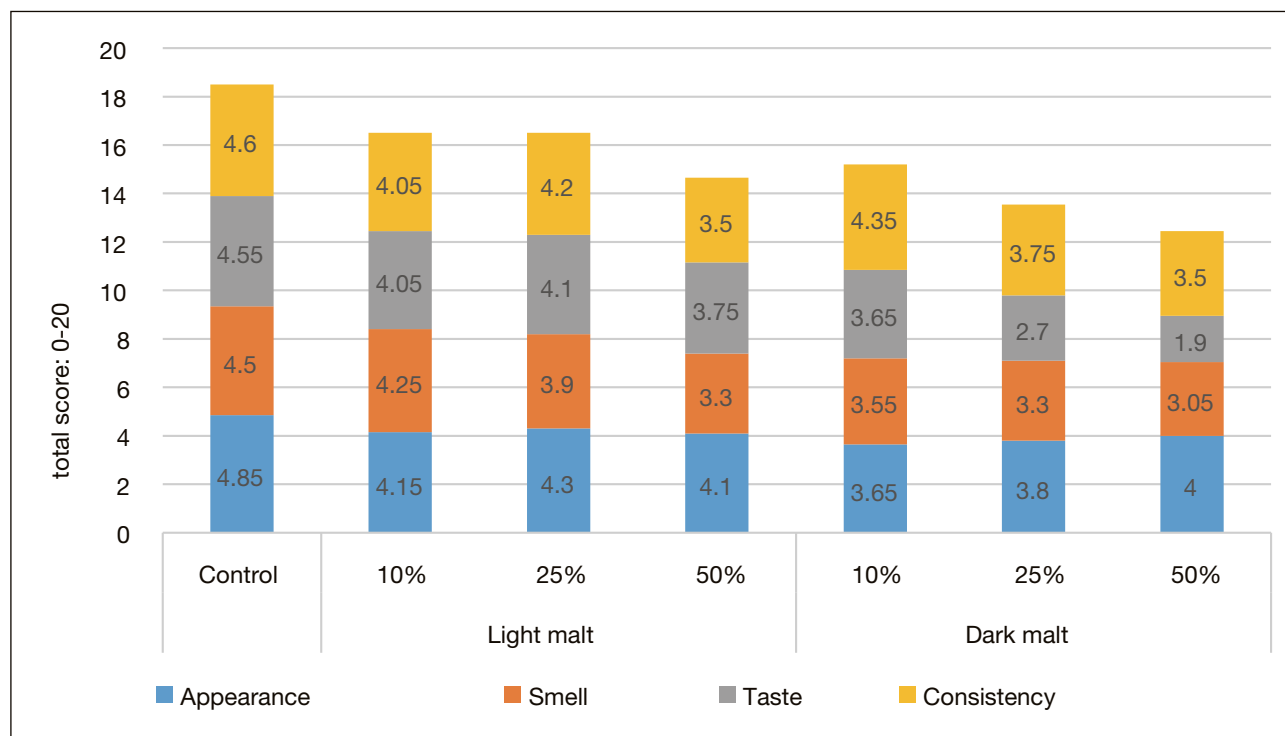


Figure 13. Organoleptic analysis of the enriched products

5. Summary and recommendations

In terms of the total polyphenol, flavonoid, protein, fat, dietary fiber and energy content, higher values were measured in all cases compared to the control sample, whereas a decrease was found for three of the parameters analyzed: dry matter, carbohydrate and common salt content. This effect can be considered advantageous in the case if parameters with reduced values, especially because of the reduced carbohydrate content, while among the chemical components with increased values, the increase in fiber content is particularly important. It is possible to introduce the utilization of brewer's spent grain in the baking industry, and the enrichment of wheat flour medallions with brewer's spent grain had a positive effect on their nutritional values. However, as a result of the enrichment, based on the data of organoleptic analysis, a certain unfavorable change in the properties of the medallions (appearance, smell, taste, texture) could be observed, but the results of the enrichment with light brewer's spent grain show that an edible product can be prepared by further developments aimed at improving the organoleptic properties.

