

ÉLELMISZERVIZSGÁLATI

K Ö Z L E M É N Y E K

JOURNAL OF FOOD INVESTIGATION

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

LXIII. ÉVFOLYAM 3. SZÁM
VOL. 63, 2017 NO. 3

SCIENCE – LIFE – QUALITY – SAFETY

2017. SZEPTEMBER 30.
30. SEPTEMBER 2017

Szemkamerás módszerek alkalmazása az élelmiszer-kutatásban

Application of eye-tracking methodology in food research

A feketeköménymag-olaj antimikrobás hatásának vizsgálata

Élelmiszer-vizsgálati kísérletek középiskolás diákok oktatásában

Arzén felszívódása talajból zöldborsóba

Tej hőkezelésének energetikája, biztonsága

Eye-tracking methods • Investigation of the antimicrobial effect of black cumin seed oil • Experiments of food investigations in the education of high school students • Arsenic absorption into green peas from soil • Energetics and safety of the heat treatment of milk



www.eviko.hu

TARTALOM – CONTENTS

	<p>Szemkamerás módszerek alkalmazása az élelmiszerkutatóban 1620 (Gere Attila, Mahmoud Said Rashed, Kókai Zoltán, Sipos László) <i>Application of eye-tracking methodology in food researches</i> (Attila Gere, Mahmoud Said Rashed, Zoltán Kókai, László Sipos)</p>
	<p>A feketeköménymag-olaj antimikrobás hatásának vizsgálata 1634 Staphylococcus aureus törzseken (Mikulka Petra, Iva Čanak, Jadranka Frece, Mohácsiné Farkas Csilla) <i>Investigation of the antimicrobial effect of black cumin seed oil using Staphylococcus aureus strains</i> (Petra Mikulka, Iva Čanak, Jadranka Frece, Csilla Mohácsiné Farkas)</p>
	<p>Élelmiszer-vizsgálati kísérletek középiskolás diákok oktatásában 1646 (Szabó Gergely Levente, Szabó S. András, Izsák Margit, Bozi János, Tiszáné Kósa Eszter Imola) <i>Experiments of food investigations in the education of high school students</i> (Gergely Levente Szabo, Andras S. Szabo, Margit Izsak, Janos Bozi, Eszter Imola Tisza-Kosa)</p>
	<p>Arzénnal szennyezett talajon termesztett zöldborsó 1660 élelmiszer- és takarmánybiztonsági megítélése (Várallyay Szilvia, Balláné Kovács Andrea, Soós Áron, Kovács Béla) <i>Food and feed safety assessment of green peas grown in an arsenic-contaminated area</i> (Szilvia Várallyay, Andrea Balláné Kovács, Áron Soós, Béla Kovács)</p>
	<p>A tej hőkezelésének élelmiszer-biztonsági és energetikai vizsgálata 1680 (Korzenszky Péter, Kovács Ágnes, Meixner Richárd, Pettkó Csaba) <i>Food safety and energetics analysis of the heat treatment of milk</i> (Péter Korzenszky, Ágnes Kovács, Richárd Meixner, Csaba Pettkó)</p>
	<p>Nemzeti szabványosítási hírek 1698 (Kurucz Csilla) <i>Review of national standardization</i> (Csilla Kurucz)</p>
	<p>Hazai körkép 1702 <i>Local panorama</i></p>
	<p>Kitekintő 1712 <i>Outlook</i></p>



Kedves Olvasóink!

„Bokraink közt már az őszi barangol, kóró lett a fényes laboda.”¹ Az Élelmiszervizsgálati Közlemények Szerkesztősége pedig még az ősszel „elbarangol” eddigi, Fóti úti otthonából: mire Olvasóink a kezükbe veszik az őszi számot, Szerkesztőségünk a magyarországi WESSLING cégcsoporttal együtt új, saját székházban fog dolgozni a Budapest, IV. kerület, Anonymus utca 6. szám alatt. Szakfolyóiratunk legújabb kori élete tele van változásokkal: négy évvel ezelőtt vadonatúj arculatot kapott, az idén ősszel pedig kiadója új helyre költözik.

A változásoknak még ezzel sincs vége. 2017 nyarán a Szerkesztőségünk egy évek óta dédelgetett álma teljesült. Sikertől megegyeznünk az Arcanum Adatbázis Kft. vezetőjével és a WESSLING Közhasznú Nonprofit Kft. ügyvezető igazgatójával arról, hogy az ÉVIK teljes anyagát elektronikus formába hozhassuk. A megegyezést követően még augusztusban elkészült az ÉVIK digitális feldolgozása az 1955-ben megjelent, Dr. Kottász József által szerkesztett első számtól kezdve a legújabb kiadványig. Ez azt jelenti, hogy a www.eviko.hu honlapon várhatóan még ebben az esztendőben szabad eléréssel közzé tudjuk tenni a teljes anyagot kétrétegű PDF formátumban. A kb. 20 ezer oldalt kitevő digitalizált anyagban a hazai, illetőleg a nemzetközi élelmiszerkémia és -analitika legnagyobb kutatóinak dolgozatait olvashatják hamarosan. E munkában a Biszak Sándor vezette Arcanum Kft. mellett a NÉBIH Könyvtárának vezetője Tóthné Csáky Katalin, az Országos Széchényi Könyvtár EPA könyvtárosa, Uri-Kovács József, illetve a WESSLING cégcsoport magyarországi informatikusai működnek közre. Köszönet érte mindannyiuknak! A szakfolyóirat teljes digitalizált anyagából folytatjuk a szerzői katalógus összeállítását is, ami azt jelenti, hogy a folyóirat honlapján belátható időn belül az ÉVIK számainak valamennyi szerzőjére, illetőleg azok dolgozataira keresni lehet.

Szerkesztőségünk a NÉBIH könyvtár segítségével folyamatos kapcsolatban áll az Elsevier kiadó SCOPUS honlapját üzemeltető szakembereivel. Ennek eredményeképpen az ÉVIK 2017. évi 1. és 2. számának teljes anyaga is felkerült a SCOPUS adatbázisába. További jó hír, hogy a SCIMAGO honlapján az ÉVIK-et felvették a Q4 kategóriába:

http://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=1106&page=5&total_size=273

Néhány szóban az őszi szám tartalmáról. Vezető anyagként **Gere Attila** és szerzőtársai szemkamerás vizsgálatokról szóló dolgozatát választottuk. **Mikulka Petra** és munkatársai a feketekoménymag antimikrobás hatásának vizsgálatáról írtak. **Szabó S András** és munkatársai tollából a középiskolai élelmiszer-kémiai oktatásról szóló anyag ötödik, befejező részét közöljük. **Várallyai Szilvia** és szerzőtársai cikkének témája a borsó arzénfelvételének lehetősége arzénrel szennyezett talajokból. **Korzenszky Péter** és munkatársai kéziratukban a tejek hőkezelésének energetikai és élelmiszer-biztonsági összefüggéseiről értekeznek.

Bízom benne, hogy olvasóink nyara szépen telt, volt lehetőségük élvezni a ragyogó napsütést, néha az időjárás szeszélyeinek változatosságát. A vakáció után sikeres munkát, jó olvasást kívánok.


Dr. Szigeti Tamás János
főszerkesztő

Dear Readers,

„I will not be wandering about, Trampling goosefoot in the bushes any more.”¹ But the editorial board of the Journal of Food Investigations will “wander” from its Fóti út home this fall: by the time the fall issue reaches your hand, our editorial board, together with the Hungarian WESSLING corporate group will be working in our new headquarters at Anonymus street 6, in the 4th district of Budapest. The recent history of our journal is full of changes: four years ago it had a brand new look, and this year its publisher moves to a new location.


And changes are still not over. In the summer of 2017, a long standing dream of our editorial office has finally been fulfilled. An agreement was reached with the head of Arcanum Database Ltd. and the managing director of WESSLING Beneficial Nonprofit Ltd. about converting the entire content of JFI (ÉVIK) into electronic form. Following the agreement, digital processing of JFI (ÉVIK) from the first issue, published in 1955 with Dr. József Kottász as editor, up to the latest issue was completed in August. This means that the entire material is expected to be published in a dual layer pdf format on the www.eviko.hu website before the end of the year, with free access. In the digitized material, consisting of approximately 20,000 pages, you will soon be able to read the papers of the most outstanding researchers of domestic and international food chemistry and analysis. In addition to Arcanum Ltd., headed by Sándor Biszak, the director of NFSO's library, Katalin Tóthné Csáky, EPA librarian of the National Széchényi Library, József Uri-Kovács, and the staff of the IT department of the Hungarian subsidiary of the WESSLING corporate group participated in the work. Thanks to all of them! Compilation of an author catalog from the digitized material of the journal is the next step, which means that, within the foreseeable future, you will be able to search for all of the authors of JFI (ÉVIK) and their papers on the website of the journal.

With the help of the NFSO library, our editorial staff is in constant contact with the experts operating the SCOPUS website of Elsevier publishing. As a result, the entire material of the 1st and 2nd issue of 2017 of JFI (ÉVIK) has been added to the SCOPUS database. Another good news is that on the SCIMAGO website, JFI (ÉVIK) has been added to the Q4 category:

http://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=1106&page=5&total_size=273

Finally, a few words on the content of the fall issue. The paper of **Attila Gere** et al. on eye-tracking analysis was selected as the lead material. **Petra Mikulka** et al. write about the assessment of the antimicrobial effects of black cumin oil. The fifth and final part of the material on high school food chemistry education by **András S. Szabó** et al. is presented. The topic of the article of **Szilvia Várallyai** et al. is the potential absorption of arsenic by peas from arsenic-contaminated soils. **Péter Korzenszky** et al. discuss the energetics and food safety aspects of the heat treatment of milks in their manuscript.

I hope that all our readers had a great summer, and had an opportunity to enjoy the brilliant sunshine, and the occasional capriciousness of the weather. After the summer holidays, I wish you a successful work and a good reading.


Dr. Tamás János Szigeti
Editor-in-chief

¹ Szergej Jeszenin: Bokraink közt (Fordította Rab Zsuzsa)

¹ Sergey Yesenin: I will not be wandering about (Translated by Alec Vagapov)



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

Gere Attila¹, Mahmoud Said Rashed², Kókai Zoltán¹, Sipos László¹

Érkezett: 2017. április – Elfogadva: 2017. július

Szemkamerás módszerek alkalmazása az élelmiszer-kutatásban

Kulcsszavak: szemkamera, szemmozgás, érzékszervi vizsgálat, PCCR-rendszer, AOI, fixáció, GDA-címke

1. Összefoglalás

A szemkövetés-vizsgálat egy széles körben alkalmazott eszköz az emberi tekintet irányának követésére. A szemkamerák nagymértékű műszaki fejlődésének következtében napjainkban számos új alkalmazási terület létezik. Ezek egyike az az élelmiszer-kutatás, ahol sok kérdést meg lehet válaszolni a szemmozgás vizsgálatával. A módszer nem csak az élelmiszer-marketingben, hanem az érzékszervi vizsgálatokban és a fogyasztói tanulmányokban is alkalmazható. Cikkünkben az volt a célunk, hogy bemutassuk a szemkamerás vizsgálatok elvét a fő szemmozgásokkal együtt, és leírjuk a mért változók jelentését. Ezen kívül bemutatunk néhány alkalmazási lehetőséget az élelmiszer-tudomány területéről.

2. Mi a szemkövetés?

A szemkövetés egy olyan technika, amely lehetővé teszi a kutatóknak, hogy a résztvevők szemmozgását kövessék. Meghatározza azt a pozíciót, ahová egy személy egy adott pillanatban néz, és azt a sorrendet, amely szerint a szeme az egyik pontról a másikra mozdul [1]. Ily módon a szemkövetés a változók széles skáláját nyújtja, ami lehetővé teszi a résztvevők szemmozgásának kiértékelését. A szemmozgás-vizsgálatok két nagy csoportra bonthatók. Az első csoportba tartoznak az ember-számítógép interakcióval kapcsolatos vizsgálatok. Ezek során a kutatók olyan technológiákat fejlesztenek és terveznek, amelyek lehetővé teszik, hogy az emberek újfajta módon kommunikáljanak a számítógépekkel. A második csoportba azok a vizsgálatok tartoznak, amelyek célja annak feltárása, hogy mire néz az adott személy. Ebben a csoportban található az élelmiszerekkel kapcsolatos vizsgálatok.

3. A szemkövetés története

A szemkövetés nem új technológia, hiszen az olvasás kutatásával kapcsolatos első vizsgálati technikák több mint 100 éve történtek [2]. A szemek körül az arcbőrre helyezett elektródákat használva elektrooku-

lográfiás technikákat alkalmaztak elektromos potenciál különbségek mérésére. Ezek a kis különbségek leírták a szemmozgásokat, de ez a fej pozíciójához viszonyítva történt, ezért további eszközökre volt szükség a viszonyítási alap meghatározásához. A Photo-OculoGraphy vagy a Video-OculoGraphy nem invazív módszerek a szemmozgás különböző jellemzőinek, például a szemmozgás vízszintes, függőleges vagy torziós pozíciós komponenseinek, a pupilla alakjának, a limbus (a szivárványhártya pereme) helyzetének vagy a szaruhártya visszaverődésének mérésére. Ezeket a módszereket azonban általában orvosi célokra alkalmazzák [3].

A ma kereskedelmi forgalomban kapható szemkamerás rendszerek többsége a viszonyítási alapot a "pupilla középpont/szaruhártya visszaverődés" (PCCR – pupil centre corneal reflection) módszerrel határozza meg. A PCCR-rendszerek egy asztali számítógépből állnak, amelyen a szemkamerás szoftver fut, és egy színkalibrált felvevő képernyőből (kiegészítő monitor). A PCCR szemkövető eszköz a felvevő képernyőhöz csatlakozik és egy infravörös fényforrást tartalmaz, amely a felhasználó szemére irányítva erős visszaverődést eredményez. Az infravörös fényt a látható fény zavaró hatásának elkerülésére használják. A kibocsátott infravörös fény nagy része vissza-

¹ Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Érzékszervi Laboratórium

² Szent István Egyetem, Fizika és Folyamatirányítási Tanszék

verődik, így a pupilla egy fényes kerek foltként jelenik meg. Ezen kívül a szaruhártya visszaverődése szintén megjelenik, de kisebb, éles csillogásként [4]. A pupilla középpontjának visszaverődésének és a szaruhártya visszaverődésének pozícióiból számolható egy vektor, további trigonometrikus számításokkal pedig megtalálható a viszonyítási alap. A megfelelő visszaverődések kialakításához két fő pupillamegvilágítási módszert alkalmaznak, a világos pupilla módszert és a sötét pupilla módszert. Ezeknek a módszereknek a célja, hogy a lehető legnagyobb kontrasztkülönbséget hozzák létre az írisz és a pupilla között, amit jelentősen befolyásol számos külső tényező (pl. a megvilágítás, az árnyékok, visszatükröződések különböző tárgyairól, a résztvevők sminkje, stb.).

A PCCR szemkövetőket a szemmozgás felvételének megkezdése előtt kalibrálni kell. A kalibráció során általában egy pontot jelenítenek meg a felvevő képernyőn, és a résztvevőket arra kérik, hogy fókuszáljanak a pontra, és kövessék annak mozgását. A pont körbejár a képernyőn, és ötpontos kalibráció esetén megáll a sarkokban és a képernyő közepén. A kalibráció akkor fejeződik be, ha minden pontot rögzítettek [4].

4. Szemmozgások

Hat különböző szemmozgástípus létezik: a fizio-
giás nystagmus, a követő szemmozgás, a vergens szemmozgás, a vestibularis szemmozgás, az opto-
kinetikus szemmozgás és a szakkádikus mozgások

[5]. A fizio-
giás nystagmus akaratlan szemmozgás, amely normál körülmények között nem észlelhető. A követő szemmozgás mozgó objektumok nyomkövetésére szolgál, és akaratlagosan nem előidézhető. Vergens szemmozgás során a szemek különböző irányba mozdulnak el, és ezt a megfigyelt objektum távolságának meghatározására használjuk. A szemek a fejfelé ellentétes irányba mozognak a vestibularis szemmozgás során annak érdekében, hogy a céltárgy a látógödrön maradjon, amikor a fej elmozdul. Ez az optokinetikus szemmozgással együtt működik, amely akkor következik be, amikor a látómező nagy része keresztül mozog a retinán. A szakkádikus mozgások felelősek azért, hogy az új objektumok a látógödrbe kerüljenek, így ezek rendkívül gyors és hirtelen szemmozgások. A szemkövetés során általában a szakkádikus mozgásokat mérjük. A szakkádikus mozgásokon belül két fő szemmozgás típust különböztetünk meg, a fixációkat és a szakkádokat. A fixációt úgy definiáljuk, mint a tekintet egyetlen ponton tartásának folyamatát. A fixáció során gyűjtjük be az információt a vizuális ingerről. A fixáció hossza 100 és 600 milliszekundum között változik, aminek során az agy megkezdi a szemtől kapott vizuális információ feldolgozását. A tipikus fixációs frekvencia kevesebb mint 3 Hz (3 fixáció/sec). A szakkádok rendkívül gyors ugrások egyik fixációról a másikra, és a szakkádok átlagos hossza körülbelül 20-40 milliszekundum. A mozgás alatt a szakkád végpontja nem változtatható meg. Regresszív szakkádok és a szakkád mintázat zavarodottságot és megértési problémákat is feltá-
hatunk [5].



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

5. Szemmozgás mérőszámok

A szemmozgás mérőszámait széles körben az információgyűjtés jó indikátorainak tekintik [6]. Annak érdekében, hogy egy felvételből kiszámítsuk a szemmozgás-mérőszámokat, el kell döntenünk, a vizuális ingerek mely részeiről van szó. Ezek a részek az úgynevezett érdeklődési területek (AOI-k – Area Of Interest), amelyeket a szemkövető adatfeldolgozó szoftverével lehet azonosítani. Az AOI-k azonosítása segíti az AOI-kra vonatkozó és/vagy az AOI-kon kívüli fixációk és szakkádok vizsgálatát. Így létrejön egy átfogó adathalmaz, amelyet különböző statisztikai módszerekkel lehet analizálni annak érdekében, hogy felfedjük a szemmozgás viselkedésre vonatkozó információt.

A fixációk feladatfüggőek, ezért értékelésüket óvatosan kell végezni. Egy szabad megtekintési feladatban a nagyobb fixációs szám (az összes olyan alkalom száma, amikor a résztvevő a tekintetét egy AOI-ra fixálja) jelezhet nagyobb érdeklődést, vagy lehet annak jele, hogy az AOI összetett és nehezen megfejtendő [7], [8]. Ugyanakkor egy keresési feladatban a nagyobb fixációs szám gyakran a nagyobb bizonytalanság jele [7]. Azoknak a fogyasztóknak a százalékos aránya, akiknek tekintete egy AOI-ra fixált, jellemző az adott AOI figyelemmegragadó képességére. Ez arányos a résztvevők azon hányadával, akik a feladat elvégzéséhez az AOI-ból információt gyűjtöttek. A fixáció hosszát szintén használják an-

nak leírására, mennyire volt nehéz feldolgozni az információt. Széles körben elfogadott, hogy a hosszú fixációkhoz kapcsolódó külső megjelenítések nem annyira jelentőségteljesek a felhasználó számára, mint a rövid fixációkhoz kapcsolódók [9].

Az első fixációig eltelt idő azt jelzi, hogy az inger megjelenésétől mennyi idő telt el addig, amíg a résztvevő először fixálta tekintetét az AOI-ra, és ez jellemző az AOI figyelemmegragadó képességére, valamint a sorrendre, amely szerint a résztvevők feldolgozzák őket a feladat teljesítéséhez [6]. Az első fixáció hossza az az idő, ameddig a felhasználó az első fixációs pontra irányítja tekintetét, és ez szintén jellemző lehet az AOI figyelemmegragadó képességére [10].

A tartózkodási időtartamot úgy definiáljuk, hogy az nem más, mint a felhasználó első fixációja a terméken és a kövekező, a terméken kívüli fixáció között eltelt idő, vagyis egy hosszabb tartózkodási időtartam nagyobb figyelemmegragadó képességet jelent [6]. A tartózkodási szám az AOI "meglátogatásainak" száma [10]. Ezeket a mérőszámokat az **1. táblázatban** foglaljuk össze.

6. Szemkövetés az élelmiszer-kutatásban

Mivel a csomagolás jelenti a fogyasztó első benyomását a termék felé, ezért annak vonzóvá tétele kulcsfontosságú. Rebollar és munkatársai arra törekedtek, hogy azonosítsák csokoládé csomagolások

1. táblázat A fixációkból származtatott mérőszámok és azok értelmezése.
Table 1. Fixation-derived metrics and how they can be interpreted..

Szemmozgás mérőszám Eye-Movement Metric	Amit mér What it Measures
Összes fixáció száma Total fixation count	Több fixáció kevésbé hatékony keresésre utal More overall fixations indicate less efficient search
Adott AOI-ra vonatkozó fixációk száma Fixation count within an AOI	Több fixáció egy adott AOI-n azt jelzi, hogy az jobban észrevehető, vagy fontosabb a megfigyelő számára, mint más területek. More fixations on a particular AOI indicate that it is more noticeable, or more important, to the viewer than other areas.
Fixáció időtartama Fixation duration	Hosszabb fixációs időtartam az információ kinyerésének nehézségére utal, vagy azt jelenti, hogy az objektum valami miatt megragadóbb. A longer fixation duration indicates difficulty in extracting information, or it means that the object is more engaging in some way.
Tartózkodási szám Dwell count	A figyelem különböző célpontok közötti megoszlásának összehasonlítására használják. It is used to compare attention distributed between targets.
Fixációk térbeli sűrűsége Fixation spatial density	Kis területen koncentrálódó fixációk fókuszált és hatékony keresést jeleznek. Egyenletesen eloszló fixációk széleskörű és nem hatékony keresést tükröznek. Fixations concentrated in a small area indicate focused and efficient searching. Evenly spread fixations reflect widespread and inefficient search.
Első fixációig eltelt idő Time to first fixation	Egy objektumra vagy területre vonatkozó első fixációig eltelt rövidebb idő jobb figyelemmegragadó tulajdonságokat jelent. Faster times to first-fixation on an object or area mean that it has better attention-getting properties.
Adott AOI-ra fixáló résztvevők százalékos aránya Percentage of Participants fixating an AOI	Ha a feladat szempontjából fontos területre a résztvevők kis hányada fixál, szükség lehet annak kiemelésére vagy áthelyezésére. If a low proportion of participants is fixating an area that is important to the task, it may need to be highlighted or moved.
Első fixáció hossza First fixation duration	Felismerési sebesség. Recognition speed.

megtekintési mintázatát, és feltérképezzék, hogy a csomagolás tervezési elemeinek elrendezése hogyan befolyásolja a potenciális vevők vizuális viselkedését impulzív vásárláskor. A tanulmányban két fő megtekintési mintázatot azonosítottak. Az első az, hogy a vizuális szempontból legfontosabb elemeket tekintik meg először, majd továbblépnek a kevésbé fontosakra. A második a nyugati olvasási rendszerhez kapcsolódik, ugyanis az emberek hajlamosak arra, hogy először a csomagolás bal felső részét nézzék meg. A kapott eredmények érdekesek a csomagolások grafikus tervezői számára [11].

A szemkövetés egy másik alkalmazása az élelmiszertermékek egészségességének fogyasztói megítélésével kapcsolatos. Egy tanulmányban haltermékek és zöldség köretek 15 különböző kombinációja egészségességének megítélését vizsgálták. A kapott adatokat úgynevezett hőtésképeken ábrázolták, ahol a stimulus képek fixációkban legsűrűbb részeit vörös színnel jelölték. A hőtésképek megmutatták, hogy a halburger termékek több fogyasztót vonzottak, más termékekhez (filé vagy falatkák) viszonyítva intenzívebb vörös területeik voltak. A legmagasabb egészségügyi pontszámokat a filé esetében rögzítették, míg a legalacsonyabb pontszámokat a halburger és a falatkák kapták sült zöldség kísérettel (sült krumpli vagy tempura). A tanulmány megmutatta, hogy mind a haltermékeknek, mind a zöldség köreteknek jelentős hatásuk volt az egészségesség megítélésére, de kölcsönhatásuk nem mutatott szignifikáns hatást [12].

A szemkövetés egy másik érdekes alkalmazási területe az élelmiszer-kutatásban a tápértékjelölések és azok felhasználása. Az élelmiszercímkék fontos szerepet játszanak a fogyasztói felfogásban és a vásárlásokban. Az élelmiszercímkék fogyasztók általi vizuális feldolgozásának jobb megértése érdekében Ares és munkatársai az ismeretlen élelmiszercímkékről történő információgyűjtést tárgyalták. Az eredmények azt mutatták, hogy a fogyasztók a címkén leginkább a márkára, az összetevőkre, a tápértékinformációra és a képre irányították tekintetüket. Bemutatták, hogy a fogyasztók hajlamosak bizonyos információkat keresni a címkén. A szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy a címke elrendezésének jelentős hatása lehet a figyelemre [13].

Bialkova és van Trijp azt vizsgálta, vajon a tápértékinformáció figyelemmel kísérése befolyásolja-e a fogyasztói választást, és ha igen, hogyan. Tanulmányukban arra kérték a fogyasztókat, hogy számos lehetőség közül válasszák ki a legegészségesebb vagy az általuk leginkább preferált terméket. A termékek különböző címkékkal bírtak (terméklogó, monokróm iránymutató napi mennyiség (Guideline Daily Amount, GDA-címke, vagy szinkódolt GDA-címke), amelyek mind az adott termék tápértékprofiljáról tájékoztattak. Eredményeik azt mutatták, hogy a fogyasztók mind az egészséges táplálkozásra vonatkozó motivációjuk, mind az információfeldolgozás te-

kintetében különböznek. Egy motiváltabb fogyasztó több időt fog eltölteni az információ megszerzésével a címkéről, mint egy kevésbé motivált fogyasztó. A legmagasabb választási gyakoriságot a szinkódolt és a monokróm GDA-címkével bíró termékek esetében tapasztalták, és ez a hatás a címke figyelemfelkeltő tulajdonságához kapcsolódott a szerzők beszámolója szerint. Ezen felül két érdekes eredményt találtak. Az egyik az volt, hogy a figyelem kapcsolódik a tápértékinformáció hatásához a választásra, ami új kutatási irányokat nyithat. Azt is megállapították, hogy azt a terméket választották a legnagyobb valószínűséggel, amelyre a legtöbb fixáció irányult [14].

Jantathai és munkatársai megvizsgálták az élelmiszer színének a szemmozgás viselkedésére gyakorolt hatását, valamint a szemmozgás viselkedése és a választás közötti összefüggést. Az eredmények azt mutatták, hogy az alkalmazott három szín (rózsaszín, zöld, sárga) és a három termék jelentősen befolyásolta a fogyasztók szemmozgásának viselkedését. A minta pozíciójának nem volt szignifikáns hatása. Mivel szignifikáns pozitív korreláció volt megfigyelhető két szemmozgás paraméter (a fixációszám és a látogatás hossza) és a kiválasztás gyakorisága között, a fixációszám és a látogatáshossz paramétereiket mint a fogyasztói választás előrejelzőit érdemes tovább vizsgálni és megvitatni [15].

Később Danner és munkatársai vizsgálták az összefüggést a szemmozgás és a választás között. Nyolc különböző élelmiszer-termékcsoporthoz 54 diák értékelt, akiket arra kértek, hogy négy bemutatott termék közül válasszák ki a legvonzóbbat. Az általános eredmények elérése érdekében különböző termékcsoporthoz határoztak meg: saláták, almák, kenyerek, üdítőitalok, instant levesek, kolbászok, csokoládék és sörök. Megvizsgálva a szemmozgás viselkedését többféle választási feladat során, rendkívül erős korrelációt találtak a választás és a szemmozgás viselkedése között, a választott termékre vonatkozó nagyobb fixációszám, hosszabb összes tartózkodási idő és nagyobb tartózkodási szám tekintetében. Kimutatták, hogy az első fixált és a választott termék között gyenge korreláció van, de megállapításaik megerősítették Bialkova és van Trijp eredményeit, amennyiben arra a következtetésre jutottak, hogy az utoljára fixált és a választott termék között szoros az összefüggés [10].

Mivel a szemmozgás és a választás között jelentős összefüggés van, Gere és munkatársai megvizsgálták, mely előrejelzési modellek alkalmazhatók a fogyasztói választás prediktálására. Tizenhárom statisztikai modellt teszteltek, és ezek tíz teljesítménymutatóját számolták ki. A modelleket arra tanították, hogy szemmozgás adatok (pl. fixációhossz és -szám, tartózkodási idő és szám, stb.) alapján jelzik előre a résztvevők választását. A legjobbak azonosítása érdekében a modelleket előrejelző teljesítményük alapján rangsorolták. A szemmozgás viselkedés és az élelmiszer-választás között szoros kapcsolatot

figyelték meg; emellett az élelmiszerválasztást pontosan előrejelezték a szemmozgás paraméterek döntési fa algoritmusok alkalmazása során, lehetőleg ID3 modellekkel (Interactive Dichotomizer 3). A tanulmányokban javasolt munkafolyamat jól alkalmazható hasonló gyakorlati szemmozgás rendellenességek vizsgálatokban is [16].

Az élelmiszercímkék és a választás közötti összefüggés vizsgálatával foglalkozó tanulmányok között számos olyan van, amelynek célja a fogyasztók szemmozgását befolyásoló tényezők leírása. Ezt tanulmányozták Vu és munkatársai, akik a fogyasztók szemmozgás viselkedését befolyásoló különböző tényezőket vizsgálták egy szemkamerás feladat során. Munkájuk célja annak vizsgálata volt, hogyan befolyásolja a tesztervezés a szemmozgás viselkedést és a döntési időt. A következő tényezőket vizsgálták: képek száma egy tesztábrán (kettő, három, négy, öt és hat kép/ábra); a kérdés tartalma (ízletesség, egészségesség, ár, kényelem és ismertség) és az értékelés típusa (maximális választás, minimális választás, rangsorolás, minősítés és csoportosítás). A háromból kettő tényező bizonyult szignifikánsnak (az értékelés típusa és a képek száma). A rangsorolás és a csoportosítás más feladatokhoz képest több vizuális időt és figyelmet igényelt, mert több kép több vizuális figyelmet igényelt. A befolyásoló tényezők (képek száma és értékelés típusa) együttes hatására nem volt bizonyíték [17].

Egy újabb tanulmány gyümölcs hibák hatását vizsgálta az adott gyümölcs visszautasítására szemkamerás módszerrel. A szerzők azt értékelték, hogy az alábbi almahibák közül melyiknek volt a legnagyobb figyelemfelkeltő hatása: ütődés, belső barnulás vagy belső barnulás és üregek. 123 résztvevőt arra kértek, hogy nézzenek meg különböző hibákkal rendelkező almákat ábrázoló képeket, majd jelezniük kellett 7, különböző hibákkal bíró almára vonatkozó jövőbeli vásárlási szándékukat. A nem sérült gyümölcsök esetében a résztvevők az almák belsejére fixáltak, de amint bármilyen hiba megjelent, a fogyasztók a hibá-

ra irányították tekintetüket. A szerzők megmutatták, hogy amennyiben a teljes terület $4,8 \pm 0,7\%$ -a hibás, a fogyasztók 50%-a elutasította a termék megvásárlását [18].

7. Következtetések

A szemkövetés hasznos eszköz a résztvevők tudatlattal viselkedésének elemzésére. A módszer előnyei, hogy nem invazív, gyors és azonnali eredményeket szolgáltat hőtéreképek és fókuszpont térképek formájában. Ezen kívül – amennyiben a kutatónak további részletes információra van szüksége – a rögzített hatalmas adatmennyiség is hozzáférhető, amelyet könnyen lehet különböző statisztikai módszerekkel elemezni.

Élelmiszer-kutatásban a szemkövetést mindazon tulajdonságok értékelésére lehet alkalmazni, amelyeket a látáson keresztül dolgozunk fel.

További előnyt jelent, hogy a szemkamerákat más eszközökkel, pl. arcolvasókkal (ezek a résztvevők arckifejezéseit elemzik, és azonosítják az olyan alapvető érzelmeket, mint pl. a boldogság, harag, stb.) vagy az agy elektromos aktivitását rögzítő elektroencefalográffal) együtt lehet alkalmazni. Ezeknek az eszközöknek az együttes alkalmazása olyan választ adhat a kérdéseinkre, amelyet nem kaphatunk meg hagyományos kérdőíves módszerek alkalmazásával, ugyanis a mért változókat a résztvevők nem tudják szándékosan megváltoztatni.

8. Köszönetnyilvánítás



A szerzők megköszönik az OTKA támogatását, szerződésszám: K119269. Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával. A Bolyai János kutatási ösztöndíj támogatásával készült.



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

9. Irodalom

- [1] A. Poole and L. J. Ball (2005): "Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research," in *Encyclopedia of Human-Computer Interaction*, 1st ed., C. Ghaoui, Ed. Hershey: Idea Group Reference, pp. 211–219.
- [2] K. Rayner, A. Pollatsek, J. Ashby, and C. J. Clifton (2011): *Psychology of Reading*, 2nd ed. Psychology Press.
- [3] A. Duchowski (2007) *Eye Tracking Methodology. Theory and Practice*, 2nd ed. London: Springer-Verlag.
- [4] J. H. Goldberg and A. M. Wichansky (2003): "Eye Tracking in Usability Evaluation: A Practitioner's Guide," in *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*, 1st ed., R. Radach, J. Hyona, and H. Deubel, Eds. Amsterdam: Elsevier B.V., pp. 493–516.
- [5] K. Chen and H. J. Choi (2008): "Visual Attention and Eye Movements," Irvine.
- [6] K. Holmqvist, M. Nyström, R. Andersson, and J. van de Weijer (2011): *Eyetracking. A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford: Oxford University Press.
- [7] R. J. K. Jacob and K. S. Karn (2003): "Commentary on Section 4 - Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Ready to Deliver the Promises," in *The Mind's Eye*, J. Hyönä, R. Radach, and H. Deubel, Eds. Amsterdam: North-Holland, pp. 573–605.
- [8] M. A. Just and P. A. Carpenter (1976): "Eye fixations and cognitive processes," *Cogn. Psychol.*, vol. 8, no. 4, pp. 441–480.
- [9] J. H. Goldberg and X. Kotval (1999): "Computer interface evaluation using eye movements : Methods and constructs Computer interface evaluation using eye movements : methods and constructs," no. November 2016,.
- [10] L. Danner, N. de Antoni, A. Gere, L. Sipos, S. Kovács, and K. Dürschmid (2016): "Make a Choice! Visual Attention and Choice Behavior in Multialternative Choice Situations, Investigating Different Food Product Groups," *Acta Aliment.*, vol. in press,.
- [11] R. Rebollar, I. Lidón, J. Martín, and M. Puebla (2015): "The identification of viewing patterns of chocolate snack packages using eye-tracking techniques," *Food Qual. Prefer.*, vol. 39, no. 0, pp. 251–258.
- [12] M. L. Mitterer-Daltoé, M. I. Queiroz, S. Fiszman, and P. Varela (2014): "Are fish products healthy? Eye tracking as a new food technology tool for a better understanding of consumer perception," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 55, no. 2, pp. 459–465, Mar.
- [13] G. Ares, A. Giménez, F. Bruzzone, L. Vidal, L. Antúnez, and A. Maiche (2013): "Consumer visual processing of food labels: Results from an eye-tracking study," *J. Sens. Stud.*, vol. 28, no. 2, pp. 138–153, Apr..
- [14] S. Bialkova and H. C. M. van Trijp (2011): "An efficient methodology for assessing attention to and effect of nutrition information displayed front-of-pack," *Food Qual. Prefer.*, vol. 22, no. 6, pp. 592–601, Sep.
- [15] S. Jantathai, L. Danner, M. Joechl, and K. Dürschmid (2013): "Gazing behavior, choice and color of food: Does gazing behavior predict choice?," *Food Res. Int.*, vol. 54, no. 2, pp. 1621–1626.
- [16] A. Gere, L. Danner, de A. Nino, S. Kovács, K. Dürschmid, and L. Sipos (2016): "Visual attention accompanying food decision process: an alternative approach to choose the best models," *Food Qual. Prefer.*, vol. 51, pp. 1–7.
- [17] T. M. H. Vu, V. P. Tu, and K. Duerrschmid (2016): "Design factors influence consumers' gazing behaviour and decision time in an eye-tracking test: A study on food images," *Food Qual. Prefer.*, vol. 47, pp. 130–138.
- [18] S. R. Jaeger, L. Antúnez, G. Ares, J. W. Johnston, M. Hall, and F. R. Harker (2016): "Consumers' visual attention to fruit defects and disorders: A case study with apple images," *Postharvest Biol. Technol.*, vol. 116, pp. 36–44.

NITROGÉN / FEHÉRJE ANALIZÁTOROK



- * élelmiszerek
- * talajok
- * gabonák
- * növények
- * bio-iszapok vizsgálatához



Egyedülálló előnyök:

- * gyors és olcsó mérés: 4 perc/minta (napi >300 minta)
- * makro bemérés: 1g-ig / 5g-ig, detektálás: 500 mg N abs.
- * egyszerű felépítés, olcsó üzemeltetés CO₂ gázzal, felügyelet nélkül
- * önregeneráló redukciós egység: karbantartás 2000 mérésenként
- * megbízható eredmények, kétfokozatú tökéletes égetés
- * évekig stabil kalibráció - egyetlen kalibráció minden mintára
- * extrém hosszú élettartam: a fő egységekre 10 év garancia
- * bemérés 5mL-es acéltégelybe, mintaelőkészítés nélkül (MAX)

Attila Gere¹, Mahmoud Said Rashed², Zoltán Kókai¹, László Sipos¹

Received: 2017. April – Accepted: 2017. July

Application of eye-tracking methodology in food researches

Keywords: eye-tracking, eye-movements, sensorial test, PCCR systems, AOI, fixation, GDA-label

1. Summary

Eye-tracking is a widely applied tool to follow the human gaze direction. Due to the excessive technical development of eye-trackers, nowadays several fields of applications are available. A new field is food research where numerous questions can be answered by the analysis of gazing behaviour. The methodology might be applied not only in food marketing, but also in sensory analysis and consumer studies. In our article, we aim to introduce the principles of eye-tracking along with the major eye-movements and describe the meanings of the measured variables. Furthermore, several applications are introduced from food sciences.

2. What is eye-tracking?

Eye-tracking is a technique which enables the researchers to follow the eye-movements of participants. It defines the position where a person is looking at any given time and the sequence in which his or her eyes are shifting from one location to another [1]. In this way, eye-tracking provides a wide range of variables which facilitate the evaluation of the participants' gazing behaviour. Eye-tracking studies can be split into two major groups. Studies about human-computer interaction belong to the first group in which researchers develop and design technologies that let humans interact with computers in novel ways. Those studies belong to the second group, which aim to uncover what a person is looking at. This is the group where the food-related studies are found.

3. The History of Eye Tracking

Eye-tracking is not a novel technology since the first applications about reading research were performed more than 100 years ago [2]. Electro-oculographic techniques were applied for measuring differences in electric potential using electrodes placed on the facial skin around the eyes. These small differences described the eye-movements but this is relative to head position, hence further tools are needed to conduct point of regard measurements. Photo-OculoGraphy or Video-OculoGraphy are non-invasive methods of

measuring different features of eye-movements e.g. horizontal, vertical and torsional position components of eye-movements, pupil shape, limbus position or corneal reflection. However, these methods are generally employed for medical purposes [3].

Most commercial eye-tracking systems available today measure point-of-regard by the "corneal-reflection/pupil-centre" method. PCCR systems consist of a desktop computer running the eye-tracker software, a colour-calibrated recording screen (additional monitor). The PCCR eye-tracking device is attached to the recording screen and contains an infra-red light source which is directed to the user's eyes to generate strong reflection. Infrared light is used to avoid the disturbing effect of visible light. A large proportion of the emitted infrared light is reflected back making the pupil appear as a bright round spot. Furthermore, the corneal reflection appears also but as a smaller sharp glint [4]. From positions of the reflection of the pupil centre and the corneal reflection is used to compute a vector and, with further trigonometric calculations, point-of-regard can be found. In order to generate proper reflections, two major pupil illumination methods are used, the bright-pupil method and dark-pupil method. The aim of these methods is to generate the possible biggest contrast difference between the iris and the pupil which is significantly influenced by several external factors (e.g.: lighting, shades, reflections from objects, makeup on the participants, etc.).

¹ Sensory Laboratory, Faculty of Food Science, Szent István University

² Department of Physics and Control, Szent István University

PCCR eye-trackers need to be calibrated before starting the recordings of the eye-movements. During the calibration, usually a point is displayed on the recording screen and participants are asked to focus on the point and follow its movements. The point moves around the screen and in the case of a five point-calibration, it stops in the corners and in the middle of the screen. The calibration is completed if all the points were captured [4].

4. Eye Movements

There are six different types of eye movement: physiological nystagmus, smooth pursuit movements, vergence movements, vestibular movements, optokinetic movements and saccadic movements [5]. Physiological nystagmus are involuntary eye movements and not detectable under normal circumstances. Smooth pursuit movements are used to track moving objects and cannot be triggered voluntarily. During vergence movements, the eyes move different directions and it is used to select the distance of the object being observed. The eyes move in the opposite direction of the head during vestibular movements in order to retain the target object on the fovea when the head moves. It works together with optokinetic movements which occurs when a large portion of the visual field moves across the retina. Saccadic movements are responsible to bring new objects into the fovea hence they are very rapid and quick eye-movements. In eye-tracking, usually saccadic movements are measured. Within saccadic movements, there are two major eye movement types, fixations and saccades. Fixation is defined as the process of maintaining of the visual gaze on a single location. During fixations, information is acquired from the visual scene. The fixation lengths vary from about 100 to 600 milliseconds, during this stop the brain starts to process the visual information received from the eyes. A typical fixation frequency is less than 3 Hz (3 fixation/sec) saccades are extremely fast jumps from one fixation to the other and the average length of a saccade is about 20-40 milliseconds. The end point of saccade cannot be changed during the movement. Regressive saccades and the saccade pattern can reveal confusion and problems of understanding [5].

5. Eye-movement metrics

Eye-movement metrics have been extensively considered as good indicators of information acquisition [6]. In order to compute the eye-movement metrics from a recording, it is necessary to decide, which parts of the visual stimuli is in question. These parts are the so-called areas of interests (AOIs) which can be defined using the data processing software of the eye-tracker. Definition of AOIs help to analyse the fixations and saccades on each AOI and/or outside the AOIs. This way, a comprehensive data set is created which can be analysed by different statistical methods to uncover the information of gazing behaviour.

Fixations are task-dependent; hence their evaluation should be done carefully. In a free viewing task, higher fixation count (the total number of times that a participant fixates his/her gaze on an AOI) can be indicative of greater interest, or it can be a sign that the AOI is complex and more difficult to encode [7], [8]. However, in a search task, higher number of fixation count is often an index of greater uncertainty [7]. The percentage of consumers who fixated their gaze on an AOI is a measure of the attentional capture of an AOI. It is related to the proportion of participants who extracted information from an AOI to complete the task. Fixation duration is also used to describe how difficult was to process the information. It is widely accepted that external representations associated with long fixations are not as meaningful to the user as those associated with short fixations [9].

Time to first fixation is a measure of the time from the start of the stimulus display until the participant fixates his/her gaze on the AOI for the first time and is indicative of the attentional capture of the AOI and the order in which participants process them for completing the task [6]. First fixation duration is defined as the time a user gazes at his/her first fixation point and can be indicative of the attentional capture of the AOI [10].

Dwell durations are defined as time elapsed between the user's first fixation on a product and the next fixation outside the product, hence longer dwell duration means higher attentional capture [6]. Dwell counts are the number of "visits" to an AOI [10]. The metrics are summarized in **Table 1**.

6. Eye-tracking in food research

As the package is the first impression of the consumer towards the product; it is a key factor for consumer attraction. Rebollar and co-workers aimed to identify patterns of viewing chocolate snack packages and at exploring how the layout of packaging design elements affects the prospective buyer's visual behaviour in impulse buying. Two main viewing patterns were identified in the study. The first consists in viewing first the most important elements from a visual perspective and then moving onto the ones of lesser importance. The second relates to the Western reading system, since people tend to look first at the top-left part of the packaging. The results obtained are of interest for graphic designers of packages [11].

Another application of eye-tracking is to understand consumers' perceptions about the healthiness of food product. A study investigated the perceptions of the healthiness of fifteen different combinations of fish products and side vegetables. The obtained data was plotted in so-called heat-maps where the most fixation-dense parts of the stimulus images are coloured as red. Heat-maps revealed that fish burger products attracted more the consumers, they had more intense red areas in their heat-maps compared to the other products (fillet or nuggets). The highest

healthiness scores were recorded for the fillet but the lowest scores were given to fish burger and nuggets presented with fried side vegetable dishes (French fries or tempura). The study introduced that both fish products and side vegetables had significant effect on the perception of healthiness but their interaction did not show significant effect [12].

Another further interesting field of application for eye-tracking in food research is the analysis of nutritional labels and their use. Food labels play an important role in consumers' perception and purchases. For better understanding of consumer's visual processing of food labels, Ares and his co-workers discussed the information acquisition process from unknown food labels. Results revealed that consumers mainly fixated their gaze on the brand, ingredients, nutritional information and the image on the label. It was introduced that consumers tend to look for specific information on the labels. The authors concluded that label design could have significant effect on attention [13].

Bialkova and van Trijp explored whether and how attention to nutrition information mediates consumers' choice. In their study, consumers were asked to select the healthiest or their most preferred product from a range of possibilities. Different labels were presented on the products (product logo, monochrome Guideline Daily Amount (GDA) label, or color-coded GDA label) which all communicated the nutritional profile of the given product. Their results revealed that, consumers can differ both, in motivation for healthy eating and in information processing style. A more motivated consumer would spend more time to extract information from the label than a less motivated consumer. The highest choice frequency was observed in the case of products with color-coded and monochrome GDAs and this effect was related to the attention-getting property of the label, as the authors reported. Furthermore, two interesting results were found. One of them is that attention mediates the effect of nutrition labels on choice which opens new research directions. They concluded also that the product fixated the most, had also the highest likelihood of being chosen [14].

Jantathai and co-workers investigated the effect of food colour on gazing behaviour and the correlations between gazing behaviour and choice. The results revealed that the gazing behaviour of consumers was significantly influenced by the applied three colours (pink, green, yellow) and the three products. Although, no significant effect of sample position was found. Since there were significant positive correlations between two eye tracking parameters (fixation count and visit duration) and the choice rate, the parameters fixation count and visit duration could further be investigated and discussed as predictors of consumers' choice [15].

The correlation between eye-movements and choice was analysed later by Danner and co-workers. Eight

different food product groups were evaluated by 54 students who were asked to choose the most appealing product alternative from the presented four. Different product groups were defined in order to obtain general results: salads, apples, breads, soft drinks, instant soups, sausages, chocolates and beers. By examining the gazing behaviour during multi alternative choice tasks, very strong correlations between choice and gazing behaviour, in forms of more fixation counts, longer total dwell duration and more dwell counts, on the chosen alternative, were found. It has been showed, that there is a weak correlation between the first fixated and the chosen product but their findings supported the ones of Bialkova and van Trijp when they concluded that there is a strong correlation between the last fixated and the chosen product [10].

Since there is a significant correlation between eye-movements and choice, Gere and his co-workers investigated which prediction models could be utilized to predict consumers' choice. Thirteen statistical models were tested and their ten performance indicators were computed. The models were trained to predict the choice of the participants based on their eye-movement data (e.g.: fixation duration and count, dwell duration and count, etc.). The models were ranked regarding their prediction performance to identify superior ones. Close relationship between gazing behaviour and food choice was observed; furthermore, the food choice was accurately predicted by gazing parameters using decision tree algorithms, preferably with ID3 models. The workflow, proposed in their study, is well-suitable to similar practical eye-tracking problems [16].

Among the analysis of food labels and choice, several studies aimed to describe the influencing factors that can affect consumers' eye-movements. This was studied by Vu and co-workers who studied different factors influencing consumers' gazing behaviour in an eye-tracking task. The work was aimed to study how test design influences gazing behaviour and decision time. The following factors were investigated: number of images in one testing picture (two, three, four, five, and six images/picture); content of question (tastiness, healthiness, price, convenience, and familiarity); and type of evaluation (maximum choice, minimum choice, ranking, rating, and grouping). Two of the three factors proved to be significant (type of evaluation and the number of images). Ranking or grouping required more visual attention and time compared to the other tasks while higher number of images required more visual attention. No joint effect of influencing factors (number of images and type of evaluation) was found [17].

A recent study investigated the effect of fruit disorders on the rejection of the given fruit using eye-tracking. The authors evaluated, which of the following apple defects has the highest attentional capture: Bruising, internal browning or internal browning and

cavities. One hundred twenty-three participants were asked to look at images about apples with different defects, and then they had to indicate their future purchase intention about seven apples with different defects. In case of non-damaged fruits, participants fixated on the core of the apples but as soon as any disorder appeared, consumers shifted their gaze to the disorder. The authors introduced that if $4.8 \pm 0.7\%$ of the total area is defected, 50% of the consumers rejected the further purchase of the product [18].

7. Conclusions

Eye-tracking is a useful tool to analyse subconscious behaviour of participants. The advantages of the method are that it is non-invasive, fast and it provides immediate results in forms of heat-maps and gaze maps. Furthermore, if the researcher needs more detailed information, the recorded huge amount of data is also accessible which can be easily analysed using different statistical methods.

In food researches, eye-tracking can be used to assess all those attributes which can be processed through vision.

