

# Vírusok az élelmiszerekben az új koronavírus-járvány fényében

## Viruses in food – in the light of the new coronavirus pandemic

**Élelmiszereink mikotoxin-szennyezettségének  
élelmiszerbiztonsági megítélése**

**„Vörös túró” gyártási technológiájának kutatása  
és fejlesztése**

**Prebiotikumok előállítása a laktóz-almasav és a  
laktóz-citromsav reakciójával**

**Tőgyegészségügy és tejipari élelmiszer-biztonság**

**Ozmium az élelmiszerekben**

*Food safety assessment of the mycotoxins in our  
food stuffs • Rearch and development of production  
technology of «Red Cottage Cheese» • Preparation  
of prebiotics by lactose-malic acid and lactose-citric  
acid reaction • Udder health and food safety in dairy  
production • Ozmium in food stuffs*



## TARTALOM – CONTENTS

Vírusok az élelmiszerekben az új koronavírus-járvány fényében (Bánáti Diána) <i>Viruses in food – in the light of the new coronavirus pandemic</i> (Diána Bánáti)	2892
Élelmiszereink mikotoxin- és növényvédőszer-maradék szennyezettségének élelmiszerbiztonsági megítélése, 2. rész. Mikotoxinok (Ambrus Árpád, Szenczi-Cseh Júlia, Griff Tamás, Kerekes Kata, Miklós Gabriella, Szigeti Tamás János, Vásárhelyi Adrienn) <i>Food safety assessment of the mycotoxin and pesticide residue contamination of our foods, Part 2. Mycotoxins</i> (Árpád Ambrus, Júlia Szenczi-Cseh, Tamás Griff, Kata Kerekes, Gabriella Miklós, Adrienn Vásárhelyi, Tamás János Szigeti)	2922
„Vörös túró” etnikai funkcionális termék gyártási technológiájának kutatása és fejlesztése (Guzel Alkhamova, Aleksandr Lukin) <i>Research and Development of Production Technology for Ethnic Functional Product «Red Cottage Cheese»</i> (Guzel Alkhamova, Aleksandr Lukin)	2950
Prebiotikumok előállítás a laktóz-almasav és a laktóz-citromsav reakciójával (Zurbó Zsófia, Csapó János) <i>Preparation of prebiotics by lactose-malic acid and lactose-citric acid reaction</i> (Zsófia Zurbó, János Csapó)	2962
Tőgyegészségügyi vizsgálatok egy hazai magyartarka kiscsapatban; élelmiszerbiztonsági összefüggések (Bekő Dóra, Póti Péter, Bárdos László, Sramek Ágnes, Pajor Ferenc) <i>Udder health investigations in a Hungarian Fleckvieh small-scale herd, related to food safety</i> (Dóra Bekő, Péter Póti, László Bárdos, Ágnes Sramek, Ferenc Pajor)	2976
Élelmiszerek ásványi anyag tartalma: ozmium az élelmiszerekben (Szabó S. András) <i>Mineral content of foodstuffs: osmium in foodstuffs</i> (András S. Szabó)	2988
Nemzeti szabványosítási hírek (Szalay Anna) <i>Review of national standardization</i> (Anna Szalay)	2994
Hazai körkép (Szunyogh Gábor) <i>Domestic panorama</i> (Gábor Szunyogh)	2998
Kitekintő (Szunyogh Gábor) <i>Outlook</i> (Gábor Szunyogh)	3006



## Tisztelt Olvasóink!

Már négy hónapja küzdünk a COVID-19-cel, és hónapokat töltöttünk karanténban, kollégáinkkal alig találkoztunk. Ennek ellenére kitűnően sikerült az ÉVIK első „karanténos” száma, a tudománynak és a szakmai együttműködésnek nem szabott gátat a vírus. Gondolataink, üzeneteink szabadon jártak keresztül-kasul az elektromos térben, szakmai kapcsolataink megmaradtak és dolgozni is tudtunk. Szécsi Margit szavaival élve „Bezárták a világot, de én szabad vagyok, Az eszmélet cellája: szobám. Csontom rácsai a romlást kívülrre zárták. Bezárták a világot, de én szabad vagyok!”

Tudományos szakfolyóiratunk vezető anyaga – stílusosan – egy, a vírusok és az élelmiszer-gazdaság, élelmiszer-biztonság összefüggéseit tárgyaló kézirat, amelyet **Bánáti Diána** jegyez. Munkájában áttekinti a SARS-CoV-2 vírusról szerzett fontosabb ismereteket, de többek között foglalkozik olyan vírusokkal is, amelyek közvetlenül bizonyos élelmiszerek közvetítésével is terjedni képesek. Eddigi ismereteink szerint az új típusú koronavírus élelmiszerekkel ugyan nem terjed, de az általa kiváltott világméretű járványos veszélyhelyzet alapjaiban hatott és hat a nemzetközi élelmiszer-gazdaságra és -biztonságra is.

Az ÉVIK idei első számában közöltük **Ambrus Árpád és szerzőtársainak** cikkét a hazai élelmiszer-alapanyagok növényvédőszer-maradék szennyezettségéről. Most e dolgot folytatásaként a hazai természetű élelmiszer- és takarmány-alapanyagokban kimutatott mikotoxin-szennyezésről olvashatnak. A szerzők véleménye szerint a fogyasztók egy részének – különösen a csecsemők, kisgyermek és serdülő fiatalok – körében számítanunk kell a még eltűrhetőnek ítélt aflatoxin- és DON-szinteknél magasabb toxinbevitelre. A kéziratban közzétett adatokat a Nemzeti Népesedési Kerekasztal szakemberei is felhasználják a témával összefüggő ajánlásaik kidolgozásához.

**Guzel Alkhamova** és **Aleksandr Lukin** a Cseljabinszki Egyetemen egy, az Ural hegység térségében népszerű „vörös túró” előállításának modernizált technológiáját ismertetik. Dolgozatukban az ipari technológiával előállított „népi” termék érzékszervi és kémiai tulajdonságairól közölnek laboratóriumi mérési adatokat.

**Zurbó Zsófia** és **Csapó János** laboratóriumi kísérletek végeztek prebiotikus élelmi rostok előállítására laktóz, almasav és citromsav felhasználásával. Egyszerű, hőkezeléses eljárásukkal sikerült olyan oligomereket és polimereket előállítani, amelyek hasznos tápanyagul szolgálhatnak az emberi tápcsatornában élő mikrobiom számára.

**Benkő Dóra és munkatársai** az állategészségügy és az élelmiszer-biztonság egyik legkényesebb területéről írtak tanulmányt. A tejelő tehének tőgyegészségügyi helyzete alapvetően befolyásolja egy tejgazdaság által termelt tej feldolgozhatóságát és fogyaszthatóságát. Dolgozatukban a kishatású és nagyhatású patogén mikroorganizmusok okozta elváltozások és a lefejt tej kémiai és mikrobiológiai összefüggéseit ismertetik.