6. References

- [1] Agrocrop Kft. (2013): Sörtörköly.
<http://agrocropkft.com/soripari-mellektermekek/sortorkoly/>
(Aquired: 29.10.2019.)
- [2] Alexa L., Kántor A., Kovács B., Czipa N. (2018): Determination of micro and trace elements of commercial beers. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 7 (4) pp. 432-436. DOI: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2018.7.4.432-436>
- [3] Arendt, E. K., Moroni, A., Zannini, E. (2011): Medical nutrition therapy: Use of sourdough lactic acid bacteria as a cell factory for delivering functional biomolecules and food ingredients in gluten free bread, *Microbial Cell Factories* 10 (1) S15
DOI:<https://doi.org/10.1186/1475-2859-10-S1-S15>
- [4] Baloghné Nyakas A. (2013): Mezőgazdasági növénytan alapjai. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. pp. 223
- [5] Ciosek, A., Nagy V., Szczepanik, O., Fulara, K., Poreda, A. (2019): Wpływ nachmielenia brzeczki na bakterie kwasu mlekowego (The Effect of Wort Hopping on Lactic Acid Bacteria). *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny (Fermentation- and Fruit- & Vegetable Processing Industry)* 12/2019 pp. 4-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.15199/64.2019.12.1>
- [6] Czipa N. (2014): Élelmiszeranalitika gyakorlati jegyzet. Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi Intézet, Debrecen. pp. 68
- [7] Csapó J., Albert Cs. (2018): Funkcionális élelmiszerek. Scientia Kiadó, Kolozsvár. pp. 282
- [8] Csapó J., Csapóné Kiss Zs. (2003): Élelmiszer-kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 468
- [9] Horváth P. (2007): Táplálkozás. Képzőművészeti Kiadó, Budapest. pp. 195
- [10] Jackson, M. (2007): Eyewitness Companions Beer. Dorling Kindersley Publishers Ltd, London. pp. 288
- [11] Jankóné J. (2006): Élelmiszeripari technológiák. Jegyzet, Szeged. pp. 240
- [12] Jayant, M., Hassan, M. A., Srivastava, P. P., Meena, D. K., Kumar, P., Wagde, M. S. (2018): Brewer's spent grains (BSGs) as feedstuff for striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* fingerlings: An approach to transform waste into wealth. *Journal of Cleaner Production* 199 pp. 716-722
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.213>
- [13] Kaur, V. I., Saxena, P. K. (2004): Incorporation of brewery waste in supplementary feed and its impact on growth in some carps. *Bioresource Technology* 91 (1) pp. 101-104
DOI: [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(03\)00073-7](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(03)00073-7)
- [14] Kovácsné Kalmár K. (2012): Sütőipari termék előállítás. Nemzeti Agrárszaktanácsadási. Képzési és Vidékfejlesztési Intézet, Budapest. pp. 356
- [15] Lakatos E. (2013): Élelmiszeripari technológiák I. Malom-, Sütő- és Édesipar. Palatia Nyomda és Kiadó Kft., Mosonmagyaróvár. pp. 118
- [16] Lásztity R., Törley D. (1987): Élelmiszer Analitika Elméleti alapjai I. 3.7.2.3. fejezet – Szénhidrát (m/m) %, fenolkénsavas módszer pp. 620
- [17] Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság: Codex Alimentarius Hungaricus (MÉ) 1-3/16-1 számú előírás a sütőipari termékekről
- [18] Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság: Codex Alimentarius Hungaricus (MÉ) 3-2-2008/1. sz. irányelv 1. sz. melléklet – Élelmi rost (m/m) %, enzimes hidrolízis
- [19] Magyar Szabványügyi Testület (MSzT) (2007): Fehérje (m/m) %, Kjeldahl módszer. Hungarian Standard MSZ 20501-1:2007 7. fejezet. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [20] Magyar Szabványügyi Testület (MSzT) (2007): Konyhasó (m/m) %, titrálás, Mohr szerint. Hungarian Standard MSZ 20501-1:2007 3.2. szakasz. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [21] Magyar Szabványügyi Testület (MSzT) (2018): Sütőipari termékek vizsgálati módszerei. 2. rész: Kenyerek és vajaskifli érzékszervi vizsgálata. Hungarian Standard MSZ 20501-2:2018 Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [22] Magyar Szabványügyi Testület (MSzT) (2007): Szárazanyag (m/m) %, tömegmérés. Hungarian Standard MSZ 20501-1:2007 2. fejezet. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [23] Magyar Szabványügyi Testület (MSzT) (2007): Szénhidrát tartalomból cukor (m/m) %, titrálás Bertrand szerint. Hungarian Standard MSZ 20501-1:2007 8.1 szakasz. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.