A further advantage is that eye-trackers can be used jointly with other tools e.g. face readers (which analyse the facial expressions of the participants and identify basic emotions such as happiness, anger, etc.) or electroencephalograph (which records the electrical activity of the brain). These tools applied together can give answers, which cannot be reached using the traditional questionnaire-based methods because the measured variables cannot be changed intentionally by the participants.

8. Acknowledgement



The authors thank the support of OTKA, contract No K119269. Supported By The ÚNKP-17-4 New National Excellence Program of The Ministry of Human Capacities. This paper was supported by the János Bolyai Research Scholarship of the Hungarian Academy of Sciences.

9. References

- [1] A. Poole and L. J. Ball (2005): "Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research," in *Encyclopedia of Human-Computer Interaction*, 1st ed., C. Ghaoui, Ed. Hershey: Idea Group Reference, pp. 211–219.
- [2] K. Rayner, A. Pollatsek, J. Ashby, and C. J. Clifton (2011): *Psychology of Reading*, 2nd ed. Psychology Press.
- [3] A. Duchowski (2007) *Eye Tracking Methodology. Theory and Practice*, 2nd ed. London: Springer-Verlag.
- [4] J. H. Goldberg and A. M. Wichansky (2003): "Eye Tracking in Usability Evaluation: A Practitioner's Guide," in *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*, 1st ed., R. Radach, J. Hyona, and H. Deubel, Eds. Amsterdam: Elsevier B.V., pp. 493–516.
- [5] K. Chen and H. J. Choi (2008): "Visual Attention and Eye Movements," Irvine.
- [6] K. Holmqvist, M. Nyström, R. Andersson, and J. van de Weijer (2011): *Eyetracking. A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford: Oxford University Press.
- [7] R. J. K. Jacob and K. S. Karn (2003): "Commentary on Section 4 - Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Ready to Deliver the Promises," in *The Mind's Eye*, J. Hyönä, R. Radach, and H. Deubel, Eds. Amsterdam: North-Holland, pp. 573–605.
- [8] M. A. Just and P. A. Carpenter (1976): "Eye fixations and cognitive processes," *Cogn. Psychol.*, vol. 8, no. 4, pp. 441–480.
- [9] J. H. Goldberg and X. Kotval (1999): "Computer interface evaluation using eye movements : Methods and constructs Computer interface evaluation using eye movements : methods and constructs," no. November 2016.
- [10] L. Danner, N. de Antoni, A. Gere, L. Sipos, S. Kovács, and K. Dürschmid (2016): "Make a Choice! Visual Attention and Choice Behavior in Multialternative Choice Situations, Investigating Different Food Product Groups," *Acta Aliment.*, vol. in press,.
- [11] R. Rebollar, I. Lidón, J. Martín, and M. Puebla (2015): "The identification of viewing patterns of chocolate snack packages using eye-tracking techniques," *Food Qual. Prefer.*, vol. 39, no. 0, pp. 251–258.
- [12] M. L. Mitterer-Daltoé, M. I. Queiroz, S. Fiszman, and P. Varela (2014): "Are fish products healthy? Eye tracking as a new food technology tool for a better understanding of consumer perception," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 55, no. 2, pp. 459–465, Mar.
- [13] G. Ares, A. Giménez, F. Bruzzone, L. Vidal, L. Antúnez, and A. Maiche (2013): "Consumer visual processing of food labels: Results from an eye-tracking study," *J. Sens. Stud.*, vol. 28, no. 2, pp. 138–153, Apr.
- [14] S. Bialkova and H. C. M. van Trijp (2011): "An efficient methodology for assessing attention to and effect of nutrition information displayed front-of-pack," *Food Qual. Prefer.*, vol. 22, no. 6, pp. 592–601, Sep.

- [15] S. Jantathai, L. Danner, M. Joechl, and K. Dürschmid (2013): "Gazing behavior, choice and color of food: Does gazing behavior predict choice?," *Food Res. Int.*, vol. 54, no. 2, pp. 1621–1626.
- [16] A. Gere, L. Danner, de A. Nino, S. Kovács, K. Dürschmid, and L. Sipos (2016): "Visual attention accompanying food decision process: an alternative approach to choose the best models," *Food Qual. Prefer.*, vol. 51, pp. 1–7.
- [17] T. M. H. Vu, V. P. Tu, and K. Duerschmid (2016): "Design factors influence consumers' gazing behaviour and decision time in an eye-tracking test: A study on food images," *Food Qual. Prefer.*, vol. 47, pp. 130–138.
- [18] S. R. Jaeger, L. Antúnez, G. Ares, J. W. Johnston, M. Hall, and F. R. Harker (2016): "Consumers' visual attention to fruit defects and disorders: A case study with apple images," *Postharvest Biol. Technol.*, vol. 116, pp. 36–44.

**ELKÉSZÜLT,
A KROMATOGRÁFUS
SZAKMAI FOLYOIRAT
KÜLÖNSZÁMA!**

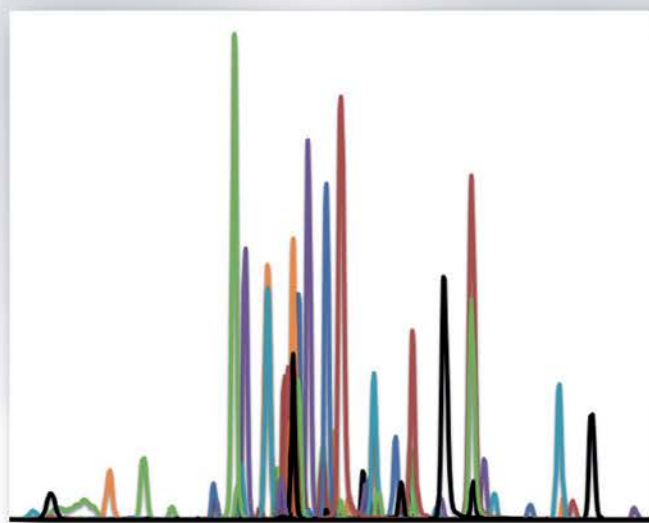
genlab
Minden, ami kromatográfia

KROMATOGRÁFUS

KÜLÖNSZÁM

Tölgyesi Ádám, Fekete Jenő

**Folyadékkromatográfiás hármass kvadrupol
rendszerű tandem tömegspektrometriai módszerek
a gyakorlatban: példák élelmiszer- és bioanalitikai
alkalmazásokra**



**MEGJELENÉS:
2017. SZEPTEMBER**



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

Mikulka Petra¹, Iva Čanak², Jadranka Frece², Mohácsiné Farkas Csilla³

Érkezett: 2017. június – Elfogadva: 2017. augusztus

A feketeköményszemmag-olaj antimikrobás hatásának vizsgálata *Staphylococcus aureus* törzseken

Kulcsszavak: feketeköményszemmag-olaj, timokinon, alternatív tartósítás, multidrog rezisztencia, *Staphylococcus aureus*

1. Összefoglalás

A vásárlói tudatosság növekedésével egyre nagyobb fogyasztói igény mutatkozik a minimálisan feldolgozott, csökkentett adalékanyag-tartalmú élelmiszeripari termékekre. Az élelmiszerek biztonságának és stabilitásának megőrzése érdekében a tartósítószer használata a legtöbb esetben szükséges, de mennyiségük alternatív tartósítószer alkalmazásával csökkenthető vagy helyettesíthető. A szakirodalomban számos kutatási eredmény található, amelyek alátámasztják a feketeköményszemmag-olaj antimikrobás hatását, oxidatív stabilitását és gyökfogó képességét. Ezek a tulajdonságok kedvező élettani hatásaival társulva különösen alkalmassá teszik természetes tartósítószerként való alkalmazásra.

A munka célja a feketeköményszemmag-olaj antimikrobás hatásának vizsgálata volt – egy élelmiszerbiztonsági szempontból fontos kórokozó – a *Staphylococcus aureus* esetében. A hatásmechanizmus pontosabb feltérképezésének érdekében eritromicinnel dolgoztunk, majd az olaj kombinált tartósítási eljárásban való alkalmazhatóságának vizsgálatához szerves savakkal végeztünk kombinált kezeléseket.

2. Bevezetés

Az élelmiszer-eredetű megbetegedések hazánkban mintegy 3 millió főt érintenek évente [10], így az élelmiszerbiztonsági kockázatok minimalizálására való törekvés alapvető fontosságú [15], [25].

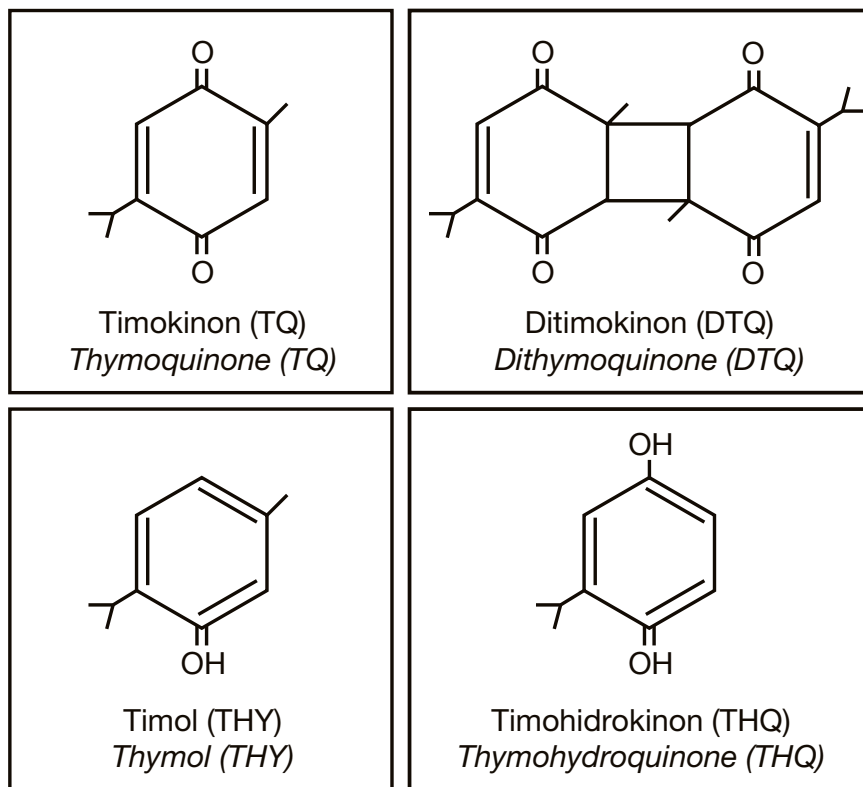
A tartósítószer alkalmazása részben megoldást jelent, ugyanakkor a fogyasztók igénye növekvő tendenciát mutat az élelmiszerekben lévő adalékanyagok mennyiségének csökkentésére, amelyeknek – esetenként jogosan – egészségkárosító hatást tulajdonítanak [9]. Alternatív antimikrobás hatású anyagok alkalmazásával – járulékos egészségkárosító hatás nélkül – redukálható lehet az élelmiszerekhez hozzáadott tartósítószer mennyiség.

A Dél-Európában, Észak-Afrikában és Délnyugat-Ázsiában őshonos feketekömény (*Nigella sativa*) magjából készült extraktum széles hatásspektrumban gátol számos bakteriális eredetű izolátumot, különösen Gram-pozitív kokkusztokat [1], [4]. Emberi

szervezetre való pozitív hatása – főként emésztési, nőgyógyászati és légzőszervi megbetegedések terén – fitokémiai vizsgálatok által bizonyított [3], [14], [31]. Vércukorszint-stabilizáló, koleszterinszint-csökkentő, gyomornyálkahártya-regeneráló és parazitaölő hatását szintén számos tanulmány alátámasztja [1], [2], [7], [8], [21], [28].

Az 1. ábra szemlélteti a feketeköményszemmag-olaj HPLC analízis alapján megállapított fő aktív komponenseit: timokinon (TQ), a ditimokinon (DTQ), a timol (THY) és a timohidrokinon (THQ) [23], amelyek közül a legnagyobb biológiai aktivitással a TQ rendelkezik [14]. Előzetes kutatások alapján a TQ egyike lehet az új, antibakteriális és multirezisztencia-módosító hatóanyagok valamelyikének [16]. Amennyiben Efflux-pumpa gátló hatását további vizsgálatokkal sikerül alátámasztani, segítségünkre lehet a rohamos mértékben terjedő multidrog-rezisztencia (MDR) elleni harcban, amely nemzetközi szintű problémát jelent [22], [24], [26], [30].

¹ Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Élelmiszerbiztonsági Kockázatértékelési Igazgatóság
² Zágrábi Egyetem, Élelmiszertechnológiai és Biotechnológiai Tanszék
³ Szent István Egyetem, Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék



1. ábra. A feketeköménymag-olaj aktív alkotóinak kémiai szerkezete: TQ, DTQ, THY, THQ
(Forrás: Omar et al. (1999): A *Nigella sativa* L. mag immunmoduláló és terápiás sajátosságai)
Figure 1 Chemical structure of the active ingredients of black cumin seed oil: TQ, DTQ, THY, THQ
(Source: Omar et al. (1999): A *Nigella sativa* L. mag immunmoduláló és terápiás sajátosságai)

1. táblázat. Felhasznált *Staphylococcus aureus* törzsek
Table 1 *Staphylococcus aureus* strains used

Kódszám Code no.	Információ az izolátumok forrásáról Information on the source of the isolates
1462	emberi seb human wound
2174	emberi klinikai izolátum, Kansas, USA human clinical isolate, Kansas, USA
2261	emberi seb human wound
2399	emberi klinikai izolátum, kontroll törzs érzékenységi vizsgálatoknál human clinical isolate, control strain in sensitivity tests
1065	emberi mellhártyafolyadék human pleural effusion
1186	genny, Budapest, Magyarország pus, Budapest, Hungary
1314	Orvosi Baktériumok Magyar Nemzeti Gyűjteménye Hungarian National Collection of Medical Bacteria
1755	az FDA antibiotikum érzékenység vizsgálatára használtja used by the FDA in antibiotic sensitivity testing
2033	emlőmirigy gyulladásban szenvedő juh teje milk of sheep with mammary gland infection
2046	nincs információ no information

3. Anyag és módszer

3.1. Felhasznált anyagok

Kísérleteink során 100%-os tisztaságú feketeköménymag-olajat használtunk, amely a gyártó (Amazing Herbs Rt.) információi alapján 9,6 mg TQ-t tartalmazott ml-enként. Az olaj extrakciója hidegen préseléssel történt, így szignifikáns mennyiségű lipofil alkotót tartalmaz (pl. antioxidánsok, TQ származékok) [19].

10 db *Staphylococcus aureus* törzssel dolgoztunk, amelyek a Szent István Egyetem, Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteményéből származtak. Választásunkat szakirodalmi adatok indokolták, amelyek alapján a *Staphylococcus aureus* mutatkozott a leginkább szenszitiv fajnak a feketeköménymag-olaj hatására [16], [27]. A törzsek kódszámát és a forrásukról való információt az **1. táblázat** foglalja össze.

A vizsgálatokat nutrient agarral végeztük: 1000 ml desztillált vízben 28 g por táptalajt oldottunk (összetétel: 1 g marhahús extraktum, 5 g pepton, 5 g NaCl, 2 g élesztő extraktum, 15 g agar-agar), majd 121°C-on 15 percig sterilizáltuk.

3.2. Alkalmazott módszer

A természetes antimikrobás anyagok kvalitatív vizsgálatára az agardiffúziós módszert tartják a leghatékonyabb eljárásnak [32], ezért a feketeköménymag-olaj esetében agarlyuk diffúziós módszert alkalmaztuk. 10^7 TKE/ml koncentrációjú mikroba szuszpenzióval dolgoztunk, amelyből 1 cm³-t pipettáztunk sterilizált Petri-csészére. A lemezöntést

15 cm³ 45°C hőmérsékletű táptalajjal végeztük. A megszilárdult agarlemezekbe fúrt 10 mm átmérőjű lyukakba 100 µl vizsgálandó komponenst pipettáztunk. A mintákat 24 óráig 37°C-os hőmérsékleten inkubáltuk, majd az inkubációs idő lejártával megálapítottuk a gátlási zónák átmérőit.

4. Eredmények

4.1. Minimális gátló koncentráció (MIC)

A feketeköménymag-olaj MIC (Minimum inhibitory concentration) értéke a *Staphylococcus aureus* törzsekre nézve 50 mg/ml, amely 0,48 µg/ml TQ tartalommal egyenértékű. A gátlási zónák átmérőit a **2. táblázat** szemlélteti. A legellenállóbbnak az emlőmirigy gyulladásból izolált (2033) törzs, a legszenzitivebbnek az FDA antibiotikum-érzékenységi vizsgálataiban alkalmazott (1755) törzs bizonyult. Fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy a szükséges mikrobagátló koncentráció az élelmiszerekben eltérést mutathat a laboratóriumi kísérlet által kimutatott 5%-tól, ugyanis az élelmiszer-matrix számos interakción keresztül befolyásolhatja a bakteriosztatikus, illetve bactericid hatást [13].

4.2. Kombináció eritromicinnel

A feketeköménymag-olaj antimikrobás hatásmechanizmusának pontosabb megismerését célzó eritromicines kombinációt az antibiotikum MIC értékének meghatározása előzte meg. 10-ből 8 törzs esetén 3,5 és 7,0 µg/ml között mozogtak az értékek. A 2174 kódszámú emberi klinikai mintából származó és a 1186 kódszámú gennyből izolált törzs rezisztensnek bizonyult, így ezeknél a törzseknél 7,0 µg/ml-es koncentrációval dolgoztunk tovább. Az eritromicin MIC értékeit a *Staphylococcus aureus* törzsekre nézve és



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

a kialakult gátlási zónák átmérőit a **3. táblázatban** foglaltuk össze.

A kombináció eredményei megerősítették az előző kutatásokban tapasztalt additív hatást [16], amelyeknek keretein belül bár tetraciklinnel dolgoztak, a két antibiotikum hatásmechanizmusa hasonló: a tetraciklin a 30S, az eritromicin az 50S riboszóma alegységen gátolja a peptidlánc elongációját [5], [20]. A **4. táblázat** szemlélteti, hogy a feketeköménymag-olaj és az eritromicin a legtöbb törzs esetén felerősítette egymás hatását. Az eritromicinre rezisztens 2174 kódszámú törzsnél 100%-os, a szintén rezisztens 1186 kódszámú törzsnél 50%-os gátlási zóna növekedés történt. A kombináció hatékonyságát támasztja alá a feketeköménymag-olaj hatására

legkevésbé érzékeny 2033 kódszámú törzs gátlási zónájának közel 50%-os növekedése is.

4.3. Kombináció ecetsavval és citromsavval

Az étkezési savakkal alkalmazott kombinációk elvégzését indokolta, hogy az olaj minimális gátló koncentrációja viszonylag magas: 5%. Ebben a koncentrációban valószínűleg rontaná az élelmiszerek élvezeti értékét (jellegzetes borsos, enyhén csípős ízvilággal rendelkezik) [29], ugyanakkor kombinált tartósítási eljárásban, egyéb gátló faktoral társítva kisebb koncentrációban is hatásos lehet [17]. Az **5. táblázat** eredményeiből jól látszik, hogy az étkezési savak közel megegyező mértékben gátolták a tíz törzsszaporodását, 5 - 15 mg/ml-es koncentráció tarto-

2. táblázat. A feketeköménymag-olaj MIC értékei és a gátlási zónák átmérője
Table 2 MIC values of black cumin seed oil and the diameters of the inhibition zones

Törzs kódszáma Strain code no.	MIC (mg/ml)	Gátlási zóna átmérője (mm) Inhibition zone diameter (mm)
1462	50	13
2174	50	12
2261	50	12
2399	50	13
1065	50	15
1186	50	12
1314	50	12
1755	50	16
2033	50	9
2046	50	11

3. táblázat. Az eritromicin MIC értékei és a gátlási zónák átmérője
Table 3 MIC values of erythromycin and the diameters of the inhibition zones

Törzs kódszáma Strain code no.	MIC (µg/ml)	Gátlási zóna átmérője (mm) Inhibition zone diameter (mm)
1462	5	9
2174	rezisztens / resistant	0
2261	7	10
2399	7	9
1065	5	10
1186	rezisztens / resistant	0
1314	3,5	9
1755	3,5	10
2033	7	9
2046	7	9

mányban. A kombinációk hatására a legtöbb törzs esetén nem történt jelentős gátlási zóna növekedés. Az ecetsavas kombinációkban két törzs (2399, 1314) esetén 5 és 6 mm-rel nőtt a gátlási zónák átmérője, míg a citromsavas kombinációk eredményei alapján egyedül a 2033 kódszámú juh emlőmirigy gyulladásából izolált törzs esetén történt 5 mm-es gátlási zóna növekedés. A kapott eredmények nem adnak okot a kombinációk eredményességének feltételezésére.

5. Következtetések

Kísérleteink alapján a feketeköménymag-olaj fő alkalmazási lehetőségeként a kombinált tartósítási eljárást javasoljuk, többek között olyan, kis koncentrációban is hatékony biológiai eredetű anyagokkal, mint a nizin vagy a pimaricin. Hatékony kombináció esetén, akár olyan kíméletes tartósító eljárások energiaszükségletének csökkentésére is szolgálhat, mint a magas hidrosztatikus nyomású kezelés vagy a modern besugárzási módszerek.

4. táblázat. A feketeköménymag-olaj és az eritromicin kombinációjának hatása a *Staphylococcus aureus* törzsekre
Table 4 Effect of the combination of black cumin seed oil and erythromycin on *Staphylococcus aureus* strains

Törzs kódszáma Strain code no.	Feketeköménymag-olaj minimális gátló koncentrációban (50 mg/ml) <i>Black cumin seed oil in minimum inhibitory concentration (50 mg/ml)</i>	Eritromicin minimális gátló koncentrációban (3,5-7,0 µg/ml) <i>Erythromycin in minimum inhibitory concentration (3.5-7.0 µg/ml)</i>	Kombináció Combination
	Gátlási zóna átmérője (mm) / <i>Inhibition zone diameter (mm)</i>		
1462	13	9	20
2174	12	rezisztens / <i>resistant</i>	24
2261	12	10	32
2399	13	9	19
1065	15	10	16
1186	12	rezisztens / <i>resistant</i>	18
1314	12	9	19
1755	16	10	30
2033	9	9	17

5. táblázat. Az ecetsav és a citromsav MIC értékei
Table 5 MIC values of acetic acid and citric acid

Törzs kódszáma Strain code no.	Ecetsav minimális gátló koncentráció (mg/ml) <i>Acetic acid minimum inhibitory concentration (mg/ml)</i>	Citromsav minimális gátló koncentráció (mg/ml) <i>Citric acid minimum inhibitory concentration (mg/ml)</i>
1462	7,5	7,5
2174	7,5	5
2267	7,5	5
2399	15	5,5
1065	7,5	5
1186	5	5,5
1314	15	5,5
1755	5	5
2033	7,5	5
2046	7,5	5,5

A hatásmechanizmus megismerésére végzett vizsgálatok eredményei alapján a feketeköménymag-olaj jelenlétében az eritromicinre rezisztens törzsek érzékenyíthetők. Valószínűsíthető, hogy a 2174 és 1186 kódszámú törzs esetén a TQ jelenlétének hatására az Efflux-pumpa képtelenné vált a sejtplazmába jutott eritromicin kipumpálására, így rezisztenciájuk megszűnt az antibiotikum ellen. A TQ Efflux-pumpa gátló hatásával magyarázható lehet a többi törzs szenzitivitásának növekedése is: az olaj lipofil tulajdonságának köszönhetően önmagában is képes áthatolni a sejtmembránon és gátolni a sejtfunciókat (pl. ATP szintézist) [11], [12], [18]. A kombinációkban viszont eritromicin is jutott a sejtekbe, amely a fehérjeszintézis gátlásával akadályozta a *Staphylococcus aureus* törzsek szaporodását. Ebben az esetben az olaj már nem csak hidrofób tulajdonságaival gátolta a sejtek életműködését, de az eritromicin bejutását is elősegítette a citoplazmába, így dupla stresszhatásnak tette ki a sejteket. Amennyiben további kísérletekkel sikerül alátámasztani a feketeköménymag-olaj – avagy az abból extrahált TQ – Efflux-pumpa gátló hatását, valószínűleg segítséget nyújthat a rohamos mértékben terjedő multidrog-rezisztens törzsekkel szemben.

Az étkezési savakkal végzett kombináció nem volt kellően hatékony, amelyre magyarázatként szolgálhat, hogy mivel a savak antimikrobás hatása főként a pH csökkentésén és a proton gradiens megszüntetésén keresztül a membrántranszport folyamatok gátlásán alapul [6], a TQ Efflux-pumpa gátló hatása nem tudott érvényesülni.

6. Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet mondani a Szent István Egyetem, Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék, valamint a Zágrábi Egyetem, Élelmiszertechnológiai és Biotechnológiai Tanszék munkatársainak, amiért szaktudásukkal hozzájárultak a kísérleteink végrehajtásához.

7. Irodalom

- [1] Ali, B. H., Blunden, G. (2003): Pharmacological and Toxicological Properties of *Nigella sativa*. *Phytotherapy Research*. 17. p. 299-305
- [2] Bhatt, I., Fazal, U. R., Khan, M. A., Khan, S. M. (2009): Effect of prophetic medicine Kalonji (*N. sativa*) on lipid profile of human beings: An In Vivo Approach. *World Applied Science Journal*. 6. (8) p. 1053-1057
- [3] Boskabady, M. H., Shirmohammadi, B. (2002): Effect of *Nigella sativa* on Isolated Guinea Pig Trachea. *Arch Iranian Med*. 5. (2) p. 103-107
- [4] Chaieb, K., Kouidhi, B., Jrah, H., Mahdouani, K., Bakhrouf, A. (2011): Antibacterial activity of Thymoquinone, an active principle of *Nigella sativa* and its potency to prevent bacterial biofilm formation. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 11:29
- [5] Chopra, I., Roberts, M. (2001): Tetracycline Antibiotics: Mode of Action, Applications, Molecular Biology, and Epidemiology of Bacterial Resistance. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 65.2. p. 232-260
- [6] Deák, T., Kiskó, G., Maráz, A., Mohácsiné, F. Cs. (2006): Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó. Kémiai tartósítási módszerek.
- [7] Demir, H., Kanter, M., Coskun, O., Uz, Y. H., Koc, A., Yildiz, A. (2006): Effect of black cumin (*Nigella sativa*) on heart rate, some hematological values and pancreatic beta-cell damage in cadmium-treated rats. *Biological Trace Element Research*. 110. (2) p. 151-162
- [8] El Shenawy, N. S., Soliman, M. F., Reyad, S. I. (2008): The effect of antioxidant properties of aqueous garlic extract and *Nigella sativa* as anti-schistosomiasis agents in mice. *Journal of the São Paulo Institute of Tropical Medicine*. 50. (1) p. 29-36



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

- [9] European Food Information Council (2004): Tartósítószer az élelmiszerek hosszabb és biztonságosabb eltarthatóságáért. Food Today.
- [10] Élelmiszerlánc-biztonsági Stratégia 2013-2022 (2013): Földművelésügyi Minisztérium, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal. http://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/4/39/70000/%C3%89LBS%204_1_20130711.pdf Hozzáférés: 2017.02.20.
- [11] Friedly, E. C., Crandall, P. G., Ricke, S. C., Roman M., O'Bryan, C., Chalova, V. I. (2009): In vitro antilisterial effects of citrus oil fractions in combination with organic acids. *Journal of Food Science*. 74. p. 67-72
- [12] Guinoiseau, E., Luciani A., Rossi, P. G., Quilichini, Y., Ternengo, S., Bradesi, P. (2010): Cellular effects induced by *Inula graveolens* and *Santolina corsica* essential oils in *Staphylococcus aureus*. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*. 29. p. 873-879
- [13] Hyldgaard, M., Mygind, T., Meyer, R. L. (2012): Essential Oils in Food Preservation: Mode of Action, Synergies, and Interactions with Food Matrix Components. *Frontiers in Microbiology*. 3:12
- [14] Ismail M. Y. M. (2009): Therapeutic Role of Prophetic Medicine Habbat El Baraka (*Nigella sativa* L.). *World Applied Sciences Journal*. 7. (9) p. 1203-1208
- [15] Kasza Gy., Szeitzné Sz. M., Mészáros L., Oravecz, M., Zoltai, A., Vásárhelyi, A., Cseh, J., Hidi, E., Horváth, Zs., Süth, M., Laczay, P. (2011): Élelmiszer eredetű megbetegedések Magyarországon, EU-tagságunk tükrében. *Magyar állatorvosok lapja*, 133. 6. p. 368-375
- [16] Kouidhi, B., Zmantar, T., Jrah, H., Souiden, Y., Chaieb, K., Mahdouani, K., Bakhrouf, A. (2011): Antibacterial and resistance-modifying activities of thymoquinone against oral pathogens. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 10:29
- [17] Leistner, L. (2000): Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*. 55, p. 181-186
- [18] Li, M., Muthaiyan, A., O'Bryan, C. A., Gustafson, J. E., Li, Y., Crandall, P. G. (2011): Use of natural antimicrobials from a food safety perspective for control of *Staphylococcus aureus*. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 12. p. 1240-1254
- [19] Lutterodt, H., Luther, M., Slavin, M., Yin, J., Parry, J., Gao, J., Yu, L. (2010): Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of cold-pressed black cumin seed oils. *LWT - Food Science and Technology*. 43. p. 1409-1413
- [20] Mazzei, T., Mini, E., Novelli, A., Periti, P. (1993): Chemistry and mode of action of macrolides. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 31. p. 1-9
- [21] Meddah, B., Ducroc, R., El Abbes Faouzi, M., Eto, B., Mahraoui, L., Benhaddou-Andaloussi, A., Martineau, L. C., Cherrah, Y., Haddad, P. S. (2009): *Nigella sativa* inhibits intestinal glucose absorption and improves glucose tolerance in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 121. (3) p. 419-424
- [22] Monecke, S., Coombs, G., Shore, A. C. (2011): A Field Guide to Pandemic, Epidemic and Sporadic Clones of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Plos One Tenth Anniversary*
- [23] Omar, A., Ghoshe, S., Abdulghani, A., Houdi, A., Crookscor, P. A. (1999): High performance liquid chromatographic analysis of the pharmacologically active quinones and related compounds in the oil of the black seed (*Nigella sativa* L.). *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 19. (5) p. 757-762
- [24] Pál, T. (2012): Az orvosi mikrobiológiai tankönyve. *Medicina Könyvkiadó*. p. 425-524
- [25] Pesavento, G., Calonico, C., Bilia, A. R., Barnabei, M., Calesini, F., Addona, R., Mencarelli, L., Carmagnini, L., DiMartino, M.C., Lo Nostro, A. (2015): Antibacterial activity of *Oregano*, *Rosmarinus* and *Thymus* essential oils against *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* in beef meatballs. *Food Control*. 54. p. 188-199
- [26] Piddock, L. J. (2006): Clinically relevant chromosomally encoded multidrug resistance efflux pumps in bacteria. *Clinical Microbiological Reviews*. 19. (2) p. 382-402
- [27] Rafati, S., Niakan, M., Naseri, M. (2014): Anti-microbial effect of *Nigella sativa* seed extract against staphylococcal skin infection. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*. 28:42
- [28] Salem, M. L. (2005): Immunomodulatory and therapeutic properties of the *Nigella sativa* L. seed. *International Immunopharmacology*. 5. (13-14) p. 1749-1770
- [29] Sharma, N. K., Ahirwar, D., Jhade, D., Gupta, S. (2009): Medicinal and Pharmacological Potential of *Nigella sativa*: A Review. *Ethnobotanical Leaflets*. 13. p. 946-955
- [30] Szeitzné, Sz., M., Krisztalovics, K., Sréterné, L., Zs., Fehér, Á., Cseh, J. (2008): Magyarország mikrobiológiai élelmiszerbiztonsági helyzete. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*. 54. p. 36-37
- [31] Toma, C., Simu, G. M., Hanganu, D., Olah, N., Vata, F. M. G., Hammami, C., Hammami, M. (2010): Chemical Composition of the tunisian *Nigella sativa*. Note 1. Profile on Essential oil. *Farmacia*. 58. p. 454-458
- [32] Valgas, C., Souza, S., Smânia, E. F. A., Smânia Jr., A. (2007): Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology*. 38. p. 369-380

Investigation of the antimicrobial effect of black cumin seed oil using *Staphylococcus aureus* strains

Keywords: black cumin seed oil, thymoquinone, alternative preservation, multidrug resistance, *Staphylococcus aureus*

1. Summary

As customer awareness grows, there is an increasing consumer demand for minimally processed food products containing reduced amounts of additives. In order to preserve the safety and stability of foodstuffs, the use of preservatives is necessary in most cases, but their amounts can be reduced or they can be replaced by using alternative preservatives. There are numerous research findings in the scientific literature that support the antimicrobial effect, oxidative stability and scavenger abilities of black cumin seed oil. These properties, combined with its beneficial physiological effects, make it particularly suitable for use as a natural preservative.

The goal of this work was to investigate the antimicrobial effect of black cumin seed oil in the case of *Staphylococcus aureus*, a pathogen relevant from a food safety point of view. In order to be able to map the mode of action more accurately, we worked with erythromycin, and to test the suitability of the oil in a combined preservation process, it was combined with organic acids.

2. Introduction

Food-borne illnesses affect about 3 million people annually in Hungary [10], and so efforts to minimize food safety risks are of utmost importance [15], [25].

The use of preservatives can offer a partial solution, however, there has been an increasing demand on the parts of consumers to reduce the amounts of additives in foodstuffs, because harmful health effects, sometimes legitimately, are attributed to them [9]. Using alternative substances with antimicrobial effects the amounts of preservatives added to foodstuffs can be reduced, without any additional adverse health effects.

The extract of the seeds of black cumin (*Nigella sativa*), a plant native to Southern Europe, North Africa and Southwest Asia, inhibits several isolates of bacterial origin, especially Gram-positive cocci, with a wide working spectrum [1], [4]. Its positive effect on

the human body – mainly in the case of digestive, gynecological and respiratory diseases – has been proven by phytochemical studies [3], [14], [31]. Its blood glucose stabilizing, cholesterol-lowering, gastric mucosal regenerative and parasitocidal effects are also supported by numerous studies [1], [2], [7], [8], [21], [28].

Figure 1 illustrates the main active components of black cumin seed oil, as determined by HPLC analysis: thymoquinone (TQ), dithymoquinone (DTQ), thymol (THY) and thymohydroquinone (THQ) [23], of which TQ exhibits the highest biological activity [14]. Based on preliminary research, TQ could be one of the new antibacterial and multiresistance-modifying agents [16]. If its Efflux pump inhibiting effects can be confirmed by further tests, it can be helpful in the fight against the rapidly spreading multidrug resistance (MDR), posing an international problem [22], [24], [26], [30].

¹ National Food Chain Safety Office, Directorate for Food Safety Risk Assessment

² University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology

³ Szent István University, Department of Microbiology and Biotechnology

3. Materials and methods

3.1. Materials used

In our experiments, 100% pure black cumin seed oil was used, containing 9.6 mg TQ per ml, according to information from the manufacturer (Amazing Herbs Rt.). Extraction of the oil was carried out by cold pressing, therefore, it contained significant amounts of lipophilic components (e.g., antioxidants, TQ derivatives) [19].

We worked with 10 *Staphylococcus aureus* strains, obtained from the National Collection of Agricultural and Industrial Microorganisms of Szent István University. Our choice was based on literature data, according to which *Staphylococcus aureus* appeared to be the most sensitive to the effects of black cumin seed oil [16], [27]. Code numbers of the strains and information on their sources are summarized in **Table 1**.

Experiments were carried out using nutrient agar: 28 g of powdered medium (composition: 1 g of beef extract, 5 g of peptone, 5 g of NaCl, 2 g of yeast extract, 15 g agar-agar) was dissolved in 1000 ml of distilled water, and then sterilized at 121 °C for 15 minutes.

3.2. Applied method

For the qualitative analysis of natural antimicrobial substances, the agar diffusion method is considered to be the most efficient procedure [32], therefore, in the case of black cumin seed oil, the agar well diffusion method was used. A microbe suspension of 10⁷ TKE/ml concentration was used, 1 cm³ of which was pipetted onto a sterilized Petri dish. Plate pouring was performed with 15 cm³ of 45 °C temperature medium. Into the wells of 10 mm diameter, drilled into the solidified agar plates, 100 µl of the component to be analyzed was pipetted. Samples were incubated for 24 hours at 37 °C, and at the end of the incubation period, diameters of the inhibition zones were determined.

4. Results

4.1. Minimum inhibitory concentration (MIC)

The minimum inhibitory concentration (MIC) value of black cumin seed oil for the *Staphylococcus aureus* strains was 50 mg/ml, equivalent to a TQ content of 0.48 µg/ml. Diameters of the inhibition zones are shown in **Table 2**. Most resistant was the strain isolated from mammary gland inflammation (2033), while the most sensitive proved to be the strain used in the FDA's antibiotic sensitivity test (1755). It is important to note that the required microbe inhibition concentration in foods might be different from the 5% determined by the laboratory experiment, because the food matrix can influence the bacteriostatic or bactericidal effects through several interactions [13].

4.2. Combination with erythromycin

The combination with erythromycin, aimed at a more accurate understanding of the antimicrobial mode of action of black cumin seed oil, was preceded by the determination of the MIC value of the antibiotic. In the case of 8 of the 10 strains, values ranged between 3.5 and 7.0 µg/ml. The strain from human clinical samples, with a code number of 2174, and the strain isolated from pus, with a code number of 1186, proved to be resistant, therefore, in the case of these strains, the concentration of 7.0 µg/ml was used. The MIC values of erythromycin for the *Staphylococcus aureus* strains and the diameters of the inhibition zones that developed are summarized in **Table 3**.

Results of the combination confirmed the additive effect found in earlier studies [16], in which tetracycline was used, but the mode of action of the two antibiotics are similar: peptide chain elongation is inhibited by tetracycline in the 30S, and by erythromycin in the 50S ribosomal subunit [5], [20]. **Table 4** illustrates that black cumin seed oil and erythromycin amplified each other's effects for most of the strains. In the case of strain no. 2174, resistant to erythromycin, there was a 100% increase in the inhibition zone, while in the case of the also resistant strain no. 1186, the increase was 50%. The efficacy of the combination is also supported by the nearly 50% increase in the inhibition zone of strain no. 2033, least sensitive to the effect of black cumin seed oil.

4.3. Combination with acetic acid and citric acid

Application of combinations with food acids was justified by the fact that the minimum inhibitory concentration of the oil is relatively high: 5%. At this concentration, it would probably reduce the enjoyment value of the foods (it has a characteristic peppery, slightly hot flavor) [29], however, in a combined preservation process, together with another inhibitory factor, it could be effective at lower concentrations [17]. Results in **Table 5** clearly show that, in the 5 to 15 mg/ml concentration range, growth of the ten strains was inhibited to nearly the same extent by the food acids. As a result of the combinations, there was no significant increase in the inhibition zone in the case of most strains. For the acetic acid combinations, the diameters of the inhibition zones increased by 5 and 6 mm in the case of two strains (2399, 1314), while in the case of the citric acid combinations, a 5 mm increase in the inhibition zone was only observed for strain no. 2033, isolated from sheep mammary gland inflammation. The results obtained do not let us assume that the combinations could be effective.

5. Conclusions

Based on our experiments, combined preservation procedures are recommended as the main application possibility for black cumin seed oil, for example, together with substances of biological origin that

are effective in low concentrations, such as nisin or pimaricin. In case of effective combinations, it could even be used to reduce the energy demand of gentle preservation procedures, such as high hydrostatic pressure treatment or modern irradiation methods.

Based on the results of studies aimed at understanding the mode of action, erythromycin resistant strains can be sensitized in the presence of black cumin seed oil. It is likely that, in the case of strains no. 2174 and 1186, due to the presence of TQ, the Efflux pump was unable to pump out erythromycin from the cell plasma, and so their resistance to erythromycin was eliminated. The increase in the sensitivity of the other strains can also be explained by the Efflux pump inhibiting effect of TQ: thanks to the lipophilic properties of the oil, it can penetrate the cell membrane itself, and can inhibit cell functions (e.g., ATP synthesis) [11], [12], [18]. In the combinations, erythromycin also entered the cells, blocking the growth of the *Staphylococcus aureus* strains by inhibiting protein synthesis. In this case, functioning of the cells was inhibited by the oil not only because of its hydrophobic properties, but also by helping erythromycin's entry into the cytoplasm, and so cells were subjected to a double stress effect. If further experiments succeed in supporting the Efflux pump inhibiting effect of black cumin seed oil, or the TQ extracted from it, it could provide real help in the fight against rapidly spreading multidrug resistant strains.

Combinations with food acids were not sufficiently effective, which could be explained by the fact that the antimicrobial effect of the acids is based mainly on the inhibition of membrane transport processes through decreasing the pH and eliminating the proton gradient [6], and the Efflux pump inhibiting effect of TQ could not be exerted.

6. Acknowledgement

We would like to thank the staff of the Department of Microbiology and Biotechnology of Szent István University and of the Faculty of Food Technology and Biotechnology of the University of Zagreb, for contributing their expertise to carrying out our experiments.

7. References

- [1] Ali, B. H., Blunden, G. (2003): Pharmacological and Toxicological Properties of *Nigella sativa*. *Phytotherapy Research*. 17. p. 299-305
- [2] Bhatt, I., Fazal, U. R., Khan, M. A., Khan, S. M. (2009): Effect of prophetic medicine Kalonji (*N. sativa*) on lipid profile of human beings: An In Vivo Approach. *World Applied Science Journal*. 6. (8) p. 1053-1057
- [3] Boskabady, M. H., Shirmohammadi, B. (2002): Effect of *Nigella sativa* on Isolated Gu

inea Pig Trachea. *Arch Iranian Med*. 5. (2) p. 103-107

- [4] Chaieb, K., Kouidhi, B., Jrah, H., Mahdouani, K., Bakhrouf, A. (2011): Antibacterial activity of Thymoquinone, an active principle of *Nigella sativa* and its potency to prevent bacterial biofilm formation. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 11:29
- [5] Chopra, I., Roberts, M. (2001): Tetracycline Antibiotics: Mode of Action, Applications, Molecular Biology, and Epidemiology of Bacterial Resistance. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 65.2. p. 232-260
- [6] Deák, T., Kiskó, G., Maráz, A., Mohácsiné, F. Cs. (2006): *Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó. Kémiai tartósítási módszerek.*
- [7] Demir, H., Kanter, M., Coskun, O., Uz, Y. H., Koc, A., Yildiz, A. (2006): Effect of black cumin (*Nigella sativa*) on heart rate, some hematological values and pancreatic beta-cell damage in cadmium-treated rats. *Biological Trace Element Research*. 110. (2) p. 151-162
- [8] El Shenawy, N. S., Soliman, M. F., Reyad, S. I. (2008): The effect of antioxidant properties of aqueous garlic extract and *Nigella sativa* as anti-schistosomiasis agents in mice. *Journal of the São Paulo Institute of Tropical Medicine*. 50. (1) p. 29-36
- [9] European Food Information Council (2004): Tartósítószer az élelmiszerek hosszabb és biztonságosabb eltarthatóságáért. *Food Today*.
- [10] Élelmiszerlánc-biztonsági Stratégia 2013-2022 (2013): Földművelésügyi Minisztérium. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal. http://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/4/39/70000/%C3%89LBS%204_1_20130711.pdf Acquired: 20. 02. 2017
- [11] Friedly, E. C., Crandall, P. G., Ricke, S. C., Roman M., O'Bryan, C., Chalova, V. I. (2009): In vitro antilisterial effects of citrus oil fractions in combination with organic acids. *Journal of Food Science*. 74. p. 67-72
- [12] Guinoiseau, E., Luciani A., Rossi, P. G., Quilichini, Y., Ternengo, S., Bradesi, P. (2010): Cellular effects induced by *Inula graveolens* and *Santolina corsica* essential oils in *Staphylococcus aureus*. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*. 29. p. 873-879
- [13] Hyldgaard, M., Mygind, T., Meyer, R. L. (2012): Essential Oils in Food Preservation: Mode of Action, Synergies, and Interactions with Food Matrix Components. *Frontiers in Microbiology*. 3:12
- [14] Ismail M. Y. M. (2009): Therapeutic Role of Prophetic Medicine Habbat El Baraka (*Nigella sativa* L.). *World Applied Sciences Journal*. 7. (9) p. 1203-1208

- [15] Kasza Gy., Szeitzné Sz. M., Mészáros L., Oravecz, M., Zoltai, A., Vásárhelyi, A., Cseh, J., Hidi, E., Horváth, Zs., Süth, M., Laczay, P. (2011): Élelmiszer eredetű megbetegedések Magyarországon, EU-tagságunk tükrében. Magyar állatorvosok lapja, 133. 6. p. 368-375
- [16] Kouidhi, B., Zmantar, T., Jrah, H., Souiden, Y., Chaieb, K., Mahdouani, K., Bakhrouf, A. (2011): Antibacterial and resistance-modifying activities of thymoquinone against oral pathogens. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 10:29
- [17] Leistner, L. (2000): Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*. 55, p. 181-186
- [18] Li, M., Muthaiyan, A., O'Bryan, C. A., Gustafson, J. E., Li, Y., Crandall, P. G. (2011): Use of natural antimicrobials from a food safety perspective for control of *Staphylococcus aureus*. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 12. p. 1240-1254
- [19] Lutterodt, H., Luther, M., Slavin, M., Yin, J., Parry, J., Gao, J., Yu, L. (2010): Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of cold-pressed black cumin seed oils. *LWT - Food Science and Technology*. 43. p. 1409-1413
- [20] Mazzei, T., Mini, E., Novelli, A., Periti, P. (1993): Chemistry and mode of action of macrolides. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 31. p. 1-9
- [21] Meddah, B., Ducroc, R., El Abbes Faouzi, M., Eto, B., Mahraoui, L., Benhaddou-Andalousi, A., Martineau, L. C., Cherrah, Y., Haddad, P. S. (2009): *Nigella sativa* inhibits intestinal glucose absorption and improves glucose tolerance in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 121. (3) p. 419-424
- [22] Monecke, S., Coombs, G., Shore, A. C. (2011): A Field Guide to Pandemic, Epidemic and Sporadic Clones of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Plos One Tenth Anniversary*
- [23] Omar, A., Ghoshe, S., Abdulghani, A., Houdi, A., Crookscor, P. A. (1999): High performance liquid chromatographic analysis of the pharmacologically active quinones and related compounds in the oil of the black seed (*Nigella sativa* L.). *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 19. (5) p. 757-762
- [24] Pál, T. (2012): Az orvosi mikrobiológiai tankönyv. *Medicina Könyvkiadó*. p. 425-524
- [25] Pesavento, G., Calonico, C., Bilia, A. R., Barnabei, M., Calesini, F., Addona, R., Mencarelli, L., Carmagnini, L., DiMartino, M.C., Lo Nostro, A. (2015): Antibacterial activity of Oregano, Rosmarinus and Thymus essential oils against *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* in beef meatballs. *Food Control*. 54. p. 188-199
- [26] Piddock, L. J. (2006): Clinically relevant chromosomally encoded multidrug resistance efflux pumps in bacteria. *Clinical Microbiological Reviews*. 19. (2) p. 382-402
- [27] Rafati, S., Niakan, M., Naseri, M. (2014): Antimicrobial effect of *Nigella sativa* seed extract against staphylococcal skin infection. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*. 28:42
- [28] Salem, M. L. (2005): Immunomodulatory and therapeutic properties of the *Nigella sativa* L. seed. *International Immunopharmacology*. 5. (13-14) p. 1749-1770
- [29] Sharma, N. K., Ahirwar, D., Jhade, D., Gupta, S. (2009): Medicinal and Pharmacological Potential of *Nigella sativa*: A Review. *Ethnobotanical Leaflets*. 13. p. 946-955
- [30] Szeitzné, Sz., M., Krisztalovics, K., Sréterné, L., Zs., Fehér, Á., Cseh, J. (2008): Magyarország mikrobiológiai élelmiszerbiztonsági helyzete. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*. 54. p. 36-37
- [31] Toma, C., Simu, G. M., Hanganu, D., Olah, N., Vata, F. M. G., Hammami, C., Hammami, M. (2010): Chemical Composition of the tunisian *Nigella sativa*. Note 1. Profile on Essential oil. *Farmacia*. 58. p. 454-458
- [32] Valgas, C., Souza, S., Smânia, E. F. A., Smânia Jr., A. (2007): Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology*. 38. p. 369-380



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

Élelmiszer-vizsgálati kísérletek középiskolás diákok oktatásában

Kulcsszavak: analízis, fizikai jellemzők, mérés technika, savtartalom, viszkozitás

1. Összefoglalás

A kísérleteknek meghatározó szerepük van valamennyi természettudományos tárgy oktatásában. Úgy tapasztaltuk, hogy a tanulók nagyon szívesen veszik, ha a kísérletek tárgya a számukra is jól ismert anyag, jelen esetben valamilyen élelmiszer. Cikksorozatunk folytatásaként ismét 10 egyszerű, fizikai, kémiai és biológiai jellegű kísérletet írunk le. Témaköreink a következők: napsugárzás hatásának kitett feketekávé és tej hőfokának mérése, hajszálcsövesség tanulmányozása feketekávéba vagy vörösborba mártott kockacukorral, méz viszkozitásának mérése, ételecet ecetsav-tartalmának meghatározása, étolaj viszkozitásának változása a hőmérséklet függvényében, koncentrációmérés Arkhimédész törvénye alapján, gyümölcsök savasságának mérése, szeszes italok alkoholtartalmának mérése, élesztőgomba mikroszkópos vizsgálata, alkoholos erjedés tanulmányozása élesztő hatására.