**Szabó S. András** a kémiai elemekről írt sorozatának következő része a platinaelemekhez tartozó ozmiumról szól. E fém nem esszenciális nyomelem, de élelmiszer-szennyezőként az ember tápcsatornájába kerülve toxikus hatású. Az emberi szervezetbe az ozmium főként az élelmiszerek és az ivóvíz mikroszennyezőjeként kerülhet be.

Remélem, hogy a javuló járványhelyzet lehetővé teszi a nyári kikapcsolódást is. Ehhez minden kedves olvasónknak jó pihenést, egészséget és hasznos olvasást kívánok.

Dr. Szigeti Tamás János  
főszerkesztő

## Dear Readers,

We have been fighting COVID-19 for four months now, and we have spent months in quarantine, barely meeting our colleagues. Despite this, the first “quarantine” issue of ÉVIK was a great success, the virus could not pose an obstacle to science and professional cooperation. Our thoughts and messages flowed freely through the electronic space, our professional contacts were preserved and we were able to work. In the words of Hungarian poet, Margit Szécsi „The world has been closed, but I am free, The cell of consciousness is my room. The bars of my bone have shut evil out. They have closed the world, but I am free!”

The leading material of our scientific journal, fittingly, is a manuscript written by **Diána Bánáti**, discussing the connections between viruses, the food economy and food safety. In her work, the most important knowledge about the SARS-CoV-2 virus is reviewed, but viruses are also mentioned, among other things, that can spread directly through certain foods. Although, to the best of our knowledge, the new type of coronavirus does not spread through food, but the global pandemic caused by it has had and will have an impact on both the international food economy and food safety.

In Issue 2020-1 of ÉVIK, an article of **Árpád Ambrus et al.** was published on the contamination of domestic food raw materials with pesticide residue. Now, as a continuation of that paper, our readers can read about the mycotoxin contamination detected in domestically grown food and feed raw materials. According to the authors, some consumers, especially infants, young children and adolescents, should expect toxin intakes to be higher than the aflatoxin and DON levels which are still considered to be acceptable. The data published in the manuscript are also used by the experts of the National Demography Roundtable when developing their recommendations related to the topic.

The modernized technology for the preparation of the so-called “Red cottage cheese”, a dairy product popular in the Ural Mountains is described by **Guzel Alkhamova** and **Aleksandr Lukin** of the University of Chelyabinsk. In their paper, laboratory measurement data on the organoleptic and chemical properties of the “folk” product manufactured using industrial technology are reported.

**Zsófia Zurbó** and **János Csapó** performed laboratory experiments for the production of prebiotic dietary fibers using lactose, malic acid and citric acid. With their simple heat treatment procedure, they have been able to produce oligomers and polymers that can serve as useful nutrients for the microbiome living in the human gastrointestinal tract.

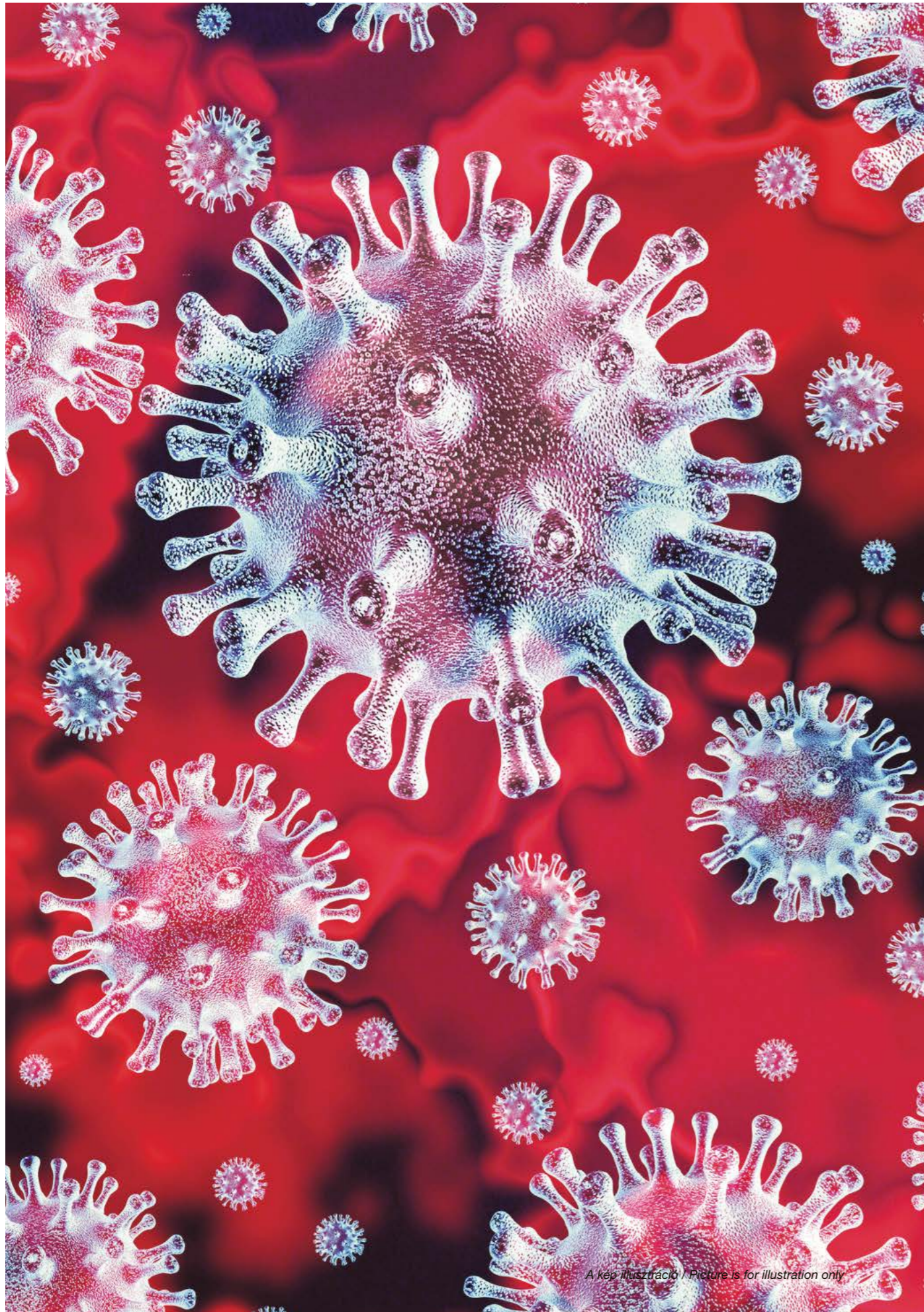
A study has been written by **Dóra Benkő and her colleagues** on one of the most delicate areas of animal health and food safety. The processability and consumability of milk produced by dairy farms are fundamentally affected by the udder health status of dairy cows. In their dissertation, the relationships between the chemical and microbiological properties of the milk and changes caused by low pathogenic and highly pathogenic microorganisms are described.