- [24] Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) (2007): Zsír tartalom (m/m) %, extrakció, tömegmérés. Hungarian Standard MSZ 20501-1:2007 4. 1. szakasz. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- [25] Mahmood, A. S. N., Brammer, J. G., Hornung, A., Steele, A., Poulston, S. (2013): The intermediate pyrolysis and catalytic steam reforming of Brewers spent grain. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 103 pp. 328-342
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2012.09.009>
- [26] Nagy V. (2019): Sörgyártás alapanyagainak és melléktermékének hasznosítási lehetőségei a sütőiparban. Harmadik SÁNTHA-FÜZET. A 2018/2019-es tanév Tudományos Kerekasztal előadásainak absztraktkötete. Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 123-124
- [27] Pedrotti, W. (2008): Gabonafélék: Legfőbb energiaforrásaink. Kossuth Kiadó, Budapest. pp. 125
- [28] Pollhamer E. (2001): Táplálkozunk egészségesebben, gabona alapú termékekkel. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. pp. 107
- [29] Poreda, A., Zdaniewicz, M. (2018): Advances in brewing and malting technology. Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollataja w Krakowie, Kraków. pp. 453
- [30] Rigó J. (2007): Dietetika. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest. pp. 328
- [31] Rodler I. (2006): Élelmiszercélok. Az egészséges táplálkozás ajánlásai. pp. 73-76. In: Új tápanyagtáblázat. (Szerk. RODLER I. – ZAJKÁS G.) Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest.
- [32] Rodler I. (2008): Élelmezés- és táplálkozás-egészségtan. Medicina Könyvkiadó Zrt. Budapest. pp. 548
- [33] Schmidth J. (2003): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 452
- [34] Shen, Y., Abeynayake, R., Sun, X., Ran, T., Li, J., Chen, L., Yang, W. (2019): Feed nutritional value of brewers' spent grain residue resulting from protease aided protein removal. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 10 (78) pp. 1-10
DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0382-1>
- [35] Szabó S. (1998): Söripari technológia. Agrárszakoktatási Intézet, Budapest. pp. 288
- [36] Tanács L. (2005): Élelmiszer-ipari nyersanyagismeret. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. pp. 387
- [37] Tarko, T., Jankowska, P., Duda-Chodak, A., Kostrz, M. (2018): Value of some selected cereals and pseudocereals for beer production. In: Advances in brewing and malting technology. (Edited by Poreda, A., Zdaniewicz, M.) Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollataja w Krakowie, Kraków. pp. 303-319
- [38] Tóth N., Murányi I., Bódi Z. (2009): Az árpa söripari tulajdonságainak vizsgálata. *Növénytermelés*. (Szerk. NAGY J.) 58. (1) pp. 93-111. DOI: <https://doi.org/10.1556/novenyterm.58.2009.1.9>
- [39] Trummer, J. (2018): Grains usable for malting and brewing: A practical overview. In: Advances in brewing and malting technology. (Edited by Poreda, A., Zdaniewicz, M.) Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollataja w Krakowie, Kraków. pp. 67-87.
- [40] Vogel W. (2015): Házi sörfőzés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 128
- [41] Werli J. (2011): Sütőipari technológia II. VM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest. pp. 198
- [42] Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers.