A kísérletek során felhasznált élelmiszerek: alma, bor, ecet, élesztő, feketekávé, gyümölcslé, méz, napraforgóolaj, narancs, pálinka, rum, szacharóz, tej, vörösbor

2. Bevezetés

Korábbi írásainkban [1], [2], [3], [4] is utaltunk arra, hogy meggyőződésünk szerint a természettudományos tárgyak oktatásában meghatározó szerepe van a kísérletek bemutatásának is. Úgy gondoljuk, hogy a képzési tematikában beépített természettudományos kísérletek szemléltetésével a tanárok oktatómunkája is eredményesebb és hatékonyabb lesz.

Az előző dolgozatokban ismertetett 10-10 kísérlet közül egyesek fizikai, mások inkább kémiai vagy biológiai jellegűek voltak. E tárgyak között természetesen nincsen éles határ. Úgy véljük, éppen a tárgyak közötti átfedések, összefüggések bemutatása – a kémia a fizikára épül, a biológia meg a kémiára – sőt a kapcsolódások hangsúlyozása fontos részét képezi a korszerű szemléletű természettudományos képzésnek. A következőkben – cikksorozatunkat lezárva – ismét 10 egyszerű, de továbbra is az élelmiszervizsgálatokhoz kapcsolódó kísérletet mutatunk be, amelyek különösebb nehézség nélkül elvégezhetőek egy közepesen felszerelt, fizikai, biológiai és kémiai kísér-

letek lefolytatására alkalmas iskolai laboratóriumban. Ha mindenképpen csoportosítani akarunk, akkor ezek közül 6 inkább fizikai, 2 kémiai és 2 biológiai jellegű vizsgálat, ill. kísérlet. Ez az arány elég jól mutatja, hogy az élelmiszer-analitikában, élelmiszer-minősítésben, élelmiszer-vizsgálati metodikákban is egyre inkább a fizikai jellegű mérés technika a jellemző [5], [6], [7]. Évtizedekkel ezelőtt Pungor Ernő akadémikus is a fizikai elveken alapuló mérés technikák térhódítását jósolta [8]. Bármennyire is meglepő – nyilatkozta a műszeres analitika nemzetközileg elismert szakértője – de az analitikából egyre inkább kiszorul a kémia, és annak helyét a fizikai elveken alapuló mérési módszerek veszik át. A már szinte megszokottnak tekinthető, de viszonylag új, műszeres fizikai technikák, mint pl. a

DSC (Differential Scanning Calorimetry),

NIR-NIT (Near Infrared – Near Infrared Transmittance Spectroscopy),

ESR-EPR (Electron Spin Resonance - Electron Paramagnetic Resonance Spectroscopy),

¹ Budapest Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakgimnáziuma

² Budapesti Ward Mária Általános Iskola, Gimnázium és Zeneművészeti Szakgimnázium

NMR (Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy),
INAA (Instrumental Neutron Activation Analysis),
XRF (X-ray Fluorescence Spectroscopy),
PAS (Photoacoustic Spectrometry)

mellett egyre újabb mérés technikák, vizsgálati eljárások – pl.

FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy),

PLM (Polarized Light Microscopy),

SEM (Scanning Electron Microscopy),

XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy)

is alkalmazásra kerülnek [9].

3. A javasolt természettudományos kísérletek leírása

3.1. Napsütésnek kitett tej és feketekávé hőfokmérése

Két egyforma csészébe öntsünk kb. 50-50 ml tejet és feketekávét s tegyük olyan helyre a csészéket, ahol zavartalanul éri őket az erős napsütés. Ügyeljünk arra, hogy a két folyadék kezdeti hőfoka azonos legyen, például szobahőmérsékletű, azaz 293 °K. 15-20 perc elteltével mérjük meg a két folyadék hőmérsékletét. Közönséges bothőmérővel is jelentős hőfok-különbséget fogunk észlelni: a feketekávé hőfoka jóval meghaladja a tejben mérhető hőmérsékletet.

A jelenség oka az, hogy a sötét anyagok (itt a feketekávé) a rájuk eső hősugarak – a láthatónál nagyobb hullámhosszúságú infravörös fény – nagy részét elnyelik (abszorpció), s ezáltal gyorsan felmelegsznek. Ugyanakkor a világos anyagok (kísérletünkben a fehér színű tej) a hősugarak nagy részét visszaverik (reflexió) s csak nagyon kis hányadát nyelik el. Ennek következtében a hőfokemelkedés mértéke a tejben sokkal kisebb lesz, annak ellenére, hogy mindkét csészére, ill. a bennük lévő folyadéokra kb. azonos mennyiségű energia jutott a napsugárzásból adódóan.

3.2. Feketekávéba vagy vörösborba mártott kockacukor

Egy csészébe töltsünk kevés feketekávét s tegyük bele egy kockacukrot. Jól érezhető, hogy a kockacukor akkor is tele szívódik a kávéval, ha a cukrot nem lepi el teljesen a kávé. Vajon miért?

A válasz egyszerű: a hajszálcsővésség jelensége miatt. Bár a nagyobb keresztmetszetű, úgynevezett közlekedő edényekben a folyadékok szintje azonosnak tekinthető, de az igen vékony csövekben, az ún. hajszálcsövekben a nedvesítő folyadékok szintje magasabban helyezkedik el, mint a nagy keresztmetszetű ágakban. A kristályos kockacukor – kémiailag répacukor, azaz szacharóz – szivacsos szerkezete hajszálcsövek hálózatának tekinthető, ezért benne a kávé oldószerét képező víz – amely nedvesítő folyadék – a csészében lévő kávé szintjénél magasabbra húzódik fel [10].



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

A kísérlet természetesen más folyadékkal, például vörösborral is látványosan bemutatható. A folyadék szintjének emelkedése ebben az esetben is jól látható. A kísérletek időtartama azonban nagyon behatárolt, hiszen a cukor a kávéban és a borban is jól oldódó anyag, így a folyadékokkal érintkezve rövid idő alatt szétmállik és feloldódik.

3.3. Méz folyóképességének (viszkózitásának) vizsgálata

Közismert, hogy a méz sokkal nehezebben folyik, mint például a víz, mivel a méz a viszkózitása jóval nagyobb a vízénél, más szóval kifejezve, nagyobb a belső súrlódása. Reológiai jellemzői következtében tehát kisebb a folyóképessége.

A méz nagyobb részben (mintegy 80 %-ban) különféle cukrok elegyéből áll, kisebb részben tartalmaz vizet és egyéb hasznos anyagokat. Ezért a méz lényegében tömény cukoroldatnak tekinthető. A méz viszkózitását számos paraméter befolyásolja. Közülük a hőmérséklet és a víztartalom meghatározó jelentőségű. Itt említjük meg, hogy a mézek fizikai és kémiai jellemzői között gyakran nagyon szoros korreláció mutatható ki [11].

Aki háztartásában sütemények készítéséhez mézet használ, tudja, hogy ha a mézet rövid ideig mikrohullámú sütőbe helyezi, akkor az anyag sokkal könnyebben fog folyni, ezért jobban el lehet keverni azt a sütemény tésztajában. A hőmérséklet emelésével tehát a viszkózitás jelentősen csökken. A piacokon árusított, vagy a boltok piacain található mézeket szemügyre véve, s az üvegeket megmozgatva azt tapasztalhatjuk, hogy egyik méz nehezebben folyik, másik méz pedig folyékonyabb. Ennek oka legfőképpen a különböző összetétel (pl. glükóz-fruktóz arány) s ezen belül részben a víztartalom lehet. Több vizet tartalmazó mézek általában könnyebben folynak, kisebb a viszkózitásuk. Ahhoz, hogy össze tudjuk hasonlítani két különböző hőmérsékletű méz vagy két különböző víztartalmú méz viszkózitását, csupán egy kapillárisra, azaz kicsi keresztmetszetű üvegcsőre van szükségünk. Természetesen ma már többféle korszerű viszkoziméter (pl. rotációs viszkoziméter) létezik, ám az ilyen mérés technika kivitelezésére alkalmas berendezések többnyire nem állnak rendelkezésre az iskolai laborokban.

A méz viszkózitásának jellemzésére stopperóra segítségével mérjük meg azt az időt, amely alatt adott mennyiségű méz át tud folyni a kapillárison. Egy másik módszer a viszkózitás mérésére az, ha egy alkalmas méretű vasgolyót a mézzel töltött kapillárisba ejtünk, és megmérjük azt az időt, ami alatt a golyó leér a kapilláris aljára, és onnan leszakad. Mindkét mérésnél annak a méznek lesz kisebb a viszkózitása, amelyiknél rövidebb időtartamot időt mérünk. Hasonlítsunk össze néhány különböző eredetű (pl. akác, hárs, vegyes virág, gesztenye) mézet, s ha van idő, a méréseket eltérő hőmérsékletértékeken is hajtsuk végre.

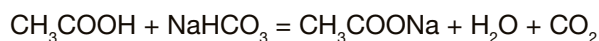
3.4. Ételecet ecetsavtartalmának vizsgálata

A kereskedelemben beszerezhető háztartási ételecet általában 10 vagy 20 %-os. Ez azt jelenti, hogy egy 1 literes flakon kb. 100 vagy 200 ml ecetsavat tartalmaz. Mivel a szobahőmérsékleten folyékony halmazállapotú ecetsav sűrűsége közel azonos a vízével (1,05 g/cm³), így a %-os értéket tömegben is megadhatjuk: 1 kg ételecetben mintegy 100 g vagy 200 g ecetsav található.

Az ételecetet a konyhában sokféle étel készítéséhez lehet használni, s nem mindegy milyen mennyiségben és töménységben alkalmazzuk. Felmerülhet a kérdés, hogy milyen módon tudnánk megállapítani annak az ételecetnek az ecet savtartalmát, amelyiknek valamilyen okból hiányzik a címkéje. Hogyan lehetne egyszerű konyhai eszközök és anyagok segítségével eldönteni, hogy 10 vagy 20%-os ecetről van szó?

A megoldás egyszerű: sav-bázis titrálást kell alkalmaznunk. Ha indikátor jelenlétében egy ismeretlen töménységű savhoz ismert töménységű lúgot adagolunk, akkor a sav és lúg között lezajló közömbösítési reakció maradéktalan lezajlását az indikátor színének változása jelzi. Amennyiben megmérjük a színváltozást elhasznált lúg oldat mennyiségét, számításal meghatározható az ecetsavtartalom.

A mérés elvét a reakcióegyenlet mutatja:



1 mol, azaz 60 g ecetsav 1 mol, azaz 84 g szódabikarbónával (Na-hidrogénkarbonáttal) reagál.

Mérjük ki mérőhengerrel (vagy otthoni skálázott pohárral) 100 ml ételecetet, amelynek tömege közel 100 g. Ebben a mennyiségben 10 g vagy 20 g ecetsav található. Mérjük ki 28 g szódabikarbónát, és oldjuk fel 300 ml vízben. A szódabikarbóna oldhatósága 25°C-on 100 g/l, tehát mintegy 10-szeres vízmennyiségben képes feloldódni. A 100 ml ecetet tegyük egy fél literes pohárba, indikátor gyanánt cseppentsünk bele néhány csepp céklalevet, majd kezdjük el keverés közben hozzáönteni a szódabikarbóna-oldatot! Ha a lúg oldat kb. felének a hozzáöntésével színváltozást tapasztalunk, akkor az oldat 10 %-os (10 g ecetsav ugyanis 14 g szódabikarbónával reagál), ellenben, ha csak a teljes lúg oldat hozzáadásakor látunk színváltozást, akkor az ételecetünk 20 %-os.

3.5. Viszkózitás hőfokfüggésének mérése napraforgó-olajjal

Közismert, hogy ha az asztalon álló pohárban lévő mézet kiskanállal gyorsan keverjük, a pohár úgy is forgásba jön, hogy a kanállal nem érünk a pohárhoz. Az erőhatást a viszkózus anyag közvetíti a pohár irányába, azaz a méz belső súrlódása eredményezi a pohár forgását. A mozgó folyadékban az egymáshoz

képeket nem nulla relatív sebességű folyadékrétegek között érintő irányú erők, súrlódási erők ébrednek. A súrlódási erő mértéke függ a folyadékra jellemző, ún. belső súrlódási vagy más néven viszkozitási együtthatótól.

A folyadékok viszkozitása tág határok között változik, a növényi olajoké jelentősen nagyobb, mint a vízé, de a méz az olajokénál is jóval nagyobb. A belső súrlódás döntően függ a hőmérséklettől. A hőfok emelkedésével a viszkozitás jelentősen csökken. A viszkozitás hőmérséklet-függését három, egymást követő mérésorozattal tudjuk szemléltetni. Öntsünk azonos mennyiségű (kb. 50 ml), de különböző hőmérsékletű napraforgóolajat egy vékony kapillárisban végződő üveghengerbe. Mérjük meg az olaj kifolyási idejét három különböző hőmérséklet-érték (pl. 20 °C, 50 °C és 80 °C) mellett. A kifolyási idő egyenesen arányos a viszkozitással, ebből összehasonlítható a három esetben a viszkozitás. A mérés természetesen csupán egy összehasonlító elemzés, nem kalibráljuk rendszert, és nem határozzuk meg az olaj tényleges viszkozitását sem. A méréssel csupán azt lehet bemutatni, hogy az olaj viszkozitása jól kimutathatóan módosul, ha hőmérséklete jelentősen megváltozik. A kísérleti eredmények kapcsán ugyanakkor arra is utalhatunk, hogy a hőmérséklet az egyes élelmiszeripari technológiák energiafelhasználását is befolyásolja, hiszen pl. a keverés energiaszükséglete a viszkozitástól is függ. Azt is tudjuk, hogy a szobahőmérsékletű vaját könnyebb kenni, mint a hűtőszekrényből kivett vaját. Az ok itt is a viszkozitás hőmérsékletfüggő jellegéből adódik. A folyadékok és paszták belső súrlódása tehát fizikokémiai tulajdonság. Technológiai szempontból dinamikus és kinematikus viszkozitást különböztethetünk meg [12]. A reológiai paraméterek mérése, ismerete rendkívül fontos az élelmiszerek vizsgálata során. Ezt bizonyítja az is, hogy az élelmiszer-fizikai tárgyú nemzetközi konferenciák tudományos programjában az élelmiszer-reológia általában önálló szekciót képvisel [13], [14]. Megjegyezzük, hogy a viszkozitás hőfokfüggése elv alapján a viszkozitás mérése akár egy adott rendszer hőmérséklet-meghatározására is felhasználható lehetne.

3.6. Koncentráció mérése Arkhimédész törvénye alapján

Korábban már említettük, hogy a biner elegyek koncentrációja kémiai analízis nélkül is egyszerű sűrűségméréssel kényelmesen meghatározható [2], [5]. A jól ismert s széleskörűen alkalmazott piknométeres módszer mellett itt most az Arkhimédész-törvény alapján végrehajtott sűrűségmérési eljárást ismertetjük répacukoroldat (szacharóz) vizsgálata során. A sűrűségmérés eredménye alapján következtetni lehet a koncentrációra egy a sűrűség és koncentráció összefüggését mutató táblázat használatával vagy egy saját magunk által kimért kalibrációs görbe alapján. A feladat: ismeretlen koncentrációjú cukoroldat sűrűségének a meghatározása.

Az ismert sűrűségű és térfogatú, vízben nem oldódó szilárd test (mérésünk során alumínium- vagy vas-hasáb) súlyát ill. tömegét dinamométerrel (rugós erőmérő) lemérjük, majd belemerítve az ismeretlen sűrűségű folyadékba, megint lemérjük a test súlyát, ill. tömegét. A folyadék sűrűsége ekkor a két mérés különbségéből számolható. Pl. ha a 100 cm³-es alumínium hasáb tömege 270 g volt, a bemerítésnél viszont csak 158 g-ot mérünk, akkor 112 g-os a különbségből meghatározható a cukoroldat koncentrációja. Mivel a 100 cm³-es hasáb 100 cm³ cukoroldatot szorított ki, az oldat sűrűsége Arkhimédész elve alapján 112/100 g/cm³, azaz 1,12 g/cm³. Táblázatos adatok [16] alapján ez a sűrűség kb. a 30 %-os répacukor koncentrációnak felel meg.

Úgy véljük, ez a mérés különösen alkalmas arra, hogy a diákok összekapcsolják a kémia, illetve a fizika órán tanultakat, sőt egy mérés során fel is használják az összefüggéseket. Hiszen Arkhimédész törvényének megismerésekor szintén folyadékba (vízbe) merített szilárd test súlycsökkenését vizsgálják a diákok, tehát a törvény mélyebb megismerését szolgálja, ha megfordítjuk és gyakorlatban is hasznosítjuk is a megtanult ismereteket, ahogyan fentiek szerint az ismeretlen sűrűségű és koncentrációjú oldat sűrűségének a meghatározására használtuk a tanult összefüggéseket. Természetesen a cukorkoncentráció egyszerű, fizikai elvek alapján történő meghatározására más eljárások is ismertek. A foglalkozásokon említsük meg a refraktometriás vagy polarimetriás mérési módszereket is, hiszen a tanórákon a törésmutatóról és a poláros fényről is szó esik az optikai jelenségek témakörében.

3.7. Savanyú élelmiszerek savasságának vizsgálata

A diákok a savasság, lúgosság jelenségével még hetedik osztályban megismerkednek. A citrom és az ecet példáján könnyű rávezetni a tanulókat arra, hogy a savanyú ízű vizes oldatok ízét a bennük lévő savak (ill. precízebben azok disszociációja) okozzák, s ezek az oldatok savas kémhatásúak.

Az ecet és citrom mellett természetesen számos olyan élelmiszerral találkozhatunk, amelyek savas kémhatásúak. Kérdéseinkre a diákok a jól ismert savanyú ízű gyümölcsök (citrom, narancs, mandarin, esetleg alma, meggy) és gyümölcslevek mellett gyakran említik a savanyú káposztát és a belőle készült ételeket is. Azt azonban kevesebben tudják, hogy pl. a must, a borok, a sörök és az üdítőitalok is határozottan savas jellegűek.

A savanyú élelmiszerek savas jellegének vizsgálatát már a hetedik osztályosokkal is tanulmányozhatjuk anélkül, hogy a pH fogalmát mélységében (matematikai képlettel) magyaráznánk.

Bár a savas-semleges-lúgos kémhatású vizes oldatok univerzális indikátorpapír segítségével szemléle-

tesen megkülönböztethetők, a savanyú élelmiszerek vizsgálatához inkább savas pH-tartományú finomskálás pH-papír, vagy digitális pH-mérőt ajánlunk. Ez utóbbiak segítségével az egyes gyümölcsök, savas élelmiszerek és italok könnyen sorba rendezhetők savas jellegük erőssége, illetve viszonylag pontosan mérhető pH-értékük szerint.

A kísérletekhez a savas gyümölcsök közül célszerű lédúsakat választani annak érdekében, hogy a minták előkészítése egyszerű és gyorsan kivitelezhető legyen (pl.: egy kézi gyümölcsfacsaró használatával). A narancs és az alma pH-ját vizsgálva, azt tapasztaltuk, hogy a narancs esetében mintegy 3,0, az alma esetében 3,5 körüli volt a mérhető érték. Természetesen fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a mérési adatok csupán tájékoztató jellegűek, hiszen az azonos fajú gyümölcsök esetében is jelentős eltérést eredményezhet a fajtájelleg s az érettségi állapot is. Itt jegyezzük meg, hogy abból adódóan, hogy az egyes mezőgazdasági termékek, élelmiszerek komplex összetétele miatt számos puffer-hatású anyaggal is számolnunk kell, ezért a mért pH-érték és a titrálható savtartalom között nem teljesen egyértelmű a matematikai összefüggés [17].

A gyümölcsök vizsgálatánál röviden kitérhetünk arra is, hogy a gyümölcsök savanyú ízét, illetve ízhátas intenzitásának felismerését számos tényező befolyásolja, így csupán az íze alapján nem lehet egyértelműen megállapítani a gyümölcsök savas jellegének mértékét. Másrészt a citrom esetén már az alsóbb osztályokban is érdemes megemlíteni, hogy a citromsav és az aszkorbinsav (C-vitamin) nem azonos vegyületek. Egyébként a szerves savakról a 10. osztályos szerves kémia tananyag részletes ismereteket tartalmaz.

A különböző, savas kémhatású italok vizsgálatával megállapíthatjuk, hogy azok pH értéke igen széles tartományba esik. A szénsavval dúsított ásványvizek, a sör, a bor, a gyümölcslevek, a kóla pH-értékeit összehasonlítva megállapítható, hogy a szénsavas ásványvíz 5 körüli pH-ja áll a legközelebb semlegeshez értékhez. Ehhez képest a sör (pH 4,3-5,0 tartomány), a bor (pH 3-4 tartomány), a gyümölcslé (pH 2,5-3,0) és a kóla (pH 2,5-2,8) egyre erőteljesebb savas jellegűt mutat.

A pH az oldatok töménységétől is függ. Ennek szemléltetéséhez azonos gyümölcsből készült gyümölcslé (100%-os gyümölcstartalom), nektár (legalább 25% gyümölcstartalom), gyümölcstital (legalább 12% gyümölcstartalom) és gyümölcstartalmú üdítőital (1-12% gyümölcstartalom) pH-jának vizsgálata lehet alkalmas, ha a termék előállítása során nem alkalmaztak savkiegészítést pl. citromsav adagolásával.

A kilencedik és tizedik osztályos diákok esetében célravezető lehet a kólából (vagy 10%-os ecetből) 10-szeres és 100-szoros hígítású oldatot készíteni és a három oldat pH-ját összehasonlítani. Így a tanulók megtapasztalhatják, hogy tízszeres savtartalom egy-egynyi pH- érték változást jelent.

3.8. Alkoholtartalom meghatározása sűrűségméréssel

A tizedik osztályos diákoknál az egyik közkedvelt szerves kémiai tananyag rész – talán nem teljesen véletlenül – az alkoholok témaköre. Természetesen ezek között is az etanol kapja a legtöbb figyelmet, elsősorban a belőle készült alkoholos italok miatt. Kihasnálva, hogy az etanol kútúnően elegyedik vízzel, és sűrűsége kisebb, mint a vízé (20 °C-on 0,789 g/cm³),



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

a különböző alkoholtartalmú italok alkoholtartalma meghatározható a minták sűrűségmérésével, azzal, hogy a vizsgált rendszert lényegében biner elegynek tekintjük.

A kísérlet legegyszerűbben a minták tömegének és térfogatának közvetlen mérésével valósítható meg mérőhengerben, vagy úszó sűrűségmérő (areométer) alkalmazásával. Amennyiben pontosabb eredményeket szeretnénk kapni, a méréseket piknométerrel javasoljuk végezni.

Ahhoz, hogy az vizsgált minták alkoholtartalmát számolni tudjuk, a minták mérése előtt természetesen szükség van a különböző víz-etanol elegyek sűrűségadatainak ismeretére, vagy egy kalibráló sor készítésére.

Az alkoholtartalom meghatározásához három eltérő alkoholtartalmú ital – egy bor, egy pálinka és egy nagy alkoholtartalmú rum – vizsgálatát érdemes elvégezni és a kapott sűrűségadatokat összevetni a rendelkezésünkre álló táblázatos, vagy kalibrációs adatokkal.

Az eredmények jól fogják mutatni, hogy minél nagyobb az alkoholos italok alkoholtartalma, annál kisebb azok sűrűsége.

3.9. Élesztőgombák szaporodásának vizsgálata fénymikroszkóppal

Az élelmiszeripari és háztartási gyakorlatban élesztő alatt *Saccharomyces* nemzetségbe tartozó élesztőgombák több fajtát, legfőképpen a *Saccharomyces cerevisiae*-t, és azoknak számos spontán kialakult vagy tenyésztett törzsét, pontosabban inkább a belőlük készített élelmiszeripari termékeket értjük. Az élesztő összetételét tekintve 73-75 % vizet, 12-14 % fehérjét, kisebb mennyiségben ásványi anyagokat, zsíradékokat, szénhidrátokat, vitaminokat és enzimeket (főleg zimázt) tartalmaz. A különböző fermentációs eljárásokban ezt a mikroorganizmust alkalmazzák leggyakrabban. Szerepe, fontossága kenyérsütésnél, sörfőzésnél, borkészítésnél szinte mindenki számára egyértelmű. Az élesztő rendszeres fogyasztása egyébként mérsékli a stressz kedvezőtlen hatásait.

Mivel jelentős szerepet játszik a szénhidrátok lebontásának folyamatában, és serkenti a hasnyálmirigy működését, ezért rendkívül előnyös cukorbetegnek számára is. Továbbá megszépíti a bőrt, a házi kozmetikában és a kozmetikai iparban régóta használják bőrregeneráló hatása miatt.

A kenyér és egyéb pékáruk, illetve kelt tészták készítéséhez használt élesztő tehát a *Saccharomyces cerevisiae* nevű, egysejtű gombafajba tartozik. Az élesztőgombák élettevékenységüket szénhidrát tartalmú táptalajon folytatják: alkoholos erjedést okoznak és ivartalanul szaporodnak. E szaporodástípus a sarjadzás (más néven bimbózás), amelynek optimális hőmérséklete 25 °C. Kedvező körülmények között e folyamat igen gyors ütemű, az élesztősejtek mennyisége 1-2 óra alatt megduplázódhat. A tészta kelése során egyébként az élesztő erjesztő tevékenysége a legfontosabb tényező.

A kísérletben kis darab bolti élesztőt üvegpohárba teszünk és hozzáöntünk 20-30 ml langyos, 2-3% cukrot tartalmazó vizet és keverőbottal összekeverjük. Néhány perc elteltével az oldatból tárgylemezre cseppentünk, fedőlemezt helyezünk rá, és fénymikroszkóppal egyre nagyobb nagyítást alkalmazva vizsgáljuk. A nagyítást fokozatosan növelve jól látható a sarjadzási folyamat s megfigyelhető az élesztőgomba jellegzetes alakja is. A *Saccharomyces cerevisiae* sejtei lehetnek oválisak, gömbölyűek vagy körte-alakúak, és mivel a sejtek 5-10 mikrométer átmérőjűek, közönséges fénymikroszkóppal 100-szoros nagyítás mellett is jól megfigyelhetők.

Említsük meg, hogy a fénymikroszkóp felbontóképessége kb. 10^{-6} m, ami jóval kisebb, mint az elektronmikroszkópé (kb. 10^{-9} m), mert a fény hullámhossza sokkal nagyobb, mint az elektronsugáré.

3.10. Alkoholos erjedés vizsgálata élesztőgombával

Az élesztőgombákra jellemző alkoholos erjedés terméke az etilalkohol (etanol) és a szén-dioxid. Ha az élesztőt kelt tészták sütésénél használjuk, akkor az erjedés során keletkező szén-dioxid teszi szivacsossá, könnyűvé tésztát.



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

A kísérlet során 150-200 ml langyos, 2-3% cukrot tartalmazó vízbe morzsoljunk bele kb. 20 g élesztőt alaposan keverjük össze a vízzel [18]. Az oldatot töltjük át egy hosszú, vékony nyakú, Erlenmeyer-lombikba. A lombik szájára húzzunk rá egy léggömböt, majd annak csonkját kössük rá szorosan a lombik nyakára. A lombikot langyos vízfürdőbe állítva, figyeljük meg a változást, amelynek során a léggömb térfogata fokozatosan növekedni fog, mivel az erjedés során CO₂ szabadul fel. 20-30 perc múlva vegyük le a léggömböt a lombikról, és annak gáztartalmát „öntsük” bele egy kisebb üvegedénybe, amelybe előzetesen egy égő gyertyát helyeztünk. Amint az üvegedénybe engedjük a – levegőnél nehezebb szén-dioxidot –, a gyertya lángja azonnal elalszik. Ezzel bizonyíthatjuk, hogy az élesztőgombás erjedésnél szén-dioxid szabadul fel.

4. Következtetés, összegezés

Meggyőződésünk, hogy a leírt tíz egyszerű, az élelmiszerek vizsgálatán, ill. az adott jelenségek élelmiszerek felhasználásával történő tanulmányozásán alapuló fizikai, kémiai és biológiai jellegű kísérlet bemutatása hatékonyan segíti a diákok felkészülését a természettudományos tárgyakban. Úgy véljük, a mérések adatainak megvitatása, az eredmények értelmezése és persze a következtetések levonása a tanulók logikai készségüket is javítja. Mivel a kísérleteket a tanulók számára is jól ismert mezőgazdasági termékekkel és élelmiszerekkel végezzük, úgy gondoljuk, hogy a szemléltetéssel hasznosítható ismereteket közvetítünk a tanulók számára az élelmiszerekről, sőt a táplálkozásról is, ezáltal is felkeltve érdeklődésüket az élelmiszergazdaság iránt.

E dolgozattal lezárjuk az Élelmiszervizsgálati Közlemények hasábjain közzétett 5 részes cikksorozatunkat. Őszintén reméljük, hogy írásainkkal jó ötletekkel szolgálhattunk az élelmiszerek vizsgálata, minősítése iránt érdeklődő tanártársainknak, a természettudományos oktatást érdekesebbé, szemléletesebbé tévő kísérletek lebonyolításához. Bízunk abban is, hogy a bemutatott mérések, vizsgálatok beépülnek majd az oktatott tananyagba, segítve a diákok felkészítését a természettudományos tárgyakban.

5. Irodalom

- [1] Szabó S.A., Izsák M., Bozi J. (2015): Általános - és középiskolás diákok kémia- és fizikaoktatása élelmiszer-vizsgálati kísérletek segítségével. *Élelmiszervizsg. Közl.*, 61 (2), 647-656.
- [2] Bozi J., Szabó S. A., Izsák M., Tiszáné Kósa E. I., Szabó G. L. (2016): Diákok kémia, biológia és fizika oktatása élelmiszervizsgálati kísérletek segítségével. *Élelmiszervizsg. Közl.*, 62(1), 975-983, (1).
- [3] Izsák M., Bozi J., Tiszáné Kósa E., Szabó G. L., Szabó S. A. (2016): Iskolai természettu-

dományos képzés élelmiszervizsgálati kísérletek segítségével. *Élelmiszervizsg. Közl.*, 62 (3), 1177-1183.

- [4] Tiszáné Kósa E.I., Szabó S.A., Szabó G. L., Izsák M., Bozi J. (2017): Természettudományos oktatás az iskolában élelmiszervizsgálati kísérletek segítségével. *Élelmiszervizsg. Közl.*, 63(1), 1453-1458.
- [5] Ötles, S. (ed.) (2005): *Methods of analysis of food components and additives*. CRC, Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida.
- [6] Amtmann M. (szerk.) (2006): *Élelmiszerek analitikai vizsgálata. Élelmiszerbiztonság és minőség felnőtt fokozaton sorozat*. BCE-Mezőgazda.
- [7] Szabó S. A., László P. (2009): Az élelmiszerfizikai vizsgálatok jelentősége az élelmiszerek minősítésében. *Élelmiszervizsg. Közl.*, 55(3), 166-169.
- [8] Pungor Ernő (1969): Személyes közlés, Veszprém.
- [9] Tunick, M., H., Onwulada Ch., I. (eds.) (2014): *Physical methods in Food Analysis*. ACS Symp., Amazon Books, American Chemical Society.
- [10] Veresné Horváth É. (2012): *Érdekes kérdések, fizikai válaszok*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- [11] Csóka M., Tolnay P., Szabó S. A. (2014): Hárszékinták mért fizikai és kémiai jellemzői közötti összefüggés. *Élelmiszervizsg. Közl.*, 60(4), 363-370.
- [12] Rauscher, K., Engst, R., Freimuth, U. (1986): *Untersuchung von Lebensmitteln*. VEB, Fachbuchverlag Leipzig, DDR.
- [13] 5th International Conference on Food Physics, May 30-June 01, 2002, Brno, Czech Republic, Mendel University of Agriculture, book of abstract, p. 60.
- [14] 6th International Conference on Food Physics. 22-26 May, 2004, Pécs, Hungary, Program and Abstracts, p. 104.
- [15] Szabo, S., A., Izsák, M. (2015/2016): Teaching of physics in schools with help of experiments of food investigation. *J. Food Phys.*, Vol. 28-29, 40-46.
- [16] Preisich M.(1963): *Vegyészek zsebkönyve*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- [17] Szabó S. A., Bende E., Kovács M., Hajós P. (1976): Uborka felöntőlé pH-jának és titrálható savtartalmának vizsgálata. *Konzerv- és Paprikaipar*, 74-75, (2).
- [18] Molnár K., Mándics D. (2016): *Biológia. 11. osztály, Kísérleti tankönyv, Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet*.

Experiments of food investigations in the education of high school students

Keywords: acidity, analysis, physical properties, measurement technique, viscosity

1. Summary

Experiments have a dominant role in the education of natural science subjects. It has been our experience that students have been very satisfied, if the materials used in the experiments were well known substances to them, in this case foodstuffs. Again, 10 simple experiments of physical, chemical and biological type are described, concerning the following topics: measurement of the temperature of black coffee and milk exposed to natural light, study of capillarity in a sugar cube dipped into coffee or red wine, measuring honey viscosity, determination of the acid content of vinegar, the change of cooking oil viscosity as a function of temperature, measurement of concentration on the basis of the law of Archimedes, acidity measurement of fruits, measurement of the alcohol content of alcoholic beverages, microscopic examination of yeast, study alcoholic fermentation produced by yeast.

Foodstuffs used during the investigations and measurements: apples, black coffee, brandy, fruit juice, honey, milk, oranges, red wine, rum, sucrose, sunflower oil, vinegar, wine, yeast.

2. Introduction

As it was mentioned in our earlier papers [1], [2], [3], [4], the presentation of experiments has a dominant role in the education of natural sciences. If the experiments are part of the teaching materials, the education will be hopefully more successful and effective.

In the previous articles, 10 experiments each were described, some of them belonging to the field of physics, the others were of the chemical or biological type. Of course there is no sharp boundary between these disciplines, and the presentation of the overlappings and relationships – chemistry is based on physics, and biology is based on chemistry – and the stressing of the interconnections play an important role in the modern education of natural sciences. In this final part of the series, again 10 simple experiments are described, related to food investigations.

These measurements can be performed without difficulties in the average school laboratory equipped for physical, chemical and biological tests.

If we need a classification, of the 10 measurements 6 can be classified as physical, 2 as chemical and 2 as biological tests. This ratio shows rather well that today in food analysis, food qualification and the methods of food investigations the major role is played by measurement techniques based on physics [5], [6], [7], as was predicted by Ernő Pungor [8], academician, outstanding specialist of instrumental analytical techniques decades ago. It is surprising, but true – mentioned Pungor, concerning developments in the future – that the importance of chemistry in analytical techniques was going to decrease, and physical methods will have the dominant role. Let us say that today – not to mention the relatively new, but already widely applied instrumental measuring techniques,

¹ Budapest Technical Vocational Center, Lajos Petrik Bilingual Chemical, Environmental and Information Technology Vocational School

² Ward Mária Elementary School, High School and Music Vocational School of Budapest

such as DSC, NIR-NIT, ESR-EPR, NMR, INAA, XRF, PAS – some very recent methods and techniques, e.g., FTIR, Fourier Transform Infrared Spectroscopy, PLM, Polarized Light Microscopy, SEM, Scanning Electron Microscopy, XPS, X-ray Photoelectron Spectroscopy – are in use, as well [9].

3. Description of the proposed scientific experiments

3.1. Measurement of the temperature of black coffee and milk exposed to natural light

Pour into identical cups approximately 50 ml of each of black coffee and milk, and put the cups in places where they are directly illuminated by natural sunshine. Pay attention that the original temperature of the fluids at the beginning is the same (e.g., room temperature, that is, 293 K). After 15-20 minutes with a simple stick thermometer we can detect a significant difference, the temperature of the coffee being much higher, than that of milk.

The reason is rather simple, dark materials (in this case, black coffee) absorb the majority of thermal radiation – infrared light with longer wavelength than that of visible light – and the temperature increases as a consequence of this absorption. On the other hand, white materials (in this case, milk) reflect the majority of the radiation and only a small fraction is absorbed. Therefore, the increase in temperature will be much less in the case of milk, although the energy of sunshine, having an influence on the liquids in the cups, was approximately the same for both cups.

3.2. Study of capillarity in a sugar cube dipped into coffee or red wine

Pour into a cup a little coffee and dip a sugar cube into the liquid. You can recognize easily that the black liquid is absorbed into the sugar cube to the top of the cube, even if the level of coffee is below the top of the sugar. Why?

The answer is simple: because of capillarity. In communicating vessels with larger cross sections the level of liquids can be considered the same, but in very thin pipes, because of capillarity, the level of wetting liquids is higher than in pipes with large cross-sections. The crystalline sugar cube - chemically beet sugar, i.e., sucrose - has a spongy structure, it can be considered a network of capillaries, so the water, as the solvent of coffee - which is a wetting liquid - rises higher than the level of coffee in the cup [10].

Of course, the spectacular experiment can be performed with other liquids as well. For example, with red wine, where there is also a clear increase of the fluid level. However, the duration of the experiments is very limited, since the sugar is a highly water soluble substance, and in coffee and wine the sugar cubes disintegrate and dissolve within a short time.

3.3. Investigation of the viscosity of honey

It is a commonly known fact that honey flows less easily than, for example, water. This is so, because honey is more viscous, that is, its viscosity is higher than that of water. In other words, it has a greater internal friction, so due to the differences in the rheological properties, its flowability is lower. Honey consists mainly (about 80%) of a variety of sugars, the remaining part being water and other useful substances, hence honey is considered to be a concentrated sugar solution. The viscosity of honey is influenced by a number of parameters, of which the temperature and the water content are of primary importance. Here we should mention that there is often a very close correlation between the physical and chemical characteristics of honey [11].

Whoever uses honey to bake is aware that if you put the honey in a microwave oven for a short time, it will flow much more easily and can be mixed more easily with the dough of the cake. Thus, by increasing the temperature, the viscosity decreases considerably. While in the market, looking at different honey types in stores and moving the bottles, we can see that one type of honey may flow more easily than another type. This is mainly due to the different composition (e.g., glucose-fructose ratio) and partly the water content. Honey that contains more water is generally flows more easily, with less viscosity. In order to compare the viscosity of honey of 2 different temperatures or 2 different water contents, we only need a capillary, that is, a small cross-section glass tube. Of course, there are many advanced viscosimeters (e.g., rotary viscometer), but such devices are usually not available in school labs.

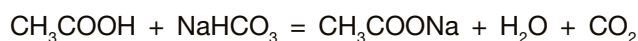
A stopwatch is used to measure the time during which a given amount of honey can flow through the capillary or the time over which a small ball hits the bottom of the honey-filled capillary, and then released. For both measurements, that sample with the shorter time measured will have the lower viscosity. Compare several honeys from different origins (e.g., acacia, linden, mixed flowers, chestnuts), and if there is still time, perform the measurements at different temperatures!

3.4. Examination of the acetic acid content of vinegar

Household vinegar products generally have a concentration of 10 or 20%. This means that a 1 liter bottle contains approximately 100 ml or 200 ml of acetic acid. Since the density of acetic acid, a liquid at room temperature, is almost the same as that of water (only slightly higher: 1.05 g / cm³), the percentage can also be expressed in weight: 1 kg of vinegar contains about 100 g or 200 g of acetic acid. The vinegar is used in the kitchen for the preparation of a wide variety of foods, and it is important to know what quantity and concentration we add to our food.

The question arises as to how we could establish the acid content of the vinegar in case there is no label on the bottle? How can you decide with the help of simple kitchen tools and materials if the vinegar involved is of 10 or 20% concentration?

The simple solution is acid-base titration. When alkali is added to an acid of unknown concentration in the presence of an indicator, the reaction of the neutralization between the acid and the alkali is indicated by the change in color of the indicator. If we measure the amount of alkaline solution used to affect the color change, then the acetic acid content can be calculated. The principle of measurement is shown in the reaction equation:



1 mole, i.e., 60 g of acetic acid reacts with 1 mole, i.e., 84 g of baking soda.

Put into a graduated cylinder (or a home scaled glass) 100 ml (100 g) of vinegar, containing 10 g or 20 g of acetic acid. Take 28 g of baking soda and dissolve it in 300 ml of water. (At 25 °C its solubility is about 100 g / liter, i.e., for dissolution about 10 times more water is necessary). Pour 100 ml of the vinegar in a half liter glass, add a few drops of red beet juice (this is the indicator) and start adding the baking soda solution with stirring. If, for the color change, approximately half of the alkali solution is necessary, the concentration of the measured vinegar sample was 10% (since 10 g of acetic acid reacts with 14 grams of baking soda), but if we see color change only when adding the whole alkaline solution, then we have a 20% vinegar. So we identified the acetic acid concentration of the tested vinegar sample.

3.5. Measuring the viscosity of sunflower oil as a function of temperature

It's a well known fact that if you put a teaspoon into a glass with honey, which stands on the table, and stir it quickly, the glass will start to rotate even if the spoon does not come into contact with the glass. The force is transmitted to the glass by the viscous material, which means that the internal friction of the honey results in the rotation of the glass. In the moving liquid, tangential forces, forces of friction appear among the fluid layers of non-zero relative velocity. The size of the friction force depends on the internal friction or the coefficient of viscosity, characteristic of the fluid.

The viscosity of fluids varies widely, the viscosity of vegetable oils being considerably larger than that of the water, but the viscosity of honey is much larger than that of oils. The internal friction depends significantly on the temperature as well: with increasing temperature the viscosity decreases significantly. This fact can be demonstrated easily with 3 consecutive series of measurements. Add the same amount (e.g., 50 ml) of sunflower oil to a glass cylinder ending

in a thin capillary! Measure the outflow time of the oil at three different temperature values (e.g., 20 °C, 50 °C and 80 °C)! The flow time is directly proportional to the viscosity, so the viscosities in these three cases can be compared. Of course, the measurement is merely a comparative analysis, the instrument is not calibrated, and the actual viscosity of the oil is not determined. We only demonstrate with this measurement that the viscosity of the oil changes when its temperature changes significantly.

Of course, we can also point out that temperature also affects the energy consumption of certain food technologies. The energy required for mixing also depends on viscosity. And the fact is also well known that, for example, it is easier to work with butter at room temperature than it is with butter just taken out from the fridge. The reason here is that viscosity is a temperature-dependent physico-chemical property, and we can distinguish between dynamic and kinematic viscosity [12]. The importance of the measurement of rheological parameters in food testing is clearly demonstrated by the fact that in the scientific program of international conferences on food physics, food rheology is usually a separate section [13], [14]. Moreover, the viscosity measurement can be used – rather theoretically - to determine the temperature of a given system as well.

3.6. Concentration measurement, based on Archimedes' law

Previously, it was pointed out that by simple densitometry the concentration of binary mixtures can be determined without chemical analysis [2], [15]. In addition to the well known and widely used pycnometric method, here the density measurement procedure is carried out based on Archimedes' law for the analysis of a beet sugar (sucrose) solution. Based on the result of the density measurement, the concentration can be concluded using concentration vs. density data from the literature, or a self-made calibration curve can be used. The task is to determine the density of a sugar solution of unknown concentration.

The weight of the solid, water-insoluble object of known density and volume (in our case, an iron or aluminum prism) is determined with a spring dynamometer. Then the object is immersed in the fluid of unknown density, and the weight of the object is measured again! The density of the liquid can then be calculated from the difference between the two measurements. For example, if the mass of the 100 cm³ aluminum prism was 270 g, and after the immersion it was 158 g, the difference is 112 g, and since the 100 cm³ prism is equal to 100 cm³ of sugar solution, based on the Archimedes' principle, the density of the liquid : 112: 100 = 1.12 g/cm³. Based on the tabulated data [16], this density corresponds to an approximate beet sugar concentration of 30%.

We think that this measurement is especially suitable for students to combine chemistry and physics knowledge, and to use the relationships during a measurement. Because when Archimedes' law is taught, students also study the weight loss of a solid body immersed in a liquid (water), so it helps to deepen the knowledge of the law if it is used in practice to determine the density of a solution of unknown density and concentration. (Of course, other procedures, based on simple physical principles, are also known for the determination of sugar concentrations. For example, refractometric or polarimetric measurement methods can be mentioned here, since the refractive index and polarized light are also discussed when the topic in the classroom is optical phenomena!)

3.7. Acidity measurement of sour foodstuffs

Already in the 7th grade, students get acquainted with the phenomenon of acidity and alkalinity. With the example of lemon and vinegar, it is easy for children to experience the taste of sour (aqueous) solutions comes from the acids (or more precisely, their dissociation), and these solutions are acidic. Of course, in addition to vinegar and lemon, there are many foods that are acidic. Children often mention sour flavored fruits (lemons, oranges, tangerines, apples, sour cherries) and fruit juices and, in addition, sour cabbage and foods made from it. However, they rarely know that, for example, must, wines, beers and soft drinks are definitely acidic, as well.

The acidic character of sour foods can be studied even by students in the 7th grade, without explaining the concept of pH in depth (and resorting to mathematical formulas).

Although acidic-neutral-alkaline aqueous solutions can be distinguished by using universal indicator paper, for the testing of acidic foods, fine-scale pH paper in the acidic pH range or a digital pH meter is recommended. With the help of the latter, different fruits, acidic foods and beverages can easily be sorted according to their acidities (or their relatively accurate pH values). From acidic fruits, you can choose, from practical point of view, fruits that are rich in juice, so that the preparation of the samples can be done easily and quickly (e.g., by using a manual fruit juicer). When examining, for example, the pH of oranges and apples, we found that it was about 3.0 in the case of oranges and 3.5 in the case of apples. Of course, attention should be drawn to the fact that the measured values are merely indicative, as varieties of the same species and the maturity status may also be the reason for significant differences. It should be noted here, that due to the complex composition of certain agricultural products and foods, there are many components with buffer effects, so the mathematical correlation between the measured pH value and the titrated real acid content is not perfect [17].

When examining the fruits, we can briefly point out that the acidic taste of the fruits and the recognition of the intensity of the taste are influenced by a number of factors, so that by only tasting the acidic nature of the fruits cannot be determined accurately. On the other hand, in lemons, it is worth mentioning in the lower classes that citric acid and ascorbic acid (vitamin C) are not the same. Otherwise, detailed information on organic acids is provided in the 10th grade chemistry curriculum (organic chemistry). By examining various acidic beverages, we can conclude that their pH values have a rather wide range. Comparing the pH values of the carbonated mineral water, beer, wine, fruit juice and cola, it can be concluded carbonated mineral water had the value (around pH 5) closest to neutral, then came beer (pH range 4.3 to 5.0), wine (pH 3-4), fruit juice (pH 2.5-3.0) and cola (pH 2.5-2.8), in the order of increasing acidic character.

The pH also depends on the concentration of the solutions. To illustrate this, the pH of a pure fruit juice (100% fruit content), a nectar (at least 25% fruit content), a fruit juice (at least 12% fruit content) and a soft drink with some fruit juice (1-12% fruit content) of the same fruit may be suitable if the product is produced without added acid (e.g., citric acid). For students in the ninth and tenth grades, it is advisable to prepare 10-fold and 100-fold dilutions of cola (or 10% vinegar) and compare the pH of the three solutions. Thus, the children will experience that a tenfold acid content means one unit change in the pH value.

3.8. Alcohol content determination by measurement of density

For students in the 10th grade, one of the most popular organic chemistry topics - perhaps not by accident - is the subject of alcohols. Of course, among these, ethanol gets the most attention, mainly because of its importance in alcoholic drinks. Utilizing that ethanol is highly miscible with water and has a lower density than water (0.789 g/cm³ at 20 °C), the alcohol content of the various alcoholic beverages can be determined by measuring the density of the samples when the system is considered to be practically a binary liquid. This can be most easily accomplished by direct measurement of the mass and volume of the samples in a graduated cylinder or by an areometer (floating density tester). If you want to get more accurate results, measurements using a pycnometer are recommended.

Of course, in order to be able to calculate the alcohol content of the samples analyzed, knowledge of the density data of different water-ethanol mixtures or preparation of a calibration series is required before the samples are measured.

To determine the alcohol content, it is worth testing three different alcoholic beverages - one wine, one brandy and one rum with high alcohol content - and the density data obtained should be compared with the tabular or calibration data available. The results will show that the higher the alcohol content of alcoholic beverages is, the lower their density will be.

3.9. Investigation of yeast propagation with a light microscope

The word yeast means several varieties of yeasts belonging to the *Saccharomyces* genus, most notably *Saccharomyces cerevisiae*, and a number of spontaneously formed or cultured strains of it, and more specifically the food products produced from yeast. Regarding yeast composition, it contains 73-75% of water, 12-14% of protein, and there are also minor amounts of minerals, fats, carbohydrates, vitamins and enzymes (mainly zymase). This is the microorganism that is used most often in different fermentation processes. The role and importance of yeast in bread baking, brewing, and wine-making is clear probably to everyone. Regular consumption of yeast mitigates the adverse effects of stress as well, plays a major role in the process of degradation of carbohydrates and stimulates pancreatic function and is therefore extremely beneficial for diabetics. In addition, it beautifies the skin, and has been applied in home cosmetics and the cosmetics industry for a long time because of its skin regenerating effect.

Yeast, which is used for the production of bread and other baked goods made from dough, belongs to the species *Saccharomyces cerevisiae*, which is a single-cell fungus. Yeasts carry out their metabolism on a carbohydrate-rich matrix with alcoholic fermentation and reproduce asexually. This type of reproduction is called sprouting (and also budding) with an optimum temperature of 25 ° C. Under favorable conditions, this process is very fast, and the amount of yeast is doubled within 1-2 hours. During dough leavening, yeast fermentation is the most important factor. In the experiment, small pieces of store-bought yeast are placed in a glass, 20-30 ml of lukewarm water with a 2-3% sugar content is added, and it is mixed with a mixing stick. After a few minutes, we put a drop of the solution on a microscope slide, cover it with a covering plate and it is examined by light microscopy using gradually increasing magnification. By increasing the magnification gradually, we can observe the sprouting process better and the characteristic shape of yeast can be observed as well. *Saccharomyces cerevisiae* cells may be oval, spherical or pear shaped, and because the cells are 5 to 10 micrometers in diameter, the observation can be performed easily with an ordinary light microscope (100x magnification). It should be noted that the resolution of the light microscope (about 10^{-6} m) is much smaller than that of the electron microscope (about 10^{-9} m), because the electron beam wavelength is much smaller than that of light.