The next installation of the series of **András S. Szabó. András** on chemical elements is about osmium, a member of the platinum group. This metal is not an essential trace element, but it has a toxic effect in the human gastrointestinal tract when entering it as a food contaminant. Osmium usually enters the human body as a microcontaminant of foods or drinking water.

I hope that the fading epidemic situation will allow to recreate ourselves in summer. So, I wish for all of our readers a good relaxation, health and valuable reading.

Dr. Tamás János Szigeti  
editor-in-chief

HU ISSN 2676-8704



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

Bánáti Diána<sup>1</sup>

Érkezett: 2020. május – Elfogadva: 2020. június

## Vírusok az élelmiszerekben az új koronavírus-járvány fényében

**KULCSSZAVAK:** új típusú koronavírus (SARS-CoV-2), COVID-19, pandémia, sertésinfluenza-A (H1N1), madárinfluenza-A (H5N1), SARS, MERS, élelmiszer, élelmiszergazdaság, élelmiszer-biztonság

### 1. ÖSSZEFOGLALÁS

A szerző a SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) új típusú koronavírus) által okozott, 2019-2020 években kitört COVID-19 (Coronavirus Disease 2019) viágjárvány (pandémia) kapcsán összefoglalót készített az élelmiszerekkel, illetve az élelmiszerlánc-biztonsággal összefüggő patogén vírusok jellemzőiről, terjedési módjáról, gazdasági jelentőségéről.

A világjárvány kezdeti időszakában nem volt bizonyos, hogy a SARS-CoV-2 terjedése élelmiszerek közvetítésével várható-e. Az összes meghatározó élelmiszer-biztonsági és járványügyi európai és világszervezet (EFSA, WHO, CDC, FDA stb.) azt állítja, hogy a SARS-CoV-2 nem terjed élelmiszerek útján. Azt azonban tudjuk, hogy a vírus néhány órától napokig (akár 3 napig) terjedő időn keresztül stabil aeroszolokban és bizonyos felületeken.

Ugyanakkor igen sokrétűek a COVID-19 világjárványnak az élelmiszerekre, a táplálkozásra, az egészségre, a környezetre és az egész élelmiszer hálózatra gyakorolt következményei, amelyekt a szerző röviden áttekint.

### 2. Bevezetés

A vírusok az élelmiszer eredetű megbetegedések fontos közvetítői. Emberekre általában az élelmiszerek útján kerülnek át, az élelmiszerek emberi ürülékkel történt közvetlen vagy közvetett szennyeződésének eredményeként. Az ürülékkel/orálisan terjedő vírusok vivotanyagok elsősorban nem az élelmiszerek.

Az élelmiszerekkel kapcsolatos vírusok számos emberi fertőző betegségért felelősek, legfőképpen a gasztroenteritiszért és a hepatitiszért. A legfontosabb virális ágensek a norovírusok (NV, korábban Norwalk-szerű vírusok), a rotavírus (RV) és a hepatitisz A vírus (HAV).

A vírusok által okozott élelmiszer eredetű fertőzések arányát csak becsülni lehet (az összes eset kb. 20%-a). Sajnos a vírusos gasztroenteritisz eseteknek csak nagyon kis részét diagnosztizálják és jelentik hivatalosan.

A kétéhjú kagylók, mint friss élelmiszerek és a minimálisan feldolgozott termékek az elsődleges termelési környezetben gyakran fertőzöttek vírusokkal. Az élelmiszer eredetű vírusos betegségek számos

dokumentált járvány köthető elkészített, fogyasztásra kész ételek fertőzött élelmiszer-kezelő általi elszennyezéséhez. Az iváshoz, jég előállításához vagy élelmiszer feldolgozáshoz használt ivóvizek enterális vírusok általi szennyezettségét hosszú évek óta dokumentálják.

A legtöbb, aggodalomra okot adó élelmiszer eredetű vírus hosszabb ideig életben marad a környezetben és kevésbé érzékeny az élelmiszerek tartósításában általánosan alkalmazott belső és külső paraméterekre (hűtés, fagyasztás, pH stb.). A hűtés és fagyasztás hőmérsékletén a vírusok életben maradnak és az általános vélekedés szerint ez a legfontosabb olyan paraméter, amely elősegíti az élelmiszer eredetű vírusok túlélését a környezetben. Az alapos hőkezelés megöli a vírusokat.

Eltérően az élelmiszer eredetű emésztőrendszeri vírusoktól, mint például a norovírus vagy a hepatitisz A, amelyek szennyezett élelmiszereken keresztül betegítik meg az embereket, a COVID-19-et okozó SARS-CoV-2 olyan vírus, amely légúti megbetegedéseket okoz. Úgy vélik, hogy ez a vírus főként emberről emberre terjed. Nem ismert, hogy az élelmiszer általi expozíció ennek a vírusnak az egyik

<sup>1</sup> Magyar Tudományos Akadémia (MTA) KÖTEB Élelmiszer-biztonsági Albizottság, Debreceni Egyetem

terjedési módja lenne (US FDA, 2020). Az Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság (EFSA) szerint a világon mindenfelé terjedő új koronavírus (SARS-CoV-2) egyetlen bejelentett esete sem köthető szennyezett élelmiszerhez (EFSA, 2020).

Az Amerikai Járványügyi Hivatal (CDC), az Amerikai Élelmiszer- és Gyógyszer-engedélyeztetési Hivatal (FDA), az Amerikai Egyesült Államok Agrár Minisztériuma (USDA) és az Egészségügyi Világszervezet (WHO) mind azt állítják, hogy jelenlegi ismereteink szerint az új koronavírus nem terjed élelmiszerek útján.

Nincs bizonyíték arra, hogy élelmiszerek vagy takarmányok, vagy az élelmiszerek csomagolása kapcsolatban lennének a COVID-19-et okozó koronavírus terjedésével (US FDA, 2020). Jelenleg kevés tudományos információ áll rendelkezésre a SARS-CoV-2 túléléséről nyitott ételek felületén. Azt azonban tudjuk, hogy a vírus néhány órától napokig (akár 3 napig) terjedő időn keresztül stabil aeroszolokban és felületeken. Az új koronavírus leghosszabb ideig műanyagokon marad életben (72 óra), ezt követi a rozsdamentes acél (48 óra), és csupán 4 óráig rész felületen (IFST, 2020).

Fontos a helyes higiéniai gyakorlat fenntartása a nem csomagolt élelmiszerek (pl. kenyér, péksütemény, gyümölcs, salátabár stb.) esetében, mivel ez csökkenti az ételek szennyeződésének kockázatát. Az élelmiszeripari vállalkozók és a fogyasztók számára azt tanácsolják, hogy tartsák be a helyes higiéniai gyakorlatot, alkalmazzanak szigorú élelmiszer-biztonsági intézkedéseket.