Nemzeti szabványosítási hírek

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

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

2020. szeptember – 2020. november hónapban bevezetett szabványok:

07.100.30 Élelmiszer-mikrobiológia

MSZ EN ISO 6887-5:2020 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. A vizsgálati minták, az alapszuszenzió és a decimális hígítások elkészítése mikrobiológiai vizsgálathoz. 5. rész: A tej és tejtermékek előkészítésének specifikus szabályai (ISO 6887-5:2020)

13.060 Vízhőszigetesség

MSZ EN ISO 13161:2021 Vízhőszigetesség. Polónium-210. Alfa-spektrometriás vizsgálati módszer (ISO 13161:2020) – Az MSZ EN ISO 13161:2016 helyett

MSZ EN ISO 22017:2021 Vízhőszigetesség. Útmutató gyors radioaktivitás-mérésekhez nukleáris vagy radiológiai vészhelyzetek esetén (ISO 22017:2020)

67 Élelmiszeripar

67.020 Élelmiszeripari eljárások

MSZ ISO/TS 22002-5:2021 Élelmiszer-biztonsági előfeltételi programok. 5. rész: Szállítás és tárolás

67.060 Gabonafélék, hüvelyesek és a belőlük származó termékek

MSZ EN ISO 7971-3:2019 Gabonafélék. A hektolitertömegnek nevezett térfogatsűrűség meghatározása. 3. rész: Rutinmódszer (ISO 7971-3:2019)

67.190 Csokoládé, 67.200.10 Állati és növényi zsírok és olajok

MSZ ISO 11053:2021

Növényi zsírok és olajok. Kakaóvaj-ekvivalensek meghatározása tejszokoládében

¹ Magyar Szabványügyi Testület (MSZT)

Review of national standardization

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

Published national standards from September 2020 to November 2020

07.100.30 Food microbiology

MSZ EN ISO 6887-5:2020 Microbiology of the food chain. Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination. Part 5: Specific rules for the preparation of milk and milk products (ISO 6887-5:2020)

13.060 Water quality

MSZ EN ISO 13161:2021 Water quality. Polonium 210. Test method using alpha spectrometry (ISO 13161:2020) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 13161:2016

MSZ EN ISO 22017:2021 Water quality. Guidance for rapid radioactivity measurements in nuclear or radiological emergency situation (ISO 22017:2020)

67 Food technology

67.020 Processes in the food industry (Including food hygiene and food safety)

MSZ ISO/TS 22002-5:2021 Prerequisite programmes on food safety. Part 5: Transport and storage

67.060 Cereals, pulses and derived products

MSZ EN ISO 7971-3:2019 Cereals. Determination of bulk density, called mass per hectolitre. Part 3: Routine method (ISO 7971-3:2019)

67.190 Chocolate, 67.200 Edible oils and fats. Oilseeds

MSZ ISO 11053:2021 Vegetable fats and oils. Determination of cocoa butter equivalents in milk chocolate

¹ Hungarian Standards Institution

Szerzőink / Authors

BÁZÁR György Dr.

Élettani és Állategészségügyi Tanszék, Élettani és Takarmányozási Intézet,
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem; Adexgo Kft.
Department of Nutritional Science and Production Technology,
Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Szent István University; Adexgo Kft.

DIÓSI Gerda Dr.

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Élelmiszertechnológiai Intézet
University of Debrecen, Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental Management,
Institute of Food Technology

HANCZNÉ LAKATOS Erika Dr.

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszertudományi Tanszék
Széchenyi István University, Faculty of Food and Agricultural Sciences, Department of Food Science

YAKUBU, Haruna Gado

Élettani és Állategészségügyi Tanszék, Élettani és Takarmányozási Intézet,
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Department of Nutritional Science and Production Technology,
Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Szent István University

HORACSEK Márta Dr.