3.10. Study of alcoholic fermentation produced by yeast

The alcoholic fermentation typical of yeasts produces ethyl alcohol (ethanol) and carbon dioxide. For example, if the yeast is used for baking purposes, the carbon dioxide produced by the fermentation makes the dough spongy and light.

In the experiment, 150-200 ml of lukewarm water (2-3% sugar content) and 20 grams of yeast in small pieces are mixed well [18]. The solution is transferred to a long, thin-necked Erlenmeyer flask. Pull a balloon over the mouth of the flask and tighten it around the neck of the flask. The flask is placed in a lukewarm water bath, and the change is observed, during which the volume of the balloon increases gradually. After 20-30 minutes, remove the balloon from the flask and let its gas content into a small glass container with a burning candle placed on the bottom. The fact that the balloon contained CO_2 is indicated by the immediate extinguishing of the candle.

4. Conclusion, summary

We are convinced that the presentation, during classes, of the 10 simple experiments of the physical, chemical and biological type, based on the study of the given phenomena using foodstuffs, will help students to prepare better for natural science subjects. We believe that discussion of the data of the measurements, interpretation of the results and of course the drawing of the conclusions also improves their logic skills. The fact that the experiments are carried out using agricultural products and foods well known to our students reinforces our hope that useful information is provided to students about foods and nutrition, thus also raising their interest in the food sector.

This paper concludes our series, consisting of 5 articles. We sincerely hope that by writing these articles, we have helped some of our colleagues, who are interested in examining and qualifying food, to perform experiments that make the teaching of natural science more interesting and more illustrative. We also hope that these measurements and tests will be incorporated into the teaching material, helping the education of students in natural science subjects.

5. References

- [1] A.S. Szabo, M. Izsak M, J. Bozi: Teaching of chemistry and physics in elementary and high schools with help of food science experiments. *J. Food Investigation*, 61(2), 649-656, 2015.
- [2] J. Bozi, A.S. Szabo, M. Izsak, E.I. Tisza-Kosa, G.L.Szabo: Teaching chemistry, biology and physics with the help of food analytical experiments. *J. Food Investigation*, 62(1), 990-995, 2016.

- [3] M. Izsak, J. Bozi, E.I. Tisza-Kosa, G.L. Szabo, A. S. Szabo: Education of natural science in schools with help of experiments of food investigations. *J. Food Investigation*, 62(3), 1184-1189, 2016.
- [4] E.I. Tisza-Kosa, A.S. Szabo, G.L. Szabo, M. Izsak, J.Bozi: Teaching of natural sciences in schools with help of food investigation experiments. *J. Food Investigation*, 63(1), 1460-1464, 2017.
- [5] S. Ötles (ed.) : Methods of analysis of food components and additives. CRC, Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida, 2005.
- [6] M. Amtmann M. (ed): Analytical investigation of foodstuffs. Series of High level Food safety and quality. (in hungarian). BCE-Mezőgazda, 2006.
- [7] A. S. Szabo, P. László: Importance of food physics investigations in the qualification of food. (in hungarian). *J. Food Investigations*, 55(3), 166-169, 2009.
- [8] Personal communication of Ernő Pungor, Veszprém, 1969.
- [9] M.H.Tunick, Ch.I. Onwulada(eds): Physical methods in Food Analysis. ACS Symp., Amazon Books, American Chemical Society, 2014.
- [10] E. Veres-Horvath: Interesting questions, physical answers. (in hungarian). Műszaki Kiadó, Budapest, 2012.
- [11] M. Csoka, P. Tolnay, A. S. Szabo: Relationship of measured physical and chemical parameters of linden honey samples. *J. Food Investigation*, 60(4), 365-370, 2014.
- [12] K. Rauscher, R. Engst, U. Freimuth: Untersuchung von Lebensmitteln. VEB, Fachbuchverlag Leipzig, DDR, 1986.
- [13] 5th International Conference on Food Physics, May 30-June 01, 2002, Brno, Czech Republic, Mendel University of Agriculture, book of abstract, p. 60.
- [14] 6th International Conference on Food Physics. 22-26 May, 2004, Pecs, Hungary, Program and Abstracts, p. 104.
- [15] A.S.Szabo, M. Izsak: Teaching of physics in schools with help of experiments of food investigation. *J. Food Phys.* Vol. 28-29, 40-46, 2015/2016.
- [16] M. Preisich: Pocket-book of chemists. (in hungarian). Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
- [17] A.S. Szabo: Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen pH-Wert und Azidität in Fruchtsirup und im Saft konservierter Gurken. *DIE LEBENSMITTELINDUSTRIE*, 27(8), 361-363, 1980.
- [18] K. Molnar, D. Mandics: Biology. Class 11, Experimental textbook, Institute for Educational Research and Development, 2016.



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

Arzénnal szennyezett talajon termesztett zöldborsó élelmiszer- és takarmánybiztonsági megítélése

Kulcsszavak: talaj arzén-terhelése, szerves arzén, BMDL, arzén felvétel növényekbe

1. Összefoglalás

A talaj, valamint a talajvíz mind természetes, mind antropogén eredetű arzén szennyezése a világ valamennyi részére kiterjedő globális probléma, amelynek tekintetében hazánk területén elsősorban az Alföld térsége érintett. Az arzénnal szennyezett talajon történő növénytermesztés által az arzén bekerülhet a táplálékláncba, ami súlyos élelmiszer-biztonsági kockázatot jelenthet. Hazánkban a zöldségtermesztő területek több mint 70%-a a természetes eredetű arzénszennyezéssel érintett Alföld területén található. A zöldborsó – amelynek élelmiszeripari jelentősége többek közt a számos feldolgozási formának köszönhető – hazánkban a második legnagyobb területen termesztett zöldségnövény. Ennek alapján munkánk arzénnal kezelt talajon termesztett zöldborsó különböző növényi részeinek (szár, levél, borsóhévely, borsószem) arzéntartalmában bekövetkező változások meghatározására irányult. A kapott eredmények alapján azt vizsgáltuk, hogy az ilyen területen termesztett borsó milyen mértékű élelmiszer- és takarmánybiztonsági kockázatot jelent. A talaj arzénszennyezettségének hatását a zöldborsó arzénfelvételére tenyészedényes kísérlet segítségével vizsgáltuk. A kísérlet során az arzént As(III) és As(V) formájában alkalmaztuk, külön-külön. Munkánk során 0, 3, 10, 30, 90 és 270 mg/kg-os arzénkezeléseket alkalmaztunk. Az eredmények alapján megállapítható, hogy az arzénnal szennyezett területről származó borsó fogyasztásának hozzájárulása százalékos formában a különböző daganatos megbetegedések (tüdő-, hólyag-, illetve bőrrák) esetén a WHO által megállapított BMDL_{0,5} értékhez képest egyik esetben sem haladta meg a 0,46%-ot. A takarmányok nemkívánatos szennyezőire vonatkozó, a Magyar Takarmánykódex kötelező előírásairól szóló 44/2003. (IV. 26.) FVM rendeletben [30] az arzén esetén rögzített 2 mg/kg-os határértéket, szár esetén a kontroll, a levelet illetően pedig a kontroll és a legalacsonyabb koncentrációjú kezelések (3 mg/kg) kivételével, mindkét arzén-forma tekintetében, valamennyi dózis esetén mért érték meghaladta. A borsóhévely vonatkozásában 2 mg/kg feletti As-tartalmakat a 270 mg/kg-os kezelések esetén tapasztaltunk, azonban az As(V)-kezelést illetően, a 90 mg/kg-os dózis hatására a borsóhévely As-tartalma erőteljesen megközelítette az említett határértéket.

Az Európai Unió területén élelmiszerek arzénszennyezettségét illetően azért nem jelöltek meg élelmiszerekre vonatkozó határértékeket, mert egyelőre nem áll rendelkezésre olyan adatbázis, amely az egyes élelmiszercsoportokban található szerves-szerves arzénformák toxicitását jellemezné [29].

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

² Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Agrokémiai és Talajtani Intézet

2. Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az arzén már az ókor óta ismert elemek egyike [1], felfedezése Albertus Magnus nevéhez fűződik [2]. Az arzén megítélését a történelem során kettősség jellemezte. Habár mérgező hatása már évezredek óta ismert, ennek ellenére a különböző arzén vegyületeket gyógyászati célra is felhasználták. Hippokratész az arzént már alkalmazta fekélybetegek kezelésére [3], rendszeres gyógyászati célú használatát azonban Paracelsus svájci származású orvos kezdte meg. A későbbiek során számos más orvos is használta gyógyszerként [4]. Thomas Fowler malária gyógyítására használt kis mennyiségben arzént tartalmazó oldatot, amelynek alkalmazása a későbbiek során bevett szokás volt pikkelysömör, vérszegénység, reuma, tuberkulózis, valamint szifilisz kezelése esetén is [5]. Volt idő, amikor az arzént az egészség megőrzésének érdekében rendszeresen szedték, illetve felhasználták a hagyományos kínai orvoslásban is [6]. Az arzén felhasználása a régi időkben azonban nem csak gyógyászati célú volt. A különböző arzén vegyületeket az iparban többek között fakonzerválásra használták. Mérgező hatásának köszönhetően gyomirtó és rovarölő szerként is alkalmazták [7].

Az arzénnal történő mérgezés hatékony eszköznek bizonyult a nem kívánatos személyek likvidálására is. A korabeli leírások alapján több uralkodó halála is összefüggésbe hozható az arzénnal, innen ered a „Mérgek királya, királyok mérge” elnevezés is [8]. Hazánkban 1911 és 1929 között történtek a leghírhedtebb arzénnal végzett gyilkosságok, amelyek a „tiszazugi gyilkosságok” néven híressültek el. Miután Nagyrév bábaasszonya felfedezte, hogy a légyfogó papírt vízbe áztatva arzén tartalmú oldatot lehet nyerni – amely alkalmas az élőlények elpusztítására – több asszony is e módszer segítségével mérgezte meg hozzátartozóit [9], hiszen az arzén színtelen, szagtalan, kis mennyiségben is mérgező anyag. Egészen a Marsh-próba bevezetéséig kimutathatatlan elem volt [10]. Az arzént az áldozatok ételébe, italába keverték,

így okozták halálukat [9]. Az arzén az emberi szervezetbe ma is elsősorban élelmiszerekkel, illetve ivóvízzel kerülhet [11]. Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) tanulmánya alapján az ivóvízen kívül, a különböző gabonafélék, a kávé, a sör, a rizs, a halak, valamint a zöldségek is hozzájárulnak a fogyasztók arzén terheléséhez [12]. Belégzéssel, valamint bőrön keresztül történő felszívódással is szervezetünkbe juthat, ennek mértéke azonban elhanyagolható [13].

Az arzén bizonyítottan rákkeltő, máj-, tüdő-, hólyag- és bőrdaganatot idéz elő [1]. A mérgezés tünetei azonban az arzén szervezetbe jutott mennyiségétől függően különbözőek lehetnek. Akut mérgezés esetén a tünetek gyomorrontásra emlékeztetőek: gyomorfájdalom, hányás, hidegrázás, gyengeségérzet, hasmenés. A krónikus arzénmérgezés első tünetei a bőrön jelentkeznek, először világos, majd sötét foltok jelennek meg, elsősorban a végtagok bőrfelületén. Az így kialakuló tünetegyüttest az alsó végtagokon jelentkező fekélyes fekete sebek miatt „fekete láb” betegségnek is nevezik. A krónikus mérgezés tünetei főként olyan területeken jelentkeznek, ahol a lakosság magas arzéntartalmú vizet kénytelen fogyasztani. Az arzén leginkább a szaruképletekben (haj, bőr, köröm) akkumulálódik [10].

A szervezet napi arzénbevitel nagyjában függ az elfogyasztott élelmiszertől. A világ több részéről jelentettek már arzénnal szennyezett élelmiszert, ilyen élelmiszerek közé tartozott többek közt a szójaszós (Japán), tejpor (Japán), valamint italok közül a bor (Anglia, Németország) is [2]. Az emberi test arzén-tartalma, habár a korrallal együtt nő, nem haladja meg a 3-4 mg-ot. A szervezetbe kerülő arzén egy része a vizelettel kiürül. A vizelet arzén tartalma 5 és 40 µg/nap között normálisnak tekinthető, azonban akut, illetve szubakut mérgezés esetén, ez az érték meghaladhatja a 100 µg/nap-ot [14]. Az emberi szervezetben elsősorban az anionos, illetve oldható formában jelenlévő arzén specíeszek képesek felszívódni [2].



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



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

Az arzén a természetben jelen van többek közt a talajban, illetve a talajvízben is, ahol az arzén regionális jellegű feldúsulása természetes, illetve antropogén eredetű lehet [15]. Természetes eredetű arzén szennyezés elsősorban a talaj anyakőzetében lejátszódó mállás folyamán alakulhat ki, valamint ilyen jellegű szennyezéssel meleg-, illetve termálfvízforrások mellett találkozhatunk. A geológiai eseményeken túl az arzéntartalmú gyomirtó-, és rovarölő szerek használata, valamint a különböző bányászati tevékenységek és az arzéntartalmú talajvíz mezőgazdasági hasznosítása is növelte/növeli a talaj arzénszennyezettségének mértékét [16], [17]. Az arzén mind a talajban [18], [19], mind a talajvízben elsődlegesen szerves formában [2] mint arzenit [As(III)] és arzenát [As(V)] van jelen, amely formák toxikusabbak, mint a szervesek [20]. A talaj arzénszennyezettsége bizonyos területeken elérheti a 2553 mg/kg-ot, ilyen magas értékek azonban főként emberi tevékenység hatására alakulnak ki [21]. A talaj, valamint a talajvíz arzén szennyezettsége globális probléma [2], [22], amely hazánkban elsősorban az Alföld területén van jelen, itt a legnagyobb gondot a felszín alatti vízkészlet geológiai eredetű arzén-tartalma jelenti [23], [24]. A termőtalaj, valamint a talajvíz arzénszennyezettségének problémája jelen van többek közt Kína, India, Thaiföld, az Amerikai Egyesült Államok, valamint Banglades egyes területein is [2].

Az arzénnal szennyezett vízzel történő öntözés, valamint az ilyen jellegű szennyezést tartalmazó talajon történő növénytermesztés által az arzén bekerülhet a táplálékláncba. 1988 és 2011 között – a WHO által közölt adatok értelmében – az ideiglenesen megállapított tolerálható heti beviteli érték (PTWI) szerves arzén esetén 0,015 mg/ttkg/hét volt. Mivel a szerves arzénvegyületek már ennél kisebb mennyiségben is megnövelik a daganatos megbetegedések kialakulásának kockázatát, ezért a FAO és a WHO által felállított szakértői bizottság 2011-ben kiadott értékelésében a korábban megállapított határértéket már nem tartotta megfelelőnek, hiszen a rákkeltő anyagokra

nézve az esetek többségében a rákbetegség kialakulási mechanizmusából következően még biztonságosnak nevezhető beviteli érték sem adható meg. Az egészségügyi kockázat megítélésére ilyen anyagok esetén az úgynevezett benchmark dózis (BMDL – benchmark dose level) megközelítést használják. A WHO 2011-ben kiadott értékelésben BMDL_{0,5} értéket adott meg a szerves arzén kötésben található arzénra a különböző daganatos megbetegedéseket illetően [25]. A BMDL_{0,5} érték a rákkeltő hatás vizsgálata során a kísérleti állatok 0,5%-ban daganatos megbetegedést kiváltó, legkisebb rákkeltő dózis 95%-os valószínűséggel megadott értékének alsó szintje.

Kutatómunkánk célja arzénnal szennyezett területen termesztett zöldborsó élelmiszer-, valamint takarmánybiztonsági megítélésének vizsgálata volt, hiszen a hazai zöldségtermesztő területek több, mint 70%-a az Alföld térségében található, a hazánkban termesztett zöldségek közül pedig a borsó a legnagyobb területen jelenlévő növény. Annak érdekében, hogy az arzénnal egyre nagyobb mértékben szennyezett területen termesztett zöldborsó fogyasztásából, valamint takarmányipari felhasználásából eredő egészségügyi kockázat mértékét megállapítsuk, tenyészedényes kísérletet állítottunk be.

3. Anyag és módszer

A Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Agrokémiai és Talajtani Intézet tenyészházában tenyészédénes kísérletet állítottunk be zöldborsó (*Pisum sativum* L.) tesztnövényvel. A kísérlet során használt Avola borsó – konzerv- és hűtőipari felhasználásra való alkalmasságának köszönhetően – az egyik legkedveltebb korai érésű, velő típusú borsófajta.

3.1. A kísérlet során alkalmazott talaj ismertetése

A borsó számára legmegfelelőbb a löszön kialakult meszes vagy mészlepedékes csernozjom talajtípus.

A kísérlet során a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Hajdúsági löszháton elterülő Látóképi Kísérleti Telepéről származó mészlepedékes csernozjom talajt használtuk fel, amelynek jellemzői megegyeznek a Kovács és munkatársai [26] kísérletében felhasznált talajával. A kísérlet során alkalmazott talaj NPK-ellátottságát, a borsó fajlagos tápanyagigényét, valamint a tervezett termésátlagot figyelembe véve NPK-műtrágyázást alkalmaztunk, amely során a nitrogént NH_4NO_3 , a foszfort KH_2PO_4 , a káliumot pedig KH_2PO_4 , illetve K_2SO_4 formájában juttattuk a talajba.

3.2. A kísérlet során alkalmazott arzén-kezelések

Kísérletünk során az arzént nátrium-arzenit [As(III)] (NaAsO_2), valamint kálium-arzenát [As(V)] (KH_2AsO_4) formájában ioncserélt vízben feloldva alkalmaztuk, hiszen az arzén a talajban elsősorban ebben a két szerves formában fordul elő. Munkánk során úgy az arzenit, mint az arzenát esetében 0, 3, 10, 30, 90 és 270 mg/kg-os kezeléseket alkalmaztunk, amelyek során a szükséges koncentrációkat arzénra nézve, illetve a talajra vonatkoztatva számoltuk ki. Minden kezelés esetén három ismétlést állítottunk be.

3.3. Tenyésztedényes kísérlet bemutatása

A kísérlet során az egyes tenyésztedényekbe 11-11 kg légszáraz, 1x1 cm lyukátmérőjű szitán átszitált talajt mértünk be, amelyhez a műtrágyát, valamint az arzenit, illetve arzenátot oldatok formájában (edényenként 100-100 cm³) adagoltuk. A kísérletben a kezelések mellett, mind arzenát, mind arzenit esetén 5-5 kezelési szintet állítottunk be 3 ismétlésben, amely összesen 33 db tenyésztedényt eredményezett.

A talaj bekeverése (2016.04.05.) során kiemelt figyelmet fordítottunk a homogenitásra. A talajfelszín fellazítását, valamint 200 cm³ desztillált vízzel történt öntözését követően edényenként 25-25 db borsószemet vetettünk el, megközelítőleg 3-4 cm mély-

ségben. A tápközeg felszínének tömörítése után az edényeket a tenyészházi kocsikon véletlen-blokk elrendezésben helyeztük el, eső esetén, illetve éjszaka tető alatt tartottuk. A vetőmag kelését követően a növények számát edényenként 16 db-ra ritkítottuk, majd a talaj nedvesség-tartalmát a maximális szántóföldi vízkapacitás 60%-ára állítottuk be. A vízpárolgás (evaporáció), valamint a növény szabályozott vízleadásának (transzspiráció) következtében fellépő vízvesztésüket tömegkiegészítés alapján naponta pótoltuk. A kísérlet felszámolására a borsó fejlődésének negyedik fenofázisában (teljes érés) került sor, amely során elemanalitikai vizsgálatra minden egyes edényből 4-4 db növényt különítettünk el. A növényeket szár, levél, borsóhévely és borsószem részekre választottuk szét, majd szárítószekrényben 65°C-on tömegállandóságig szárítottuk.

3.4. Növényi minták vizsgálata

Az elemanalitikai vizsgálatokat a Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézetében végeztük el.

A tömegállandóságig szárított növényi mintákat homogenizáltuk, majd a megfelelően előkészített mintákból megközelítő pontossággal 0,1 g-ot mértünk be hőálló kémcsövekbe. A mintákhoz 1 cm³ salétromsavat (65 m/m%, Scharlau Chemie, Spanyolország) adtunk, majd egy éjszakán át állni hagytuk. Másnap a kémcsöveket LABOR MIM OE-718/A típusú elektromos blokkroncsoló készülék fűtőegységébe helyeztük, melynek segítségével az előroncsolást 30°C-on 60 percen keresztül végeztük. A mintaoldatokhoz ezt követően 0,3 cm³ 30%-os hidrogén-peroxidot (Darmstadt, Merck, Németország) adagoltunk. A savas-peroxidos főroncsolás pedig 120°C-on 90 percig zajlott. Az elroncsolt mintákat szobahőmérsékletre hűtöttük, majd 18,2 M Ω /cm ellenállású ioncserélt vízzel 10 cm³-re egészítettük ki [27]. A minták feltárásával párhuzamosan vakpróbákat is készítettünk.

1. táblázat. Az ICP-MS készülék mérési paramétereit
Table 1 Measurement parameters of the ICP-MS instrument

RF teljesítmény / RF power	1.4 kW / 1.4 kW
Hűtőgáz áramlási sebesség / Cooling gas flow rate	13.5 dm ³ /perc / 13.5 dm ³ /min
Segédgáz áramlási sebesség / Auxiliary gas flow rate	0.9 dm ³ /perc / 0.9 dm ³ /min
Porlasztógáz áramlási sebesség / Nebulizer gas flow rate	0.91 dm ³ /perc / 0.91 dm ³ /min
Minta áramlási sebesség / Sample flow rate	0.47 dm ³ /perc / 0.47 dm ³ /min
Pole Bias / Pole Bias	-18.0 V / -18.0 V
Hexapole Bias / Hexapole Bias	-7.8 V / -7.8 V
He CCT gázkeverék / He CCT gas mixture	6 cm ³ /perc / 6 cm ³ /min
Ismétlés szám (main run) / Main run	3 db / 3
Mérési idő (dwell time) / Dwell time	100 ms / 100 ms
Kiolvasások száma (sweep) / Sweep	9 db / 9

3.5. Elemanalitikai vizsgálatok

A minták arzéntartalmának meghatározásához Thermo Scientific X-Series 2 Quadrupole típusú indukzív csatolású plazma tömegspektrométert (ICP-MS) alkalmaztunk. A készülék mérési paramétereit az **1. táblázat** tartalmazza.

A kis koncentrációk analízise során fellépő zavaró hatások kiküszöbölésére ütközési cellás (CCT - collision cell technology) mérési módszert és 7% hidrogént tartalmazó hélium CCT gázt használtunk. A vizsgálatok során belső standard alkalmazására is szükség volt, a nem spektrális zavaró hatások kiküszöbölésének érdekében. A belső standard olyan elemet vagy elemeket jelent, amelyeknek a mintában való előfordulási valószínűsége csekély. Az általunk belső standardként alkalmazott elem a Rh volt (40 µg/L).

3.6. Statisztikai módszer

Az eredmények statisztikai kiértékelésére SPSS 22.0 statisztikai programot alkalmaztunk. A paraméterek és az egyes tényezők közötti összefüggés statisztikai vizsgálatához egytényezős variancia analízist és Tukey-tesztet használtunk. 5%-os P-érték alatt tekintettük az eltéréseket szignifikánsnak. Az azonos szinten, de eltérő formában történő arzén kezelés hatásának összehasonlítására kétmintás T-próbát végeztünk.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Arzenit- és arzenát-kezelés hatása zöldborsó termésének arzén-tartalmára

A növekvő koncentrációjú arzenit-, illetve arzenát-kezelések hatására a borsószemek arzéntartalmában bekövetkező változásokat a **2. táblázat** szemlélteti.

A borsószemek arzén-tartalmának meghatározására irányuló analitikai vizsgálatok eredménye alapján megállapítható, hogy a termőtalaj növekvő arzén-tartalmának hatására folyamatosan nőtt a zöldborsó termésének arzénkoncentrációja. Az As(V)-kezelés esetén már a legkisebb dózis is szignifikánsan növelte a borsószem arzéntartalmát, az As(III)-kezelést illetően azonban csak a 90 mg/kg-os kezelés hatására következett be szignifikáns növekedés. Az As(V)-kezeléseknél megállapítható továbbá, hogy a 10 és 30 mg/kg-os kezelés esetén a borsószem arzénkoncentrációjának tekintetében szignifikáns eltérés nem volt megfigyelhető. Az azonos szinten, de eltérő formában történő kezelések hatása közt statisztikailag kimutatható különbség nem volt tapasztalható.

A legnagyobb mértékű növekedést természetesen a 270 mg/kg-os kezelés okozta. Amennyiben az arzént arzenit [As(III)] formájában adtuk a talajhoz a szemtermés arzéntartalma 15,5-szer volt nagyobb, mint a kontroll növény esetén mért érték. Amikor arzenátot alkalmaztunk [As(V)], a kontrollhoz képest 11-szeres értéket kaptunk.

4.2. Arzénnal szennyezett területen termesztett zöldborsó fogyasztásának élelmiszer-biztonsági megítélése

A tenyészedényes kísérletből származó borsószemek elemanalízisét követően vizsgáltuk, hogy az arzénnal egyre nagyobb mértékben szennyezett termőtalajon történő borsótermesztés milyen mértékű élelmiszer-biztonsági kockázatot hordoz magában. Mivel arzén esetén a tolerálható heti beviteli érték tekintetében a WHO álláspontja alapján 2011-ben változás történt, így vizsgáltuk, hogy az arzénnal különböző mértékben szennyezett területről származó borsó fogyasztásának milyen mértékű élelmiszerbiztonsági kockázatot tulajdonítottak 2011 előtt, valamint 2011 után.

2. táblázat. Növekvő koncentrációjú arzenit- és arzenát-kezelés hatása zöldborsó szemtermésének arzéntartalmára
Table 2 Effect of arsenite and arsenate treatments of increasing concentrations on the arsenic content of green pea seeds

Arzén-kezelés (mg/kg) Arsenic treatment (mg/kg)	Borsószem arzén-tartalma eltérő formájú arzén kezeléseknél friss tömegre vonatkoztatva (mg/kg) Arsenic content of pea seeds in the case of treatments using different forms of arsenic on an as-is basis (mg/kg)	
	As(III)	As(V)
0	0.0284±0.0041 ^a	0.0284±0.0041 ^a
3	0.0727±0.0091 ^a	0.0740±0.003 ^b
10	0.0891±0.0022 ^a	0.112±0.016 ^c
30	0.0921±0.0031 ^a	0.115±0.015 ^c
90	0.220±0.051 ^b	0.237±0.020 ^d
270	0.439±0.051 ^c	0.304±0.011 ^e

Az azonos oszlopban azonos felső indexszel jelölt kezelések között nincs szignifikáns különbség ($P \leq 0,05$).

There is no significant difference within the same column between treatments designated by the same index ($P \leq 0.05$).

A kockázat nagyságának megállapításához egyrészt a 2010-es (0,9 kg/fő/év), másrészt a KSH adatbázisban megtalálható legfrissebb, azaz a 2014-es évre vonatkozó (0,8 kg/fő/év) egy főre eső zöldborsó fogyasztási adatokat vettük alapul. A 2010-ben az arzént illetően a tolerálható heti beviteli érték a WHO által közölt adatok alapján 0,015 mg/ttkg/hét volt. Így ebben az esetben lehetőségünk volt arra, hogy a kockázat mértékét a tolerálható bevitel és a becsült étrendi bevitel hányadosa alapján állapítsuk meg (**3. táblázat**). A kockázatbecslést 70 kg-os emberre nézve végeztük el.

A táblázatban közölt adatokat az alábbi összefüggések alapján határoztuk meg:

Kockázat = $a/b = a/(c \cdot d)$, ahol

a = a WHO által javasolt napi tolerálható érték a heti adatból számolva (mg/ttkg/nap)

b = a becsült napi étrendi As-bevitel egy testtömeg-kilogrammra számolva 70 kg átlagos testtömeből számolva (mg/ttkg/nap)

c = a napi becsült zöldborsó-fogyasztás 0,9 kg fő/év adatból számolva (kg)

d = a borsó As-tartalma (mg/kg)

Amennyiben a tolerálható bevitel és a becsült étrendi bevitel hányadosa meghaladja a 10-et [**31**], az adott élelmiszer fogyasztását nem tekinthetjük kockázatosnak. Mivel a 2010-es évet illetően a kockázatbecslés során kapott valamennyi érték nagyobb volt, mint 10, így még a legnagyobb koncentrációjú arzénkezelésben (270 mg/kg) részesített talajon termesztett borsó esetén is elhanyagolható mértékű annak a kockázata, hogy fogyasztása bármilyen egészségkárosodást okozna.

3. táblázat. A tolerálható bevitel és a becsült étrendi bevitel hányadosa a növekvő koncentrációjú arzénkezelések függvényében
Table 3 Ratio of the tolerable intake and the estimated dietary intake as a function of increasing arsenic treatment concentrations

Arzén-kezelés (mg/kg) Arsenic treatment (mg/kg)	Kockázat (tolerálható bevitel/becsült étrendi bevitel) Risk (tolerable intake/estimated dietary intake)	
	As(III)	As(V)
0	2140	2140
3	856	823
10	690	549
30	669	535
90	278	258
270	143	200

4. táblázat. Arzénnal szennyezett zöldborsó fogyasztásának (0,8 kg/fő/év) hozzájárulása százalékos formában a különböző daganatos betegségek esetén megállapított BMDL_{0,5} értékhez
Table 4 Percentage contribution of the consumption of arsenic-contaminated green peas (0.8 kg/person/year) to the BMDL_{0.5} values determined for various cancers

Arzén-kezelés (mg/kg) Arsenic treatment (mg/kg)	Arzénnal szennyezett zöldborsó fogyasztásának (0.8 kg/fő/év) hozzájárulása százalékos formában a különböző daganatos betegségek esetén megállapított BMDL _{0,5} értékhez Percentage contribution of the consumption of arsenic-contaminated green peas (0.8 kg/person/year) to the BMDL _{0.5} values determined for various cancers					
	Tüdőrák Lung cancer		Hólyagrák Bladder cancer		Bőrrák Skin cancer	
	As(III)	As(V)	As(III)	As(V)	As(III)	As(V)
0	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
3	0.08	0.08	0.04	0.04	0.04	0.04
10	0.09	0.12	0.05	0.07	0.05	0.06
30	0.10	0.12	0.06	0.07	0.05	0.07
90	0.23	0.25	0.13	0.14	0.13	0.14
270	0.46	0.32	0.26	0.18	0.25	0.18

A 2014-es évre vonatkozóan az élelmiszerbiztonsági kockázat mértékét már nem a tolerálható bevitel és a becsült étrendi bevitel hányadosa alapján határoztuk meg, hiszen 2014-ben az arzén tekintetében már nem volt tolerálható beviteli érték. A WHO 2011-ben kiadott értékelésében $BMDL_{0,5}$ értéket adott meg a szervesetlen kémiai kötésben található arzénra a különböző daganatos megbetegedéseket illetően a következőkben ismertetettek szerint: a tüdőt érintő rosszindulatú daganatos megbetegedés esetén $3 \mu\text{g}/\text{ttkg}/\text{nap}$, hólyagdaganat esetén $5,2 \mu\text{g}/\text{ttkg}/\text{nap}$, a bőrrákot illetően pedig $5,4 \mu\text{g}/\text{ttkg}/\text{nap}$ a $BMDL_{0,5}$ érték [25]. A növekvő koncentrációjú arzénit-, illetve arzénátkezelésben részesített talajon termesztett zöldborsó fogyasztásának élelmiszerbiztonsági hatását annak alapján becsültük, hogy fogyasztása milyen mértékben járul hozzá bizonyos daganatos megbetegedések esetén megállapított $BMDL_{0,5}$ értékhez.

A zöldborsó fogyasztása révén felvett arzén mennyiségének százalékos hozzájárulását ($BMDL_{0,5}$) az egyes daganatos betegségek kialakulásához, az alábbi összefüggések szerint számoltuk:

$$\text{Hozzájárulási}\% = b/BMDL_{0,5(i)}$$

b = a becsült napi étrendi As-bevitel egy testtömegkilogrammmra számolva 70 kg átlagos testtömegből számolva (mg/ttkg/nap) a 3. táblázat értékeinél említett módon;

$BMDL_{0,5(i)}$ = adott betegség esetén megállapított értékek ($\mu\text{g}/\text{ttkg}/\text{nap}$), az egyes betegségekre megadva:

$$BMDL_{0,5(\text{tüdő})} = 3,0 \mu\text{g}/\text{ttkg}/\text{nap}$$

$$BMDL_{0,5(\text{hólyag})} = 5,2 \mu\text{g}/\text{ttkg}/\text{nap}$$

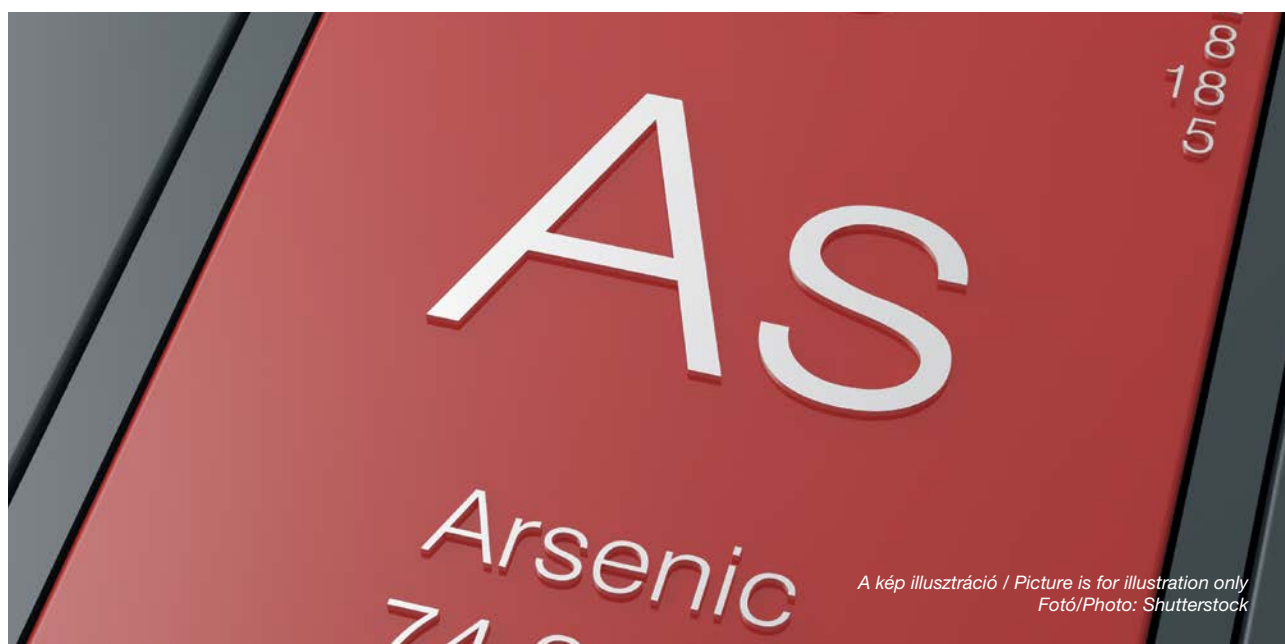
$$BMDL_{0,5(\text{bőr})} = 5,4 \mu\text{g}/\text{ttkg}/\text{nap}$$

A kapott eredményeket a **4. táblázat** szemlélteti.

A hólyagrák, valamint a bőrrák esetén leírt $BMDL_{0,5}$ értékhez a kontroll talajon nevelt zöldborsó szemtermésének fogyasztása 0,02%-kal járul hozzá, tüdőrák esetén ez az érték 0,03%. Mivel a növekvő koncentrációjú arzénit-, illetve arzénátkezelések hatására folyamatosan nőtt a borsószem arzénkoncentrációja, így az egyre nagyobb arzénit-, illetve arzénátterhelésnek kitett talajon termesztett zöldborsó fogyasztása egyre nagyobb mértékben járul hozzá a bőr, a hólyag, valamint a tüdő rosszindulatú daganatos megbetegedésének kialakulásához. Fontos azonban megjegyezni, hogy a legmagasabb arzén-tartalmat a szemtermésben a 270 mg/kg-os As(III)-kezelés esetén mértük, az ilyen szennyezett talajról származó borsószem fogyasztásának hozzájárulása a daganatos megbetegedések esetén meghatározott $BMDL_{0,5}$ értékhez az alábbiak szerint alakul: tüdőrák esetén 0,46%, hólyagrák esetén 0,26%, valamint bőrrák esetén 0,25%. Összességében annak valószínűsége, hogy a szennyezett területről származó zöldborsó elfogyasztása egy adott populáció 0,5%-nál daganat kialakulását idézné elő, rendkívül kicsi.

4.3. Arzénnal szennyezett területen termesztett zöldborsó takarmányként való felhasználása

A borsó betakarítása után visszamaradó, az élelmiszeripar szempontjából értéktelen növényi részek, mint a szár és a levél, valamint az élelmiszeripari feldolgozás során visszamaradó hüvely kiváló takarmány. Ebből adódóan a talaj arzén-terhelésének tükrében e növényi részek arzén-tartalmában bekövetkező változások vizsgálata is kiemelkedő jelentőségű. A haszonállatok arzénnal szennyezett takarmánnyal történő etetése egyrészt veszélyeztetheti az állatok egészségét, hiszen az arzén bizonyítottan toxikus nemcsak az emberek, de az állatok számára is, másrészt bár annak a valószínűsége, hogy az arzén a takarmányból bekerülne az állati termékekbe, kicsi, azonban nem kizárható. Így az állatok arzénnal szennyezett területről származó zöldborsó különböző



részeivel történő takarmányozása közvetve kockázatot jelenthet akár az emberi egészségre nézve is. A takarmányok nemkívánatos szennyezőire vonatkozóan a Magyar Takarmánykódex kötelező előírásairól szóló 44/2003. (IV. 26.) FVM rendeletben [30] foglaltak vannak érvényben, melynek értelmében a zöldborsó takarmányozásra szánt részeinek arzéntartalma nem haladhatja meg a 2 mg/kg-ot 12%-os nedvesség-tartalom mellett. Annak érdekében, hogy megállapítsuk az arzénnal szennyezett termőterületen termesztett, élelmiszeripari felhasználásra szánt zöldborsó visszamaradó, takarmányként hasznosítható részeinek arzéntartalmát, a borsó szárát, levelét, valamint a borsóhüvelyt elemanalitikai vizsgálatnak vetettük alá. A vizsgálat során kapott eredményeket az **5. táblázat** foglalja össze.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a talaj növekvő arzénkoncentrációjának hatására a zöldborsó szárának és levelének arzéntartalma monoton nőtt. A borsóhüvely esetén az átlagok tekintetében folytonosan növekvő tendencia csak az As(V)-kezeléseknél volt megfigyelhető.

A mérési eredmények alapján a hüvely arzén-koncentrációja a 90 mg/kg-ot meg nem haladó As(III)-kezelések esetén alacsonyabb volt, mint a takarmányok arzén-tartalmára vonatkozó előírásban rögzített 2 mg/kg-os határérték. A legnagyobb kezelés (270 mg/kg) hatására azonban jelentős növekedés következett be. A 270 mg/kg-os kezelésnél tapasztalt érték a 90 mg/kg-os kezelés esetén mért arzénkoncentrációnál 6,14-szer, a rendeletben rögzített határértéknél pedig 2,36-szor nagyobb volt. Az As(V)-kezelések tekintetében a 90 mg/kg-nál alacsonyabb dózisú kezelések esetén a borsóhüvely arzén-tartalma határérték alatti volt. A 90 mg/kg-os kezelésnél mért arzén-tartalom ($1,93 \pm 0,13$ mg/kg) azonban már

erőteljesen megközelítette a 2 mg/kg-os határértéket. A legnagyobb As(V)-dózis (270 mg/kg) hatására a hüvely arzéntartalma nagymértékben megnőtt. A 270 mg/kg-os kezelés esetén tapasztalt arzén-tartalom az előírt határértéknél 8-szor, az annál alacsonyabb kezelés esetén (90 mg/kg) mért értéknél pedig több mint 8,29-szer volt nagyobb.

A tenyészedényben nevelt zöldborsó szárának elemanalízise során mért értékeket figyelembe véve megállapítható, hogy mind az As(III)-, mind az As(V)-dózisok tekintetében a kontroll növény kivételével valamennyi kezelés esetén a szár arzéntartalma meghaladta a 2 mg/kg-ot. A talaj növekvő koncentrációjú As(III), illetve As(V)-terhelésének hatására drasztikusan nőtt a szár arzénkoncentrációja. A legmagasabb arzén-dózis (270 mg/kg) hatására a szár As(III)-kezelés esetén 25,5-ször, As(V)-kezelés esetén pedig a megengedettnél 90-szer több arzént tartalmazott.

A növekvő koncentrációjú As(V) és As(III)-kezelések hatására a levél As-tartalmában oly mértékű növekedés következett be, hogy a 3 mg/kg-ot meghaladó kezelések esetén a levél As-tartalma nagyobb volt, mint 2 mg/kg.

A zöldborsó takarmányozásra hasznosítható részeinek arzéntartalma alapján a következő sorrend állítható fel: szár > levél > hüvely. Az arzéntartalom meghatározására irányuló vizsgálatok eredménye alapján megállapítható továbbá, hogy az átlagok tekintetében a levél, illetve szár esetén az As(V)-kezelések hatására nagyobb mennyiségű arzén akkumulálódott az említett növényi szervekben, mint As(III)-kezelések esetén. A borsóhüvely tekintetében azonban ez a tendencia csak a 90 és 270 mg/kg-os kezelések esetén volt megfigyelhető. Az alacsonyabb koncentrációjú kezelések (0, 3, 10 mg/kg) esetén az ellenke-

5. táblázat. Növekvő koncentrációjú arsenit-, illetve arsenátkezelés hatása a zöldborsó különböző részeinek (szár, levél, hüvely) arzén-tartalmára

Table 5 Effect of increasing concentration arsenite and arsenate treatments on the arsenic content of the different parts (stalk, leaves, pods) of green peas

Arzén-kezelés (mg/kg) Arsenic treatment (mg/kg)	A különböző növényi részek arzén-tartalma (mg/kg) 12%-os nedvesség-tartalom esetén Arsenic content (mg/kg) of the different plant parts at a moisture content of 12%					
	Szár / Stalk		Levél / Leaves		Hüvely / Pods	
	As(III)	As(V)	As(III)	As(V)	As(III)	As(V)
0	0.661±0.04 ^a	0.661±0.04 ^a	0.443±0.043 ^a	0.443±0.043 ^a	0.243±0.014 ^a	0.242±0.014 ^a
3	2.14±0.03 ^{ab}	2.45±0.23 ^a	1.31±0.11 ^a	1.43±0.40 ^a	0.739±0.119 ^a	0.525±0.020 ^a
10	4.81±0.54 ^b	6.13±0.04 ^{ab**}	2.49±0.27 ^a	2.89±0.09 ^a	0.706±0.046 ^a	0.673±0.033 ^a
30	5.56±0.06 ^b	7.91±0.16 ^{ab***}	5.29±0.12 ^a	5.67±0.17 ^{a†}	0.695±0.110 ^a	0.695±0.001 ^a
90	19.2±7.8 ^b	29.8±0.8 ^b	16.4±2.3 ^c	20.1±0.3 ^b	0.770±0.031 ^a	1.93±0.13 ^{b†}
270	51±3 ^c	180±9 ^c	27±2 ^d	114±13 ^{c***}	4.73±1.11 ^b	16±0.7 ^c

Az azonos oszlopban azonos betűvel jelölt kezelések között nincs szignifikáns különbség ($P \leq 0,05$).

Szignifikáns különbség azonos szinten, de eltérő formában történő arzén kezelés esetén: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

There is no significant difference within the same column between treatments designated by the same letter ($P \leq 0.05$). Significant difference in the case of arsenic treatments at the same level, but using different forms of arsenic: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

zójét tapasztaltuk, a 30 mg/kg-os kezelés kivételével, ahol az eltérő formájú arzén kezelések hatása között az átlagok tekintetében nem volt megfigyelhető különbség.

Amennyiben a borsó levelének és szárának arzén-tartalma nem haladja meg Magyar Takarmánykódexben [30] előírt határértéket, úgy ezen részek takarmányként is hasznosíthatóak lehetnek.

Az arzénnal szennyezett borsó takarmányként való felhasználásából eredő élelmiszerbiztonsági kockázat nagyságát azonban a takarmány arzén-tartalma alapján nem lehet meghatározni, ehhez etetési kísérletek kivitelezése szükséges.

5. Következtetések

A termőtalaj növekvő koncentrációjú arzén-terhelésének hatására a zöldborsó valamennyi növényi szervének arzén-tartalmában növekedés következett be. Az arzénnal szennyezett zöldborsó fogyasztásának hozzájárulása százalékos formában a különböző daganatos betegségek esetén a WHO által megállapított $BMDL_{0.5}$ értékhez valamennyi esetben nem haladja meg a 0,46%-ot, vagyis a tüdő-, a hólyag-, illetve a bőrrák kialakulásának kockázata elhanyagolható mértékű. A növekvő koncentrációjú arzén-, valamint arzenátkezelésben részesített talajon termesztett zöldborsó takarmányként hasznosítható részeinek (szár, levél, hüvely) arzén-tartalma alapján megállapítható, hogy a takarmányok nemkívánatos szennyezőire vonatkozó, a Magyar Takarmánykódex kötelező előírásairól szóló 44/2003. (IV. 26.) FVM rendeletben [30] rögzített 2 mg/kg-os határértéket a borsóhüvely As-tartalma mind a 270 mg/kg-os As(III)-, mind As(V)-kezelés esetén túllépte, továbbá a borsóhüvely As-koncentrációja az említett határértéket a 90 mg/kg-os As(V)-kezelés esetén erőteljesen megközelítette. A szár esetén a kontrollnövények kivételével valamennyi dózis, míg levél esetén a 3 mg/kg-ot meghaladó kezelések esetén mértünk határérték feletti As-tartalmat.

A kísérletek alapján várható, hogy a környezetszennyezésből származó arzén növényi eredetű alapanyagok felhasználása esetén elhanyagolható mértékben fogja szennyezni az élelmiszerlánc elemeit.

A növényekbe felszívódó arzén kémiai formáit specifikációs analízissel nem volt alkalmunk meghatározni, de feltételezzük, hogy az arzén jelentős része szerves kötésbe került. Ez azért biztató, mert köztudomású, hogy az arzén szerves vegyületei sokkal kevésbé toxikusak, mint a szervetlenek [28].

6. Irodalom

- [1] Nriagu, J.O., Bhattacharya, P., Mukherjee, A.B., Bundschuh, J., Zevenhoven, R., Loepfert, R.H. (2007): Arsenic in soil and groundwater: an overview. In: Bhattacharya, P., Mukherjee, A.B., Bundschuh, J., Zevenhoven, R., Loepfert R.H. (eds.). Trace Metals and other Contaminants in the Environment. Volume 9. p. 3-60
- [2] Mandal, K.B., Suzuki, T.K. (2002): Arsenic around the world: a review. *Talanta*. 58. p. 201-235
- [3] Hughes, M.F., Beck, B.D., Chen, Y., Lewis, A.S., Thomas, D.J. (2011): Arsenic exposure and toxicology: a historical perspective. *Toxicol Sci*. 123(3). p. 305-332
- [4] Frith, J. (2013): Arsenic – the “Poison of Kings” and the “Saviour of Syphilis”. *Journal of Military and Veterans’ Health*. 21. p. 11-17
- [5] Scheindlin, S. (2005): The duplicitous nature of inorganic arsenic. *Molecular Interventions*. 5. p. 60-64
- [6] Cullen, W.R. (2008): Some sociochemistry of arsenic. 2 Int. Congress Arsenic in Environ. Book Abstr., Valencia, p. 21
- [7] Zhao, J., Ma, J.F., Meharg, A.A., McGrath, S.P. (2008): Arsenic uptake and metabolism in plants. *New Phytologist*. 181. p. 777-794
- [8] Vahidnia, A., Voet, G.B., Wolff, F.A. (2007). Arsenic neurotoxicity – a review. *Human Experiment Toxicol*. 26. p. 823-832
- [9] Fülöp, M., Hamrák, D., Kenesei, Zs., Lakatos, S., Mravik, P., Mécs, B. (2014). Arzén a Tiszazugban. *Médiakutató*. XV(3). p. 7-23
- [10] Prokisch, J. (2010): Vigyázat, mérge! Az öt legveszélyesebb mérgező fém a környezetünkben: arzén, ólom, higany, kadmium és króm(VI). p. 1-90
- [11] Azizur Rahmana, M., Hasegawa, H., Mahfuzur Rahman, M., Mazid Miah, M.A., Tasmin A. (2008): Arsenic accumulation in rice (*Oryza sativa* L.): Human exposure through food chain. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 69. p. 317-324
- [12] Az EFSA tudományos álláspontja az élelmiszerek arzén szennyezettségéről: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efa.2009.1351/pdf>
Hozzáférés: 2016. 09. 10.
- [13] Hong, J.S., Song, K.H., Chung, J.Y. (2014): Health Effects of Chronic Arsenic Exposure. *J Prev Med Public Health*. 47. p. 245-252
- [14] Arnold, H.L., Odam R.B., James, W.D. (1990): Disease of the skin *Clinical Dermatology*, 8th ed., Saunders W.B. Company, Philadelphia. p. 121.