Az FDA nem számít rá, hogy a járvánnyal kapcsolatos okok miatt élelmiszeripari termékeket kell visszahívni vagy kivonni a forgalomból, még akkor sem, ha egy élelmiszer- vagy takarmány-előállító létesítményben dolgozó személy (pl. élelmiszer-csomagoló) COVID-19 tesztje pozitív lesz.

Ugyanakkor alaposan át kell gondolni a jelenlegi COVID-19 világjárvány élelmiszer rendszerre gyakorolt számos más lehetséges következményét. Az élelmiszerekre, a táplálkozásra, az egészségre és a környezetre gyakorolt lehetséges következmények sokrétűek.

### 3. Élelmiszerekhez köthető vírusok

A vírusok szubmikroszkopikus ágensek, amelyek csak egy szervezet élő sejtjein belül replikálódnak. A növekedéshez szükségük van egy élő gazdaszervezetre, mivel megtámadják annak sejtjeit, és átveszik felettük az irányítást víruspartikulák milliószerű előállításához.

Dmitri Ivanovsky, akit ma a virológia megalapítójának tekintenek, 1892-es cikkében leírt egy nem baktérium kórokozót, amely megfertőzi a dohányzónövényeket, majd 1898-ban Martinus Beijerinck felfedezte

a dohánymózaikvírust [1]. A környezetben található több millió vírus típus közül eddig több mint 6 000 vírushajt írtak le részletesen [2].

Az élelmiszerekhez kapcsolódó vírusok felelősek számos emberi fertőző betegségért, elsősorban a gasztroenteritiszért és a hepatitiszért. A legfontosabb virális ágensek a norovírusok (NV, korábban Norwalk-szerű vírusok), a rotavírus (RV) és a hepatitisz A vírus (HAV).

Még csak két évtized telt el azóta, hogy a vírusokat egyre inkább felismerték az élelmiszer eredetű járványok fontos okaiként.

Az élelmiszerek útján leggyakrabban terjedő vírusok a hepatitisz A vírus és a Norwalk-szerű (ma norovírusoknak hívott) gasztroenteritisz vírusok [3]. A WHO és a FAO szakértőinek 2008-ban tartott együttes ülésén arra a következtetésre jutottak, hogy noha a norovírusokat és a hepatitisz A-t elismerték a legfontosabb, élelmiszer útján terjedő vírusoknak, egy sor más enterális vírus is kapcsolatba hozható az élelmiszer eredetű megbetegedésekkel [4]. Világszerte a norovírusok (NoV) voltak az élelmiszer eredetű virális gasztroenteritisz leggyakoribb okai, és a hepatitisz A vírus (HAV), amely szintén tud élelmiszerek útján terjedni, továbbra is nemzetközi egészségügyi veszélyt jelent. A rotavírusokat, enterovírusokat és asztrovírusokat szintén fontosnak tartották, bár kisebb mértékben [5].

A rotavírusok a kiskorúak súlyos hasmenéses betegségeinek leggyakoribb okaivá váltak az egész világon. A rotavírusok majdnem minden 3-5 éves gyermeket megfertőznek, és világszerte a súlyos, kiszáradást okozó hasmenés fő okai az 5 évnél fiatalabb gyermekeknél. A WHO 2013-as becslése szerint körülbelül 215 000 öt év alatti gyermek hal meg évente rotavírus fertőzés miatt, ezeknek a gyerekeknek a túlnyomó többsége alacsony jövedelmű országokban él [6].

A FAO és a WHO szakértői több mint egy évtizeddel ezelőtt a HEV, HPAI-H5N1, SARS-CoV és Nipah vírusokat azonosították növekvő kockázatot jelentő vírusokként, amelyek a legnagyobb aggodalomra adnak okot az élelmiszerekkel történő terjedés tekintetében.

A vírusok különböző módokon terjedhetnek át az emberekre, de az élelmiszerekkel terjedő vírusok közül a legfontosabbak azok, amelyek az emésztőrendszeren keresztül fertőznek, és amelyek a széklettel, vagy bizonyos esetekben a hányással ürülnek ki.

A vírusok emberi ürülékkel közvetlenül vagy közvetetten szennyezett élelmiszerek révén terjednek át az emberekre. Az ürülékkel/orálisan terjedő vírusok nem függenek erősen az élelmiszerektől, mint a fertőzés vívőanyagaitól, de a vírusok az élelmiszer eredetű megbetegedések fontos ágensei [7].

A közvetítők leggyakrabban szennyezett vizekből származó puhatestűek, de sok más élelmiszert közvetlenül a fertőzött személyek szennyeznek be.

Az iváshoz, jég előállításához vagy élelmiszer-feldolgozáshoz használt ivóvizek enterális vírusok általi szennyezettségét hosszú évek óta dokumentálják. Az élelmiszerek feldolgozása és csomagolása során felhasznált víz és jég potenciális szennyeződés forrás lehet. Ha visszaoldott élelmiszeripari termékek (például tejpor, anyatej-helyettesítő tápszer vagy gyümölcsle) előállításához szennyezett vizet használnak, a vírus átterjedhet. Az ehető jég és a csomagolójég is, ha szennyezett vízből készítik, az élelmiszerek vírus szennyezettségének forrása lehet.

A fertőző madárinfluenza vírust kitenyészítették fagyasztott exportált húsból, ami kérdéseket vet fel az ilyen vírusok esetleges terjedésével kapcsolatban az élelmiszerláncban keresztül. Noha ezt a terjedési módot ritkának tekintik, az ilyen terjedés lehetséges következményei miatt az ilyen vírusokra is figyelemmel kell lenni.

A vírusok jelentős szerepet játszanak a fertőző bélbetegségekben, de a nem teljeskörű jelentés, a megfigyelő rendszerek hiánya és a meglévő rendszerek alkalmatlansága arra, hogy meghatározzák a betegségek élelmiszerekkel kapcsolatos úton terjedő hányadát más gyakori útvonalakhoz viszonyítva, nehézzé teszi annak a megbecsülését, hogy a vírusos megbetegedések mekkora hányada köthető az élelmiszerekhez [8].

### 4. Aggodalomra okot adó vírusok az élelmiszerláncban

A pandémiás influenzajárványok megjósolhatóan megjósolhatatlanok voltak az 1918 óta eltelt években, de mindig globálisak, és globális választ igényelnek. Világszerte 1 millió ember halt meg 1957-ben egy járvány során, amely Kínából indult, de a világon mindenütt elterjedt. 1968-ban egy másik járvány 1-3 millió ember életét követelte. 2003-ban az A(H5N1), vagyis az úgynevezett madárinfluenza megmutatta, hogy a vírus állatokról emberekre terjedhet, de nem érte el a pandémiás stádiumot, mert emberről emberre nem terjedt. A 2009-es A(H1N1) sertésinfluenza pandémia Mexikóból indult 214 országra és tengerentúli területre terjedt ki. A világ szerencsés volt: a pandémia enyhébbnek bizonyult, mint némely szezonális járvány [9].