Országos Gyógyszerészeti és Élelmezés-egészségügyi Intézet
National Institute of Pharmacy and Nutrition

KAPCSÁNDI Viktória Dr.

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszertudományi Tanszék
Széchenyi István University, Faculty of Food and Agricultural Sciences, Department of Food Science

KASZA Gyula Dr.

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem; Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal,
Kockázatkezelési Igazgatóság
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences; National Food Chain Safety Office,
Directorate for Risk Management

KOVÁCS Zoltán Dr.

Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet,
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Department of Physics and Control, Faculty of Food Science, Szent István University

KUTI Beatrix

Agrárminisztérium, Élelmiszergazdasági és -minőségpolitikai Főosztály;
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Ministry of Agriculture, Department of Food Economics and Quality Policy;
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

LUKIN, Aleksandr Dr.

Dél-uráli Állami Egyetem (nemzeti kutatóegyetem), Cseljabinszk, Oroszország
South Ural State University (national research university), Chelyabinsk, Russian Federation

NAGY Vivien

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Élelmiszertechnológiai Intézet, Debreceni Egyetem Táplálkozás- és Élelmiszertudományi Doktori Iskola
University of Debrecen, Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental Management,
Institute of Food Technology, University of Debrecen Doctoral School of Nutrition and Food Sciences

SZAKOS Dávid

Állatorvostudományi Egyetem; Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Kockázatkezelési Igazgatóság
University of Veterinary Medicine; National Food Chain Safety Office, Directorate for Risk Management

SZALAY Anna

Magyar Szabványügyi Testület / Hungarian Standards Institution

VITÁLIS Flóra

Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet,
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Department of Physics and Control, Faculty of Food Science, Szent István University



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 hármas 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™
hármas kvadrupol tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Quantis™
hármas kvadrupol tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Fortis™
hármas kvadrupol tömegspektrométer

További információk:

thermofisher.com/confidentquantitation

Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft.
1144 Budapest, Kőszeg utca 25.
Telefon: +36 1 221 5536
E-mail: unicam@unicam.hu
Web: www.unicam.hu

UNICAM

Élelmiszervizsgálati Közlemények / Journal of Food Investigation

Kiadó / Publisher: Wessling Nemzetközi Kutató és Oktató Központ Nonprofit Kft. / Wessling International Research and Educational Centre Nonprofit Ltd. / **HU ISSN 2676-8704**

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

Főszerkesztő / Editor in chief: Dr. SZIGETI Tamás János

Szerkesztő / Editor: KONECSNY Tímea, SZUNYOGH Gábor

Angol fordítás / English translation: Dr. HANTOSI Zsolt

Honlap adminisztrátor / web admin.: JUHÁSZ Péter

Szerkesztőbizottság / Editorial Board:

AMBRUS Árpád Dr.	Nyugalmazott egyetemi tanár, NÉBIH főtanácsadó; Retired university professor, 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, NÉBIH KÉI; Director of NFCSO Directorate of Risk Assessment
BÉKÉS Ferenc Dr.	Az MTA külső tagja, igazgató, FBFD PTY LTD NSW Ausztrália; External Member of Hung. Acad. Sci., director of FBFD PTY LTD NSW Australia)
BIACS Péter Dr.	Nyugalmazott egyetemi tanár, SZIE; Retired university professor SZIU
BIRÓ György Dr.	Nyugalmazott egyetemi tanár, SE Egészségtudományi Kar; Retired university professor, SU Faculty of Health Sci.
BOROSS Ferenc Dr.	Ügyvezető elnök, EOQ MNB; Executive chairman, 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 Egyetem 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, NÉBIH, Egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Címzetes egyetemi tanár, Állatorvostudományi Egyetem; Head of Department of Risk Prevention and Education, NFCSO, Associate professor, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, 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
MARÁZ Anna Dr.	Egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem; University professor, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences
MOLNÁR Pál Dr.	Egyetemi tanár, Szegedi Egyetem Mérnöki Kar, elnök, EOQ MNB; University professor, University of Szeged Faculty of Engineering, chairman, EOQ HNC
NAGY Edit	Főtitkár, MAVÍZ; Secretary general, Hungarian Water Utility Association
POPOVICS Anett Dr.	Egyetemi adjunktus, Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar; Senior lecturer, University of Óbuda, Keleti Károly Faculty of Economics
SALGÓ András Dr.	Nyugalmazott egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem; Retired university professor, Budapest Technical University
SÁRDI Éva Dr.	Egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Növénynevelés Tanszék; University professor, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, Department of Genetics and Plant Breeding