- [15] Chilvers, D. C., Peterson, P. J. (1987): Global cycling of arsenic. In: Hutchinson T. C., Mee- ma K. M. (eds.) Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Environment. 31. p. 279-301
- [16] Williams, P. N., Price, A. R., Raab, A., Hossain, S. A., Feldmann, J., Meharg, A. A. (2005): Variation in arsenic speciation and concentration in paddy rice related to dietary exposure. *Environmental Science and Technology*. 39. p. 5531-5540
- [17] Gonzaga, M. I. S., Santos, J. A. G., Ma, L. Q. (2006): Arsenic phytoextraction and hyperaccumulation by fern species. *Scientia Agricola*. 63. p. 90-101
- [18] Koch, I., Wang, L., Ollson, C. A., Cullen, W. R., Reimer, K. J. (2000): The predominance of inorganic arsenic species in plants from Yellowknife, Northwest territories, Canada. *Environmental Science and Technology*. 34. p. 22-26
- [19] Mattusch, J., Wennrich, R., Schmidt, A. C., Reisser, W. (2000): Determination of arsenic species in water, soils and plants. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*. 366. p. 200-203
- [20] Ullrich-Eberius, C. I., Sanz, A., Novacky, A. J. (1989): Evaluation of arsenate- and vanadate-associated changes of electrical membrane potential and phosphate transport in *Lemna gibba* G1. *Journal of Experimental Botany*. 40. p. 119-128
- [21] Walsh, L. M., and Keeney, D. R. (1975): Behaviour and Phytotoxicity of Inorganic Arsenicals in Soils. In "Arsenical Pesticides" (E. A. Woolson, ed.), Am. Chem. SOC., Washington, D.C., p. 35-53
- [22] Liao, X. Y., Chen, T. B., Lei, M., Huang, Z. C., Xiao, X. Y., An, Z. Z. (2004): Root distributions and elemental accumulations of Chinese brake (*Pteris vittata* L.) from As-contaminated soils. *Plant and Soil*. 261. p. 109-116
- [23] Varsanyi, I. (1989): Arsenic in deep groundwater, in: D.L. Miles (Ed.), *Proceedings of the 6th International Symposium on Water-Rock Interaction (WRI-6)*, Malvern, Publisher AA Balkema, Rotterdam/Brookfield. p. 715-718
- [24] Rowland, H. A. L., Omoregie, E. O., Millot, R., Jimenez, C., Mertens, J., Baciu, C., Hug, S. J., Berg M. (2011): Geochemistry and arsenic behaviour in groundwater resources of the Pannonian Basin (Hungary and Romania). *Applied Geochemistry*. 26. p. 1-17
- [25] A WHO honlapja <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=1863>
Hozzáférés: 2016. 09. 03.
- [26] Kovács, B., Puskás-Preszner, A., Huzsvai, L., Lévai, L., Bódi, É. (2015): Effect of molybdenum treatment on molybdenum concentration and nitrate reduction in maize seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*. 96. p. 38-44
- [27] Kovács, B., Gyóri, Z., Prokisch, J., Loch, J., Dániel, P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 27. p. 1177-1198
- [28] Sugár É., Mihucz V. G., Záray Gy. (2014): Arzénvizsgálatok ivóvízből és élelmiszerekből. *Élelmiszervizsgálati Közlemények LX/2.* p. 163
- [29] Szigeti T. J. (2015): Különböző víz- és élelmiszerminták arzéntartalmának vizsgálati eredményei. *Élelmiszervizsgálati Közlemények LXI./1.* p. 425
- [30] Magyar Takarmánykódex; 44/2003. (IV. 26.) FVM rendelet.
- [31] Mohácsiné Farkas Cs., Farkas J., Fodor P., Mészáros L. (2011): Élelmiszerbiztonsági kockázatbecslés. *Digitális Tankönyvtár: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0011_2A_1_modul/957/index.html*
Hozzáférés: 2016. 09. 11.



Futásra született

LCMS-8045 – kemény körülmények között is gyors és megbízható

A Shimadzu új LCMS-8045 készüléke egy kiváló paraméterekkel rendelkező tandem tömegspektrométer, amely a gyártó ultragyors UFMS sorozatát egészíti ki. Alkalmazható állatgyógyászatban használt hatóanyagok, növényvédő szer maradványok elemzésében, vízminőség vizsgálatokban és bioanalitikai feladatokban is.

5 msec alatti polaritás váltás

lehetővé tesz, hogy egy futtatásból a lehető legtöbb adat legyen kinyerhető, csökkentve ezzel az elemzési időt és a költségeket

30 000 u/sec pásztázási sebesség

biztosítja a nagy érzékenységgű kvantitatív mérést és a kvalitatív komponensazonosítást egy elemzés során

Kiemelkedő robusztusság

hosszútávon biztosított érzékenyég még komplex biológiai és élelmiszer minták elemzése esetében is

Továbbfejleszthető

LCMS-8060 készülékké, amely biztosítja a felhasználó számára a világ élvonalába tartozó érzékenységet és ultragyors technológiákat



LCMS-8045

Szilvia Várallyay¹, Andrea Balláné Kovács², Áron Soós¹, Béla Kovács¹

Received: 2017. January – Accepted: 2017. June

Food and feed safety assessment of green peas grown in an arsenic-contaminated area

Keywords: arsenic load of soil, inorganic arsenic, organic arsenic, BMDL, arsenic absorption into plants

1. Summary

Both natural and anthropogenic arsenic contaminations of soil and groundwater are a global problem for all parts of the world, in terms of which, in Hungary, primarily the Great Plain region is affected. Through growing plants on arsenic-contaminated soil, arsenic can enter the food chain, which can mean a serious food safety risk. In Hungary, more than 70% of the vegetable growing areas are located in the Great Plain area affected by natural arsenic contamination. Green peas, the food industrial significance of which is due to the many forms of processing, among other things, are the second most common vegetable, in terms of the growing area. Based on this, the objective of our work was to determine the changes in the arsenic contents of the different plant parts (stem, leaf, pea pod, pea seeds) of green peas grown on arsenic-treated soil. Based on the results obtained, it was investigated how big a food and feed safety risk green peas grown in such areas pose. The effect of soil arsenic contamination on the arsenic uptake of green peas was investigated using pot experiments. During the experiments, arsenic was used separately as As(III) and As(V). In our work, arsenic treatments of 0, 3, 10, 30, 90 and 270 mg/kg were applied. Based on the results it can be concluded that, compared to the BMDL_{0.5} value determined by the WHO, in none of the cases did the percentage contribution of the consumption of green peas from arsenic-contaminated areas to different tumor diseases (pulmonary, bladder and skin cancer) exceed 0.46%. The 2 mg/kg limit value of FVM decree 44/2003. (IV. 26.) on the compulsory regulations of the Hungarian Feed Code regarding undesirable contaminations of feeds [30] for arsenic was exceeded by the measured values for both arsenic forms and for all doses, with the exception of the control experiment in the case of the stem, and the control experiment and the lowest concentration treatment (3 mg/kg) in the case of the leaves. As for the pea pods, As contents above 2 mg/kg were found in the case of the 270 mg/kg treatments, however, in the case of the As(V) treatment, the As content of the pea pods, following a 90 mg/kg dose, was very close to the above mentioned limit value.

There has been no limit value designated for foods in the European Union regarding arsenic contamination, because currently there is no database describing the toxicities of organic and inorganic forms of arsenic in the different food groups [29].

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

² University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Soil Science and Agrochemistry

2. Introduction and literature review

Arsenic is one of the elements known since ancient times [1], it was discovered by Albertus Magnus [2]. The opinion about arsenic has been ambiguous throughout history. Its toxicity has been known for thousands of years, but various arsenic compounds have been used for medicinal purposes. Arsenic was already used by Hippocrates to treat ulcer patients [3], however, its regular use for medicinal purposes was started by a doctor of Swiss origin, Paracelsus. Later on, it was used as a medicine by several other doctors [4]. A solution containing small amounts of arsenic was used by Thomas Fowler to treat malaria, and this solution was later also commonly used in the case of psoriasis, anemia, rheumatism, tuberculosis and syphilis [5]. There was a time, when arsenic was regularly taken to preserve health, and it was also used in traditional Chinese medicine [6]. However, in the old days, arsenic was not only used for medicinal purposes. Various arsenic compounds were used in industry for wood preservation, among other things. Due to its toxicity, it was also used as a herbicide and insecticide [7].

Arsenic poisoning has proved to be an effective means of eliminating unwanted persons. According to contemporary descriptions, the deaths of several monarchs could be related to arsenic, resulting in the expression “King of poisons, poison of kings” [8]. In Hungary, the most infamous arsenic killings were carried out between 1911 and 1929, later known as the “Tiszazug murders”. After it had been discovered by the midwife of Nagyrév that an arsenic-containing solution, suitable for killing living creatures, could be obtained by soaking flypaper in water, the method was used by several women to kill their relatives [9], because arsenic is a colorless, odorless and highly toxic substance. Until the introduction of the Marsh test, it was an undetectable element [10]. Arsenic was mixed into the food or drink of the victims, thus causing their deaths [9]. Today, arsenic can still primarily enter the human body with food and drinking water [11]. According to the study of the European Food Safety Authority (EFSA), in addition to drinking water, different cereals, coffee, beer, rice, fish, and also vegetables contribute to the arsenic load of consumers [12]. It can also enter our bodies through inhalation and absorption through the skin, however, the extent of these is negligible [13].

Arsenic has been shown to be carcinogenic, it causes liver, pulmonary, bladder and skin cancer [1]. Symptoms of arsenic poisoning can differ, depending on the amount of arsenic ingested. In the case of acute poisoning, symptoms are similar to those of indigestion: stomach pain, vomiting, chills, weakness, diarrhea. The first symptoms of chronic arsenic poisoning occur on the skin, first light and then dark spots develop, mainly on the skin of the limbs. The resulting syndrome is also called blackfoot disease, because of the ulcerous black wounds that develop

on the lower limbs. Symptoms of chronic poisoning mainly occur in areas where the population has to consume drinking water with a high arsenic content. Arsenic is primarily accumulated in the integumentary system (hair, skin, nails) [10].

The daily arsenic intake of the body depends largely on the food consumed. Foods contaminated with arsenic have been reported in many parts of the world, such foods including soy sauce (Japan), milk powder (Japan), and among drinks, wine (England, Germany) [2]. The arsenic content of the human body, although it increases with age, does not exceed 3 to 4 mg. Some of the arsenic entering the body is excreted in the urine. The normal arsenic content of urine is 5 to 40 µg/day, however, in the case of acute or subacute poisoning, the value can exceed 100 µg/day [14]. Primarily anionic and soluble arsenic species present are capable of being absorbed by the human body [2].

Arsenic is present in nature in soil and groundwater, among other things, where regional enrichment of arsenic can be of natural or anthropogenic origin [15]. Arsenic contamination of natural origin can primarily develop through disintegration in the parent rock of soil, and we can also find this type of contamination near warm and thermal springs. In addition to geological events, arsenic contamination of soil is increased by the use of arsenic-containing herbicides and insecticides, various mining activities, as well as the agricultural use of arsenic-containing groundwater [16], [17]. Arsenic is primarily present both in the soil [18], [19], and in the groundwater in inorganic forms [2] as arsenite [As(III)] and arsenate [As(V)], which forms are more toxic than organic ones [20]. In certain areas, the arsenic contamination of the soil can be as high as 2553 mg/kg, however, such high values are mainly due to human activity [21]. Arsenic contamination of soil and groundwater is a global problem [2], [22], which is present in Hungary mainly in the Great Plain area, here the biggest concern is the arsenic content of geological origin of the groundwater [23], [24]. The problem of arsenic contamination of the soil and the groundwater is also present in certain areas of China, India, Thailand, the United States and Bangladesh [2].

Through irrigation with arsenic-contaminated water and plant growing on soil containing such contamination, arsenic can enter the food chain. Between 1988 and 2011, according to data provided by the WHO, the provisional tolerable weekly intake (PWTI) for inorganic arsenic was 0.015 mg/kg body weight/week. Since the risk of developing cancerous diseases is increased by even smaller amounts of inorganic arsenic compounds, therefore, in the 2011 assessment of the expert committee of the FAO and the WHO, the previously established limit value was no longer considered to be appropriate since, due to the cancer development mechanism, in most cases, no safe intake value can be given for carcinogenic substances. In the case of such substances, the so-

called benchmark dose level (BMDL) approach is used for the assessment of health risk. In its 2011 assessment, a BMDL_{0.5} value was given by the WHO for inorganically bound arsenic for various cancerous diseases [25]. The BMDL_{0.5} value is the lowest level of the smallest carcinogenic dose, given with a 95% probability, causing cancerous disease in 0.5% of the test animals in carcinogenicity tests.

The objective of our research was to assess the food and feed safety of green peas grown in arsenic-contaminated areas, since more than 70% of the vegetable growing areas in Hungary are located in the Great Plain area, and among the vegetables grown in Hungary, peas are present in the largest area. In order to assess the health risk due to the consumption and use in the feed industry of green peas grown in areas increasingly contaminated with arsenic, pot experiments were conducted.

3. Materials and methods

In the experimental building of the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management of the University of Debrecen, pot experiments were performed, using green peas (*Pisum sativum* L.) as the test plant. The Avola green peas are one of the most popular early-ripening, marrow type peas, due to their suitability for canned and refrigerated industrial use.

3.1. Description of the soil used in the experiment

The most suitable soil type for green peas is calcareous chernozem soil formed on loess.

During the experiment, calcareous chernozem soil from the Látókép Experimental Plant of the Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management of the University of Debrecen, located on the Hajdúság loessland, was used, the characteristics of which are the same as those of the soil used in the experiment of Kovács et al. [26]. Taking into consideration the NPK supply of the soil used in the experiment, the specific nutrient requirement of the peas and the planned average yield, NPK fertilization was applied, during which nitrogen was introduced into the soil as NH₄NO₃, phosphorus as KH₂PO₄, and potassium as KH₂PO₄ or K₂SO₄.

3.2. Arsenic treatments applied in the experiment

In our experiment, arsenic was applied as sodium arsenite [As(III)] (NaAsO₂) or potassium arsenate [As(V)] (KH₂AsO₄) dissolved in deionized water, because arsenic mainly occurs in soil in these two inorganic forms. In the course of our work, 0, 3, 10, 30, 90 and 270 mg/kg treatments were applied both in the case of arsenite and arsenate, during which the necessary concentrations were calculated for arsenic on the soil. All treatments were performed in triplicate.

3.3. Description of the pot experiment

During the experiment, 11 kg of air-dried soil, sieved through a sieve with openings of 1x1 cm, was placed in each pot, to which were added the fertilizer and the arsenite or arsenate as solutions (100 cm³ each per pot). In the experiment, in addition to the control treatments, 5 treatment levels in triplicate were set up for both arsenite and arsenate, resulting in a total of 33 pots.

During the preparation of the soil mixtures (April 05, 2016), particular attention was paid to homogeneity. Following the loosening of the soil surface and irrigation using 200 cm³ of distilled water, 25 pea seeds per pot were sown at a depth of approximately 3 to 4 cm. After compressing the surface of the media, pots were placed on the carts in a random-block arrangement, and were kept under a roof in the case of rain and at night. Following the germination of the seeds, the number of plants was reduced to 16 per pot, and the moisture content of the soil was adjusted to 60% of the maximum water capacity of arable land. Water loss due to evaporation and the controlled water release (transpiration) of the plants was compensated daily by weight supplementation. The experiment was concluded in the fourth phenophase of pea evolution (complete ripening), during which 4 plants were isolated from each pot for elemental analysis. Plants were separated into stalk, leaves, pea pod and pea seeds, and they were dried in a drying oven at 65 °C to constant weight.

3.4. Analysis of plant samples

Elemental analyses were carried out at the Institute of Food Science of the Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management of the University of Debrecen.

Plant samples dried to constant weight were homogenized, and approximately 0.1 g of the adequately prepared samples were weighed into heat-resistant test tubes. 1 cm³ of nitric acid (65 m/m%, Scharlau Chemie, Spain) was added to the samples, and they were allowed to stand overnight. The next day, test tubes were placed in the heating block of a LABOR MIM OE-718/A block digestion apparatus, which was used for pre-digestion at 30 °C for 60 minutes. 0.3 cm³ of 30% hydrogen peroxide (Darmstadt, Merck, Germany) was then added to the sample solutions. Acid-peroxide main digestion was then carried out at 120 °C for 90 minutes. Digested samples were cooled to room temperature, and then were filled to 10 cm³ using deionized water with a resistance of 18.2 MΩ /cm [27]. In parallel with the digestion of the samples, blank samples were also prepared.

3.5. Elemental analyses

To determine the arsenic content of the samples, a Thermo Scientific X-Series 2 Quadrupole type induc-

tively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS) was used. Measurement parameters of the instrument are shown in **Table 1**.

To eliminate interferences that occur during the analysis of low concentrations, the collision cell technology (CCT) measurement method and helium CCT gas containing 7% of hydrogen were used. During the analyses, application of an internal standard was necessary to eliminate non-spectral interferences. Internal standard means an element or elements with a low probability of occurrence in the sample. The element used by us as an internal standard was Rh (40 µg/L).

3.6. Statistical method

For the statistical evaluation of the results, the SPSS 22.0 statistical program was used. For the statistical analysis of the relationship between the parameters and the individual factors, single-factor variance analysis and Tukey test were used. Differences were considered significant if the P value was less than 5%. To compare the effects treatments at the same level but using different forms of arsenic, two-sample T-tests were performed.

4. Results and evaluation

4.1. The effect of arsenite and arsenate treatments on the arsenic content of green peas

Changes in the arsenic content of pea seeds due to arsenite and arsenate treatments of increasing concentrations are shown in **Table 2**.

Based on the results of the analyses of the arsenic content of pea seeds it can be concluded that the arsenic concentrations of green pea seeds increased steadily with increasing soil arsenic content. In the case of As(V) treatment, even the smallest dose increased the arsenic content of the pea seed significantly, however, in the case of As(III) treatment, a significant increase was only observed due to the 90 mg/kg treatment. It can also be concluded for As(V) treatments that there was no significant difference in pea seed arsenic concentrations in the case of the 10 and 30 mg/kg treatments. There was no statistically significant difference between treatments at the same level using different forms of arsenic.

Of course, the largest increase was caused by the 270 mg/kg treatment. If arsenic was added to the soil as arsenite [As(III)], the arsenic content of the seed was 15.5 times higher than the value measured for the control plant. When arsenate [As(V)] was used, the increase compared to the control was 11-fold.

4.2. Food safety assessment of the consumption of green peas grown in arsenic-contaminated areas

Following the elemental analysis of pea seeds coming from the pot experiments, it was investigated what

kind of food safety risk growing peas on soil contaminated with more and more arsenic poses. Since there was a change in 2011 in the tolerable weekly intake of arsenic, based on the WHO's position, it was also investigated what kind of food safety risk was attributed, before and after 2011, to the consumption of peas coming from areas contaminated by arsenic at different levels. To determine the magnitude of the risk, the 2010 data (0.9 kg/person/year) were used on the one hand, and the most recent, i.e., the 2014 per capita green pea consumption data in the database of the Hungarian Central Statistical Office (0.8 kg/person/year) were used on the other hand. In 2010, the tolerable weekly intake of arsenic, based on the data published by the WHO, was 0.015 mg/kg body weight/week. Thus, in this case, we could determine the magnitude of the risk by dividing the tolerable intake by the estimated dietary intake (**Table 3**). The risk assessment was performed for a man with a weight of 70 kg.

The data presented in the table were calculated according to the following relationships:

Risk = $a/b = a/(c \cdot d)$, where

a = the tolerable daily intake by the WHO, calculated from the weekly value (mg/kg body weight/day)

b = the estimated daily dietary As intake for 1 kg of body weight, calculated for an average body weight of 70 kg (mg/kg body weight/day)

c = the estimated daily green pea consumption calculated from the 0.9 kg/person/year value (kg)

d = the As content of peas (mg/kg)

If the ratio of the tolerable intake and the estimated dietary intake exceeds 10 [31], consumption of the food in question is not considered risky. Since, for the year 2010, all of the values obtained during the risk assessment were greater than 10, the risk of any kind of health damage caused by the consumption of peas grown on soil receiving even the highest concentration (270 mg/kg) of arsenic treatment is negligible.

For the year 2014, the magnitude of food safety risk was no longer based on the ratio of the tolerable intake and the estimated dietary intake, since there was no longer a tolerable intake value for arsenic in 2014. In the assessment of the WHO, published in 2011, BMDL_{0.5} values were given for inorganically bound arsenic with respect to various cancers as described below: in the case of malignant tumors of the lungs, 3 µg/kg body weight/day, in the case of bladder cancer, 5.2 µg/kg body weight/day, and for skin cancer, 5.4 µg/kg body weight/day is the BMDL_{0.5} value [25]. The food safety effect of the consumption of green peas grown on soils receiving increasing concentra-

tion arsenite and arsenate treatments was estimated based on the contribution of its consumption to the $BMDL_{0.5}$ values determined for certain cancers.

The percentage contribution ($BMDL_{0.5}$) of the amount of arsenic absorbed due to the consumption of green peas to the development of different cancers was calculated as follows:

$$\text{Contribution\%} = b/BMDL_{0.5(i)}$$

b = the estimated daily dietary As intake per kg of body weight, calculated for an average body weight of 70 kg (mg/kg body weight/day), as mentioned for the values of Table 3;

$BMDL_{0.5(i)}$ = values for the given diseases ($\mu\text{g/kg}$ body weight/day), for each disease:

$$BMDL_{0.5(\text{lungs})} = 3.0 \mu\text{g/kg body weight/day}$$

$$BMDL_{0.5(\text{bladder})} = 5.2 \mu\text{g/kg body weight/day}$$

$$BMDL_{0.5(\text{skin})} = 5.4 \mu\text{g/kg body weight/day}$$

Results obtained are shown in **Table 4**.

In the case of bladder and skin cancer, the consumption of the seeds of green peas grown on the control soil contributed to the $BMDL_{0.5}$ value by 0.02%, while in the case of lung cancer, the value was 0.03%. Since the arsenic concentration of the pea seeds increased steadily with the increasing concentrations of arsenite and arsenate treatments, thus the consumption of green peas grown on soils subjected to increasing arsenite and arsenate loads contributes more and more to the development of malignant tumors of the skin, bladder and lungs. However, it is important to note that the highest arsenic content in the seeds were measured in the case of the As(III) treatment, and the contribution of the consumption of pea seeds coming from soil with such contamination to the $BMDL_{0.5}$ values determined for the cancers is as follows: 0.46% in the case of lung cancer, 0.26% in the case of bladder cancer, and 0.25% for skin cancer.

Overall, the likelihood of the development of cancer in 0.5% of a given population due to the consumption of green peas coming from a contaminated area is extremely small.

4.3. The use of green peas grown in arsenic-contaminated areas as feedstuff

After harvesting the peas, the remaining plant parts such as the stalk and leaves, worthless from a food industry point of view, as well as the pods remaining after food industrial processing, are excellent feeds. Consequently, analysis of the changes in the arsenic content of these plant parts in light of the arsenic

load of the soil are of utmost importance. On the one hand, feeding livestock with feed contaminated with arsenic can endanger the health of the animals, because arsenic has been proven to be toxic not only to humans, but also to animals, and on the other hand, although its likelihood is low, it cannot be ruled out that arsenic can enter animal products from the feed. Thus, feeding different parts of green peas coming from arsenic-contaminated areas to animals may pose an indirect risk even to human health. For the undesirable contaminants of feeds, the provisions of FVM decree 44/2003. (IV. 26.) [30] about the compulsory regulations of the Hungarian Feed Codex are in effect, according to which the arsenic content of green pea parts intended for use as a feedstuff cannot exceed 2 mg/kg at a moisture content of 12%. In order to determine the arsenic content of the residual parts, to be utilized as feedstuff, of green peas grown for food industrial use in arsenic-contaminated areas, elemental analysis was performed on the stalk, leaves and pods of the peas. The results of the analyses are summarized in **Table 5**.

Based on the results, it can be concluded that the arsenic content of the stalk and leaves of green peas increased monotonously with increasing soil arsenic concentrations. In the case of peas pods, a continuously increasing trend for the averages could only be observed for the As(V) treatments.

Based on the measurement results, the arsenic concentration of the pods was lower than the 2 mg/kg limit value of the relevant decree for feeds, in the case of As(III) treatments not exceeding 90 mg/kg. However, the largest treatment (270 mg/kg) resulted in a significant increase. The arsenic concentration measured for the 270 mg/kg treatment was 6.14 times higher than the value measured in the case of the 90 mg/kg treatment, while it was also 2.36 times higher than the limit value of the decree. In terms of the As(V) treatments, the arsenic content of the pea pods was below the limit value in the case of treatments with doses lower than 90 mg/kg. However, the arsenic content measured at the 90 mg/kg treatment (1.93 ± 0.13 mg/kg) was already very close to the 2 mg/kg limit value. As a result of the largest As(V) dose (270 mg/kg), the arsenic content of the pods increased significantly. The arsenic content found in the case of the 270 mg/kg treatment was 8 times higher than the limit value, and it was more than 8.29 times higher than the value measured in the case of the lower dose (90 mg/kg) treatment.

Considering the values measured during the elemental analysis of the stalk of green peas grown in the pots, it can be concluded that, with the exception of the control plant, the arsenic content of the stalk exceeded 2 mg/kg for all treatments, both for As(III) and As(V) doses. As a result of the increasing concentration As(III) or As(V) load of the soil, the arsenic concentration of the stalk increased drastically. As a result of the highest dose (270 mg/kg) of arsenic,

the arsenic content of the stalk was 25.5 times higher than the allowed value in the case of the As(III) treatment, and 90 times higher in the case of the As(V) treatment.

As a result of increasing concentration As(V) and As(III) treatments, the increase in the As content of the leaves was so severe, that the As content of the leaves exceeded the 2 mg/kg limit value for all treatments exceeding 3 mg/kg.

Based on the arsenic content of green pea parts that can be used as feedstuff, the following order could be determined: stalk > leaves > pods. As a result of the analyses aimed at the determination of the arsenic content, it can also be concluded that, in terms of the averages, the accumulated amount of arsenic in the leaves and the stalk was higher in the case of the As(V) treatments than it was in the case of the As(III) treatments. However, in the case of the pea pods, the same trend could only be observed in the case of the 90 and 270 mg/kg treatments. In the case of the lower concentration (0, 3, 10 mg/kg) treatments, the opposite was observed, with the exception of the 30 mg/kg treatment, where there was no observable difference, in terms of the averages, between the treatments using different forms of arsenic.

According to our measurements, the arsenic content of the stalk and leaves of peas does not exceed the limit value of the Hungarian Feed Codex [30], therefore, the peas grown in our experiments could be used as feedstuff.

However, the magnitude of the food safety risk of using peas contaminated with arsenic as feedstuff could not be determined on the basis of the arsenic content of the feedstuff, it would require the carrying out of feeding experiments.

5. Conclusions

As a result of the increasing arsenic load of soil, there was an increase in the arsenic content of all plant organs of green peas. The percentage contribution of the consumption of green peas contaminated with arsenic to the BMDL_{0.5} values determined by the WHO for various cancers did not exceed 0.46% in any of the cases, i.e., the risk of developing lung, bladder or skin cancer is negligible. Based on the arsenic content of the plant parts of green peas grown on soils receiving increasing concentration arsenite and arsenate treatments (stalk, leaves, pods), to be used as feedstuffs, it can be concluded that the As content of pea pods exceeded the 2 mg/kg limit value for the undesirable contaminants of feeds of FVM decree 44/2003. (IV. 26.)¹ [30] about the compulsory regulations of the Hungarian Feed Codex, both in the case of the 270 mg/kg As(III) and As(V) treatments, and the As concentration of the pea pods was very close to the above-mentioned limit value in the case

of the 90 mg/kg As(V) treatment as well. As contents exceeding the limit value were measured for all doses, with the exception of the control plants, for the stalk, and for all treatments exceeding 3 mg/kg for the leaves.

Based on the experiments, it is expected that, when using raw materials of plant origin, the elements of the food chain will be contaminated only to a negligible extent by arsenic coming from environmental pollution.

We did not have the possibility to determine the chemical forms of arsenic absorbed by the plants using speciation analysis, but it is assumed that a significant part of the arsenic was bound organically. This is promising, because it is well-known that organic compounds of arsenic are a lot less toxic than the inorganic ones [28].

6. References

- [1] Nriagu, J.O., Bhattacharya, P., Mukherjee, A.B., Bundschuh, J., Zevenhoven, R., Loeppert, R.H. (2007): Arsenic in soil and groundwater: an overview. In: Bhattacharya, P., Mukherjee, A.B., Bundschuh, J., Zevenhoven, R., Loeppert R.H. (eds.). Trace Metals and other Contaminants in the Environment. Volume 9. p. 3-60
- [2] Mandal, K.B., Suzuki, T.K. (2002): Arsenic around the world: a review. *Talanta*. 58. p. 201-235
- [3] Hughes, M.F., Beck, B.D., Chen, Y., Lewis, A.S., Thomas, D.J. (2011): Arsenic exposure and toxicology: a historical perspective. *Toxicol Sci*. 123(3). p. 305-332
- [4] Frith, J. (2013): Arsenic – the “Poison of Kings” and the “Saviour of Syphilis”. *Journal of Military and Veterans’ Health*. 21. p. 11-17
- [5] Scheindlin, S. (2005): The duplicitous nature of inorganic arsenic. *Molecular Interventions*. 5. p. 60-64
- [6] Cullen, W.R. (2008): Some sociochemistry of arsenic. 2 Int. Congress Arsenic in Environ. Book Abstr., Valencia, p. 21
- [7] Zhao, J., Ma, J.F., Meharg, A.A., McGrath, S.P. (2008): Arsenic uptake and metabolism in plants. *New Phytologist*. 181. p. 777-794
- [8] Vahidnia, A., Voet, G.B., Wolff, F.A. (2007). Arsenic neurotoxicity – a review. *Human Experiment Toxicol*. 26. p. 823-832
- [9] Fülöp, M., Hamrák, D., Kenesei, Zs., Lakatos, S., Mravik, P., Mécs, B. (2014). Arzén a Tiszazugban. *Médiakutató*. XV(3). p. 7-23
- [10] Prokisch, J. (2010): Vigyázat, mérgező! Az öt legveszélyesebb mérgező fém a környezetünkben: arzén, ólom, higany, kadmium és króm(VI). p. 1-90

¹FVM abbreviation of Ministry of Agriculture and Rural Development, currently Ministry of Agriculture

- [11] Azizur Rahmana, M., Hasegawa, H., Mahfuzur Rahman, M., Mazid Miah, M.A., Tasmin A. (2008): Arsenic accumulation in rice (*Oryza sativa* L.): Human exposure through food chain. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 69. p. 317-324
- [12] Az EFSA tudományos álláspontja az élelmiszerek arzén szennyezettségéről: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2009.1351/pdf>
Acquired: 09. 10. 2016.
- [13] Hong, J.S., Song, K.H., Chung. J.Y. (2014): Health Effects of Chronic Arsenic Exposure. *J Prev Med Public Health*. 47. p. 245-252
- [14] Arnold, H.L., Odam R.B., James, W.D. (1990): Disease of the skin *Clinical Dermatology*, 8th ed., Saunders W.B. Company, Philadelphia. p. 121.
- [15] Chilvers, D. C., Peterson, P. J. (1987): Global cycling of arsenic. In: Hutchinson T. C., Mee-ma K. M. (eds.) *Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Environment*. 31. p. 279-301
- [16] Williams, P. N., Price, A. R., Raab, A., Hos-sain, S. A., Feldmann, J., Meharg, A. A. (2005): Variation in arsenic speciation and concentration in paddy rice related to dietary exposure. *Environmental Science and Technology*. 39. p. 5531-5540
- [17] Gonzaga, M. I. S., Santos, J. A. G., Ma, L. Q. (2006): Arsenic phytoextraction and hyperaccumulation by fern species. *Scientia Agricola*. 63. p. 90-101
- [18] Koch, I., Wang, L., Ollson, C. A., Cullen, W. R., Reimer, K. J. (2000): The predominance of inorganic arsenic species in plants from Yellowknife, Northwest territories, Canada. *Environmental Science and Technology*. 34. p. 22-26
- [19] Mattusch, J., Wennrich, R., Schmidt, A. C., Reisser, W. (2000): Determination of arsenic species in water, soils and plants. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*. 366. p. 200-203
- [20] Ullrich-Eberius, C. I., Sanz, A., Novacky, A. J. (1989): Evaluation of arsenate- and vanadate-associated changes of electrical membrane potential and phosphate transport in *Lemna gibba* G1. *Journal of Experimental Botany*. 40. p. 119-128
- [21] Walsh, L. M., and Keeney, D. R. (1975): Behaviour and Phytotoxicity of Inorganic Arsenicals in Soils. In "Arsenical Pesticides" (E. A. Woolson, ed.), Am. Chem. SOC., Washington, D.C., p. 35-53
- [22] Liao, X. Y., Chen, T. B., Lei, M., Huang, Z. C., Xiao, X. Y., An, Z. Z. (2004): Root distributions and elemental accumulations of Chinese brake (*Pteris vittata* L.) from As-contaminated soils. *Plant and Soil*. 261. p. 109-116
- [23] Varsanyi, I. (1989): Arsenic in deep groundwater, in: D.L. Miles (Ed.), *Proceedings of the 6th International Symposium on Water-Rock Interaction (WRI-6)*, Malvern, Publisher AA Balkema, Rotterdam/Brookfield. p. 715-718
- [24] Rowland, H. A. L., Omoregie, E. O., Millot, R., Jimenez, C., Mertens, J., Baciuc, C., Hug, S. J., Berg M. (2011): Geochemistry and arsenic behaviour in groundwater resources of the Pannonian Basin (Hungary and Romania). *Applied Geochemistry*. 26. p. 1-17
- [25] A WHO honlapja <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=1863>
Acquired: 09. 03. 2016.
- [26] Kovács, B., Puskás-Preszner, A., Huzsvai, L., Lévai, L., Bódi, É. (2015): Effect of molybdenum treatment on molybdenum concentration and nitrate reduction in maize seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*. 96. p. 38-44
- [27] Kovács, B., Györi, Z., Prokisch, J., Loch, J., Dániel, P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 27. p. 1177-1198
- [28] Sugár É., Mihucz V. G., Záray Gy. (2014): Arzénvizsgálatok ivóvízből és élelmiszerekből. *Élelmiszervizsgálati Közlemények LX/2*. p. 163
- [29] Szigeti T. J. (2015): Különböző víz- és élelmiszerminták arzéntartalmának vizsgálati eredményei. *Élelmiszervizsgálati Közlemények LXI./1*. p. 425
- [30] Magyar Takarmánykódex; 44/2003. (IV. 26.) FVM rendelet.
- [31] Mohácsiné Farkas Cs., Farkas J., Fodor P., Mészáros L. (2011): Élelmiszerbiztonsági kockázatbecslés. *Digitális Tankönyvtár*: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0011_2A_1_modul/957/index.html
Acquired: 09. 11. 2016.

ÚJ

BC

TEMPO BC

Bacillus cereus csoport
megszámlálására 22 órán belül

**AOAC és ISO 16140
validált**

tempo™
THE 1ST AUTOMATED QUALITY INDICATOR SOLUTION



Minden körülmények között megbízható minőségellenőrzésre van szüksége?

TEMPO® biztosítja

- a személyzet irányításának optimalizálását
- a munkaterhelés változékonyságának kezelését
- a pontos és időszerű eredményt
- ▮▮▮▮ a nyomon követhetőséget

TEMPO az innovatív megoldás minőségi mutatók meghatározására élelmiszerekben és környezeti mintákban



bioMérieux Hungária Kft.
1138 Budapest, Váci út 175.

Tel.: (36) 1 231-3050
Fax.: (36) 1 231-3059

email: info.hu@biomerieux.com
www.biomerieux.com


BIOMÉRIEUX
INDUSTRY

PIONEERING DIAGNOSTICS



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

Korzenszky Péter¹, Kovács Ágnes², Meixner Richárd¹, Pettkó Csaba³

Érkezett: 2017. március – Elfogadva: 2017. július

A tej hőkezelésének élelmiszer-biztonsági és energetikai vizsgálata

Kulcsszavak: tehéntej tulajdonságai, hőkezelés, pasztőrözés, peroxidáz enzim inaktivitás, élelmiszerbiztonság, lemezes pasztőr, hőteljesítmény, COP, energetika

1. Összefoglalás

Kutatócsoportunk a tehéntej hőkezelésének élelmiszerbiztonsági és energetikai hatékonyságát vizsgálta. Az ismert hőkezelési eljárások közül most egy 75 °C-on hőkezelt és 5 percig hőn tartott tehéntej esetében mutatjuk be vizsgálatunk eredményeit. A tehéntej megfelelő módon történő kezelése az élelmiszer-előállítás talán legsarkalatosabb kérdése, ugyanakkor az élelmiszer-biztonság és az előállításhoz felhasznált energia mennyisége sem közömbös az üzem szempontjából. Méréseinket az Állatorvostudományi Egyetem Élelmiszerhigiéniai Tanszékén található PG 015 típusú pasztörgépén végeztük. Mértük a technológia során a befektetett villamos energiát és a felhasznált hőmennyiség nagyságát. Az élelmiszer-előállítás hatékonyságát a hasznosuló és a befektetett energia mennyiségek hányadosaként határoztuk meg. A hőkezelés megfelelőségének igazolására peroxidázenzim inaktivitástesztet végeztünk el a kezeletlen, az azonos hőmérsékleten kezelt, a hőntartás nélkül és a megfelelő ideig hőn tartott tehéntej esetén. Vizsgálataink eredményeként elmondhatjuk, hogy egy-egy technológiába épített hő visszanyerő zóna a COP (coefficient of performance - hatékonysági együttható) értékét egy fölötti értéken tartja. A felfűtés és hőntartás időtartamának optimalizálásával, a kívánt technológiai hőmérséklet pontos beállításával, valamint az élelmiszer-biztonsági határértékek és vizsgálatok alkalmazásával egy nagyobb rendszer hatásfoka is jelentősen javítható.

2. A tej minőségi és élelmiszer-biztonsági jellemzői

Az emberiség ételmezésében a tejtermelés fontos mennyiségi és minőségi faktor; a tejtermelés részesedése az élelmiszer-termelésben kb. 25%. A tej fogalmán általában a tehéntejet értjük. Más házasított emlősök tejét az eredetét jelölő szókapcsolattal fejezzük ki (pl. lótej, tevétej, juhtej, bivalytej, kecsketej).

Napi egy csésze tej elfogyasztásával hozzájárulhatunk a tápanyagok napi ajánlott bevitelének jelentős hányadához. A tej és tejtermékek rendszeres fogyasztása az egészséges és kiegyensúlyozott táplálkozás szempontjából ajánlott.

Az állatfajok, állatfajták és azok egyedeinek tulajdonságai, a takarmány összetétele és a takarmányozási

mód, az időjárási viszonyok, az évszakok és a laktációs időszak mind nagymértékben hatással vannak a tej kémiai összetételére.

A tej biológiai funkciója az, hogy tápanyagokat és immunológiai védelemet szolgáltatson az újszülöttnek. A legtöbb állatfaj esetében a tej az egyetlen fogyasztott táplálék heteken, illetve hónapokon át. Ezért tartalmaznia kell a növekedéshez és fejlődéshez szükség összes tápanyagot: aminosavakat, vitaminokat, ásványi anyagokat, energiát (**1. táblázat**).

A tej és termékei tehát számos fontos tápanyagot tartalmaznak. A tej fogyasztása gyors és egyszerű módja a tápanyagok szervezetbe juttatásának viszonylag kevés kalóriabevittel.

¹ Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gödöllő

² Állatorvostudományi Egyetem, Élelmiszerhigiéniai Tanszék, Budapest

³ Agrometal-Food-Tech Kft., Budapest

A tej legnagyobb részét a víz, kisebb részét kb. 12,5% szárazanyag teszi ki. A szárazanyagot a tejszír, a fehérjék, tejcukor, ásványi anyagok és vitaminok alkotják. A tej egyes alkotóinak mennyisége széles határok között változhat [1], [2], [6], [11].

A tej, a sajtok, a joghurtok változó mennyiségben tartalmazzák az **1. táblázatban** felsorolt jótékony hatású tápanyagokat.

A tej kolloidkémiailag szempontból bonyolult polidiszperz rendszer, amely szerves és szervetlen összetevőkből áll. Részben vizes oldat (ásványi sók, tejcukor), részben kolloid oldat (fehérjék), részben pedig emulzió (zsír).

A tej „zsír a vízben” emulzió; a vaj „víz a zsírban” emulzió. A kolloid oldatokban a kisméretű, elektromos töltésű részecskék diszpergálódása, illetve a vízmolekulákhoz való affinitása jellemző. A tejben a savófehérjék a kolloid oldatban, a kazein fehérjék pedig a kolloid szuszpenzióban találhatók [12], [13]. A tej fontosabb összetevőit a **2. táblázat** tartalmazza.

A tej bizonyos alkotórészeinek (laktóz, egyes vitaminok, ásványi anyagok, sók) oldószere a víz. A víz továbbá a vízben nem oldható anyagok diszperziós közege is (tejszír, fehérjék, enzimek, kolloidális állapotú ásványi anyagok). A tej tömegének több mint 83%-a víz. A nagy víztartalom miatt a tej igen romlékony. Az eltarthatóságot a szabad és a kötött víz aránya is befolyásolja.

A tehéntej esetében a zsírtartalom tág határok között mozoghat (2,8-6,5%). A tej zsírtartalmának jelentős részét (>99%) a zsírsavak glicerinnel képzett észterei, a trigliceridek alkotják. Jóval kisebb arányban mono- és diglicerideket is tartalmaz. A tejben még más lipidek is találhatóak, például foszfolipidek, glikolipidek, lipoproteinek, szerinek, karotinoidok, továbbá zsírolható vitaminok, szabad aminosavak, aromaanyagok.

A tej főlözésével nyerik a tejszínt. Ha a tejszínt tejsavbaktérium tenyésztéssel fermentálják, tejföl keletkezik. A főlözés után visszamaradó rész a főlözött tej vagy sovány tej. A teljesen zsírtmentes tej elnevezése: tejplazma.

A tej zsírtartalma finom eloszlásban, zsírgolyócskák formájában, emulzióban van jelen. A zsírgolyók belső felületén található a gliceridekből álló zsírcseppecske, amelyet foszfolipid (lecitin) réteg vesz körül. Az egész képződményt kívülről egy fehérje védőburok vonja be, amely kifelé negatív töltésű, így a zsírgolyócskák az édes tejben (pH = 6,7) taszítják egymást. Köpüléskor a védőburok felszakad, a folyékony zsír szabadon válik és összetapad.

A tejszírt kb. 200 féle zsírsav alkotja, ennek legalább 90%-a nem illékony telített- és telítetlen vegyület: palmitinsav (C16:0), sztearinsav (C18:0), mirisztinsav (C14:0), olajsav (C18:1) stb.

1. táblázat. A tehéntejben található fontosabb tápanyagok
Table 1 Most important nutrients in cow's milk

Tápanyag megnevezése <i>Nutrient</i>	Jótékony hatások <i>Beneficial effects</i>
Kalcium / <i>Calcium</i>	A fogak és a csontok épségére hat <i>Affects the integrity of teeth and bones</i>
foszfor / <i>Phosphorus</i>	Az energia-felszabadításban játszik szerepet és szükséges az idegrendszer működéséhez <i>Plays a role in energy release and required for the functioning of the nervous system</i>
magnézium / <i>Magnesium</i>	Az izmok egészséges működését segíti elő <i>Helps the healthy functioning of the muscles</i>
fehérjék / <i>Proteins</i>	A növekedésben és a saját fehérjék felépítésében játszanak szerepet <i>Play a role in growth and the synthesis of our own proteins</i>
b ₁₂ vitamin / <i>Vitamin B12</i>	Az egészséges sejt-anyacsere folyamatokat támogatja <i>Supports healthy cell metabolism processes</i>
cink / <i>Zinc</i>	Az immunrendszer megfelelő működését támogatja <i>Supports proper functioning of the immune system</i>
jód / <i>Iodine</i>	A növekedésben és az anyagcsere folyamatok szabályozásában játszik szerepet <i>Plays a role in growth and the regulation of metabolic processes</i>
a vitamin / <i>Vitamin A</i>	A jó látóképesség és az immunrendszer megfelelő működésének fenntartásában van szerepe <i>Has a role in good vision and maintaining the proper functioning of the immune system</i>
b ₂ vitamin (Riboflavin) <i>Vitamin B2 (Riboflavin)</i>	A bőr egészségének fenntartását támogatja <i>Supports the maintenance of healthy skin</i>
folsav, folátok <i>Folic acid, folates</i>	A sejtek egészséges életciklusának fenntartásában van szerepe <i>Plays a role in maintaining the healthy life cycle of cells</i>
c-vitamin / <i>Vitamin C</i>	Nélkülözhetetlen a kötő- és támasztószövetek egészséges fejlődéséhez <i>Essential for the healthy development of connective and supporting tissues</i>

Az illékony telített- és telítetlen zsírsavak aránya ennélfogva kb.10%, amelyek a tejszír jellegzetes aromáját adják: vajsav (C4:0), kapronsav (C6:0), kaprilsav (C8:0), kaprinsav (C10:0).

A tejszír az összes élettanilag szükséges fontos zsírsavakat tartalmazza, közöttük a linolsavat, linolénsavat is. Az anyatej után a tehéntej összetétele áll a legközelebb a táplálkozás-élettanilag ideálisnak tekintett összetételhez.

A tejszír jelentős energiaforrás is, 1 g tejszír 38 kJ energiát biztosít. A tejszír minőségét és mennyiségét a tejelő tehén fajtája, a laktáció lefolyása és a takarmányozás is befolyásolja.

A tejszír jelentős vitaminforrás: A-, D-, E- és K-vitaminokat is tartalmaz.

3. Tejfehérjék

A fehérjék mennyisége a tehéntejben 2,8-4,5% között változhat. A tej nitrogéntartalmú vegyületeinek 95%-át a fehérjék teszik ki. A fennmaradó 5% aminosavakból és egyéb N-tartalmú vegyületekből áll.

A tehéntej a humán egészség szempontjából szükséges csaknem összes esszenciális aminosavat tartalmazza. Egy felnőtt esszenciális aminosav szükséglete a – fenilalanin és a metionin kivételével – napi 0,5 liter tej elfogyasztásával fedezhető.

A tej fehérjei 2 fő csoportra oszthatók: kazeinekre és savófehérjékre. E fehérjék mellett kis mennyiségben egyéb proteinek is találhatóak, pl. a zsírgolyócskák membránfehérjei és enzimek. A kérődzők tejében (tehén, juh, kecske) a kazeinek vannak túlsúlyban (kazeintejek). Más háziállatok és az ember esetében az albuminok mennyisége nagyobb (albumintejek).

A kazeinek (foszfor tartalmú fehérjék) csak a tejben fordulnak elő, kalciumhoz kapcsolódva.

A kazeinek oltóenzim hatására kicsapódnak. Ugyancsak kicsapódnak alkohol hatására is, ha a tej pH-ja <6,3. Ezért használható az alkoholos próba a tej frissességének vizsgálatára.

A savófehérjék a tej (oltós vagy savanyú) alvadásakor oldatban, a savóban maradnak, albumin és globulin frakciókra bonthatók. Tőgygyulladás esetén az albuminok és globulinok mennyisége jelentősen megemelkedik. E fehérjék hőkezelés során ráéghetnek a hőközlési felületekre, csökkentve a pasztörözés hatékonyságát.

A laktoferrin vaskötő tulajdonságú glikoprotein, vasat (Fe³⁺) von el a mikroorganizmusoktól, ezért bakteriosztatikus hatású (főleg Gram-negatív baktériumokra).

A transferrin is vaskötő tulajdonságú glikoprotein, a vérplazmából jut a tejbe (plazmafahérje).

A foszfatázok a foszforsavészterek hidrolízisét katalizálják. A foszfatáz hőérzékeny enzim, 72 °C-on 15 másodperc alatt inaktíválódik, ezért a foszfatáz-tartalom mérése a tej pasztörözésének ellenőrzésére használható. A baktériumos eredetű foszfatázok hővel szemben ellenállóak; a lúgos foszfatázt főleg *Penicillium* fajok, a savas foszfatázokat főleg a *Staphylococcus*, *Achromobacter* és *Penicillium* fajok termelik.

Az amiláz a keményítő cukorrá alakítását hidrolizálja. Hőre érzékeny, 56 °C-on, 30 perc alatt inaktíválódik. Aktivitása állás közben is csökken, ezért az amiláz mennyiségi meghatározása a tej frissességének kimutatására használható. Baktérium eredetű amilázt főként spórás baktériumok, pl. *Bacillus* fajok és élesztőgombák termelnek.

A proteázok fehérjebontó enzimek, csak hosszabb ideig tartó, melegen (37-42 °C) tárolás után mutatnak ki. Pasztörözéskor részben inaktíválódnak. A tejsavbaktériumok olyan proteolitikus enzimeket termelnek, melyek a sajtgyártásban hasznosak (*Clostridium*, *Achromobacter* fajok), de a pasztörözött tej romlásáért is felelősek.

A xantin-oxidáz a metilénkéket formaldehid jelenlétében elszínteleníti (Schärdinger reakció). A tehéntejben nagy mennyiségben, míg az anyatejben csak nyomokban található, ezért a xantin-oxidáz enzim vizsgálata két tejtípus gyors elkülönítésére használható.