Az állati influenza vírusok különböznek a szezonális emberi influenza vírusoktól és nem terjednek könnyen emberről emberre. A zoonózis influenza vírusok azonban (állati influenza vírusok, amelyek esetenként embereket is megfertőzhetnek közvetlen vagy közvetett érintkezés útján) megbetegíthetik az embereket, enyhe betegségtől halálig terjedő súlyossággal.

A madarak a **madárinfluenza vírusok** természetes gazdaszervezetei. Az A(H5N1) vírus 1997-es kitörése után baromfikban Hongkongban, 2003 óta ez a madárinfluenza és más influenzavírusok Ázsiából Európába és Afrikába terjedtek. 2013-ban emberi A(H7N9) influenza vírus fertőzéseket jelentettek Kínából [10].

A legtöbb **sertésinfluenza vírus** nem okoz megbetegedést emberekben, de néhány ország beszámolt sertésinfluenza vírusoktól származó emberi fertőzésekről. A legtöbb ember esetében fertőzött sertések közelében tartózkodásról vagy sertések kiállítás helyeinek látogatásáról számoltak be, de korlátozottan előfordult emberről emberre terjedés is.

Csakúgy, mint a madarak és a sertések, más állatok, mint például lovak vagy kutyák is megfertőződhetnek a fajra jellemző influenza vírusokkal (kutyainfluenza vírusok, lóinfluenza vírusok stb.).

**H5N1 madárinfluenza:** Egy rendkívül patogén H5N1 vírust izoláltak tenyésztett libából Kína Guangdong tartományában 1996-ban. A következő évben (1997) magas patogenitású H5N1 járványról számoltak be baromfikban, gazdaságokban és élőállat piacokon Hongkongban, ugyanakkor emberi H5N1 madárinfluenza megbetegedéseket is jelentettek. A 18 esetből 6 volt halálos, amelyek az első ismert példái voltak ezen vírus által okozott emberi megbetegedéseknek [11]. Hat évvel később (2003) Hongkongban megerősítették, hogy két ember a H5N1 madárinfluenzával fertőződött meg. A Koreai Köztársaság szintén jelentett H5N1 eseteket baromfikban ugyanebben az évben, itt a járvány 2004 szeptemberéig folytatódott. 2 tigris és 2 leopárd, amelyeket frissen leölt csirkével etettek, váratlanul elpusztult egy thaiföldi állatkertben. A későbbi vizsgálatok alapján a baromfikban terjedőhöz hasonló H5N1 vírust azonosítottak. Vietnam és Japán 2004 elején jelentették a H5N1-et baromfikban. Ugyanakkor Hongkong egy vadon élő madárban jelentette a H5N1-et, és az 1997-es baromfi járvány óta ez volt az első H5N1 eset egy hongkongi madárban. 2004 januárjában Thaiföld először baromfikban előforduló H5N1-et jelentett, majd megerősítette, hogy emberek is megfertőződtek a H5N1-gyel. Kambodzsa, Laosz, majd nem sokkal utánuk Indonézia és Kína következett. 9 millió baromfit öltek le Kínában. 10 vietnami beteg esettanulmányai az esetek többségében fertőzött baromfival való közeli kapcsolatot jelöltek meg az emberi fertőzés valószínű forrásaként [12].

Megjelent egy esettanulmány egy atipikus humán H5N1 fertőzésről Thaiföldön 2004 márciusából, amelyet láz és hasmenés jellemezett, légúti tünetek nélkül [13].

2004 augusztusában kínai kutatók sertések H5N1 fertőzésének előzetes eredményeiről számoltak be. Nem volt rá bizonyíték, hogy a sertés fertőzés széles körűtett volna és a megállapítások korlátozott járványügyi jelentőségűnek bizonyultak [14].

Egy 2004 szeptemberében közzétett kutatás azt találta, hogy H5N1-gyel kísérletileg megfertőzött házi macskákban súlyos betegség fejlődött ki és a fertőzést más macskáknak is át tudták adni. Ez előtt a kutatás előtt a házi macskákat minden influenza-A vírussal szemben ellenállónak gondolták [15].

A baromfi járványok 2004 végén Indonéziában, Thaiföldön és Vietnamban, valamint Kambodzsában és Laoszban folytatódtek, majd 2005-ben és 2006-ban kevésbé folyamatosan Indonéziában, Thaiföldön és Vietnamban. Japán 2005 júniusában jelentett baromfiban előforduló LPAI H5N2-t. Az Orosz Föderáció és Kazahsztán 2005 júliusában jelentette az első H5N1 járványokat. Indonézia 2005 augusztusában jelentette a H5N1-et baromfiban és sertésben. Számos EU tagállam (pl. Románia, Horvátország, az Egyesült Királyság) és Törökország 2005 októberében jelentette az első H5N1 járványt baromfiban.

2005-2006 folyamán számos ország számolt be baromfik és vadon élő madarakat megbetegítő járványokról. A nagy patogenitású H5N1 vírus által okozott madárinfluenza járványok tapasztalatai alapján a szakértők ekkor már széles körben megvitatták egy pandémiás influenza lehetőségét.

**H1N1 sertésinfluenza:** A sertésinfluenza (Influenza-A, H1N1) esetek számának drámai növekedése miatt Ausztráliában és Chilében az Egészségügyi Világszervezet (WHO) 2009 júniusában a betegség riasztási szintjét 6-ra emelte, ami a pandémiát jelenti [16, 17]. A riasztási szint 6-ra emelése a fertőzés széles körű, emberről emberre történő terjedését jelenti. 1968 óta ez volt az első alkalom, hogy a WHO a riasztást a legmagasabb szintre emelte. 2009. április 26-áig az Egyesült Államok kormánya 20, laboratóriumban megerősített humán sertésinfluenza-A (H1N1) esetet jelentett, míg Mexikó kormánya 18, laboratóriumban megerősített sertésinfluenza A/H1N1 esetet jelentett. A vírust az A/H1N1 új altípusaként írták le, melyet korábban sem sertésben, sem emberben nem észleltek [18].

A H1N1 pandémiás esetek általános csúcsát Indiában jegyezték fel 2009. december közepén. 2010. január 31-ig világszerte több mint 211 ország és tengerentúli terület számolt be laboratóriumban megerősített H1N1 pandémiás influenza esetekről, beleértve legalább 15 174 halálesetet. Európában a pandémiás influenza vírus terjedése csak néhány országban folytatódott, a legtöbb helyen az általános aktivitás alacsony maradt. Az influenzára pozitív légúti minták általános aránya 14%-ra esett vissza, miután 2009. november elején elérte a 45%-os csúcst [19].