SIMONNÉ SARKADI Livia Dr.	<i>Habil. egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi Kar; Habil. university professor, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, Faculty of Food Sciences</i>
SIPOS László Dr.	<i>Egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék; University docent, Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, Department of Commodity Management and Sensory Qualification</i>
SOHÁR Pálné Dr.	<i>Nyugalmazott főosztályvezető, NÉBIH; Retired head of department, NFCSO</i>
SZABÓ S. András Dr.	<i>Tanár, Ward Mária Gimnázium; Professor, Ward Mária High School</i>
SZALAY Anna	<i>Szabványosító menedzser, Magyar Szabványügyi Testület (MSZT); Standardization manager, Hungarian Standards Institution (HSI)</i>
SZEITZNÉ SZABÓ Mária Dr.	<i>Nyugalmazott igazgatóhelyettes, NÉBIH KÉI; Retired deputy director, NFCSO, Directorate of Risk Assessment</i>
SZIGETI Tamás János Dr.	<i>Főszerkesztő, WESSLING Nonprofit Kft., Üzletfejlesztési igazgató, WESSLING Hungary Kft., Címzetes főiskolai docens, Szegedi Egyetem Mérnöki Kar; Editor in chief, WESSLING Nonprofit Ltd., Business developing manager, WESSLING Hungary Kft., Honorary docent, University of Szeged Faculty of Engineering</i>
SZUNYOGH Gábor	<i>Szerkesztő, WESSLING Nonprofit Kft., Osztályvezető, WESSLING Hungary Kft., Marketing osztály; Editor, WESSLING Nonprofit Ltd., Head of Marketing Department, WESSLING Hungary Ltd.</i>
TÖMÖSKÖZI Sándor Dr.	<i>Egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem; University docent, Budapest Technical University</i>
VARGA László Dr.	<i>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</i>
WESSLING, Diana	<i>A családi vállalkozás képviselője, résztulajdonos, WESSLING Cégcsoport; Representative family business, shareholder, WESSLING Holding GmbH & Co. KG, Altenberge, Germany</i>
ZANATHY László Dr.	<i>Felelős kiadó, ügyvezető igazgató, WESSLING Nonprofit Kft., Ügyvezető igazgató, WESSLING Hungary Kft.; Responsible publisher, CEO, WESSLING Nonprofit Ltd. CEO, WESSLING Hungary Ltd.</i>

Grafika / Graphic design: Adworks Kft., info@adworks.hu

Elérhetőségeink / Contact: H-1045 Budapest, Anonymus utca 6., +36 1 87 23 662, www.eviko.hu
szigeti.tamas@wessling.hu, +36 30 39 69 109; konecsny.timea@wessling.hu, +36 20 53 51 160

Kéziratok fogadása / Receiving manuscripts: szigeti.tamas@wessling.hu, konecsny.timea@wessling.hu

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 Wessling Nemzetközi Kutató és Oktató Központ Nonprofit Kft. adja ki a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatallal (NÉBIH) együttműködve. / This Journal of Food Investigation is issued by the Wessling International Research and Educational Centre 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