2. táblázat. A tej összetevői
Table 2 Ingredients of milk

Összetevők / Ingredient	Mennyiség (%) / Quantity (%)
Zsír / Fat	2.8-6.5
Fehérje, ebből / Protein, of which	2.8-4.5
Fehérje (kazein) / Protein (casein)	2.7
Fehérje (savó) / Protein (whey)	0.6
Nem-fehérje nitrogén / Non-protein nitrogen	0.2
Tejcukor / Lactose	4.7-4.8
Ásványi anyagok / Minerals	0.8
Víz / Water	83-90

A kataláz a hidrogén-peroxidot vízre és szabad oxigénre bontja. Aktivitásának növekedése a masztitisztes tejben tapasztalható a tejbe kerülő fehérvérsejtek nagy kataláztartalma miatt, ezért a kataláz analízise a tőgygyulladásos tej indikátoraként használható [9].

4. Tejcukor

A tejcukor (laktóz) diszacharid, glükóz és galaktóz molekulákból áll. Kevésbé édes és vízben lassan oldódik. A gyógyszeriparban és tápszergyártásban használják. Az emberi szervezetben a laktáz enzim bontja, ennek hiánya tejcukor-érzékenységet okoz. A tehéntej tejcukortartalma 4,7-4,8%, mennyisége aránylag állandó a különböző fajták esetében is. Tőgygyulladás esetén a tej laktóztartalma csökken. A kristályos laktóz 170-180 °C-on karamellizálódik. Vizes oldatban 80 °C-on megindul a karamellizáció. Ez a folyamat adja a főtt tej jellegzetes ízét. A tejsavbaktériumok enzimeinek hatására tejsavvá alakul. A tejsav sói, a laktátok különböző baktériumok hatására propionsavvá és ecetsavvá, illetve tejsavvá és vajsavvá bomlanak. Ezek a folyamatok a savanyú tejkészítmények gyártásánál használhatók, megfelelő szintenyészetek hozzáadásával.

5. Ásványi anyagok

A különféle makro- és mikroelemek szerves, illetve szervetlen sók formájában találhatók meg a tejben (3.-4. táblázat).

6. Vitaminok (és provitaminok)

A tej tartalmazza az ember számára szükséges összes vitamint, ugyanakkor mégsem tekinthető teljes értékű vitaminforrásnak, mert egyes vitaminok mennyisége nem fedezi a szükségleteket (pl. C-vitamin), valamint a hőkezelés során, illetve fény hatására elbomolhatnak.

7. A tej fizikai tulajdonságai

A tej színe fehér vagy sárgásfehér. Fehér színét a koloid oldatban lévő fehérrék és zsírgolyócskák adják. A sárgás szín főleg a karotintól származik. A vizezett tej kékesfehér árnyalatú.

A tej csaknem szagtalan, ha higiénikusan fejték és gyorsan lehűtötték. A tőgy-meleg tej gyakori jellegzetes szaga az istálló levegőjétől, az esetlegesen tejbe jutott szennyeződésektől ered, mivel a tejsír az illó anyagokat erősen adszorbeálja.

A tej enyhén édeskés, telt, idegen íztől mentes. A tejcukortól édes, a lipidektől telt ízű. A fölözött tej „üres” ízű. A homogenizálás, a zsírgolyócskák méretének csökkenése és számuk növekedése fokozza a telt ízt, mivel a nyelv ízlelőbimbóival több zsírgolyócska érintkezik.

A tej ízét és színét a takarmányozás erősen befolyásolja, de a laktáció lefolyása, a szennyezettség és a tejelő tehén egészségi állapota is hat rá.

3. Táblázat. A tej átlagos ásványi-anyag tartalma
Table 3 Average mineral content of milk

Ásványi anyagok / Mineral	Mennyiség (g/L) / Quantity (g/L)
Foszfát / Phosphate	2.1
Citrát / Citrate	2.0
Kálium / Potassium	1.4
Kalcium / Calcium	1.2
Klorid / Chloride	1.0
Nátrium / Sodium	0.5
Magnézium / Magnesium	0.1

4. Táblázat. A tej átlagos mikroelem tartalma
Table 4 Average microelement content of milk

Mikroelemek / Microelement	Mennyiség (µg/L) / Quantity (µg/L)
Cink / Zinc	4000
Vas / Iron	400
Fluor / Fluorine	200
Réz / Copper	100
Jód / Iodine	40
Mangán / Manganese	30
Szelén / Selenium	10

8. A pasztörözés élelmiszer-biztonsági vonatkozásai

A tejben olyan mikroorganizmusok is előfordulhatnak, amelyek a fejeskor, illetve szállítás során kerülnek a tejbe. E mikroorganizmusok nagy részének inaktiválásával a tej nem veszélyezteti a fogyasztó egészségét, és feldolgozásra alkalmas lesz. A csírátlanítás leghatékonyabb módja a hőkezelés.

A pasztörözés, vagy pasztörizálás a folyadékok 60-90 °C közötti hirtelen, rövid idejű felmelegítése és azt követő gyors lehűtése, a bennük lévő kórokozó baktériumok elpusztítása, illetve az egyéb mikroorganizmusok számának minél nagyobb mértékű, logaritmikus csökkentése céljából. Az eljárás Louis Pasteur (és Claude Bernard) francia tudósok nevéhez fűződik, akik felismerték és bebizonyították, hogy a mikroorganizmusok erjedést és betegségeket idézhetnek elő, továbbá, hogy az élelmiszer a levegőben levő organizmusok hatására indul romlásnak. Ezt a módszert főleg bor, ecet és sör eltarthatóságára alkalmazta, először 1862-ben.

Ezzel egy időben, néhány hónappal korábban, ugyancsak sikeres kísérleteket folytatott Preysz Móric vegyész, aki kutatási eredményeit 1862. október 16-án mutatta be a Hegyaljai Bormívelők Egyesülete közgyűlésén „A tokaji bor utóerjedésének meggátlásáról” címmel [4].

A pasztörözés tehát olyan 100 °C alatti hőkezelés, amelyet abból a célból alkalmaznak, hogy a tejben

a mikroorganizmusok száma olyan alacsony szintre csökkenjen, amely már nem jelent egészségügyi kockázatot, illetve egyúttal a termék eltarthatósági idejét is meghosszabbítja.

A tejjparban a pasztörözés különböző formáit alkalmazták. A hőkezelési eljárásokat az **5. táblázat** mutatja be [5], [6].

A pasztörözés során a minél tökéletesebb csírapusztulás mellett arra is kell törekedni, hogy a tej eredeti jellege és tulajdonságai ne változzanak számottevő mértékben. A hőkezelési eljárást a készítő tejterméktől függően hajtják végre. A pasztörözés nem okoz feltétlenül teljes csírapusztulást; a szokásos eljárások hatásfoka – a csírapusztulás mértéke – 99,0-99,9%. Az UHT pasztörözés (Ultra High Temperature) és a sterilizálás „kereskedelmi sterilitást” eredményez, amelynek hatásfoka közel 100%. Az esetleg életben maradt mikrobák a fogyaszthatósági időn belül olyan mértékben nem tudnak elszaporodni, hogy bármilyen elváltozást okozzanak a tejben.

A hőkezelést elsősorban a humán-egészségügyi szempontok (mikroorganizmusok pusztulása), illetve előírások indokolják, de az eljárás ezen kívül a biztonságosabb gyártást és némely esetben a termék jellegének, érzékszervi tulajdonságainak kialakítását is célozza.

Az EU előírása szerint a tej hőkezelése: „a nyerstej és a tejalapú termékek előállítására szolgáló üzemi tej negatív foszfatáz-reakciót eredményező hevítése”.

5. Táblázat. A tejjparban alkalmazott hőkezelési eljárások
Table 5 Heat treatment procedures used in the dairy industry

Hőkezelési eljárás Heat treatment procedure	Hőmérséklet (°C) Temperature (°C)	Hőntartási idő (s) Holding time (s)	Alkalmazási terület Application area
Kíméletes/tartós/lassú pasztörözés Gentle/long-lasting/slow pasteurization	62-65	1200-1800	Egyes sajtok Certain cheeses
Termizálás Thermization	65-71	15-40	Kemény sajtok Hard cheeses
Gyors pasztörözés Fast pasteurization	72-76	15-40	Fogyasztói tej, oltós alvasztású érlelt sajtok, savas alvasztású túró Consumer milk, mature rennet cheeses, acid-coagulated cottage cheese
Magas hőmérsékletű (HTST) pasztörözés High temperature (HTST) pasteurization	80-98	5-180	Savas alvasztású termékek: túró, krémtúró, ízesített és savanyított tejek, vaj Acid-coagulated products: cottage cheese, cream cheese, flavored and acidified milk, butter
Pillanat pasztörözés Instant pasteurization	85-95	1-5	Tej, tejszín, savanyú készítmények, desszertek Milk, cream, sour products, desserts
Ultrapasztörözés (UHT) Ultra pasteurization (UHT)	136-150	2-8	Tartós-, féltartós tej, ízesített tejtermékek, tejszínek: habtejszín Preserved and semi-preserved milk, flavored dairy products, creams: whipping cream
Sterilizálás Sterilization	110-121	1200-2400	Sűrített tej, kávétejszín Condensed milk, coffee cream

Tejtermékek gyártására csak a legalább 71,7 °C-on 15 másodpercig, vagy ezzel egyenértékű hőkezeléssel kezelt tej használható fel [14], [15], [16].

A hőkezelés hatékonyságának vizsgálatára általános gyakorlat a peroxidáz enzim inaktivitási tesztjének végrehajtása.

A patogén mikrobák közül a leginkább hőtűrő (termo-toleráns) a *Mycobacterium tuberculosis* (TBC). Ezért a pasztörözési hőmérsékletnek és időtartamának a TBC kórokozója hőpusztulási görbéje felett kell lennie. A tej foszfatáz enzimjeinek inaktivitási hőmérséklet-idő függvénye a TBC baktériumok pusztulási görbéje felett van, ezért ha a foszfatáz enzimek inaktíválódtak, akkor vélhetően a TBC kórokozók is elpusztultak.

A peroxidáz enzim a kezelési hőmérséklet és idő függvényében lebomlik, így alkalmas a minták megfelelő hőkezelésének ellenőrzésére. A vizsgálat Storch-féle próbával elvégezhető. A meghatározás alapját az képezi, hogy a nem megfelelően hőkezelt tejben a peroxidáz enzim a hidrogén-peroxidot bontja, és az így felszabaduló atomos oxigén az N,N-dietil-1,4-fenilén-diamin-hidrokloridot szürke színű vegyületté oxidálja. A kísérlet során a hőkezelési módszereknek megfelelően 3-3 párhuzamos mintán végeztük el a Storch-próba. A próba során 5 ml hőkezelt tejmintához 50 µl 1–3 m/m%-os H₂O₂-oldatot adtunk, majd a mintát homogenizáltuk. Ezt követően a mintákhoz 100 µl 2 m/m%-os parafenilén-diamin oldatot csöpögtettünk, és ismételtelen homogenizáltuk a mintákat. A színreakció pár másodperc alatt szemmel látható eredményt ad [3].

Az 1. ábra a hőkezelési folyamat előtt, közben és utána vett tehéntejminták peroxidázenzim-teszt eredményeit mutatja. A baloldali képen a kezeletlen

nyers tehéntej, a középső képen a 75°C-on, de rövid ideig kezelt tej reakciójának eredménye látható. A jobb oldali képen a megfelelő hőmérsékleten és hőntartási időn kezelt tehéntej peroxidáz enzim inaktivitási tesztjének eredménye látható [3]. A pasztöröző gépen T=88°C célértéket állítottunk be. A tényleges kezelési hőmérséklet 75°C volt.

9. A tejfeldolgozás energetikai vonatkozásai

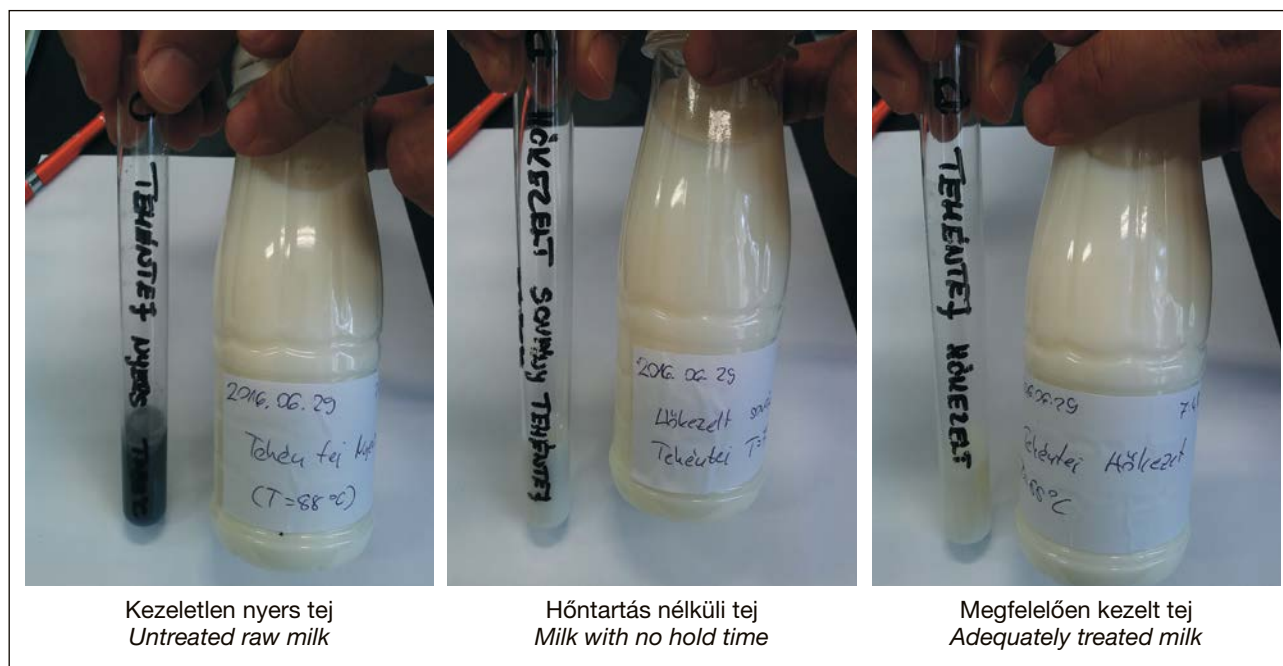
A tej hőkezelése kis-, közép és nagyvállalatok esetében is jól gépesíthető folyamat. Az esetek túlnyomó többségében a tej, mint alapanyag megfelelő mennyiségben és minőségben áll rendelkezésre a feldolgozók számára. A már említett pasztörözés, mint technológiai folyamat a gyakorlatban jól szabályozható és jól kézben tartható. Általában minden tejfeldolgozó üzemnek megvan a saját jól bevált „receptúrája” gépi beállítások tekintetében, amellyel a mikroorganizmusok számát a megfelelő szint alá tudja csökkenteni.

A XXI. század követelményeinek megfelelően az üzemek és nagyvállalatok az energetikai tanúsítvány megszerzésének tükrében egyre jobban kényszerülnek az energetikai hatékonyság javítására (Energiairányítási rendszer tanúsítása az **MSZ EN ISO 50001:2012**) [17].

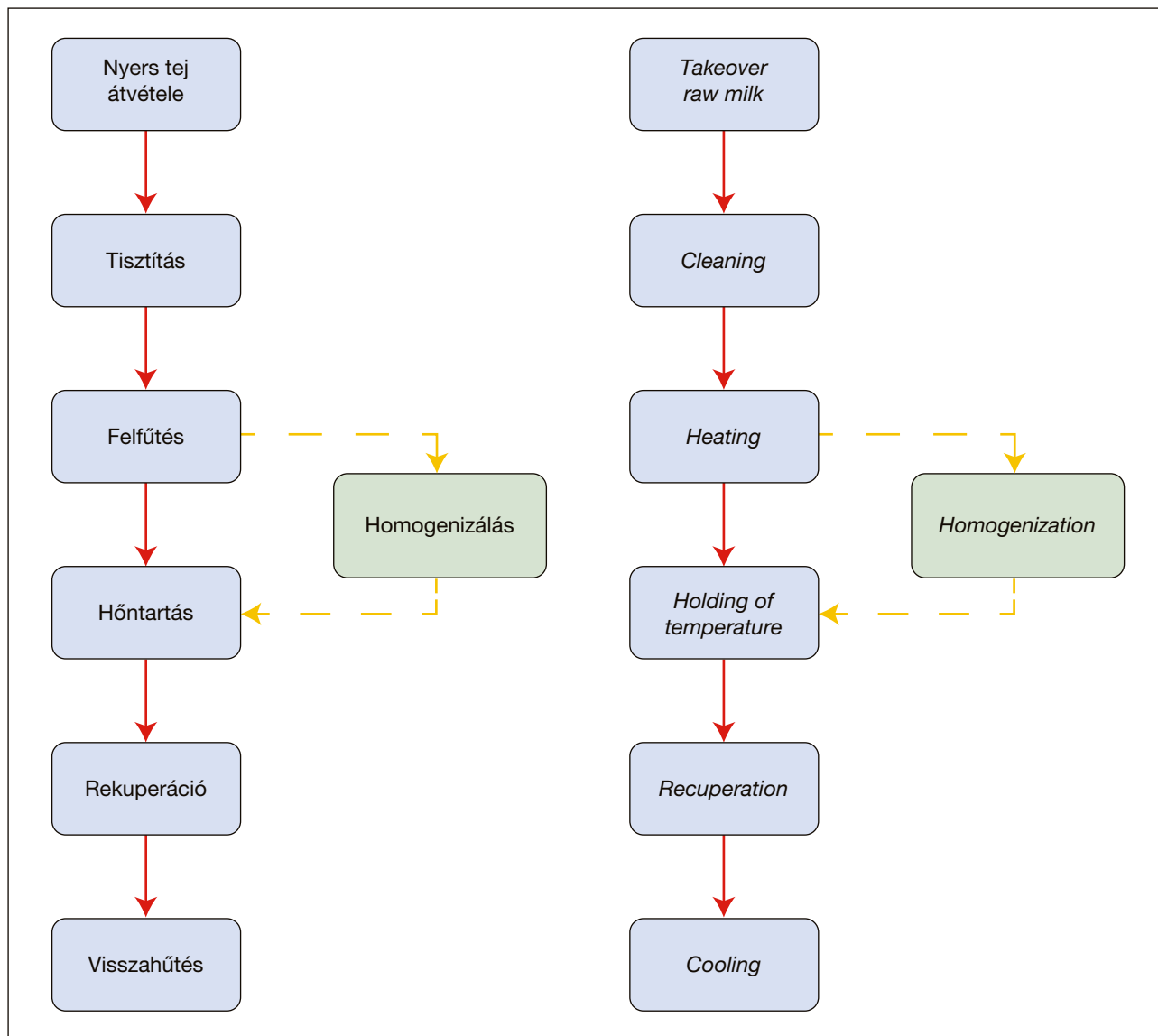
Érdemes tehát egy meglévő technológia esetében is törekedni az energetikai optimum megtalálására.

A felfűtési és hőntartási műveletek esetén a mikrohullámú hőkezelés hatásainak vizsgálatára is folytak már kutatások [7].

Ugyancsak újszerű technológiai megoldások lehetőségeit kutatták a hőszivattyúk élelmiszeriparban történő alkalmazása tekintetében is [8].



1. ábra. Tehéntej peroxidáz enzim inaktivitási teszt eredményei
Figure 1 Peroxidase enzyme inactivity test results of cow's milk



2. ábra. A tejpasztörzés folyamata a tejüzemben
Figure 2 The process of milk pasteurization

Ugyanakkor a hagyományos lemezes hőcserélővel működő élelmiszeriparban gyakran alkalmazott berendezések tekintetében sem mindig egyértelműek az energetikai és hőtechnikai viszonyok.

Az **3. ábra** az Agrometál-Food-Tech Kft. PG 015-típusú kísérleti berendezésének fényképét mutatja az Állatorvostudományi Egyetemen az Élelmiszerhigiéniai Tanszék, Élelmiszertechnológiai laboratóriumában.

Az üzemi körülmények között $q=150$ liter/óra névleges térfogatáramú PG 015 lemezes pasztörizáló berendezés esetében a hőkezelés során mértük a tej hőmérsékletét (T) a különböző technológiai pontokon. A **4. ábrán** a tej útját nyilakkal jelöltük [10].

A mért hőmérsékleti értékek különbségéből számítás útján következtetni lehet a pillanatnyi hőteljesítmény (Q) nagyságára. Például a T_0 és T_1 közötti hőmérséklet különbségből számítható a Q_{01} értéke:

$Q_{01} = c \cdot \dot{m} \cdot (T_0 - T_1)$ [kJ/s]=[kW], ahol:

c – a tej fajhője $4,1813$ [kJ/kg $^{\circ}$ C];

\dot{m} – a tej tömegárama [kg/s];

T_0 – a hőntartás előtti hőmérséklet [$^{\circ}$ C];

T_1 – a hőntartás utáni hőmérséklet [$^{\circ}$ C].

Az **5. ábra** a fontosabb technológiai paraméterek alakulását ábrázolja az idő függvényében. A felfűtés szakaszában – a szaggatott vonaltól balra – $T_k=75$ $^{\circ}$ C volt a kívánt hőmérsékleti érték. A $t=300$ s elteltével a T_1 értéke az ábráról leolvasható. A szaggatott vonaltól jobbra a hőkezelés szakasza látható. Minden esetben mértük a berendezés által hálózatból felvett áramerősség (I) nagyságát. A hőkezelés szakaszán a $q=150$ l/h térfogatáramot állítottunk be.

A mért hőmérsékleti adatok alapján és a térfogatáram ismeretében számítással meghatározható a

hőteljesítmény mértéke és a keletkezett hőenergia nagysága.

A mérések során a technológiát négy jól elkülöníthető szakaszra bontottuk:

- Q_{02} – a tej felfűtéshez szükséges hőenergia szakasza (T_0 - T_2 alapján) [kWh];
- Q_{01} – a hőntartás során elvesztett hőenergia szakasza (T_0 - T_1 alapján) [kWh];
- Q_{13} – a lehűtéshez szükséges hőenergia szakasza (T_1 - T_3 alapján) [kWh];
- Q_{37} – a tartály hűtéséhez szükséges hőenergia szakasza (T_3 - T_7 alapján) [kWh].

Az energetikai hatékonyság számszerűsítésére szolgáló jelzőszám a jósági fok vagy más néven a COP (Coefficient of Performance), amely a hőenergia és a hálózatból felvett villamosenergia hányadosa.

A villamos hálózatból felvett pillanatnyi áramértékek alapján számítható a villamos teljesítmény pillanatértéke. A pillanatértékek és az üzemeltetési idő ismeretében számítható a ténylegesen felhasznált villamos energiaszükséglet nagysága. Az ismertetett módon

– a mért technológiai paramétereiből – meghatározható a pillanatnyi hőteljesítmény nagysága, majd a keletkező hőenergia mértéke is. Ezek alapján a rendszer jósági foka könnyen meghatározható.

A **6. ábrán** látható, hogy a felfűtési és a hőntartási szakaszra vonatkozóan is meghatároztuk a jósági fok nagyságát. Az ábráról leolvasható még, hogy egy felfűtési és egy hőntartási szakaszt figyelembe véve meghatároztuk a „kísérleti rendszer teljes” jósági fokát is.

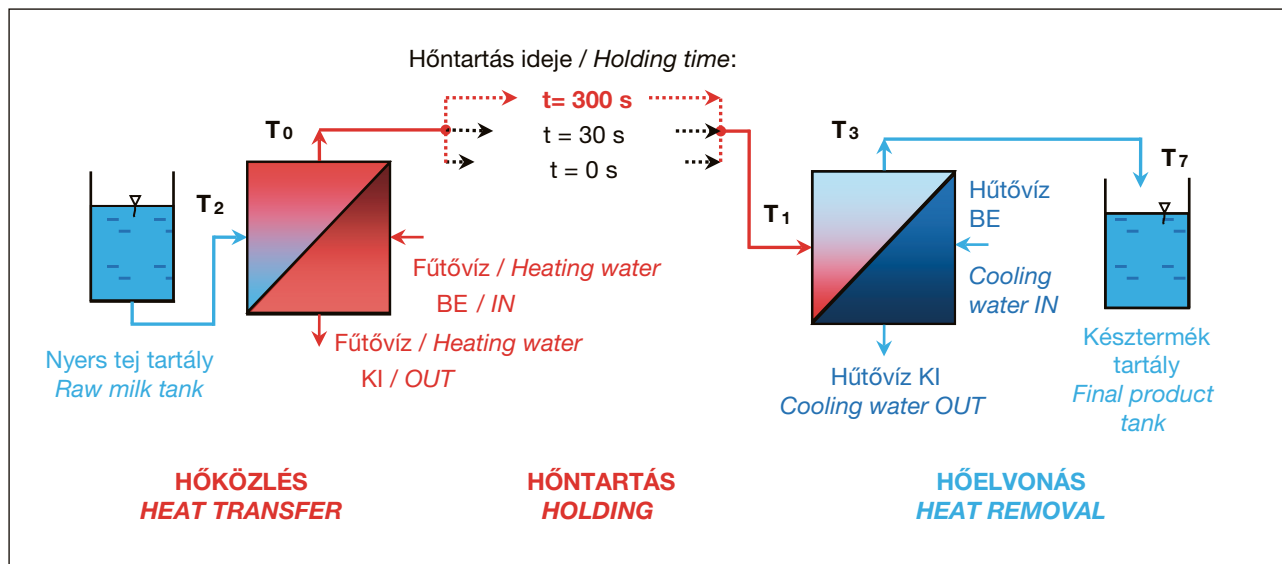
A gyakorlatban ugyanis a technológiai paramétereknek megfelelően a műszak elején felfűtik a rendszert, majd ezt követően több hőntartó szakaszt iktatnak be a termelésbe attól függően, hogy milyen végterméket kívánnak előállítani az üzemben.

A kísérleti beállításainkkal arra hívjuk fel a figyelmet, hogy egy jól megtervezett üzemi technológiával, a napi termelés megfelelő ütemezésével, a felesleges felfűtések számának csökkentésével jelentős energia mennyiséget lehet megtakarítani.

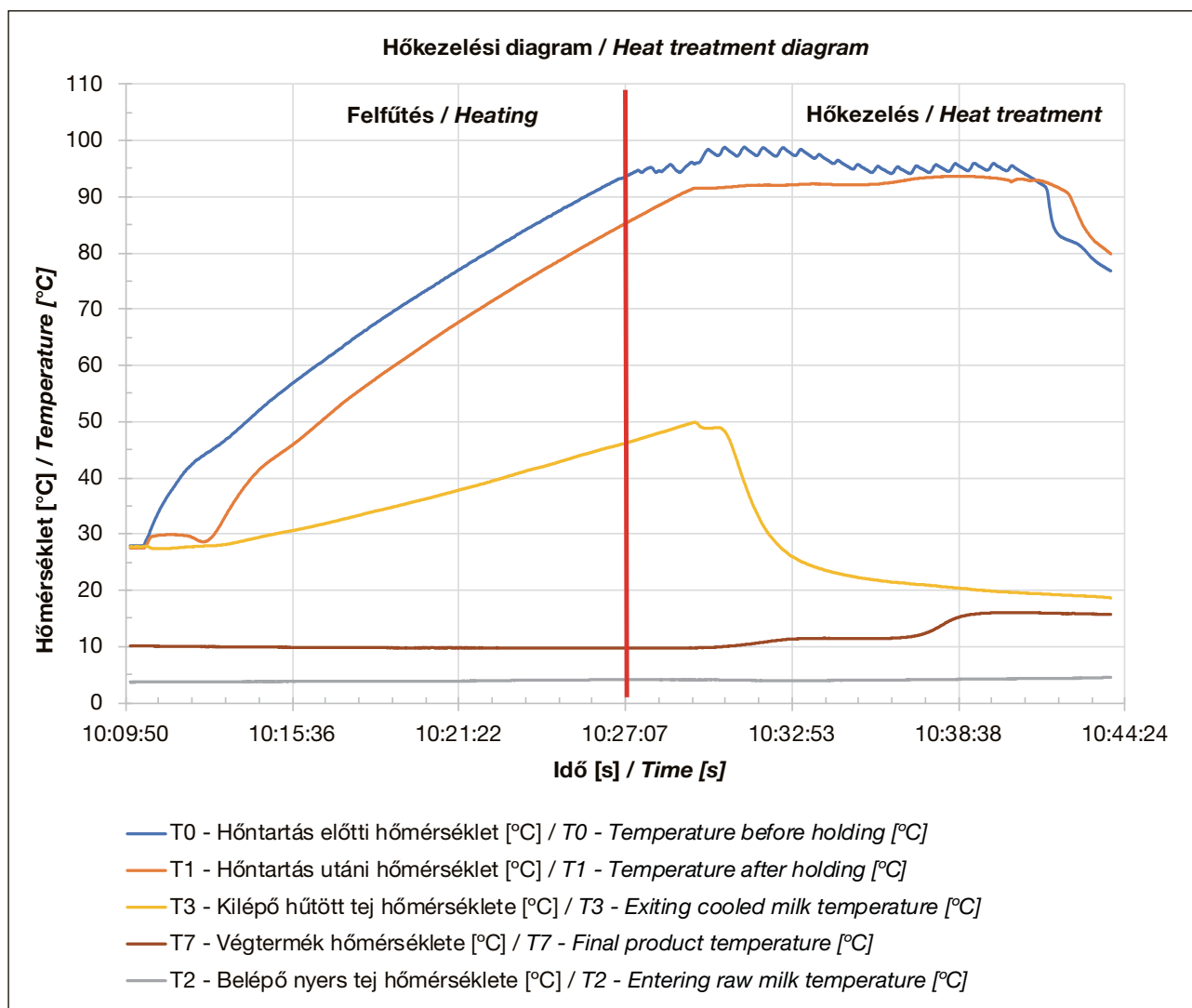
A mostanában egyre divatosabb energetikai auditok egyik első lépése az energetikai rendszerek hatékonyságának feltérképezése. A meglévő adatok alapján törekednek a működtetés hatékonyságának javítására.



3. ábra. PG 015 Lemezes pasztöröző berendezés az Állatorvostudományi Egyetemen
Figure 3 PG 015 plate pasteurization equipment at the University of Veterinary Medicine



4. ábra. Tejpasztöröző berendezés vonalas vázlata
 T_0 : Hőntartás előtti hőmérséklet [°C]; T_1 : Hőntartás utáni hőmérséklet [°C]
 T_2 : Belépő nyerstej hőmérséklet [°C]; T_3 : Kilépő hűtött tej hőmérséklet [°C]
 T_7 : Késztermék hőmérséklet [°C]
 Figure 4 Linear sketch of milk pasteurization equipment
 T_0 : Temperature before holding [°C]; T_1 : Temperature after holding [°C]
 T_2 : Entering raw milk temperature [°C]; T_3 : Exiting cooled milk temperature [°C]
 T_7 : Final product temperature [°C]



5. ábra. A tej pasztörözési-hőmérsékletek időbeli alakulása a PG 015-típusú lemezes pasztöröző berendezés esetén
 Figure 5 Milk pasteurization temperatures as a function of time in the case of the PG 015 plate pasteurizer

Az energetikai optimalizálás általában a kiadások csökkentésére irányulnak, ugyanakkor az élelmiszeriparban a biztonság és a minősége az elsődleges szempont.

Ezek alapján nem elég energetikai optimumot – minimális villamos energia felhasználást – keresni, célszerű mikrobiológiai vizsgálatokkal, mint például a korábban említett peroxidáz enzim inaktivitás teszttel alátámasztani a tejpasztörözési technológiánk hatékonyságát.

10. Következtetések

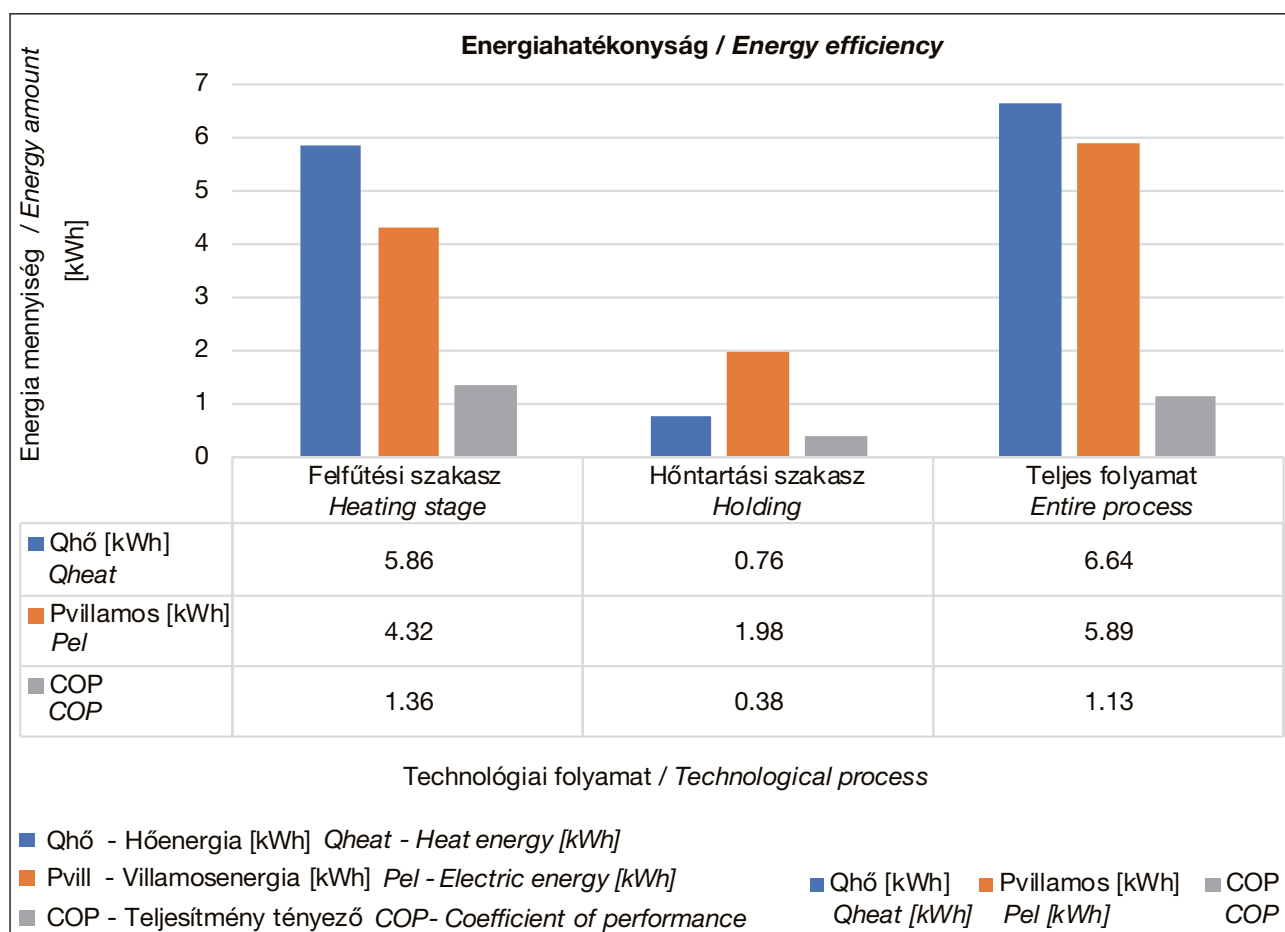
A tehéntej hőkezelésének élelmiszerbiztonsági és energetikai vizsgálatának eredményeként elmondható, hogy a termék hőkezelését számtalan tényező befolyásolja. Ha ismerjük a tej fizikai, kémiai és mikrobiológiai jellemzőit, ismerjük a rendelkezésre álló hőkezelési eljárásunk energetikai hatékonyságát, akkor az élelmiszerbiztonsági előírásoknak megfelelően optimalizálni tudjuk az előállítási folyamatunkat. Az optimalizálás során az elfogadott peroxidáz-enzim-inaktivitásteszt eredményeinek figyelembevételével javítani tudjuk a rendszerünk határfokát, amivel költséghatékony termelést tudunk fenntartani.

További technológiai optimalizálást elősegítő élelmiszer-vizsgálati mérési módszereken dolgozunk, amivel a tej fizikai paramétereinek (pl: vezetőképesség, pH, redoxpotenciál) technológiába épített nyomonkövetése a cél. A technológiai folyamat közben mért jellemzők lehetőséget adnak a végtermék minőségének javítására.

A tej egyik fizikai paramétere, a vezetőképesség és a hőkezelés hatékonysága közötti összefüggés tekintetében jelenleg még nem áll rendelkezésünkre megfelelő számú vizsgálati eredmény. Ugyanakkor vezetőképesség alapján el tudtuk különíteni a nyers tejet a különböző módon hőkezelt tejtől. Az eljárás igazolása még folyamatban van.

11. Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat és méréseinket a Szert István Egyetem, az Állatorvostudományi Egyetemen és az Agrometál-Food-Tech Kft. műszerparkjával és személyi állományának segítségével folytatjuk.



6. ábra. A hőkezelés egyes szakaszaihoz tartozó energetikai értékek $T=75^{\circ}\text{C}$; $q=150\text{ l/h}$; $t=300\text{ s}$
 Figure 6 Energetics values for the different stages of heat treatment $T=75^{\circ}\text{C}$; $q=150\text{ l/h}$; $t=300\text{ s}$

12. Irodalom

- [1] Császár G., Unger A. (2005): A minőségi tejtermelés alapjai. Kiadó: Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet, 2005, Mosonmagyaróvár
- [2] Fenyvessy J., Csanádi J., Csapó J., Csapó-Kiss Zs., (2014): Tejjipari technológia Scientia Kiadó, Kolozsvár, pp. 424.
- [3] Géczi G., Korzenszky P., Horváth M. (2013): A tehéntej hagyományos pasztörözésének és mikrohullámú kezelésének összehasonlítása, Magyar Állatorvosok Lapja 135:(9) pp. 557-564.
- [4] Hanko Vilmos (1901): Régi magyar tudósok és feltalálók. Bp., pp. 46-47.
- [5] Kacz Károly (2011): Az állattartás műszaki ismeretei, A tej pasztörözése. <http://www.tankonyvtar.hu> Acquired: 23.06.2016
- [6] Kukovics Sándor (2009): A tej szerepe a humán táplálkozásban. Melánia Kiadó, 2009, Budapest, ISBN 978-963-9740-15-0; 638. p.
- [7] Korzenszky P., Sembery P., Géczi G. (2013): Microwave Milk Pasteurization without Food Safety Risk, Potravinarstvo 7:(1) pp. 45-48.
- [8] Korzenszky P., Géczi G. (2012): Heat pump application in food technology, journal of microbiology biotechnology and food sciences 2: pp. 493-500.
- [9] Laczay Péter (2013): Élelmiszer-higiéna. Élelmiszerlánc-biztonság. Mezőgazda Kiadó, 2013, Budapest
- [10] Meixner Richard (2015): Tej hőkezelés hatásfokának optimalizálása. SZIE GEK, TDK dolgozat, 2015, Gödöllő
- [11] Seregi J., Kovács Á. (2014): Data on the importance of goat milk and meat in human nutrition. Sustainable Goat Breeding and Goat Farming in Central and Eastern European Countries. European Regional Conference on Goats. FAO of the United Nations. p195-201.
- [12] Physical Properties of Milk (2016): Food Science. University of Guelph, Canada <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/physical-properties-milk> Acquired:23.06.2016
- [13] The importance of milk and dairy products as part of a healthy balanced diet. The Dairy Council. <https://www.milk.co.uk/nutritious-dairy/>
- [14] 605/2010/EU rendelet (2010. július 2.) az emberi fogyasztásra szánt nyers tej és tejtermékek Európai Unióba történő beléptetésére vonatkozó állat-egészségügyi és közegészségügyi feltételek, illetve a szükséges állat-egészségügyi bizonyítvány megállapításáról, 3. cikk
- [15] 853/2004/ EK Rendelet az állati eredetű élelmiszerek különleges higiéniai szabályainak megállapításáról
- [16] 2017/185 Rendelet (2017. február 2.) 853/2004/ EK és a 854/2004/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet egyes rendelkezéseinek alkalmazására vonatkozó átmeneti intézkedések megállapításáról
- [17] Energiairányítási rendszerek. Követelmények és alkalmazási útmutató (MSZ EN ISO 50001:2012) Energy management systems. Requirements with guidance for use (ISO 50001:2011)



extens

forradalmian új tejanalízis

Univerzális megoldás az összes toxin és antibiotikum maradvány egyidejű vizsgálatához tejmintából. β -laktámok, tetraciklinek, szulfonamidok, aflatoxin M1, aminoglikozidok, quinolon, lincosamidok, szulfonamidok, klóramfenikolok, trimetopri, melamine stb.



Előnyök:

- Képes egyidejűleg 90 antibiotikum maradványt és toxint kimutatni 13 perc alatt
- Egyszerűen választható a vizsgálandó szennyező anyagok száma, típusa
- Teljes körű adatkezelési szolgáltatás: adattárolás, export, megosztás, letöltés, figyelmeztető üzenetek küldése SMS-ben
- Vonalkód alapú minta és reagens felismerés
- Beépített GPS modul



BENTLEY
MAGYARORSZÁG

www.bentleylabor.hu

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

unisensor
DIAGNOSTIC ENGINEERING

Food safety and energetics analysis of the heat treatment of milk

Keywords: properties of cow's milk, heat treatment, pasteurization, peroxidase enzyme inactivity, food safety, plate pasteurizer, heat output, COP, energetics

1. Summary

The food safety and energy efficiency of the heat treatment of cow's milk was investigated by our research group. Of the known heat treatment processes, the results of our investigation are presented in the case of a cow's milk treated at 75 °C and held for 5 minutes. Proper treatment of cow's milk is probably the most pivotal issue in food production, but from the point of view of the manufacturing plant, food safety and the amount of energy used for the production are important as well. Our measurements were carried out using the PG 015 pasteurizer of the Department of Food Hygiene of the University of Veterinary Medicine. The electricity input and the amount of heat used during the technology were measured. The efficiency of food production was defined as the ratio of the utilized energy to the energy invested. To verify the adequacy of the heat treatment, peroxidase enzyme inactivity tests were performed untreated milk, and for treated milk, without and with holding it at the given temperature for the proper length of time.

Based on our measurement results it can be stated that a heat recovery zone built into the technology keeps the COP (coefficient of performance) value above one. By optimizing the length of the heating and the heat treatment, by adjusting the desired technological temperature precisely, and by the application of food safety limit values and analyses, the efficiency of a larger system can be improved significantly as well.

2. Quality and food safety characteristics of milk

Milk production is an important quantitative and qualitative factor in human nutrition; milk production is responsible approximately 25% of food production. The term milk usually refers to cow's milk. Milks of other mammals are usually designated by word combinations that indicate their origins (e.g., buffalo milk, goat's milk).

By drinking one cup of milk a day, we can contribute significantly to the recommended daily intake of nutrients. Regular consumption of milk and dairy products is recommended for a healthy and balanced diet.

The properties of the animal species and the individual animals, the composition of the feed and the feeding method, weather conditions, seasons and

the lactation period all have a major influence on the chemical composition of milk.

The biological function of milk is to provide nutrients and immunological protection to newborns. For most animal species, milk is the only food consumed for weeks, or even months. Therefore, it should contain all the nutrients necessary for growth and development: amino acids, vitamins, minerals, energy (**Table 1**).

So milk and its products contain many important nutrients. Milk consumption is a fast and easy way to supply nutrients to the body with a relatively low calorie intake.

Milk mainly consists of water, and a small amount, approximately 12.5% dry matter. The dry matter is composed of milk fat, proteins, lactose, minerals and

¹ Szent István University, Faculty of Mechanical Engineering

² University of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene

³ Agrometal-Food-Tech kft.

vitamins. The amounts of the individual components of milk may vary within a wide range [1], [2], [6], [11].

Milk, cheeses and yogurts contain the beneficial nutrients listed in **Table 1** in varying amounts.

From a colloid chemistry point of view, milk is a complicated polydisperse system, consisting of organic and inorganic ingredients. It is partly an aqueous solution (minerals, lactose), partly a colloidal solution (proteins), and partly an emulsion (fat).

Milk is a „fat in water” emulsion; butter is a „water in fat” emulsion. Colloidal solutions are characterized by the dispersion of small, electrically charged particles, and by their affinity to water molecules. In milk, whey proteins are found in the colloidal solution, while casein proteins are found in the colloidal suspension [12], [13]. The most important ingredients of milk are listed in **Table 2**.

Water is the solvent of certain ingredients of milk (lactose, certain vitamins, minerals, salts). Water is also the dispersion medium of water insoluble materials (milk fat, proteins, enzymes, colloidal minerals). More than 83% of the weight of milk is water. Because of the high water content, milk spoils very easily. Shelf life is also influenced by the amounts of free and bound water.

For cow's milk, fat content can vary widely (2.8-6.5%). The major part (>99%) of the fat content of milk consists of the fatty acid esters of glycerol, i.e., triglycerides. To a much smaller extent, mono- and diglycerides are also present. Milk contains other lipids also, such as phospholipids, glycolipids, lipoproteins, serins, carotenoids, as well as fat-soluble vitamins, free amino acids and flavorings.

Cream is obtained by skimming milk. When cream is fermented using lactic acid bacteria, sour cream is obtained. The remaining part after skimming is called skimmed milk or low-fat milk. The name of completely non-fat milk is plasma.

The fat content of milk is finely distributed in the form of fat globules, as an emulsion. There is a fat droplet, consisting of glycerides, inside the fat globules, surrounded by a phospholipid (lecithin) layer. The entire structure is covered on the outside by a protective protein coating, which is negatively charged outward, so the fat globules repel each other in sweet milk (pH = 6.7). During churning, the protective coating is disrupted, liquid fat is released and clumps together.

Milk fat consists of approximately 200 fatty acids, at least 90% of which are non-volatile saturated and unsaturated compounds: palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0), myristic acid (C14:0), oleic acid (C18:1), etc.

Consequently, the amount of volatile saturated and unsaturated fatty acids is approximately 10%,

responsible for the characteristic aroma of milk fat: butyric acid (C4:0), caproic acid (C6:0), caprylic acid (C8:0), capric acid (C10:0).

Milk fat contains all physiologically important essential fatty acids, including linoleic acid and linolenic acid. Next to breast milk, the composition of cow's milk is closest to the ideal composition in terms of nutrition physiology.

Milk fat is also a major source of energy, 1 g of milk fat provides 38 kJ of energy. The quality and quantity of milk fat are influenced by the type of the dairy cow, the course of lactation and the feeding.

Milk fat is an important source of vitamins: it contains vitamins A, D, E and K, among others.

3. Milk proteins

The amount of proteins in cow's milk can vary between 2.8 and 4.5%. 95% of the nitrogen-containing compounds of milk are made up of proteins. The remaining 5% consists of amino acids and other N-containing compounds.

Cow's milk contains almost all of the essential amino acids necessary for human health. The essential amino acid requirement of an adult can be met by the consumption of 0.5 liters of milk per day, with the exception of phenylalanine and methionine.

Milk proteins can be divided into two main groups: caseins and whey proteins. In addition to these proteins, small amounts of other proteins are also present, for example, the membrane proteins of the fat globules and enzymes. In the milk of ruminants (cows, sheep, goats), caseins are predominant (casein milks). In the case of other domestic animals and humans, the amount of albumins is greater (albumin milks).

Caseins (phosphorus-containing proteins) occur only in milk, bound to calcium.

Caseins coagulate due to rennet. They also coagulate as a result of alcohol, if the pH of milk is <6.3. That is why the alcohol test can be used to check the freshness of milk.

During the coagulation of milk, whey proteins remain in solution, i.e., in the whey, and can be divided into the albumin and globulin fractions. In the case of mastitis, the amount of albumins and globulins increases significantly. During heat treatment, these proteins can burn onto heat transfer surfaces, decreasing the efficiency of pasteurization.

Lactoferrin is an iron binding glycoprotein, removing iron (Fe³⁺) from microorganisms, therefore, it has a bacteriostatic effect (especially on Gram-negative bacteria).

Transferrin is also an iron binding glycoprotein, entering milk from blood plasma (plasma protein).

Phosphatases catalyze the hydrolysis of phosphoric acid esters. Phosphatase is a heat-sensitive enzyme, inactivating at 72 °C in 15 seconds, therefore, the measurement of the phosphatase content can be used to check the pasteurization of milk. Bacterial phosphatases are heat-resistant; alkaline phosphatase is mainly produced by *Penicillium* species, while acidic phosphatases are produced by *Staphylococcus*, *Achromobacter* and *Penicillium* species.

Amylase catalyzes the hydrolysis of starch into sugars. It is heat-sensitive, inactivates at 56 °C in 30 minutes. Its activity also decreases while standing, and so the quantitative determination of amylase can be used to check the freshness of milk. Bacterial amylase is mainly produced by spore-forming bacteria, such as *Bacillus* species and yeasts.

Proteases are protein-digesting enzymes, which can only be detected after prolonged storage at a warm temperature (37–42 °C). They are partially inactivated during pasteurization. Lactic acid bacteria produce proteolytic enzymes that are used in cheese production (*Clostridium*, *Achromobacter* species), but are also responsible for the spoilage of pasteurized milk.

Xanthine oxidase decolorizes methylene blue in the presence of formaldehyde (Schärdinger reaction). It is present in large amounts in cow's milk, but only traces can be found in breast milk, therefore, the analysis of the xanthine oxidase enzyme can be used for the rapid differentiation of the two milk types.

Catalase decomposes hydrogen peroxide to water and free oxygen. Its activity increases in mastitic milk because of the high catalase content of the white blood cells in the milk, therefore, catalase analysis can be used as an indicator of mastitic milk [9].