**H7N9 madárinfluenza:** Az A(H7N9) madárinfluenza a madarakban korábban kimutatott influenzavírusok egy altípusa. Ezzel az A(H7N9) vírussal korábban sem állatokban, sem emberekben nem találkoztak, amíg 2013 márciusában Kínában ki nem mutatták. Azóta azonban mind emberekben, mind madarakban

megtalálták a fertőzést. A betegség aggodalomra ad okot, mivel a legtöbb beteg súlyos állapotba került. A H7N9 madár vírussal történt emberi megfertőződés legtöbb esetében friss kitétséget jelentettek élő baromfinak vagy potenciálisan szennyezett környezetnek, különösen olyan piacok szerepét emelték ki, ahol élő madarakat árultak. Úgy tűnik, hogy ez a vírus nem könnyen terjed emberről emberre, és tartós emberről emberre történő terjedésről sem számoltak be [20]. 2016 októberé óta Kína az A(H7N9) madárinfluenza vírusos emberi megbetegedések számának növekedéséről számolt be [21].

Ennek a cikknek a célja nem az, hogy a madárinfluenza és a sertésinfluenza zoonózis eseményeit és a vonatkozó járványokat tárgyalja, de érdemes megemlíteni, hogy más influenza vírusok, mint például a H1N1, a sertésinfluenza 2009-ben, a H7N7 madárinfluenza 2017-ben az Egyesült királyságban, vagy a H5N8 2015-ben és 2017-ben aggodalomra adtak okot mint olyan felmerülő kockázatok és járványok, amelyek zoonózis jellegük mellett az emberről emberre történő terjedés kockázatát is magukban hordozták.

## 5. Koronavírusok: SARS, MERS, új koronavírus

A koronavírusok (CoV) (Nidovirales rend, Coronaviridae család, Coronavirinae alcsalád) burkolt, pozitív egyszálú RNS-vírusok. A Coronavirinae alcsalád az alfa-, béta-, gamma- és delta koronavírusok nemzetségeit foglalja magába. Ezek a kis kórokozók vagy betolakodók zoonotikusak, vagyis állatokban és emberekben is élhetnek. A koronavírusok megfertőzhetnek madarakat (gamma- és delta koronavírusok) vagy számos emlősfajt (főleg alfa- és béta koronavírusok), beleértve az embereket is [22].

A koronavírusok egy RNS szálból állnak és a genetikai anyagot kis fehérje tüskékkel ellátott membrán veszi körül. Mikroszkóp alatt ezek a fehérjék gyűrűszerűen állnak fel a vírus tetején, innen származik a nevük. Amikor a vírus bekerül a testbe, ezek a fehérje tüskék hozzákapcsolódnak a gazdasejtekhez, és a vírus befecskenkezi az RNS-t a sejtanyagba, eltérítve a replikációs mechanizmust, hogy még több vírust állítson elő. Így bekövetkezik a fertőzés.

A koronavírusok egy olyan víruscsalád, amely általában légúti megbetegedéseket okoz. Ide tartoznak azok a vírusok, amelyek a megfázást okozzák, és súlyosabb betegségeket, mint például a súlyos akut légzőszervi szindróma (SARS), a közel-keleti légzőszervi szindróma (MERS) és a SARS-CoV-2 nevű új koronavírus, amely a COVID-19-et okozza.

Az endémiás CoV-k mellett két epidémiás CoV jelent meg az emberekben az elmúlt két évtizedben, a súlyos akut légzőszervi szindróma (SARS) és a közel-keleti légzőszervi szindróma (MERS) CoV-k, melyeket 2003-ban, illetve 2012-ben fedeztek fel [23, 24]. Mindkét vírus a béta koronavírus nemzetséghez tartozik, és nagy halálozási arányú járványokért fele-

lősek. A SARS-CoV volt felelős a 2002-2003-as vírusos tüdőgyulladás járványért. Ez a járvány legalább 8000 személyt érintett, a halálozási arány körülbelül 10% volt [25, 26].

A SARS-CoV-2, a COVID-19 okozója egy új típusú SARS-CoV, amely hasonló járványt okozott 2003-ban. A koronavírus emberekben és állatokban (tevék, szarvasmarhák, macskák és denevérek) is gyakori.

Az állati koronavírusok, amelyek olyan fontos állatállomány kórokozókat is magukban foglalnak, mint a sertések transzmisszibilis gastroenteritisz vírusa (TGEV), a szarvasmarha CoV (BCoV) és a macska koronavírus (FCoV), több mint 80 éve ismerik [27].

**SARS-CoV 2003:** A súlyos akut légzőszervi szindróma (SARS) egy vírusos légúti megbetegedés, amelyet egy koronavírus okoz, az úgynevezett SARS-hoz kötődő koronavírus (SARS-CoV). A SARS-ról 2003 februárjában Ázsiában számoltak be először. A betegség több mint két tucat országra terjedt ki Észak-Amerikában, Dél-Amerikában, Európában és Ázsiában, mielőtt a 2003-as globális SARS járványt sikerült visszaszorítani. A súlyos akut légzőszervi szindrómát (SARS) a megfázást okozó vírusokhoz hasonló vírus okozza. A SARS-ot emberekben 2003-ban jelentették először, amikor egy Kínából kiinduló járvány gyorsan elterjedt más országokban is. A legtöbb SARS-ban szenvedő embernél tüdőgyulladás alakul ki. Az eredeti, 2003 februári járvány korlátozott tapasztalatai alapján sok embernél csak enyhe betegség alakult ki. A SARS azonban a vírust elkapó emberek több mint 9%-ánál halálos kimenetelű lehet [28].

2003. március 12-én az Egészségügyi Világszervezet (WHO) globális figyelemztetést adott ki atípusos tüdőgyulladás esetekkel kapcsolatban Guangdong tartományban, Hongkongban, Kínában és Vietnamban [29]. Hangsúlyozták, hogy egyelőre nem mutattak ki kapcsolatot a Hanoi-ban és Hongkongban tapasztalt akut légzőszervi betegség járványok és az ugyanabban az évben február 19-én Hongkongban jelentett madárinfluenza-A (H5N1) járvány között.

Xu és munkatársai korai vizsgálata arról számolt be, hogy számos megfigyelés alátámasztja azt a hipotézist, hogy a SARS vadon élő állatoktól származik. Úgy tűnt, hogy legalább öt különböző közgazgatási egységből jelentettek eseteket egymástól függetlenül; a korai esetek betegek a későbbi betegeknel nagyobb valószínűséggel laktak terményeket árusító piacok közelében, de nem egy gazdaság közelében. A 23 korai beteg közül 9 (39%) bánt ételekkel és valószínűleg kapcsolatba került állatokkal [30].

A „SARS-ot okozó koronavírusokat”, mint például a nagy patogenitású madárinfluenzát (HPAI) a FAO-WHO közös szakértői testülete 2008-ban „feltörekvő vírusnak” minősítette [31]. Az élelmiszerekkel történő terjedés lehetősége minden újfajta fertőzés

esetén aggodalomra ad okot és az ilyen aggodalmak eloszlása gyakran nem könnyű. Habár eredetileg valószínűtlennek tartották, bizonyos körülmények között bebizonyosodott a fekális/orális terjedés az elsősorban légúti kórokozó Nipah vírus, HPAI vírus és SARS-CoV esetében.

**MERS-CoV 2012:** A másik, embereket megfertőző, rendkívül patogén koronavírus – a MERS-CoV-t – véletlenül fedezték fel Szaúd-Arábiában 2012-ben egy halálos kimenetelű tüdőgyulladás során [32]. A további kutatások eredményei azt sugallják, hogy az embereket rendszeresen és gyakran fertőzi meg a MERS-CoV zoonotikus fertőzésként egypúpú tevéken keresztül, amelyek jelentős állatállományt alkotnak a Közel-Keleten. Az egypúpú tevéknek a Közel-Keleten fontos szerepe miatt a MERS-CoV súlyos zoonotikus fenyegetést jelent, amely ismeretlen epidémiás és pandémiás veszélyt rejt magában [33].

Annak ismeretében, hogy a MERS- és SARS-CoV denevérekől származik, felvetődött, hogy minden HCoV zoonotikus eredetű lehet és nagy eséllyel denevérekől származhat [34, 35, 36]. A CoV evolúció közös forgatókönyve így magában foglalja egy múltbeli átmenetet egy olyan köztes gazdaszervezetbe, mint például az emberekkel közelebbi kapcsolatban álló haszonállatok, amelyek különböző vírusok sokaságát hordozhatják, beleértve az östörzsekkel közvetlen rokonságban lévő variánsokat. A közben lévő vírusok felfedezése lehetővé teszi az eredeti és jelenlegi vírus jellemzők összehasonlítását az emberekben, fényt derítve az emberi alkalmazkodás folyamatára. A legtöbb HCoV evolúciós történetéről azonban továbbra sem állnak rendelkezésre átfogó adatok [37].

A nagy patogenitású MERS koronavírus első esete után hat évvel, amikor 2018 szeptemberében egy Dubaiból New Yorkba tartó járaton 100 utas mutatott légzőszervi tüneteket, egészségügyi tisztviselők attól tartottak, hogy ugyanazt a súlyos légúti betegséget (MERS-CoV) hordozhatják, ezért karanténba helyezték a repülőt, amíg további egészségügyi ellenőrzéseket végeztek. A tesztek azt mutatták, hogy többen pozitívak voltak az influenza vírusra [38]. 2018-ban volt a 100. évfordulója a modernkori történelem egyik legkatasztrófálisabb közegészségügyi krízisének, az 1918-as influenza pandémiának, amelyet a köznyelv spanyolnáthaként ismer. Az intenzitás és a sebesség, amellyel az 1918-as influenza pandémia lesújtott, szinte elképzelhetetlen volt – a Föld akkori lakosságának egyharmadát, 500 millió embert fertőzött meg. Mire két évvel később a járvány lecsengett, a becslések szerint több mint 50 millió ember halt meg. Globális szinten a halottak száma több volt, mint az I. világháború körülbelül 17 millió áldozata [39].

**SARS-CoV-2 2019:** Mostanra kialakult az új koronavírus neve [40], melyet 2019 decemberében fedeztek fel, és amelyről azt feltételezik, hogy a Kína középső részén található Hupej tartomány Vuhan nevű váro-

sának egyik élelmiszer piacról származik. A vírust SARS-CoV-2 (vagy ahogy korábban írták: sars-cov-2-nek) nevezték el, és a COVID-19 vagy covid-19 betegséget okozza. A 'Co' a koronából származik, a 'vi' a vírusból, 'd' a betegség (disease), és a '19' a 2019-es évet jelöli.

A "súlyos akut légzőszervi szindróma koronavírus 2" (SARS-CoV-2) az a koronavírus törzs, amely a 2019-es koronavírus betegséget (COVID-19) okozza. A köznyelv egyszerűen koronavírusnak nevezi, korábban ideiglenes nevén 2019-es új koronavírusnak (2019-nCoV) hívták [41]. Ez a vírus a SARS-CoV-1 utódja.

A SARS-CoV-2 emberekben fertőző. Jelenleg hét olyan koronavírus-típus ismert, amely megfertőzheti az embereket, és betegséget okozhat. A SARS-CoV-2 a hetedik koronavírus, amelyről tudjuk, hogy megfertőzheti az embereket [42]; a SARS-CoV, a MERS-CoV és a SARS-CoV-2 súlyos betegséget okozhat, míg a HKU1, az NL63, az OC43 és a 229E enyhe tünetekkel jár [43]. A vírus általában a nyálkahártya és fertőző cseppecskék közvetlen érintkezésével terjed, pl. egy fertőzött személy tüsszentéséből származó lebegő vírus belélegzésével, vagy a kéz és a száj/orr érintkezésével fertőzött felület megérintése után.

Míg a vírusok, melyek a COVID-19-et és a szezonális influenzát okozzák egyaránt emberről emberre terjednek és hasonló tüneteket okozhatnak, a két vírus nagyban különbözik egymástól és nem ugyanúgy viselkednek. Az ECDC becslése szerint (2020) az EU-ban, az Egyesült Királyságban, Norvégiában, Izlandon és Liechtensteinben évente 15000-75000 ember hal meg idő előtt a szezonális influenza fertőzéshez köthető okok miatt. Ez körülbelül minden ezredik fertőzött embert jelent. A szezonális influenza viszonylag alacsony halálozási aránya ellenére, sok ember hal bele a betegségbe, mivel azt minden évben sok ember kapja el. A COVID-19 azért ad okot aggodalomra, mert az influenzától eltérően nincs rá oltás és nincs rá specifikus kezelés. Ezen kívül úgy tűnik, hogy könnyebben átadható, mint a szezonális influenza. Mivel ez egy új vírus, senkinek nincs korábbi immunitása, ami azt jelenti, hogy potenciálisan az egész emberiség elkaphatja a SARS-CoV-2 fertőzést [44].

A MERS-CoV, a SARS-CoV és más légzőszervi vírusok (mint például a madárinfluenza) miatti betegségek járványaival kapcsolatos korábbi tapasztalatok arra utalnak, hogy az új koronavírus eredetileg állatról terjedhetett emberre [45]. A COVID-19 vírus forrása gyanánt valamilyen állatfajra gyanakodnak, de a pontos eredetet még nem sikerült azonosítani.

A globális COVID-19 közegészségügyi vészhelyzet közepette indokolt azon elgondolkodni, hogy miért lényeges a pandémia eredetének kiderítése. Annak részletes megértése, hogy egy állati eredetű vírus miként ugrotta át a fajok közötti határokat és fertőzte meg tömegesen az embereket, hozzájárul a jövőbeli zoonotikus események megelőzéséhez. Például, ha

a SARS-CoV-2 előzetes adaptációja egy másik állati fajban ment végbe, akkor fennáll a veszélye a jövőbeni újbóli megjelenésnek. Ezzel szemben, amennyiben az adaptációs folyamat az emberben zajlott le, még ha a zoonotikus transzfer meg is ismétlődik, egy ugyanilyen mutáció sorozat nélkül nem valószínű, hogy a vírus újból elszabadul. Ezen kívül a SARS-CoV-2 állatokban található legközelebbi vírus rokonainak azonosítása nagymértékben elősegíti a vírus funkciók vizsgálatát [46].