4. Lactose

Lactose is a disaccharide, consisting of a glucose and a galactose molecule. It is less sweet and dissolves in water slowly. It is used in the pharmaceutical industry and in formula manufacturing. In the human body, it is degraded by the lactase enzyme, the lack of which causes lactose intolerance. The lactose content of cow's milk is 4.7–4.8%, the amount being relatively consistent across different species. In the case of mastitis, the lactose content of the milk decreases. Crystalline lactose caramelizes at 170–180 °C. In aqueous solution, caramelization starts at 80 °C. The characteristic flavor of boiled milk is due to this process. Lactose is converted into lactic acid by the enzymes of lactic acid bacteria. The salts of lactic acid, i.e., lactates, are degraded to propionic acid and acetic acid, or lactic acid and butyric acid by different bacteria. These processes can be utilized in the production of sour milk products, by the addition of the appropriate pure culture.

5. Minerals

Different macro- and microelements are found in milk in the forms of organic and inorganic salts (**Tables 3 and 4**).

6. Vitamins (and provitamins)

Milk contains all the vitamins needed for humans, however, it cannot be considered a complete source of vitamins, because the amounts of certain vitamins do not cover the needs (e.g., vitamin C), and they can also decompose during heat treatment or by light.

7. Physical properties of milk

The color of milk is white or yellowish white. Its white color comes from the proteins and fat globules of the colloidal solution. The yellowish color comes mainly from carotene. Watered milk is of bluish white color.

Milk is almost odorless, if milking has been performed hygienically and it was cooled rapidly. The frequent characteristic odor of udder-warm milk comes from the air of the cowshed or from possible contaminants of milk, because volatile substances are absorbed strongly by milk fat.

Milk is slightly sweet, full, free from foreign flavor. It is sweet because of the lactose, and full because of the lipids. Skimmed milk has an „empty” flavor. Homogenization, decreasing the size and increasing the number of the fat globules enhances the full flavor, because more fat globules come into contact with the taste buds of the tongue.

The flavor and color of milk are strongly influenced by feeding, but they are also affected by the course of lactation, contamination, and the state of health of the dairy cow.

8. Food safety aspects of pasteurization

Milk can also contain microorganisms which enter the milk during milking or transportation. By the inactivation most of these microorganisms, milk will not endanger the health of the consumer, and will be suitable for processing. The most efficient way of sterilization is heat treatment.

Pasteurization is the sudden, short-term warming of liquids to 60–90 °C, followed by rapid cooling, in order to destroy pathogenic bacteria and to reduce the number of other microorganisms as much as possible, in a logarithmic way. The procedure was developed by the French chemist Louis Pasteur (and Claude Bernard), who recognized and demonstrated that microorganisms can cause fermentation and diseases, and that foods spoil because of airborne organisms. The method was mainly used to increase the shelf-life of wine, vinegar and beer, first in 1862.

At the same time, several months earlier, successful experiments had been also performed by the chemist Móric Preysz, who presented his research results under the title “Preventing the secondary fermentation of Tokaji wine” on October 16, 1862, at the assembly of the Association of Hegyalja Wine Producers [4].

Pasteurization therefore is a heat treatment below 100 °C, performed in order to reduce the number of microorganisms to such a low level, which no longer poses a health risk and, at the same time, extends the shelf-life of the product.

In the dairy industry, different forms of pasteurization are used. Heat treatment procedures are shown in **Table 5** [5], [6].

During pasteurization, in addition to as complete destruction of germs as possible, the goal should be not to change the original nature and properties of milk considerably. The heat treatment procedure is carried out depending on the dairy product to be prepared. Pasteurization does not necessarily cause complete germ destruction; the efficiency of standard procedures – the rate of germ destruction – is 99.0-99.9%. UHT (Ultra High Temperature) pasteurization and sterilization result in „commercial sterility”, with an efficiency of almost 100%. Potentially surviving microbes cannot propagate to such an extent within the shelf-life of the product which would induce any alteration in milk.

Heat treatment is primarily justified by human health aspects (destruction of microorganisms) and regulations, but the procedure is also aimed at safer manufacturing and, in certain cases, the shaping of the character and the sensory properties of the product.

According to EU regulations, the heat treatment of milk is the: „heating of factory milk used in the production of raw milk and milk-based products, resulting in a negative phosphatase reaction”. For the production of dairy products, only milk that has been treated at least at 71.7 °C for 15 seconds, or which has undergone an equivalent heat treatment, can be used [14], [15], [16].

To test the efficiency of heat treatment, it is common practice to perform the inactivity test of the peroxidase enzyme.

Among pathogenic microbes, the most heat-tolerant (thermotolerant) is *Mycobacterium tuberculosis* (TBC). Therefore, the temperature and length of pasteurization has to be above the thermal death curve of the TBC pathogen. The temperature-time curve of the inactivity of the phosphatase enzymes of milk is above the death curve of TBC bacteria, therefore, if the phosphatase enzymes have been inactivated, then, supposedly, TBC pathogens have been destroyed as well.

The peroxidase enzyme degrades as a function of treatment temperature and time, so it is suitable for checking the proper heat treatment of the samples. The analysis can be carried out using the Storch test. The basis for the determination is that, in inadequately heat-treated milk, hydrogen peroxide is decomposed by the peroxidase enzyme, and the atomic oxygen thus liberated oxidizes N,N-diethyl-1,4-phenylenediamine hydrochloride to a gray colored compound. During the experiment, the Storch test was performed on 3 parallel samples for each heat treatment method. During the test, 50 µl of 1–3 m/m% H₂O₂ solution was added to 5 ml of heat-treated milk sample, then the sample was homogenized. Subsequently, 100 µl 2 m/m% paraphenylenediamine solution was added to the sample dropwise, and then the sample was again homogenized. The color reaction was visible to the naked eye within a few seconds [3].

Figure 1 shows the results of peroxidase enzyme tests of cow's milk samples taken before, during and after the heat treatment process. In the picture on the left, the result of the reaction of untreated raw cow's milk is shown, while in the middle, the result of milk treated at 75 °C, but for only a short time. In the picture on the right, the result of the peroxidase enzyme inactivity test of cow's milk treated at the appropriate temperature for the appropriate time is shown [3]. A target value of T=88 °C was set on the pasteurizer. The actual treatment temperature was 75 °C.

9. Energetics aspects of milk processing

The heat treatment of milk is an easily automated process for both small, medium and large companies. In the vast majority of cases, milk as a raw material is available to processors in sufficient quantity and quality. The already mentioned pasteurization as a technological process can be regulated easily in practice and can be managed well. Generally, each milk processing plant has its own well-established „recipe” in terms of machine settings, using which the number of microorganisms can be lowered to the appropriate level.

In accordance with 21st century requirements, in order to obtain energy performance certificates, plants and large companies are more and more forced to improve energy efficiency (Energy management systems MSZ EN ISO 50001:2012 standard) [17].

Thus, even in the case of an existing technology, it is desirable to strive to find optimum energetics.

In the case of the heating and holding operations, research has already been carried out to investigate the effects of microwave heat treatment [7].

Possibilities for novel technological solutions were also investigated regarding the application of heat pumps in the food industry [8].

At the same time, energetics and thermal conditions are not always clear even in the case of equipment frequently used in the food industry, operating with traditional plate heat exchangers.

Figure 3 shows a photograph of the PG 015 experimental equipment of Agrometál-Food-Tech Kft. in the Food Technology Laboratory of the Department of Food Hygiene of the University of Veterinary Medicine.

In the case of the PG 015 plate pasteurization equipment, having a nominal flow rate of $q=150$ liter/hour under operating conditions, the temperature (T) of the milk was measured during heat treatment at various technological points. The pathway of milk is indicated by arrows in **Figure 4 [10]**.

The instantaneous thermal input (Q) can be calculated from the difference between the measured temperature values. For example, from the temperature difference between T_0 and T_1 , the value of Q_{01} can be calculated:

$$Q_{01} = c \cdot \dot{m} \cdot (T_0 - T_1) \text{ [kJ/s]=[kW]}, \text{ where:}$$

c – is the specific heat of milk $4.1813 \text{ [kJ/kg}^{\circ}\text{C]}$;

\dot{m} – is the mass flow of milk $[\text{kg/s}]$;

T_0 – is the temperature before holding $[\text{}^{\circ}\text{C}]$;

T_1 – is the temperature after holding $[\text{}^{\circ}\text{C}]$.

Figure 5 shows the evolution of the major technological parameters as a function of time. In the heating stage, left of the dashed line, the desired temperature value was $T_k=75$ °C. After $t=300$ s, the value of T_1 can be read from the figure. To the right of the dashed line, the heat treatment stage can be seen. The current (I) drawn by the equipment from the grid was measured in all cases. For the heat treatment stage, a flow rate of $q=150$ l/h was set.

Based on the measured temperature data and the flow rate, the thermal input and the heat energy generated can be calculated.

During the measurements, the technology was divided into four distinct stages:

- Q_{02} – the stage of heat energy required to warm up milk (based on T_0-T_2) [kWh];
- Q_{01} – the stage of heat energy lost during holding (based on T_0-T_1) [kWh];
- Q_{13} – the stage of heat energy required for cooling (based on T_1-T_3) [kWh];
- Q_{37} – the stage of heat energy required for the cooling of the tank (based on T_3-T_7) [kWh].

The indicator for energy efficiency quantification is the coefficient of performance (COP), which is the ratio of the heat energy and the electric energy drawn from the grid.

Based on the instantaneous current values drawn from the electrical grid, the instantaneous value of the electrical power can be calculated. Knowing the instantaneous values and the operating time, the actual amount of electricity used can be calculated. As was described above, the instantaneous heat input and the thermal energy generated can be determined from the measured technological parameters. Based on these, the coefficient of performance can be determined easily.

Figure 6 shows that the coefficient of performance was determined both for the heating and the holding stage. It can also be seen from the figure that, taking into consideration one heating and one holding stage, the „overall” coefficient of performance of the experimental system was determined as well.

In practice, in accordance with the technological parameters, the system is heated up at the beginning of the shift, and then several holding stages are added to the production, depending on the final products to be manufactured in the plant.

With our experimental settings, we would like to draw attention to the fact that significant amounts of energy can be saved by a well-designed plant technology, by adequate scheduling of daily production, and by decreasing the number of unnecessary heating stages.

One of the first steps of the increasingly fashionable energy audits is the mapping out of the efficiency of energy systems. Based on existing data, the goal is to improve the efficiency of operation.

Energy optimization is usually aimed at reducing expenditure, however, in the food industry, safety and quality are of primary importance.

Based on these, it is not enough to search for an energy optimum, meaning minimum energy consumption, it is advisable to support the effectiveness of our milk pasteurization technology using microbiological analyses, such as the above-mentioned peroxidase enzyme inactivity test.

10. Conclusions

As a result of the food safety and energetics analysis of the heat treatment of cow's milk it can be said that the heat treatment of the product is influenced by numerous factors. If the physical, chemical and microbiological characteristics of milk are known, as well as the energy efficiency of the available heat treatment process, then our production process can be optimized in accordance with food safety regu-

lations. During the optimization, by taking into consideration the results of the accepted peroxidase enzyme inactivity tests, the efficiency of our system can be improved, making our production cost-effective.

Currently, we are working on food analytical measurement methods enabling further technological optimization, aimed at following the physical parameters of milk (e.g., conductivity, pH, redox potential), built into the technology. Characteristics measured during the technological process provide an opportunity to improve the quality of the final product.

Regarding the relationship between one of the physical parameters of milk, its conductivity, and the efficiency of the heat treatment, there is currently no sufficient number of test results available. However, we are able to differentiate between raw milk and differently heat-treated milk, based on conductivity. Verification of the procedure is still under way.

11. Acknowledgement

Our research and measurements are carried out at Szert István University, at the University of Veterinary Medicine and with the help of the instruments and staff of Agrometál-Food-Tech Kft.

12. References

- [1] Császár G., Unger A. (2005): A minőségi tejtermelés alapjai. Kiadó: Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet, 2005, Mosonmagyaróvár
- [2] Fenyvessy J., Csanádi J., Csapó J., Csapó-Kiss Zs., (2014): Tejipari technológia Scientia Kiadó, Kolozsvár, pp. 424.
- [3] Géczi G., Korzenszky P., Horváth M. (2013): A tehéntej hagyományos pasztörözésének és mikrohullámú kezelésének összehasonlítása, Magyar Állatorvosok Lapja 135:(9) pp. 557-564.
- [4] Hanko Vilmos (1901): Régi magyar tudósok és feltalálók. Bp., pp. 46–47.
- [5] Kacz Károly (2011): Az állattartás műszaki ismeretei, A tej pasztörözése. <http://www.tankonyvtar.hu> Acquired: 23. 06. 2016
- [6] Kukovics Sándor (2009): A tej szerepe a humán táplálkozásban. Melánia Kiadó, 2009, Budapest, ISBN 978-963-9740-15-0; 638. p.
- [7] Korzenszky P., Sembery P., Géczi G. (2013): Microwave Milk Pasteurization without Food Safety Risk, Potravinarstvo 7:(1) pp. 45-48.
- [8] Korzenszky P., Géczi G. (2012): Heat pump application in food technology, journal of microbiology biotechnology and food sciences 2: pp. 493-500.
- [9] Laczay Péter (2013): Élelmiszer-higiéna. Élelmiszerlánc-biztonság. Mezőgazda Kiadó, 2013, Budapest
- [10] Meixner Richard (2015): Tej hőkezelés hatásfokának optimalizálása. SZIE GEK, TDK dolgozat, 2015, Gödöllő
- [11] Seregi J., Kovács Á. (2014): Data on the importance of goat milk and meat in human nutrition. Sustainable Goat Breeding and Goat Farming in Central and Eastern European Countries. European Regional Conference on Goats. FAO of the United Nations. p195-201.
- [12] Physical Properties of Milk (2016): Food Science. University of Guelph, Canada <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/physical-properties-milk>
- [13] The importance of milk and dairy products as part of a healthy balanced diet. The Dairy Council. <https://www.milk.co.uk/nutritious-dairy/> Acquired: 23. 06. 2016
- [14] 605/2010/EU rendelet (2010. július 2.) az emberi fogyasztásra szánt nyers tej és tejtermékek Európai Unióba történő beléptetésére vonatkozó állat-egészségügyi és közegészségügyi feltételek, illetve a szükséges állat-egészségügyi bizonyítvány megállapításáról, 3. cikk
- [15] 853/2004/ EK Rendelet az állati eredetű élelmiszerek különleges higiéniai szabályainak megállapításáról
- [16] 2017/185 Rendelet (2017. február 2.) 853/2004/EK és a 854/2004/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet egyes rendelkezéseinek alkalmazására vonatkozó átmeneti intézkedések megállapításáról
- [17] Energiairányítási rendszerek. Követelmények és alkalmazási útmutató (MSZ EN ISO 50001:2012) Energy management systems. Requirements with guidance for use (ISO 50001:2011)

Kurucz Csilla¹

Nemzeti szabványosítási hírek

2017. évben honosítás alatt álló európai/nemzetközi szabványok:

ICS 07.100.30 Élelmiszer-mikrobiológia

EN ISO 11290-1:2017 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a *Listeria monocytogenes* és a *Listeria spp.* kimutatására és számlálására. 1. rész: Kimutatási módszer (ISO 11290-1:2017)

EN ISO 11290-2:2017 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a *Listeria monocytogenes* és a *Listeria spp.* kimutatására és számlálására. 2. rész: Számlálási módszer (ISO 11290-2:2017)

ISO 10272-2:2017 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a *Campylobacter spp.* kimutatására és számlálására. 2. rész: Telepszámlálós módszer

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

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: kido@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.

2017. június–2017. augusztus hónapban bevezetett szabványok:

07.060

MSZ EN 16870:2017 Vízminőség. Útmutató a tavi hidromorfológiai változások mértékének meghatározásához

07.100.20 Víz mikrobiológiája

MSZ EN ISO 9308-1:2014/A1:2017 Vízminőség. Az *Escherichia coli* és a coliform baktériumok kimutatása. 1. rész: Membránszűrőes módszer kis háttérterhelésű vizekre (ISO 9308-1:2014/Amd 1:2016) (magyar nyelven megjelent)

07.100.30 Élelmiszer-mikrobiológia

MSZ EN ISO 6579-1:2017 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a *Salmonella* kimutatására, számlálására és szerotipizálására. 1. rész: A *Salmonella spp.* kimutatása (ISO 6579-1:2017) (magyar nyelven megjelent)

MSZ EN ISO 6887-1:2017 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. A vizsgálati minták, az alapszuszpénzió és a decimális hígítások elkészítése mikrobiológiai vizsgálathoz. 1. rész: Az alapszuszpénzió és a decimális hígítások elkészítésének általános szabályai (ISO 6887-1:2017), amely visszavonta az MSZ EN ISO 6887-1:2000-et

MSZ EN ISO 6887-2:2017 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. A vizsgálati minták, az alapszuszpénzió és a decimális hígítások elkészítése mikrobiológiai vizsgálathoz. 2. rész: A hús és hústermékek előkészítésének specifikus szabályai (ISO 6887-2:2017), amely visszavonta az MSZ EN ISO 6887-2:2004-et

MSZ EN ISO 6887-3:2017 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. A vizsgálati minták, az alapszuszpénzió és a decimális hígítások elkészítése mikrobiológiai vizsgálathoz. 3. rész: A hal és halászati termékek előkészítésének specifikus szabályai (ISO 6887-3:2017), amely visszavonta az MSZ EN ISO 6887-3:2004-et

MSZ EN ISO 6887-4:2017 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. A vizsgálati minták, az alapszuszpénzió és a decimális hígítások elkészítése mikrobiológiai vizsgálathoz. 4. rész: Különféle termékek előkészítésének specifikus szabályai (ISO 6887-4:2017), amely visszavonta az MSZ EN ISO 6887-4:2012-öt

MSZ EN ISO 10273:2017 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a patogén *Yersinia enterocolitica* kimutatására (ISO 10273:2017), amely visszavonta az MSZ EN ISO 10273:2004-et

MSZ EN ISO 15216-1:2017 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a Hepatitis A és a norovírus meghatározására valós idejű RT-PCR-rel. 1. rész: Mennyiségi meghatározási módszer (ISO 15216-1:2017)

MSZ EN ISO 16654:2001/A1:2017 Élelmiszerek és takarmányok mikrobiológiája. Horizontális módszer az *Escherichia coli* O 157 kimutatására. 1. módosítás: B melléklet: A körvizsgálatok eredményei (ISO 16654:2001/Amd 1:2017)

¹ Magyar Szabványügyi Testület (MSZT)

¹ Hungarian Standards Institution

MSZ EN ISO 22964:2017 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a *Cronobacter* spp. kimutatására (ISO 22964:2017)

07.100.40 Kozmetikai mikrobiológia

MSZ EN ISO 29621:2017 Kozmetika. Mikrobiológia. Útmutatók a kockázatértékeléshez és a mikrobiológiailag kis kockázattal bíró termékek azonosításához (ISO 29621:2017), amely visszavonta az MSZ EN ISO 29621:2011-et

13.060.50 Víz vizsgálata vegyi anyagokra

MSZ EN 16693:2016 Vízminőség. A szerves klórtartalmú peszticidok (OCP) meghatározása a teljes vízmintában. Szilárd fázisú extrakció (SPE) SPE-korongokkal, gázkromatográfiás-tömegspektrometriás módszerrel (GC-MS) (magyar nyelven megjelent)

65.120 Takarmányanyagok

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

ICS 67 Élelmiszeripar

67.050 Élelmiszertermékek vizsgálatának és elemzésének általános módszerei

MSZ EN 16858:2017 Élelmiszerek. A melamin és a cianursav meghatározása élelmiszerekben folyadék-kromatográfiával és tandem-tömegspektrometriával (LC-MS/MS)

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

67.060 Gabonafélék, hüvelyesek és a belőlük származó termékek

MSZ 6180:2017 Kukorica malomipari felhasználási célra, amely visszavonta az MSZ 6180:1980-at

MSZ 6193:2017 Tönkölybúza élelmezési célra

MSZ 6252:2017 Triticálé élelmezési célra

MSZ 6273:2017 Cirok élelmezési célra

MSZ 6342:2017 Rózsa élelmezési célra, amely visszavonta az MSZ 6342:1984-et

MSZ 6383:2017 Búza és durumbúza élelmezési célra, amely visszavonta az MSZ 6383:2012-öt

MSZ EN 16923:2017 Élelmiszerek. A T-2 toxin és a HT-2 toxin meghatározása gabonafélékben, valamint csecsemőknek és kisgyermeknek szánt gabona-termékekben, SPE-tisztítást követő LC-MS/MS-sel

MSZ EN ISO 5529:2010 Búza. A szedimentációs index meghatározása. Zeleny-teszt (ISO 5529:2007)

(magyar nyelven megjelent)

67.160.10 Alkoholos italok

MSZ EN 16852:2017 Élelmiszerek. Az etil-karbamát meghatározása csonthéjas gyümölcsökből készült szeszes italokból, gyümölcstörkölyből és más szeszes italokból. GC-MS módszer

67.160.20 Nem alkoholos italok

MSZ EN 16857:2017 Élelmiszerek. A benzol meghatározása üdítőitalokból, egyéb italokból és zöld-ségalapú bébiételekből gőztér-analízises gázkromatográfiás tömegspektrometriával (HS-GC-MS)

67.200.10 Állati és növényi zsírok és olajok

MSZ EN 16924:2017 Élelmiszerek. A zearalenon meghatározása növényi ételajlokból LC-FLD-vel vagy LC-MS/MS-sel

MSZ EN ISO 3656:2011/A1:2017 Állati és növényi zsírok és olajok. Specifikus UV-extinkcióként kifejezett ultraibolya-abszorbancia meghatározása. 1. módosítás (ISO 3656:2011/Amd 1:2017)

MSZ EN ISO 6320:2017 Állati és növényi zsírok és olajok. A törésmutató meghatározása (ISO 6320:2017), amely visszavonta az MSZ EN ISO 6320:2000-et

MSZ EN ISO 12966-2:2017 Állati és növényi zsírok és olajok. Zsírsav-metil-észterek gázkromatográfiás meghatározása. 2. rész: A zsírsav-metil-észterek előállítása (ISO 12966-2:2017), amely visszavonta az MSZ EN ISO 12966-2:2011-et

MSZ EN ISO 15302:2017 Állati és növényi zsírok és olajok. A benz[a]pirén meghatározása. Fordított fázisú, nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás módszer (ISO 15302:2017), amely visszavonta az MSZ EN ISO 15302:2010-et

67.200.20 Olajmagvak

MSZ 6190:2017 Nagy olajsavtartalmú napraforgó-mag növényolajipari célra

MSZ 6361:2017 Olajlenmag növényolajipari célra, amely visszavonta az MSZ 6361:1984-et

67.240 Érzékszervi vizsgálat

MSZ EN ISO 11136:2017 Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Általános útmutató a kedveltségi vizsgálatok levezetésére ellenőrzött területen, fogyasztókkal (ISO 11136:2014)

2017. június–2017. augusztus hónapban helyesbített szabvány:

MSZ EN ISO 6865:2001 Takarmányok. A nyersrost-tartalom meghatározása. Közberső szűrés módszer (ISO 6865:2000)

Review of national standardization

The following European/International standards are published in Hungarian in 2017:

ICS 07.100.30 Food microbiology

EN ISO 11290-1:2017 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* and of *Listeria* spp. Part 1: Detection method (ISO 11290-1:2017)

EN ISO 11290-2:2017 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* and of *Listeria* spp. Part 2: Enumeration method (ISO 11290-2:2017)

ISO 10272-2:2017 Microbiology of the food chain. Horizontal method for detection and enumeration of *Campylobacter* spp. Part 2: Colony-count technique

ISO 21528-2:2017 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection and enumeration of *Enterobacteriaceae*. Part 2: Colony-count technique (ISO 21528-2:2017)

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 June, 2017 to August, 2017

07.060

MSZ EN 16870:2017 Water quality. Guidance standard on determining the degree of modification of lake hydromorphology

07.100.20 Microbiology of water

MSZ EN ISO 9308-1:2014/A1:2017 Water quality. Enumeration of *Escherichia coli* and coliform bacteria. Part 1: Membrane filtration method for waters with low bacterial background flora (ISO 9308-1:2014/Amd 1:2016) (published in Hungarian)

ICS 07.100.30 Food microbiology

MSZ EN ISO 6579-1:2017 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella*. Part 1: Detection of *Salmonella* spp. (ISO 6579-1:2017) (published in Hungarian)

MSZ EN ISO 6887-1:2017 Microbiology of the food chain. Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination. Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions

(ISO 6887-1:2017) which has withdrawn the MSZ EN ISO 6887-1:2000

MSZ EN ISO 6887-2:2017 Microbiology of the food chain. Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination. Part 2: Specific rules for the preparation of meat and meat products (ISO 6887-2:2017) which has withdrawn the MSZ EN ISO 6887-2:2004

MSZ EN ISO 6887-3:2017 Microbiology of the food chain. Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination. Part 3: Specific rules for the preparation of fish and fishery products (ISO 6887-3:2017) which has withdrawn the MSZ EN ISO 6887-3:2004

MSZ EN ISO 6887-4:2017 Microbiology of the food chain. Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination. Part 4: Specific rules for the preparation of miscellaneous products (ISO 6887-4:2017) which has withdrawn the MSZ EN ISO 6887-4:2012

MSZ EN ISO 10273:2017 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection of pathogenic *Yersinia enterocolitica* (ISO 10273:2017) which has withdrawn the MSZ EN ISO 10273:2004

MSZ EN ISO 15216-1:2017 Microbiology of the food chain. Horizontal method for determination of hepatitis A virus and norovirus using real-time RT-PCR. Part 1: Method for quantification (ISO 15216-1:2017)

MSZ EN ISO 16654:2001/A1:2017 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the detection of *Escherichia coli* O157. Amendment 1: Annex B: Result of interlaboratory studies (ISO 16654:2001/Amd 1:2017)

MSZ EN ISO 22964:2017 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection of *Cronobacter* spp. (ISO 22964:2017)

07.100.40 Cosmetics microbiology

MSZ EN ISO 29621:2017 Cosmetics. Microbiology. Guidelines for the risk assessment and identification of microbiologically low-risk products (ISO 29621:2017) which has withdrawn the MSZ EN ISO 29621:2011

13.060.50 Examination of water for chemical substances

MSZ EN 16693:2016 Water quality. Determination of organochlorine pesticides (OCP) in whole water samples. Method using solid phase extraction (SPE) with SPE-disks combined with gas chromatography mass spectrometry (GC-MS) (published in Hungarian)

65.120 Animal feeding stuffs

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

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

67.050 General methods of tests and analysis for food products

MSZ EN 16858:2017 Foodstuffs. Determination of melamine and cyanuric acid in foodstuffs by liquid chromatography and tandem mass spectrometry (LC-MS/MS)

67.060 Cereals, pulses and derived products

MSZ 6180:2017 Corn flour which has withdrawn the MSZ 6180:1980

MSZ 6193:2017 Spelt wheat for human consumption

MSZ 6273:2017 Sorghum for human consumption

MSZ 6342:2017 Rye for human consumption which has withdrawn the MSZ 6342:1984

MSZ 6383:2017 Food grade wheat and durum wheat which has withdrawn the MSZ 6383:2012

MSZ EN 16923:2017 Foodstuffs. Determination of T-2 toxin and HT-2 toxin in cereals and cereal products for infants and young children by LC-MS/MS after SPE cleanup

MSZ EN ISO 5529:2010 Wheat. Determination of the sedimentation index. Zeleny test (ISO 5529:2007) (published in Hungarian)

67.160.10 Alcoholic beverages

MSZ EN 16852:2017 Foodstuffs. Determination of ethyl carbamate in stone fruit spirits, fruit marc spirits and other spirit drinks. GC-MS method

67.160.20 Non-alcoholic beverages

MSZ EN 16857:2017 Foodstuffs. Determination of benzene in soft drinks, other beverages and vegetable-based infant foods by headspace gas chromatography mass spectrometry (HS-GC-MS)

67.200.10 Animal and vegetable fats and oils

MSZ EN 16924:2017 Foodstuffs. Determination of zearalenone in edible vegetable oils by LC-FLD or LC-MS/MS

MSZ EN ISO 3656:2011/A1:2017 Animal and vegetable fats and oils. Determination of ultraviolet absorbance expressed as specific UV extinction.

Amendment 1 (ISO 3656:2011/Amd 1:2017)

MSZ EN ISO 6320:2017 Animal and vegetable fats and oils. Determination of refractive index (ISO 6320:2017) which has withdrawn the MSZ EN ISO 6320:2000

MSZ EN ISO 12966-2:2017 Animal and vegetable fats and oils. Gas chromatography of fatty acid methyl esters. Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids (ISO 12966-2:2017) which has withdrawn the MSZ EN ISO 12966-2:2011

MSZ EN ISO 15302:2017 Animal and vegetable fats and oils. Determination of benzo[a]pyrene. Reverse-phase high performance liquid chromatography method (ISO 15302:2017) which has withdrawn the MSZ EN ISO 15302:2010

67.200.20 Oilseeds

MSZ 6190:2017 High oleic sunflower seed for edible oil processing

MSZ 6361:2017 Linseeds for industrial purposes which has withdrawn the MSZ 6361:1984

67.240 Sensory analysis

MSZ EN ISO 11136:2017 Sensory analysis. Methodology. General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area (ISO 11136:2014)

Corrected national standard from June, 2017 to August, 2017

MSZ EN ISO 6865:2001 Animal feeding stuffs. Determination of crude fibre content. Method with intermediate filtration (ISO 6865:2000)

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



Kulcsfontosságú a méhek védelme



A méhektől és más beporzóktól függ az emberiség élelmének 30-35 százaléka. Az ökoszisztémák átalakítása és kihasználása az intenzív mezőgazdálkodás érdekében azonban világszerte károsan hat a beporzókra. Erre válaszolnak a szakemberek abban a tanulmányban, amelynek egyik szerzője Kovács-Hostyánszki Anikó, az MTA Ökológiai Kutatóközpont Lendület Ökoszisztéma-szolgáltatás Kutatócsoport munkatársa.

A beporzók és a beporzás helyzetéről, vagyis a pollinációról szóló első átfogó nemzetközi jelentést 2016 februárjában hozta nyilvánosságra az IPBES (Intergovernmental Platform for Biodiversity and Ecosystem Services) nemzetközi kormányközi testület. A dokumentum szerint egyes vad beporzó fajok populációi és a házi méhek száma is jelentősen csökkenőben van a világ számos táján, holott szerepük ökológiai és gazdasági szempontból egyaránt nélkülözhetetlen. A zárvatermőknek több mint 80, a globálisan száz legfontosabb termesztett növényfajnak pedig 75 százaléka igényli a beporzók közreműködését a sikeres beporzáshoz. A termesztett növények körében ez az igény az elmúlt évtizedekben egy nagyságrenddel nőtt.

Kovács-Hostyánszki Anikó, az MTA Ökológiai Kutatóközpont Lendület Ökoszisztéma-szolgáltatás Kutatócsoport munkatársa, az IPBES-jelentés egyik vezető szerzője és kollégái egy áttekintő cikkben vetették sorra a tájhasználat-változás és a mezőgazdasági művelés beporzókra és beporzásra gyakorolt hatását és kockázatait.

Az ökológiai intenzifikáció többek között olyan művelési és tájhasználati intézkedéseket, megoldásokat jelent, mint például a vegyes vetésszerkezet, a vetésforgó, a kistáblás művelés, a mozaikos vetésszerkezet, a gazdag és változatos virágforrások biztosítása a táblaszegélyek mentén és a művelt területek között, visszafogott vegyszerhasználat, a gyepterületek megfelelő intenzitású és ütemezésű legeltetése, kaszálása.

Mindez megfelelő intézményi és technikai hátteret, a kutatók, agronómusok, mezőgazdaságban dolgozók, döntéshozatali szervek és civilszervezetek együttműködését igényli, és nem utolsósorban közös tudásbázist feltételez. A cél a beporzó közösségek változatosságának és gazdagságának védelme és fenntartása, ami segíti a terméshozamok növelését, a hatékonyabb gyümölcs- és magtermesztést, tágabb értelemben pedig a globális fenntartható fejlődési célok elérését az élelmiszer-biztonság, a tájhasználat és a biodiverzitás megóvása terén.

Forrás: Orient Press Hírügynökség

Megváltoztak a kenyér élelmiszerkönyvi előírásai

Módosult a Magyar Élelmiszerkönyv kötelező előírásairól szóló rendelet, amely kitér a sütőipari termékek előírására is, ennek köszönhetően jobb minőségű kenyerek és pékáruk készülhetnek - közölte a Földművelésügyi Minisztérium.

A szaktárca az MTI-hez kedden eljuttatott közleményében ismerteti: új szabályok vonatkoznak a kenyerek összetételére és fajtáira, bővült a védett termékek listája.

Az új előírás 15-féle kenyér esetében szabályozza az összetételt. Az összetevők közé bekerültek a magas vitamin-, fehérje- és rosttartalmú álgabonák.

Az élelmiszerkönyv felsorolja a védett elnevezésű termékeket, például a tejes tésztából készült péksüteményeket, a leveles tésztából készült finom pékárukat. A rendelet értelmében a védett elnevezéseket csak akkor lehet használni, ha a termékek megfelelnek az élelmiszerkönyvben rögzített követelményeknek – mutat rá a közlemény.

Forrás: MTI



Kihirdették Magyarország Cukormentes¹ Tortáját



Varga Margit cukrász hozzáadott cukor nélkül készült tortája nyerte a Magyarország Cukormentes Tortája versenyt, amelyet az Egy Csepp Figyelem Alapítvány minden évben a Magyar Cukrász Iparosok Országos Ipartestületével együtt hirdet meg. A Pöttyös Panni győzelmét az Országházban jelentették be a Magyarország Tortájával és az augusztus 20-i ünnepi programok ismertetésével együtt. A tortát az idén is a független élelmiszer-vizsgáló laboratóriumot is működtető WESSLING Hungary Kft. vizsgálta.

Idén hatodik alkalommal írta ki az Egy Csepp Figyelem Alapítvány és a Magyar Cukrász Iparosok Országos Ipartestülete a Magyarország Cukormentes¹ Tortája versenyt, amelyre az ország bármely cukrászdája és vendéglátó egysége nevezhetett. A cukrászok a Magyar Dietetikusok Országos Szövetsége által jóváhagyott alapanyaglistából válogathattak. A verseny győztese a Pöttyös Panni lett, melyet a budapesti Zazzi Cukrászda alkotott meg.

A torta nem tartalmaz hozzáadott cukrot és fehér lisztet, az üde málna mousse kellemesen savanykás ízét finoman kiegészíti a szilva réteg édessége.

A Pöttyös Panni alacsony szénhidrát-tartalmú, a kiegyensúlyozott étrendbe illeszthető könnyű finomság melyet bátran fogyaszthatnak a cukorbeteg is. A Magyar Dietetikusok Országos Szövetsége számításai alapján egy szelet torta 6 g szénhidrátot és 167 kcal-t (699 kJ) tartalmaz. A vizsgálatokat a WESSLING Hungary Kft., független élelmiszer-vizsgáló laboratórium végezte, mégpedig ingyenesen, hiszen - ahogy az a cég jelmondatában is szerepel - legfontosabb feladatának az élet minőségének szolgálatát, javítását tartja.

Az Egy Csepp Figyelem Alapítvány célja a versennyel az, hogy felhívja a cukrászok figyelmét a kiegyensúlyozott étrendbe illeszthető, hozzáadott cukrot nem tartalmazó sütemények iránti növekvő igényre.

¹ Hozzáadott cukor nélküli

A Magyarország Tortája idén a Balatoni Habos Mogyoró lett, amit Vaslóczi Orsolya készített. A két győztes tortát a nagyközönség először augusztus 19-én és 20-án, Budapesten, a Magyar Ízek Utcáján köstölhatja meg.

Mikroséfek és otthoni érelés – érdekeségek a Laboratorium.hu-n

Mitől lesz egy hús ízletes és porhanyós? A legfontosabb a hús minősége, ám a kémiai folyamatok az állat levágását követően sem állnak le. Miről árulkozik a hús színe és az állaga? Mi köze a vízmegtartó képességnek a hullamerevséghez? Hogyan érleljünk otthon, házilag? Mindez kiderül a Laboratorium.hu legfrissebb konyhakémiai cikkéből.

A hús omlósságáért, porhanyósságáért többek között az állat fajtája, kora, neme, táplálása, fizikai igénybevétele, izomfajtája, egészségi állapota, a vágás körülményei, a vágás előtti stressz, a kábítás eszköze, illetve a kivézetés mértéke is felelősek – olvasható a WESSLING Közhasznú Nonprofit Kft. által fenntartott Laboratorium.hu weboldalon.

A tudományos ismeretterjesztő portálon mindenki számára érthető formában mutatják be a laboratóriumi vizsgálatokat, mindemellett fontos, közérdekű információkat is közölnek.

Egy másik cikkükben a „konyhai mikroséfelekről” írnak, azokról az organizmusokról, hasznos bacilusokról, mikrogombákról, amelyek nélkül egyhangúbb lenne a táplálkozásunk. A kenyér, a sör, a bor, a joghurt és a sajt sem létezne e „mikroséfek” nélkül!

A Laboratorium.hu cikkéből kiderül, hogy milyen biokémiai folyamatok játszódnak le hatásukra, melyikért melyik a felelős.



A NÉBIH hírei



A szójaitalok is terítékre kerültek a NÉBIH Szupermenta tesztjén

15 szójaitalt ellenőrzött Szupermenta terméktesztjén a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH). A natúr növényi italok esetleges tejfehérje-, laktóz- és gluténtartalmát is vizsgálták a hatóság laboratóriumaiban. A jelölési problémákon kívül egyéb hibát nem tárt fel a tejpótlók tesztje.



A növényi italok alternatív megoldást jelenthetnek a tehéntej helyettesítésére a tejfehérje-allergiában, illetve laktóz-intoleranciában szenvedők számára, emiatt egyre nagyobb teret hódítanak. Ehhez a trendhez igazodva összesen 15 natúr, külföldön gyártott szójaital komplex ellenőrzését végezték el a NÉBIH szakemberei a Szupermenta termékteszt keretében. A laboratóriumi vizsgálatok során a termékek tejfehérje-, laktóz-, glutén-, fehérje-, vitamin-, kalcium- és GMO-tartalmát mérték.

Mivel a glutén-szennyezettség és a laktóztartalom kockázatot jelenthet az arra érzékenyeknek, a "gluténmentes" és/vagy "laktózmentes" felirattal ellátott szójaitalok esetében a termékek laktóz- és gluténtartalmát is vizsgálták. Az eredmények alapján kifogás nem merült fel. További pozitívum, hogy tejfehérje jelenléte sem volt kimutatható egyetlen mintában sem.

A vizsgált 15 szójaitalból 6 jelölésén utaltak a kalcium jelentős mennyiségére, 3 esetben pedig hozzáadott vitamintartalomra vonatkozó információ szerepelt a csomagoláson. Az ellenőrzés során valamennyi termék megfelelőnek bizonyult.

A szakemberek ellenőrizték mind a 15 termék GMO-, valamint fehérjetartalmát is. Jó hír, hogy GMO egyet-

len esetben sem volt kimutatható, míg a tápértékjelölésben szereplő fehérjetartalom mindegyiknél összhangban volt a valós mennyiséggel.

A jelölés tekintetében ezúttal 15 termékből 10 esetben merült fel valamilyen szabálytalanság. Jellemző hiba volt a tárolási feltétel helytelen megjelenítése vagy a termék kezelésére (UHT) való utalás hibás feltüntetése. A tápértékjelöléssel és a magyar nyelvű címkével szemben is merültek fel kifogások. A jelölési hiányosságok miatt a NÉBIH a termékek forgalmazóit figyelmeztetésben részesíti, és kötelezi a hibák kijavítására.

A termékcsoport megnevezését minden esetben megfelelően alkalmazták a forgalmazók. A vizsgált termékek közül egyiket sem tüntették fel helytelenül „szójatejként”, hanem mind a 15 dobozon a helyes, „szójaital” megnevezés szerepelt.

A kedveltségi vizsgálat ezúttal sem maradt el. Laikus és szakértő kóstolók pontozták az italok külső megjelenését, színét, ízét, illatát és állományát. Az értékelések alapján a megmérettetésen első lett az Alpro, második az Alpro bio, harmadik pedig a Happy Soya szójaital.

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

Súlyos higiéniai hiányosságok miatt zárt be egy budapesti pékséget a NÉBIH

Súlyos élelmiszer-biztonsági és higiéniai hiányosságok miatt azonnali hatállyal felfüggesztette egy budapesti pékség működését a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH). A helyszíni ellenőrzés során csaknem 60 kg lejárt, illetve nem nyomon követhető élelmiszer-alapanyagot is kivontak a forgalomból a hatóság szakemberei.

A Budapest III. kerületében működő sütőüzemben 7 lejárt minőségmegőrzési idejű és 3 jelöletlen, nem nyomon követhető élelmiszer-alapanyag forgalomból való kivonását és felhasználásának megtiltását rendelte el a NÉBIH.

A pékségben a higiéniai körülmények sem voltak megfelelőek. A sütőüzem gazdasági folyosóján hiányos, az áruszállító kocsik vonalában a tégláig lepótlott vakolattal, a technológiai helyiségekben töredezett, rosszul takarítható csempepadozattal szembesültek az ellenőrök.

A funkcionális eszközök, gépek, berendezések rozsdások, takarítatlanok voltak, a gépszírral erősen szennyezett zsemleosztó berendezés a terméket is szennyezte. A dagasztó-sütő helyiség mennyezetének lepergő vakolata a készáru minőségét veszélyez-

tette, az ugyanitt található mosdókagylóból nyitott vödörbe folyt a szennyvíz. A technológiai helyiségek kézmosói nem voltak felszerelve a higiénikus kézmosáshoz szükséges eszközökkel.

Az egység több helyiségében penész és pókháló fedte a falakat, illetve a padozatot, melynek alapos takarítását az ott tárolt használaton kívüli, főlegesen eszközök miatt nem lehetett megoldani. Az adalékanyag-raktárban, a dagasztó-sütő, valamint a zsemlekészítő süteményes helyiségben rovarokat, illetve rágszálóürüléket és egereket láttak az ellenőrök.

Tovább növelte a szabályszegések számát, hogy a bemutatott gyártmánylapokat nem aktualizálták az időközben történt élelmiszerkönyvi változásoknak megfelelően, valamint a HACCP dokumentációhoz tartozó napi ellenőrzési lapokat sem vezették már egy hónapja. A sütőüzemben valamennyi dolgozójának lejárt az egészségügyi kiskönyve.

A súlyos élelmiszer-biztonsági hiányosságok miatt a NÉBIH azonnal hatállyal elrendelte a sütőüzem működésének felfüggesztését. A hatósági eljárás folyamatban van, az ügyben több százezer forintos bírság várható.

A sütőüzem csak a hiányosságok felszámolása és az újabb hatósági ellenőrzés után folytathatja a tevékenységét.

Az érintett egység adatai elérhetők a NÉBIH jogsértésekről tájékoztató oldalán.

Vegyes eredménnyel zártak a kékfrankos rozék



A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) Szupermenta sorozatának újabb állomásaként a 2016-os évjáratú, száraz kékfrankos rozékat ellenőrizték a hivatal szakemberei. Összesen 28 terméket vizsgáltak élelmiszerbiztonsági, minőségi és kedveltségi szempontok mentén. Az összkép megfelelő volt, de akadtak jelölési hiányosságok.

A rozé bor napjainkban nagy népszerűségnek örvend, ahogyan a belőle készülő fröccs is a nyár egyik slágerterméke. A kereskedelmi áruházláncok kínálatán alapján összesen 28 kékfrankos rozét vizsgáltak a hivatal munkatársai. Valamennyi 2016-os évjáratú, száraz bor volt. A NÉBIH referencia laboratóriumában – többek között – a termékek tényleges- és összes alkoholtartalmát, hamutartalmát, valamint aszkorbinsavtartalmát is mérték.

Ellenőrizték továbbá, hogy a borok színezéséhez használtak-e nem megengedett mesterséges vagy természetes színezéket a gyártók, illetve hogy kimutatható-e idegen cukor a termékekben. Jó hír, hogy a rozé borok egyetlen esetben sem tartalmaztak sem mesterséges, sem hozzáadott természetes színezéket. A 6 terméken szűrőpróbaszerűen elvégzett NMR és izotóparány vizsgálatok eredményei alapján a termékek cukoreredete is megfelelt.

Kijelenthető tehát, hogy a vizsgált rozé borok beltartalmi és élelmiszer-biztonsági jellemzői megfeleltek az előírásoknak.

A címkék ellenőrzése során a 28 ital közül 3 estben találtak jelölési pontatlanságokat a borászati felügyelők. Az egyik tételnél például a címkén feltüntetett értéknél magasabb alkoholtartalmat mértek. A hiányosságok miatt a gyártókat figyelmeztetésben részesíti a NÉBIH.

Ha Szupermenta termékteszt, akkor a kedveltségi vizsgálat sem maradhatott el, melynek során szakértők és borkedvelő laikusok bírálták a rozékat. Az értékelők a termékeket külső megjelenésük, színük, illatintenzitásuk, ízük, zamatuk és összbenyomásuk szerint pontozták.

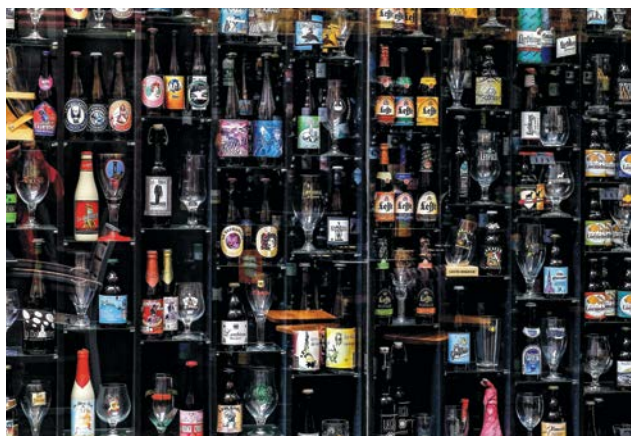
A kóstolók kedvence a Molnár Mátrai Kékfrankos Rosé lett. A Szupermenta rangsorban másodikként végzett a Gedeon Birtok Kékfrankos Rosé. A dobogósok sorát harmadik helyen a Babarcsi Szőlőbirtok Pannonhalmi Kékfrankos Rozé zárta.

További információk és a részletes vizsgálati eredmények elérhetők a NÉBIH Szupermenta termékteszt oldalán: <http://szupermenta.hu/konnyed-termekteszt-a-forro-nyari-napokra/>

Hatnapos ellenőrzés-sorozatot tartott a fővárosi szórakozónegyedben a NAV és a NÉBIH

A Nemzeti Adó- és Vámhivatal (NAV) szervezésében hatnapos célellenőrzést tartottak a NAV és a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) szakemberei Budapest VI. és VII. kerületeinek vendéglátó- és szórakozóhelyein. A razzia során 43 egységet ellenőriztek, 169 alkoholos termék

tételt zároltak és 47 hatósági eljárás indult. Egy vendéglátóhely esetében a teljes körű működést, míg további 6 üzletben az ételkészítő tevékenységet függesztették fel azonnali hatállyal a NÉBIH ellenőrei. A hivatal laboratóriumában 20 alkoholos termék mintát vizsgáltak, amelyekből 3 terméknel találtak analitikai problémát a szakemberek.



A május 30-tól június 4-ig tartó közös akciósorozatban a fővárosi szórakozónegyed üzleteit vették górcső alá a VI. és VII. kerületben NAV és a NÉBIH felügyelői. A helyszíni ellenőrzések során tapasztalt jogsértések alapján a NÉBIH összesen 47 hatósági eljárást indított a vendéglátó- és szórakozóhelyekkel, az ital kereskedőkkel és előállítókkal szemben.

Az akció során 169 alkoholos ital tételt zároltak a felügyelők, amelyek közül 11 termék nem tartalmazott egyedi tételazonosítót, míg 158 tétel esetében a palackon feltüntetett azonosítót nem lehetett összeegyeztetni a termékkísérő dokumentumokkal. 235 gyorsmérésből 17 esetben tapasztaltak jelentős eltérést a szeszes italok palackján jelzett, illetve azok valós alkoholtartalma között. 3 szeszesital tétel az előzetes címkebírálaton bukott el, további 2 tétel sört pedig annak lejárt minőség-megőrzési ideje miatt vontak ki a forgalomból. Az ellenőrzések során több esetben jelöletlenül vagy más italkategóriával jelölt palackban tárolt, bontott alkoholos italt foglaltak le a helyszíneken.

A NÉBIH által a vendéglátás élelmiszer-biztonsági előírásai szempontjából ellenőrzött 8 létesítményből 6 esetben azonnali hatállyal felfüggesztették az ételkészítő tevékenységet. A dolgozók szinte sehol nem rendelkeztek érvényes egészségügyi könyvvel, az előkészítést igénylő nyersanyagok feldolgozása szűkös, zsúfolt és higiéniai szempontból erősen kifogásolható körülmények között történt.

Egy vendéglátóhely teljes körű működését – kirívó higiéniai hiányosságok és élelmiszer-biztonságot veszélyeztető okok miatt – azonnali hatállyal felfüggesztették az ellenőrök. Az egységben az egyes helyiségeket nem rendeltetésszerűen használták, a penészes hűtőszekrényben bontott italok sorakoztak, valamint egymás mellett tárolták az élelmiszereket a fagyálló folyadékkal és más bontott vegyszerekkel.

A NÉBIH laboratórium szakemberei 20 alkoholos italt vizsgáltak, amelyek közül háromnál találtak összetételei hibát. A 20 termék kapcsán 3 esetben – nyomon követési, illetve jelölési hiba miatt – figyelmeztetést, míg 5 esetben bírságot szabnak ki szankcióként az ellenőrök. Az ellenőrzések során a vendéglátó egységek üzemeltetői a hatóságokkal együttműködve törekedtek a hibák kijavítására, azonnali megszüntetésére.

Az ellenőrzések tapasztalatai alapján a NÉBIH egy, a termékkísérő dokumentumok helyes kiállítását segítő tájékoztató anyag összeállítását tervezi.

Az érintett egység adatai megtekinthetők a NÉBIH jogsértésekről tájékoztató oldalán.

A kaukázusi kefirek is rangsorba álltak a „Szupermentán”

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) tesztsorozatának következő állomása a kaukázusi kefirek vizsgálata volt. Laboratóriumban mérték a 18 natúr termék fehérje- és zsírtartalmát, ahogyan a csomagolóanyagból történő káros anyag kioldódását is ellenőrizték. A komplex tesztelés ezúttal is magába foglalta a termékek kedveltségi értékelését is.

A kefir olyan savanyított tejtermék, amelynek jellemzőit a Magyar Élelmiszerkönyv szabályozza, jóllehet kaukázusi kefirre vonatkozó egyedi előírás nem található benne. A hivatal által vizsgált 18 különböző márkanevű termékből egyet más uniós tagállamban készítettek, míg tizenhetet hazai üzemekben 8 előállító gyártott.

A szakemberek laboratóriumban mérték a minták fehérje- és zsírtartalmát, továbbá vizsgálták a termékekkel közvetlen kapcsolatba kerülő csomagolóanyagból, azaz a PET palackból és kupakból történő káros anyag kioldódást is. Ezeknek a szempontnak maradéktalanul megfeleltek a vizsgált kaukázusi kefirrek.

Konkrét szabály ugyan nincs a kefir alkoholtartalmára, érdekességként ebből a szempontból is górcső alá vették a termékeket. A vizsgált 18 kaukázusi kefirből 7 esetben kimutathatósági határ feletti etil-alkohol jelentkezett. Természetesen ettől még a kefir nem sorolható az „alkoholos italok” közé, de nagyobb mennyiség elfogyasztása esetén azért érdemes számításba venni.

A Magyar Élelmiszerkönyv savanyú tejtermékekről szóló fejezete pontosan definiálja, hogy a kefirt milyen speciális mikrobatenyészetek hozzáadásával kell készíteni, és hogy élőflórás termék esetében mennyi a minimális, kultúrából származó élő tejsavbaktériumok és élesztők száma.

Az élőcsíraszámra vonatkozó vizsgálatok vegyes eredménnyel záródtak. A Magyar Élelmiszerkönyv kefir vonatkozású előírásainak teljes mértékben csak 2 termék felelt meg. A kötelező, minimális mennyiségű élesztőt minden termékénél sikerült kimutatni, de a tejsavbaktériumok száma 16 kefir esetében alacsonyabb volt az előírt minimális értéknél.

A vizsgálatok továbbra is folyamatban vannak a kifogásolt termékek esetében. Nem megfelelőség esetén, amennyiben bebizonyosodik, hogy a kifogásolt csíraszám az előállítás hiányosságainak következménye, a vállalkozásokat figyelmeztetésben részesíti a NÉBIH.

A terméktesztnek megfelelően ezúttal is sor került a kedveltségi vizsgálatra, amelynek során laikus és szakképzett kóstolók értékelték a termékeket. A külső megjelenés, szín, illat, íz, állomány pontozása alapján alakult ki a Szupermenta rangsora, amelynek nyertese a Danone kaukázusi kefir lett. Másodikként végzett a Milli, míg harmadikként a Sissy márkajelzésű termék.

További információk és a részletes vizsgálati eredmények elérhetők a NÉBIH Szupermenta termékteszt oldalán: <http://szupermenta.hu/a-teszt-lezartult-a-vizsgalat-folytatodik/>

Protection of bees is of key importance

30 to 35 percent of the food of mankind is dependent on bees and other pollinators. However, the transformation and utilization of ecosystems for intensive agricultural activities has a detrimental effect on pollinators. Experts respond to this in a study, one of the authors of which is Anikó Kovács-Hostyánszki, a member of the Lendület (Momentum) Ecosystem Services Research Group of the Center for Ecological Research of the Hungarian Academy of Sciences.

The first comprehensive international report on the status of pollinators and pollination was published in February 2016 by the IPBES (Intergovernmental Platform for Biodiversity and Ecosystem Services). According to the document, the populations of certain wild pollinator species and the number of domestic bees are decreasing significantly throughout the world, even though their role is indispensable both from an ecological and from an economical point of view. More than 80 percent of angiosperms and 75 percent of the world's one hundred most important crops require the assistance of pollinators for successful pollination. Among the crops grown, the demand has increased by an order of magnitude over the last decades.

Anikó Kovács-Hostyánszki, a member of the Lendület Ecosystem Services Research Group of the Center for Ecological Research of the Hungarian Academy of Sciences, one of the lead authors of the IPBES report and her colleagues have discussed the effects and risks of changes in land use and agricultural cultivation on pollinators and pollination in a review article.

Ecological intensification includes methods of cultivation and land use, such as mixed crops, crop rotation, small-scale cultivation, mosaic sowing, ensuring rich and varied sources of flowers along the edges of and among the fields, moderate use of chemicals, adequate intensity and timing of the grazing and mowing of grasslands.

This requires an appropriate institutional and technical background, cooperation of researchers, agronomists, agricultural workers, decision-making bodies and NGOs and, last but not least, requires a common knowledge base. The goal is to protect and maintain the diversity and richness of pollinator communities, helping to increase yields, to make fruit and seed production more efficient and, in a broader sense, to achieve global sustainable development goals in the fields of food safety, land use and biodiversity conservation.

Source: Orient Press Hírügynökség

Hungarian Codex Alimentarius requirements for bread has changed

The decree on the mandatory requirements of the Hungarian Food Codex has been amended, including the requirements for bakery products and, thanks to this, the quality of breads and bakery products could improve – said the Ministry of Agriculture.

The ministry describes in its announcement sent to the MTI on Tuesday: new rules apply to the composition and varieties of bread, and the list of protected products has been extended.

Composition is regulated by the new specification in the case of 15 types of bread. Ingredients now include high vitamin, protein and fiber content pseudocereals.

The food codex lists the products with protected names, for example, pastry made from milk dough, fine baked goods made from filo pastry. Under the regulation, protected names can only be used if the products comply with the requirements of the food codex – points out the announcement.

Source: MTI

Sugar-Free¹ Cake of Hungary Announced

The cake of Margit Varga confectioner, with no added sugar, won the Sugar-Free Cake of Hungary competition, announced each year by the One Drop of Attention Foundation, together with the Hungarian Confectioner Industry Board. The victory of Spotted Annie was announced at the Parliament, together with the announcement of the Cake of Hungary and the program of the August 20 festivities. This year again, the cake was analyzed WESSLING Hungary Kft., operator of an independent food testing laboratory.

The Sugar-Free¹ Cake of Hungary competition, open to all confectioneries and catering businesses, was announced for the sixth time by the One Drop of Attention Foundation and the Hungarian Confectioner Industry Board. Confectioners could choose from a list of ingredients approved by the Hungarian Dietetic Association. The winner of the competition was Spotted Annie, created by the Zazzi Confectionery of Budapest.

The cake contains no added sugar or white flour, the delightfully sour taste of fresh raspberry mousse is gently complemented by the sweetness of the plum layer.

Spotted Annie is a low carbohydrate, light delicacy that can be included in a balanced diet, a cake which can be enjoyed by diabetics as well. Based on the calculations of the Hungarian Dietetic Association, one slice of the cake contains 6 g of carbohydrates and 167 kcal. Analyses were carried out by the independent food testing laboratory of WESSLING Hungary Kft., free of charge, since – as it appears in the company’s motto – its most important task is to serve and improve the quality of life.

With the competition, the goal of the One Drop of Attention Foundation is to draw the attention of confectioners to the increasing demand for cakes that contain no added sugar, which can be included in a balanced diet.

This year, the Cake of Hungary was the Balaton Hazelnut Mousse, prepared by Orsolya Vaslóczki. The two winning cakes will be first available to the general public for tasting on August 19 and 20 at the Street of Hungarian Flavors in Budapest.

Microchefs and home aging – curiosities at Laboratorium.hu

What makes meat delicious and tender? Most important is the quality of the meat, but chemical processes do not stop after the slaughtering of the animal. What do the color and texture of the meat tell you? What does water retention have

¹Without added sugar

to do with rigor mortis? How can we age meat at home? All this is revealed by the latest article of Laboratorium.hu on kitchen chemistry.

The breed of the animal, its age, gender, nutrition, physical condition, muscle type, health status, slaughter conditions, stress before slaughtering, the method of stunning, and the extent of bleeding, among other things, are all responsible for the delicateness and tenderness of meat – this can be read on the Laboratorium.hu website operated by WESSLING Nonprofit Kft.

On the scientific portal, laboratory analyses are presented in a way that is easy to understand for everybody and, in addition, important information of public interest is also provided.

In another article, they write about “kitchen mikrochefs”, about organisms, beneficial bacteria, microfungi, without which our diet would be duller. Bread, beer, wine, yogurt and cheese would not exist without these “microchefs”!

The article of Laboratorium.hu reveals what kind of processes occur because of them, and which one of them is responsible for which process.

NFC SO (NÉBIH) news

Soy drinks included in NFC SO’s Supermint test

15 soy drinks were inspected in the Supermint product test of the National Food Chain Safety Office (NFC SO). Potential milk protein, lactose and gluten contents of the natural vegetable beverages were also analyzed in the authority laboratories. Besides labeling problems, no other faults were found in the milk substitute test.

Vegetable beverages can provide an alternative solution for the substitution of cow’s milk for those suffering from milk protein allergy or lactose intolerance, therefore, they are gaining more and more ground. In line with this trend, complex inspection of a total of 15 natural soy beverages, produced abroad, was carried out by the experts of NFC SO in the Supermint product test. During the laboratory analyses, the milk protein, lactose, gluten, protein, vitamin, calcium and GMO contents of the products were measured.

Since gluten contamination and lactose content may pose a risk to those susceptible, the lactose and gluten contents of the products were also investigated in the case of soy beverages labeled “gluten-free” and/or “lactose-free”. Based on the

results, no problems have been found. Another positive fact is that the presence of milk protein could not be detected in any of the samples.

Of the 15 soy beverages analyzed, the labels of 6 drinks indicated the presence of significant amounts of calcium, and in 3 cases there was information on the packaging regarding added vitamin content. During the inspection, all products proved to be adequate.

The GMO and protein contents of all 15 products were also checked by the experts. The good news is that no GMOs could be detected in any of the cases, while the protein contents on the nutrition facts label were consistent in all cases with the actual amounts.

In terms of labeling, some kind of irregularity was found in the case of 10 of the 15 products. A typical error was the incorrect display of storage conditions or an inaccurate reference to the product treatment (UHT). There were also problems regarding the nutritional facts label and Hungarian labels. Because of the labeling deficiencies, the distributor is warned by NFCSO, and is obligated to correct the errors.

The name of the product group was used correctly by the distributors in all cases. None of the products tested were described incorrectly as „soy milk”, all 15 boxes bore the correct description of „soy beverage”.

NFCSO did not fail to perform a preference test this time either. The appearance, color, taste, smell and texture of the drinks were scored by laypeople and expert judges. Based on the evaluations, the Alpro soy beverage finished first, Alpro bio was second, and Happy Soya came in third.

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

Budapest bakery closed by NFCSO due to serious hygiene deficiencies

Operation of a Budapest bakery was suspended, with immediate effect, by the National Food Chain Safety Office (NFCSO) due to serious food safety and hygiene deficiencies. During the on-site inspection, almost 60 kg of expired or non-traceable food raw materials were withdrawn from circulation by the experts of the authority.

In the bakery operating in the IIIrd district of Budapest, the withdrawal from circulation and the banning of the use of 7 expired shelf-life and 3 un-

labeled, non-traceable food raw materials were ordered by NFCSO.

Hygiene conditions were not adequate in the bakery either. Inspectors were faced with plaster in the goods corridor that was missing, worn off to the bricks at the height of the freight carts, and with broken tiles that cannot be cleaned efficiently in the technological rooms.

Functional tools, machines and equipment were rusty and uncleaned, the product was also contaminated by the dough divider contaminated by grease. The quality of the final product was endangered by the falling ceiling plaster of the kneading-baking room, and wastewater poured into an open bucket from the washbasin found here. Handwashing facilities of the technological rooms were not equipped with the tools necessary for hygienic handwashing.

In several rooms of the unit, walls and floors were covered with mold and spiderwebs, and thorough cleaning of the floors was not possible because of the unused, unnecessary tools stored there. In the additive storage area, the kneading-baking and the bread roll making room, insects, rodent droppings and mice were seen by the inspectors.

The number of violations were further increased by the fact that the product sheets presented had not been updated according to changes in the food codex, and the day-to-day control sheets of the HACCP documentation had not been kept up-to-date for a month. All of the workers in the bakery had expired health booklets.

Because of the serious food safety deficiencies, suspension of the operation of the bakery, with immediate effect, was ordered by NFCSO. Official proceedings are in progress, a fine of several hundred thousands of HUF is expected in the case.

The bakery can only continue its activities after resolving the deficiencies and another authority inspection.

Data of the unit in question are available on NFCSO's violations subpage.

Mixed results for blaufrankisch rosé wines

As the next stop of the Supermint series of the National Food Chain Safety Office (NFCSO), 2016 dry blaufrankisch rosé wines were inspected by experts of the office. A total of 28 products were tested from food safety, quality and preference aspects. The overall picture was adequate, but there were labeling deficiencies.

Rosé wine is very popular these days, and the spritzer made from it is one of the best-selling products of summer. Selecting from the supply of commercial supermarket chains, a total of 28 blaufrankisch rosé wines were tested by the staff of the office. All of them were 2016 dry wines. In the reference laboratory of NFCSO, the actual and total alcohol contents, ash content and ascorbic acid content of the products were measured, among other things.

It was also checked, whether unauthorized artificial or natural dyes were used by the producers for the coloring of the wines, and whether foreign sugar could be detected in the products. The good news is that none of the rosé wines either artificial or added natural dyes. Based on the results of NMR and isotope ratio analyses performed on 6 randomly selected products, the sugar origin of the products was also satisfactory.

It can be stated, therefore, that the nutritional and food safety characteristics of the rosé wines inspected were in accordance with the requirements.

During the checking of the labels, inaccuracies were found by the wine inspectors in the case of 3 of the 28 drinks. For example, for one item, the measured alcohol content was higher than the value indicated on the label. Producers are warned by NFCSO because of the deficiencies.

In the case of a Supermint product test, NFCSO could not fail to perform a preference test, during which rosé wines were judged by experts and wine-loving laypeople. Products were scored by the judges according to their appearance, color, scent intensity, taste, aroma and overall impression.

The tasters' favorite was the Molnár Mátra Blaufrankisch Rosé. Gedeon Estate Blaufrankisch Rosé finished second in the Supermint ranking. Third place was awarded to the Babarczi Vineyard Pannonhalma Blaufrankisch Rosé.

Further information and detailed test results are available on the NFCSO Supermint product test website: <http://szupermenta.hu/konnyed-termek-teszt-a-forro-nyari-napokra/>

Six-day inspection series in the capital's entertainment district by NTCA (NAV) and NFCSO

Targeted inspections of the catering businesses and clubs of the VIth and VIIth districts of Budapest, organized by the National Tax and Customs Administration (NTCA), were performed by

the experts of NTCA and the National Food Chain Safety Office (NFCSO). During the raid, 43 businesses were inspected, 169 alcoholic products were seized and 47 authority proceedings were initiated. In the case of one catering business, the complete operation was suspended, while for another 6 shops, food preparation activities were suspended by the inspectors of NFCSO, with immediate effect. 20 alcoholic product samples were tested in the authority's laboratory, and for 3 of them, analytical problems were found by the experts.

In a joint series of actions from May 30 to June 4, businesses in the entertainment district of the capital in the VIth and VIIth district were investigated by the inspectors of NTCA and NFCSO. Because of the violations encountered during the on-site inspections, a total of 47 authority proceedings were initiated by NFCSO against catering businesses and clubs, drink producers and distributors.

During the operation, 169 alcoholic beverage items were seized by the inspectors, 11 products of which did not contain a unique lot ID, while in the case of 158 items, the ID on the bottle did not correlate with the ones found in the accompanying documents. In the case of 17 of the 235 rapid tests, significant difference was found between the alcohol content of the alcoholic drink as indicated on the bottle and the actual value. 3 alcoholic drink items failed the preliminary label inspection, and 2 beer items were withdrawn from circulation because of expiration. During the inspections, open alcoholic beverages stored in unmarked bottles or bottles labeled as other drink categories were seized on-site in several cases.

Of the 8 facilities inspected by NFCSO from a point of view of the food safety regulations of catering, food preparation activities were suspended with immediate effect in 6 cases. Almost none of the workers had valid health booklets, and processing of the raw materials requiring preparation was carried out under tight, crowded and hygienically highly objectionable conditions.

The complete operation of a catering business was suspended by the inspectors, with immediate effect, because of glaring hygienic deficiencies and endangering food safety. Some of the rooms of the unit were used improperly, there were many open bottles in the moldy fridge, and foods were stored next to antifreeze and other open chemicals.

Laboratory experts of NFCSO tested 20 alcoholic beverages, and analytical problems were found in the case of 3 of them. In the case of 3 of the 20 products, warnings were issued because of traceability or labeling errors, while fines were imposed

by the inspectors in 5 cases. During the inspections, operators of the catering units cooperated with the authorities and strove to correct the errors and eliminate them immediately.

Based on the experience of the inspections, NFCSO plans to compile an information material to assist the issuing of adequate product accompanying documents.

Data of the unit in question are available on NFCSO's violations subpage.

Ranking of Caucasian kefir on the „Supermint”

The next step of the test series of the National Food Chain Safety Office (NFCSO) was the analysis of Caucasian kefir. Protein and fat contents of 18 natural products were measured in the laboratory, and the release of harmful substances from the packaging material was also investigated. The complex evaluation included preference testing of the products this time as well.

Kefir is an acidified dairy product, whose characteristics are regulated by the Hungarian Food Codex, even though there are no specific requirements in it for Caucasian kefir. Of the 18 products with different brand names tested by the office, 1 was produced in another EU member state, while 17 of them were produced by 8 producers in domestic plants.

Protein and fat contents of the samples were measured by the experts in the laboratory, and migration from food contact materials, i.e., from PET bottles and caps was also investigated. The Caucasian kefir tested were fully compliant with regard to these aspects.

Although there is no specific rule on the alcohol content of kefir, as a point of interest, products were tested in this respect as well. Of the 18 Caucasian kefir tested, the amount of ethyl alcohol was over the detection limit in 7 cases. Of course, this does not make kefir an “alcoholic drink”, but it is worth taking into account when consuming larger quantities.

The chapter of the Hungarian Food Codex on acidified dairy products defines exactly what kind of special microbial cultures have to be used in the preparation of kefir, and what the minimum number of live lactic acid bacteria and yeasts coming from the culture in the case of live flora products.

Colony count tests provided mixed results. Only 2

products satisfied completely the requirements for kefir, as prescribed by the Hungarian Food Codex. The mandatory minimum amount of yeast was detected in each product, but the number of lactic acid bacteria was below the prescribed minimum value in the case of 16 kefir.

Investigations are still under way for the objectionable products. In the case of non-compliance, if it is established that the objectionable colony count is due to production deficiencies, warnings are issued to the businesses by NFCSO.

As in other product tests, preference testing was performed this time as well, during which products were evaluated by laypeople and trained judges. The ranking of Supermint was based on appearance, color, smell, flavor and texture scores, and the winner was Danone's Caucasian kefir. Second and third were the products with the brand names Milli and Sissy, respectively.

Further information and detailed test results are available on the NFCSO Supermint product test website: <http://szupermenta.hu/a-teszt-lezarult-a-vizsgalat-folytatodik/>

Európai tanácskozás szennyezett tojások miatt

Augusztus 18-ig tizenöt uniós és két EU-n kívüli ország jelezte, hogy rovarirtószerral szennyezett tojásokat találtak: Ausztria, Belgium, Dánia, Franciaország, Hollandia, Írország, Lengyelország, Luxemburg, Nagy-Britannia, Németország, Olaszország, Románia, Svédország, Szlovákia és Szlovénia, valamint Kína és Svájc.

A Fipronil rovarirtószert az állatgyógyászatban használják emberi fogyasztásra nem használt állatoknál (kutyák, macskák) vérszívó paraziták irtására. A szert egyelőre nem tudni milyen okból keverték be a hollandiai tojástelepeken használt fertőtlenítő szerbe.

Az Európai Bizottság a szennyezett tojások miatt csúcstalálkozót hívott össze az érintett országok közötti vádaskodás elcsitítására és a helyzet rendezésének megvitatására - jelentette be aznap Vytenis Andriukaitis egészségügyért és élelmiszer-biztonságért felelős uniós biztos.

Andriukaitis arról számolt be, hogy egyeztetett az illetékes holland, belga és német miniszterekkel, és javaslatot tett egy csúcstalálkozóra az érintett országok minisztereinek és élelmiszerbiztonsági hatósági vezetőinek a részvételével.

Mina Andreeva, az Európai Bizottság egyik szóvivője közölte, hogy az ülést szeptember 26-ra hívták össze, de kiemelte, nem volt szó "válságtanácskozásról", főként a tapasztalatokat fogják megvitatni, illetve arról

fognak egyeztetni, hogy miként lehetne javítani az uniós élelmiszerbiztonság-ellenőrzési rendszer hatékonyságát.

Forrás: MTI

Miért veszélyes a fipronil?

Ahogy a fenti hírből is kiderült, az előzetesen becsült mennyiséghez képest sokszorosa lehet azoknak a rovarirtószerral szennyeződött holland tojásoknak a száma, amelyeket több európai országba is exportáltak.

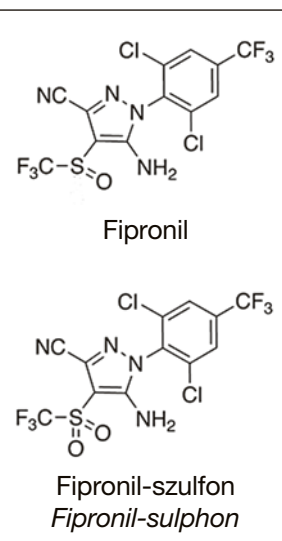
A friss brit adatok alapján akár nagyságrendekkel több mérgező tojás kerülhetett az európai piacokra, mint amivel eredetileg számoltak. Az eset miatt 180 tojástermelő telepet zártak be Hollandiában, az Aldi felfüggesztette a tojáskereskedelmet holland partnereivel, és kivonta a forgalomból az összes tojást a német és holland boltokból.

A fipronil egy tetűk ellen alkalmazott peszticid, amelyet a növénytermesztésben és baromfitelepeken is használnak. Ebből következik, hogy egy esetleges túladagolás következtében a maradványa (reziduuma), illetve bomlástermékének a maradványa (metabolitja) megjelenhet – ahogy most meg is jelent – az élelmiszerekben, nevezetesen az étkezési tyúktojásban.

A Bizottság többször módosított 396/2005 EK rendeletében a tojásra vonatkoztatott határérték 5 µg/kg.

A vizsgálat során a Fipronilt és a szulfon metabolitját (MB46136) mérik. A vizsgálati eredményt a két vegyület mérése után fipronilra átszámítva kell megadni.

Az Európai Unió élelmiszer- és takarmánybiztonsági riasztási rendszerén (RASFF) kedd délután érkezett információk alapján Magyarországra is szállítottak fipronillal szennyezett tojást tartalmazó élelmiszert – közölte a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal. A Nébih laboratóriumában folyamatosan zajlanak a hazai célellenőrzéshez kapcsolódó vizsgálatok.



A csomagolóanyagok ásványolaj-tartalmát is vizsgálni kell

A papír csomagolóanyag ásványolaj-tartalma bekerülhet az élelmiszerbe, ami kifejezetten veszélyes, ezért is szabályozza a kérdést az Európai Unió nemrég életbe léptetett ajánlásában. A csomagolóanyagokat és az élelmiszereket érdemes mostantól ebből a szempontból is megvizsgáltatni.

Az Európai Unió Bizottsága legfrissebb ajánlásában (EU 2017/84) javasolja, hogy a 2017 januárjával kezdődő időszaktól a tagállamok kijelölt szervezetei, laboratóriumi folyamatosan ellenőrizzék a csomagolószerek és az élelmiszerek ásványolaj-eredetű szennyeződéseit.

Az ajánlásban a következő élelmiszer-csoportokat javasolják különös figyelemmel vizsgálni:

- állati zsiradékok, növényi olajok
- kenyér- és zsemlefélek, finompékárk
- reggeli gabonapelyhek
- édesipari termékek
- halhúsból készült élelmiszerek
- emberi fogyasztásra szánt magvak, fán termő csonthéjasok
- fagyaltok, desszertek
- tészta és egyéb gabonai termékek
- hüvelyes növényekből készült termékek
- kolbászfélék

A csomagolóanyagok nem az ellenségeink, hanem a modern élelmezés fontos szereplői, ám azok rendszeres vizsgálata a kioldódás miatt elengedhetetlen az élelmiszer-biztonság szempontjából!

Forrás: ÉVIK, szerkesztőségi cikk

Aszály Észak-Koreában

Évek óta nem látott aszály pusztítja a gabonákat Észak-Koreában, és a régóta tartó szárazság miatt veszélybe került az élelmiszer-biztonság is. Azonnali intézkedésekre lenne szükség, hogy a lakosság élelmiszer-ellátása megoldódjon - derül ki a FAO és az Európai Bizottság Közös Kutatóközpont-

Jának legfrissebb közös felméréséből.

Az időszakos esőzések nem érték el még a hat évvel ezelőtti szintet sem, amikor a gabonatermelés soha nem látott mélységbe, 2 millió tonnára esett, megnehezítve a lakosság nagy részének ételmezését. Kulcsfontosságú, hogy a gazdák megfelelő és azonnali mezőgazdasági segítséghez jussanak, például öntöző vagy egyéb eszközök formájában - mondta Vincent Martin, az ENSZ Élelmiszerügyi és Mezőgazdasági Szervezetének (FAO) Kínába és Észak-Koreába delegált képviselője.

A júniusban aratott búza, árpa és burgonya is megcsinálta az átlag alatti csapadékot. A FAO becslése szerint több mint 30 százalékkal, 450 ezer tonnáról 310 ezer tonnára esett vissza a termés. Bár ezek a korai termények a teljes haszonnövénytermelés csupán 10 százalékát adják, a májustól szeptemberig tartó szűkös időszakban fontos ételmezejüknek számítanak.

A jelentés az öntözési rendszerek azonnal újraélesztését és fejlesztését javasolja, amivel növelni lehet a hatékonyságot és a víz elérhetőségét. Mindemellett nagyobb mennyiségű ételmezejükre lesz szükség kereskedelem vagy adomány révén a következő három hónapban, amikor az őszi időszak eléri mélypontját, hogy a leginkább rászorulóknak, a gyermekek és idősek ne szűkölködjének. A FAO hosszú távú megoldásként a szárazságtűrő növények használatát javasolja, továbbá a termelők, családok bevételi forrásának szélesítését,

hogy ellenállóbbak legyenek a természeti katasztrófák és a klímaváltozás hatásaira.

Forrás: Agrárszektor.hu

A FAO ételmezejükbiztonsági világnap meghirdetésére szólítja fel az ENSZ-et

Az ENSZ közgyűlése szeptemberi ülésén tervezi megfontolni az ételmezejükbiztonsági világnap meghirdetését.

Ren Wang, a FAO Mezőgazdasági és Fogyasztóvédelmi Részlegének igazgatója elmondta a konferencia résztvevői számára, hogy "az ételmezejükbiztonsági világnap fel fogja hívni a figyelmet az ételmezejük eredetű megbetegedések által jelentett globális veszélyre és újból megerősíti annak szükségességét, hogy a kormányok, az ételmezejükipar és az egyének többet tegyenek az ételmezejükbiztonságos tétele és ezeknek a megbetegedéseknek a megelőzése érdekében."

Elmondásuk szerint nemzetközi ételmezejükbiztonsági vezetők hisznek abban, hogy egy ismétlődő ételmezejükbiztonsági világnap javítani fogja a fogyasztók egészségvédelmét, és csökkenteni fogja az ételmezejük eredetű megbetegedések számát.

A FAO konferencia arra kéri a főigazgatót, hogy a vonatkozó határozatnak a WHO megfelelő irányító testülete által történő elfogadása után lépjen kapcsolatba a WHO főigazgatójával a határozatnak az ENSZ főtitkárához való továbbítása érdekében, azzal a céllal, hogy az ENSZ közgyűlése következő ülésén fontolja meg június 7-e

ételmezejükbiztonsági világnappá nyilvánítását."

Forrás: Food Safety News

Jobb minőségű csomagolt zöldségek

Egy európai kutatási projekt tudósai azon munkálkodnak, hogy a csomagolt zöldségek ropogósak és biztonságosak maradjanak. Első lépésben érzékszervi vizsgálatnak vetik alá a zöldségeket: hogyan változik a textúrájuk, ízük és szaguk attól függően, hogy mennyi ideig voltak becsomagolva, és milyen csomagolóanyagot valamint töltőgázt használtak.

Kutatásunkban kimutattuk, hogy nem csak az a fontos, mennyi ideje tárolják a zöldséget, de az is, hogy milyen hőfokon, milyen a levegő páratartalma, változott-e a levegő összetétele – a saláták esetében gyakran így van – esetleg vákuumban tárolják-e a salátát. Mindennek nyilvánvaló hatása van a termék érzékszervi tulajdonságaira, amely alatt elsősorban a megjelenést, a textúrát és az illatot értjük – magyarázta a projektben résztvevő Imke Matullat ételmezejükmérnök.

A kémiai és a mikrobiológiai vizsgálatok azt mutatják meg, mi történik a csomagolt zöldségekkel, ahogy telik az idő, milyen ütemben és pontosan hogyan változtatják meg a mikroorganizmusok a termék minőségét.

Az adatok alapján létrehozta egy internetes szoftvert, amely becsléseket tesz arra, hogy a gyártási lánc egy adott eleme milyen hatással van az adott termék élvezeti értékére és ételmezejükbiztonsági szempontból milyen kockázatokat jelent.

Forrás: Euronews

Pirrolizidin alkaloidok teában, növényi főzetekben és étrend-kiegészítőben

Az expozíció ételmezejükben található pirrolizidin alkaloidoknak, különösen a teát és növényi főzeteket gyakran és nagy mennyiségben fogyasztók esetén, hosszú távon egészségügyi aggodalomra ad okot lehetséges rákkeltő hatásuk miatt, mondják az EFSA szakemberei.

Az EFSA frissítette 2011-es, a pirrolizidin alkaloidok emberi és állategészségügyi kockázatairól szóló tanácsát. A toxinok ezen nagy csoportját olyan, különböző növényfajok által termelt vegyületek alkotják, amelyek nem szándékosan bekerülhetnek az ételmezejükbe. Az Európai Bizottság kérte a kockázatértékelés frissítését, figyelembe véve az ezen toxinok mézben, teában, növényi főzetekben és étrend-kiegészítőben található szintjeinek legfrissebb adatain alapuló expozícióbecsléseket.

2011-ben az EFSA arra a következtetésre jutott, hogy felmerülhetnek hosszú távú egészségügyi aggodalmak gyermekek esetében, akik nagy mennyiségben fogyasztanak mézet, ami az egyetlen olyan ételmezejük-kategória, melyről akkor elegendő adat áll rendelkezésre.

Az EFSA szakemberei 17 olyan pirrolizidin alkaloidot azonosítottak ételmezejükben és takarmányokban, amelyeket továbbra is figyelemmel kell kísérni, és az ételmezejükben leggyakrabban előforduló esetében további vizsgálatokat ja-

vasoltak a toxicitásukra és rákkeltő hatásukra vonatkozóan.

Source: EFSA

Újabb bizonyítékok az antibiotikum-használat és az antibiotikum-rezisztencia kapcsolatára

Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság, az Európai Gyógyszerügynökség és az Európai Betegségmegelőzési és Járványvédelmi Központ aggodalmát fejezte ki az antibiotikumok használatának az antibiotikum-rezisztens baktériumok számának növekedésére gyakorolt hatása miatt. A három ügynökség új jelentése friss adatokat szolgáltat az antibiotikum-fogyasztásról és az antibiotikum-rezisztenciáról, és Európa-szerte javuló ellenőrzést tükröz.

Vytenis Andriukaitis, egészségügyért és élelmiszer-biztonságért felelős uniós biztos szerint: "Az antibiotikum-rezisztencia féken tartásához három fronton egyszerre kell harcolnunk: emberi, állati és környezeti fronton. Pontosan ezt próbáljuk elérni nemrég indított antimikrobiális rezisztencia akciótervünkkel az EU-ban és globálisan.

"Ez az friss jelentés megerősíti az antibiotikum-fogyasztás és az antibiotikum-rezisztencia közötti kapcsolatot mind az emberekben, mind az élelmiszertermelő állatokban."

A hatóságok közötti antibiotikum-fogyasztás és -rezisztencia elemzés (JIACRA - Joint Interagency Antimicrobial Consumption and Resistance Analysis) kiemeli, hogy még mindig fon-

tos különbségek vannak az EU-n belül az antibiotikumok emberi és állati felhasználást tekintve. A felesleges használat csökkentése hatással lesz a rezisztencia előfordulására.

Összességében az antibiotikum-felhasználás az élelmiszertermelő állatok esetében nagyobb mértékű mint a humán esetekben, de a helyzet országonként és antibiotikum hatóanyagoként változik.

Az állatorvosi szektorban különösen az antibiotikumok egy csoportját (polimixinek) alkalmazzák gyakran, amely a kolisztint is magában foglalja. Ezt az antibiotikumot kórházakban is egyre gyakrabban alkalmazzák a multirezisztens kórokozók által okozott betegségek kezelésére.

Más antibiotikumokat gyakrabban használnak emberekben, mint állatokban. Ezek közé tartoznak a harmadik és negyedik generációs cephalosporinok és kinolonok, olyan antibiotikumok, melyeket az emberi egészség szempontjából kritikus fontosságúnak tartanak.

A jelentés megállapítja, hogy az emberekben szalmonellózis és *Campylobacter* fertőzés kezelésére használt kinolonokkal szembeni rezisztencia az antibiotikumok állati felhasználásával függ össze. A harmadik és negyedik generációs cephalosporinok használata emberekben *E. coli* és más baktériumok által okozott fertőzések kezelésére összefügg az emberekben található *E. coli* rezisztenciájával ezekre az antibiotikumokra.

Forrás: EFSA

European discussion about contaminated eggs

Until August 18, it had been announced by fifteen EU member states and two non-EU countries that eggs contaminated with insecticides had been found: Austria, Belgium, Denmark, France, Germany, Great Britain, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Poland, Romania, Slovakia, Slovenia and Sweden, as well as China and Switzerland.

The insecticide Fipronil is used in veterinary medicine for animals not used for human consumption (dogs, cats) for the control of blood-sucking parasites. For the time being, it is unclear why the drug was mixed in the disinfectant used at Dutch egg farms.

Because of the contaminated eggs, a summit was called together by the European Commission to dispel accusations between the countries involved and to discuss possibilities for normalizing the situation - announced that day Vytenis Andriukaitis European Commissioner responsible for Health and Food Safety.

Andriukaitis reported that he had consulted with the relevant Dutch, Belgian and German ministers and recommended that they hold a summit, with the participation of the ministers of the countries involved and of the leaders of the food safety authority.

Mina Andreeva, a spokesperson for the

European Commission said that the meeting was scheduled for September 26, but stressed that this was no "crisis council", mainly experiences were going to be discussed, and there was going to be a discussion on how to improve the efficiency of the EU food safety control system.

Source: MTI

Why is fipronil dangerous?

As is revealed by the news above, the number of insecticide-contaminated Dutch eggs, exported to several European countries, could be many times more than had been estimated previously.

According to fresh British data, the number of toxic eggs could even be orders of magnitude higher than originally thought. Because of this case, 180 egg farms were closed in the Netherlands, Aldi suspended egg trade with its Dutch partners, and all eggs were withdrawn from circulation from German and Dutch stores.

Fipronil is a pesticide used against lice, applied in crop production and at poultry farms as well. It follows that, as a result of its possible overdose, its residues or the residues of its decomposition product (metabolite) may, and in this case, do appear in foods, namely in chicken eggs.

The limit value for eggs in Regulation (EC) No. 396/2005 of the Euro-

pean Parliament and of the Council, which has been amended several times, is 5 µg/kg. During the analysis, fipronil and its sulfone metabolite (MB46136) are measured, and the result is given after the measurement of the two compounds, calculated as fipronil.

According to information received Tuesday afternoon through the European Union's Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), food containing eggs contaminated with fipronil was shipped to Hungary as well – announced the National Food Chain Safety Office. Analyses related to targeted domestic inspections are being carried out continuously in the laboratory of NFCSO.

Mineral oil content of packaging materials to be examined

The mineral oil content of paper packaging materials can get into foods, which is especially dangerous, therefore, the issue is regulated in the recent European Union recommendation. From now on, it is worth testing packaging materials and foods in this respect as well!

In the latest recommendation of the European Commission (EU 2017/84) it is suggested that, starting from January 2017, the mineral oil contamination of packaging materials and foods are monitored continuously by designated organizations and

laboratories of member states.

In the recommendation, it is suggested that particular attention is paid to the following food groups:

- animal fats, vegetable oils
- breads and buns, fine bakery goods
- breakfast cereals
- confectionery products
- foods made from fish meat
- seeds intended for human consumption, stone fruits growing on trees
- ice creams, desserts
- pasta and other cereal products
- products made from leguminous plants
- sausages

Packaging materials are not our enemies, but an important part of modern nutrition, but their regular inspection because of migration is essential from a food safety point of view!

Source: ÉVIK, editorial article

Drought in North Korea

A drought that has not been seen for years has been destroying crops in North Korea, and the long-lasting drought is threatening food security as well. Immediate action would be needed to solve the food supply issue of the population – reveals the latest joint survey of the Joint Research Center of the FAO and the European Commission.

Seasonal rains have not even reached the levels of six years ago when

grain production fell to an unprecedented depth of 2 million tons, making it difficult to feed a large part of the population. It is of key importance for farmers to receive adequate and immediate agricultural support, for example, in the form of irrigation or other tools – said Chinese and North Korean representative of the Food and Agricultural Organization (FAO) of the United Nations. Wheat, barley and potatoes harvested in June all suffered from below average precipitation. The FAO estimates that yields decreased by more than 30 percent, from 450,000 tons to 310,000 tons. Although these early crops account for only 10 percent of total crop production, they are important source of food in the lean period from May to September.

The report recommends the immediate resuscitation and development of irrigation systems, which can increase efficiency and water availability. In addition, large amounts of food imports will be needed through trade or donations over the next three months, when the lean period reaches its nadir, so that those most in need, the children and the elderly do not suffer from the shortages. As a long-term solution, FAO recommends the use of drought-tolerant crops, and also widening the range of income sources of producers and families, so that they become more resistant to the effects of natural disasters and climate change.

Source: Agrárszektor.hu

FAO urges United Nations to establish World Food Safety Day

The General Assembly of United Nations is scheduled to consider establishing a World Food Safety Day when it meets in September.

Ren Wang, director of FAO's Department of Agriculture and Consumer Protection, told conference attendees "World Food Safety Day will raise awareness of the global threat posed by foodborne diseases and reinforce the need for governments, the food industry and individuals to do more to make food safe and prevent these diseases."

International food safety leaders have said they believe a recurring World Food Safety Day will increase consumer health protection and reduce foodborne diseases.

The FAO Conference requests the Director-General following the passing of a relevant resolution in the appropriate WHO governing body to liaise with the Director General of WHO in transmitting this Resolution to the Secretary-General of the United Nations with a view to having the General Assembly of the United Nations consider, at its next session, declaring 7 June each year as World Food Safety Day."

Source: Food Safety News

Better quality packaged vegetables

Scientists in a European Research project have been working on keeping packaged vegetables crisp and safe. During the first stage, vegetables are subjected to sensory testing: how their character, texture, flavor and odor changes, depending on how long they were packaged and using what kind of packaging material and packaging gas.

- In our research, we have demonstrated that the important parameter is not only how long the vegetables have been stored, but also at what temperature, what the humidity of the air has been, if the composition of the air has changed – which is often the case for lettuce – , whether lettuce has been stored under vacuum. Everything has an obvious effect on the organoleptic properties of the product, which means primarily the appearance, texture and odor – explained Imke Matullat, a food engineer participating in the project.

Chemical and microbiological studies show what happens to packaged vegetables as time passes, at what rate and exactly how the quality of the product is altered by microorganisms.

Based on the data, a web-based software was created that estimates the effect of a given element of the production chain on the enjoyment value of the given product, and evaluates its food safety risk.

Source: Euronews

Pyrrrolizidine alkaloids in tea, herbal infusions and food supplements

Exposure to pyrrolizidine alkaloids in food, in particular for frequent and high consumers of tea and herbal infusions, is a possible long-term concern for human health due to their potential carcinogenicity, say EFSA's experts.

EFSA has updated its 2011 advice on the risks for human and animal health from pyrrolizidine alkaloids, a large group of toxins produced by different plant species that can unintentionally enter the food chain. The European Commission requested the updated risk assessment, which takes account of exposure estimates using more recent data on the levels of these toxins in honey, tea, herbal infusions and food supplements.

In 2011 EFSA concluded there were possible long-term health concerns for toddlers and children who are high consumers of honey, the only food category for which sufficient data were then available.

EFSA's experts identified 17 pyrrolizidine alkaloids in food and feed that should continue to be monitored and recommended further studies on the toxicity and carcinogenicity of those most commonly found in food.

Source: EFSA

More evidence on link between antibiotic use and antibiotic resistance

The European Food Safety Authority, the European Medicines Agency and the European Centre for Disease Prevention and Control are concerned about the impact of use of antibiotics on the increase in antibiotic-resistant bacteria. A new report from the three agencies presents new data on antibiotic consumption and antibiotic resistance and reflects improved surveillance across Europe.

Vytenis Andriukaitis, European Commissioner for Health and Food Safety, said: "To contain antibiotic resistance we need to fight on three fronts at the same time: human, animal and the environment. This is exactly what we are trying to achieve in the EU and globally with our recently launched EU Action Plan on antimicrobial resistance.

"This new report confirms the link between antibiotic consumption and antibiotic resistance in both humans and food-producing animals."

The Joint Interagency Antimicrobial Consumption and Resistance Analysis (JIACRA - Joint Interagency Antimicrobial Consumption and Resistance Analysis) report highlights that there are still important differences across the EU in the use of antibiotics in animals and humans. Reducing their unnecessary use will have an impact on the occurrence of resistance.

Overall antibiotic use is higher in food-producing animals than in hu-

mans, but the situation varies across countries and according to the antibiotics.

In particular, a class of antibiotics called polymyxins – which includes colistin – is used widely in the veterinary sector. It is also increasingly used in hospitals to treat multidrug-resistant infections.

Other antibiotics are more often used in humans than in animals. These include third- and fourth-generation cephalosporins and quinolones, antibiotics that are also considered critically important for human health.

The report notes that resistance to quinolones, used to treat salmonellosis and campylobacteriosis in humans, is associated with use of antibiotics in animals. The use of third- and fourth-generation cephalosporins for the treatment of infections caused by *E. coli* and other bacteria in humans is associated with resistance to these antibiotics in *E. coli* found in humans.

Source: EFSA

INTELLIGENS. INTUITÍV. INNOVATÍV. Új **Agilent** INTUVO 9000 GC

Moduláris és click-and-run felépítés: Guard Chip, Flow Chip, planáris kolonna.

Közvetlen, gyors felfűtés.

Felhasználóbarát, színes, érintőképernyős kijelző.

Távvezérlési lehetőség.



Agilent Technologies

Authorized Distributor

Szerzőink / Authors

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

BALLÁNÉ KOVÁCS Andrea

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Agrokémiai és Talajtani Intézet
University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Soil Science and Agrochemistry

BOZI János

Budapesti Ward Mária Általános Iskola, Gimnázium és Zeneművészeti Szakgimnázium
Ward Mária Elementary School, High School and Music Vocational School of Budapest

ČANAK, Iva

Zágrábi Egyetem, Élelmiszertechnológiai és Biotechnológiai Tanszék
University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology

FRECE, Jadranka

Zágrábi Egyetem, Élelmiszertechnológiai és Biotechnológiai Tanszék
University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology

FRUM Zsuzsa

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal

GERE Attila Dr.

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Érzékszervi Laboratórium
Sensory Laboratory, Faculty of Food Science, Szent István University

IZSÁK Margit

Budapesti Ward Mária Általános Iskola, Gimnázium és Zeneművészeti Szakgimnázium
Ward Mária Elementary School, High School and Music Vocational School of Budapest

KOVÁCS Béla Dr.

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

KORZENSZKY Péter DR.

Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar / Szent István University, Faculty of Mechanical Engineering

KOVÁCS Ágnes

Állatorvostudományi Egyetem, Élelmiszerhigiéniai Tanszék
University of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene

KÓKAI Zoltán Dr.

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Érzékszervi Laboratórium
Sensory Laboratory, Faculty of Food Science, Szent István University

KURUCZ Csilla

Magyar Szabványügyi Testület / Hungarian Standards Institution

MEIXNER Richárd

Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar / Szent István University, Faculty of Mechanical Engineering

MIKULKA Petra

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Élelmiszerbiztonsági Kockázatértékelési Igazgatóság
National Food Chain Safety Office, Directorate for Food Safety Risk Assessment

MOHÁCSINÉ FARKAS Csilla Dr.

Szent István Egyetem, Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék
Szent István University, Department of Microbiology and Biotechnology

PETTKÓ Csaba

Agrometal-Food-Tech Kft. / Agrometal-Food-Tech kft.

RASHED, Mahmoud Said

Szent István Egyetem, Fizika és Folyamatirányítási Tanszék / Department of Physics and Control, Szent István University

SIPOS László Dr.

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Érzékszervi Laboratórium
Sensory Laboratory, Faculty of Food Science, Szent István University

SOÓS Áron

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

SZABÓ Gergely Levente

Budapest Műszaki Szakképzési Centrum, Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskola / Budapest Technical Vocational Center, Lajos Petrik Bilingual Chemical, Environmental and Information Technology Vocational School

SZABÓ S. András Dr.

Budapesti Ward Mária Általános Iskola, Gimnázium és Zeneművészeti Szakgimnázium
Ward Mária Elementary School, High School and Music Vocational School of Budapest

TISZÁNÉ KÓSA Eszter Imola

Budapesti Ward Mária Általános Iskola, Gimnázium és Zeneművészeti Szakgimnázium
Ward Mária Elementary School, High School and Music Vocational School of Budapest

VÁRALLYAY Szilvia

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

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

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

Főszerkesztő / Editor in chief: Dr. SZIGETI Tamás János

Szerkesztő / Editor: Dr. POPOVICS Anett, SZUNYOGH Gábor

Angol fordítás / English translation: Dr. HANTOSI Zsolt

Fotó illusztrációk készítése / Art photo designer: TOLOKÁN Adrienn

Honlap adminisztrátor / web admin.: JUHÁSZ Péter

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

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

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

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

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

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

A lap 1000 példányban jelenik meg, negyedévente. / This journal appears in 1,000 copies every quarter.

Minden jog fenntartva! / All right reserved!

A hivatkozással nem rendelkező képek illusztrációk. / The pictures without any references are illustrations.

A kiadó írásbeli hozzájárulása nélkül tilos a kiadvány bármilyen eljárással történő sokszorosítása, másolása, illetve az így előállított másolatok terjesztése. / Without the written permit of the publisher, duplication, copying or dissemination of this paper by any way is prohibited.

Az Élelmiszervizsgálati Közleményeket a Wessling Nemzetközi Kutató és Oktató Központ Közhasznú Nonprofit Kft. adja ki a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatallal (NÉBIH) együttműködve. / This Journal of Food Investigation is issued by the Wessling International Research and Educational Centre Beneficial Nonprofit Ltd. with cooperation the National Food Chain Safety Office (NÉBIH).

A szakfolyóiratot a következő figyelő szolgáltatások vették jegyzékbe és referálják / The Journal of Food Investigation is have been referred and listed by the next monitoring services: SCOPUS, SCIMAGO, MATARKA (Magyar folyóiratok tartalomjegyzéke/Hungarian Periodicals Table of Contents), Thomson Reuters, Elsevier's Abstracting and Indexing Database

 **WESSLING**

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

 **nébih**
termőföldtől
az asztalig



FlashSmart™ CHNS/O, NC, N/Protein szerves elemanalizátor széleskörű felhasználással

A Thermo Scientific™ FlashSmart™ szerves elemanalizátor a módosított Dumas-elven működő készülék, mely 20 különböző konfigurációban elérhető, flexibilis megoldást nyújt a szerves elemanalízis minden területén. A Kjeldahl módszert kiváltó berendezés az élelmiszeranalitikai laboratóriumok elsődleges eszköze a fehérje-tartalom meghatározásban. Az élelmiszeranalitikai felhasználáson kívül a szerves és gyógyszeripar, a petrokémia és energia szektor, a környezetanalitika, valamint az agrárium és anyagtudomány szinte minden területén megoldást nyújt a C, H, N, S, O elemtartalom meghatározására a legkülönbözőbb mátrixú folyadék és szilárd minták esetén. Az alap készülék helyszíni bővítés keretein belül bármilyen konfigurációban variálható, így a változatos felhasználással, illetve minta-típusokkal dolgozó laboratóriumok számára egyetlen műszer eredményt szolgáltat minden szerves elemanalitikai feladat esetében.

További információ: thermofisher.com/OEA

Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft.

1144 Budapest, Kőszeg utca 27.

Telefon: +36 1 221 5536 • Fax: +36 1 221 5543

E-mail: unicam@unicam.hu • Web: www.unicam.hu

UNICAM