A kézirat véglegesítésének idején (2020. május közepe) a fertőzöttek száma világszerte meghaladja a 4,2 milliót, a halálos áldozatok száma a 294 ezret, az utóbbiak fele az EU/EGT országokban [47]. A nem bejelentett esetek száma elérheti az összes eset 72%-át (de akár 79%-ot is) [48].

## 6. A vírusok perzisztenciája és túlélése

A vírusok és a szokványos, élelmiszerekkel terjedő baktériumok között nyilvánvaló különbségek vannak morfológia, fertőzőképesség, perzisztencia és epidemiológia tekintetében. A vírusos veszélyek kézben tartása gyakran olyan intézkedéseket igényel, amelyek különböznek a bakteriális veszélyek elleni küzdelemben alkalmazottaktól.

A szennyeződést megelőzhetjük úgy, hogy a fekáliát távol tartjuk az élelmiszerektől, vagy hogy a hordozókat, mint amilyen a víz, olyan kezelésnek vetjük alá, amely inaktíválja az élelmiszerekbe átvihető vírusokat. A vírusok nem tudnak az ételekben szaporodni, viszont általában inaktíválhatók megfelelő hőkezeléssel. Az élelmiszerekben található vírusok inaktíválásának más módszerei viszonylag megbízhatatlanok, de a vízben vagy kitett felületeken található vírusokat inaktíválhatjuk ultraibolya fénnel vagy erős oxidálószerekkel [49].

Az élelmiszerekkel terjedő lényeges vírusok többsége nem burkolt. Ennek a szerkezetnek köszönhetően ezek általában perzisztensebbek a környezetben és kevésbé érzékenyek az élelmiszerek tartósításában általánosan alkalmazott belső és külső paraméterekre (hűtés, fagyasztás, pH stb.). A hepatitisz-A vírus nyers élelmiszerben, mint amilyen a friss termék, a termék eltarthatósági idején túl is életben maradhat, és a környezetben is elég sokáig fertőzőképes marad ahhoz, hogy a további terjedés lehetősége aggodalmat okozzon. Hűtési és fagyasztási hőmérsékleteken a vírusok életben maradnak és úgy tartják, hogy ez a legfontosabb paraméter, amely az élelmiszerekkel terjedő vírusok perzisztenciáját növeli a környezetben. A hő és a szárítás alkalmas a vírusok inaktíválására, de vírus és vírus között komoly különbségek mutatkoznak az ezekre a folyamatokra való érzékenységben. Az élelmiszer mátrix is befolyásolhatja a hőnek és szárításnak való relatív ellenállóságot.

A vírusra hatással lévő hőmérsékletre vonatkozó elemeltek többsége egyetlen 2004-es tanulmányból

származik, melyet a WHO-nak a SARS diagnózisával foglalkozó együttműködési hálózata készített a SARS vírusról, nem pedig az új koronavírusról [50]. Ebben a bizonyos cikkben, Chapman állítása szerint, a vírus inaktíválásához (10000 vírus részecskéről 1-re csökkentéshez) 3 percre volt szükség 149 Celsius fokon. Fontos azonban megjegyezni, hogy nincs elég információnk az új koronavírusról ahhoz, hogy meg tudjuk ítélni, hogy pontosan ugyanígy viselkedik-e [51].

A szakértők szerint az ételek olyan hőmérsékleten történő hőkezelése, amely ahhoz szükséges, hogy megölje az élelmiszerekkel terjedő betegségeket okozó patogéneket, valószínűleg a COVID-19-et okozó koronavírus is megöli. Ez 145 °F = 62,7 °C friss sertéshús, marhasült, steak, karaj és hal esetén; továbbá 165 °F = 73,8 °C baromfi, darált marhahús, raguk és ételmaradékok esetén, valamint előfőzött sonka melegítésekor.

## 7. Az új koronavírus SARS-CoV-2: Nem terjed az élelmiszerekkel

A koronavírus (COVID-19) járvány kitörése a világ számos országát érinti. Jelenleg nincsen bizonyíték arra, hogy az élelmiszerek a vírus forrásaként vagy terjedési útvonalaként szolgálnának [52]. Az Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság (EFSA) szerint a világ minden táján keringő új koronavírus (SARS-CoV-2) egyetlen jelentett esete sem köthető szennyezett élelmiszerhez.

Az EFSA azt állítja, hogy a hasonló koronavírusok, mint például a SARS-CoV és a MERS-CoV járványainak tapasztalatai azt mutatják, hogy az élelmiszerekkel történő terjedés nem volt jellemző. Pillanatnyilag nincsen rá bizonyíték, hogy a jelenlegi koronavírus ilyen tekintetben különböző lenne tőlük.

Az Amerikai Élelmiszer- és Gyógyszer Hivatal (FDA) osztja ezt a nézetet és kijelentette, hogy nem tud olyan jelentésről, amely arra utalna, hogy a COVID-19 élelmiszerekkel vagy élelmiszer csomagolással is átadható lenne [53].

Az Amerikai Járványügyi Hivatal (CDC) [54], az Amerikai Élelmiszer- és Gyógyszer Hivatal (FDA) [55], az Amerikai Egyesült Államok Agrár Minisztériuma (USDA) [56] valamint az Egészségügyi Világszervezet (WHO) mind azt állítják, hogy nem ismert, hogy a vírus az élelmiszerekkel terjedne.

A FAO [57] hozzátette, hogy jelenleg nincsen bizonyíték arra, hogy a jelenlegi COVID-19 pandémiáért felelős vírusnak háztáji vagy kedvtelésből tartott állatok, mint például csirkék, kacsák, más baromfiak, sertések, szarvasmarhák, tevék, lovak, juhok, kecskék, nyulak, tengerimalacok vagy halak is hordozói. Hangsúlyozzák, hogy - bár az élő állatok kórokozók forrásai lehetnek -, minden fajta élelmiszer potenciálisan elszennyeződhet szennyezett eszközökkel, fe-

lületekkel vagy környezettel történő érintkezés révén. A megfelelő tisztítás és a keresztszennyeződés megelőzése kritikus az élelmiszerekkel terjedő betegségek megfékezésében.

Az Amerikai Járványügyi Hivatal (CDC) élelmiszerekkel és vízzel terjedő betegségeket vizsgáló járvány megelőzési és reagálási csoportjának vezetője, Dr. Ian Williams elmondta, hogy az új koronavírus valószínűleg nem terjed az élelmiszerekkel (CNN, 2020). „Egyelőre nincsen bizonyíték arra, hogy a COVID-19-et élelmiszerek vagy az élelmiszerlánc szereplői terjesztik” – mondta Williams egy információs webinár során. „Ez ténylegesen egy légzőszervi, emberről emberre terjedő betegség. Jelenleg nincsen bizonyíték, amely valóban arra utalna, hogy az élelmiszerek vagy az élelmiszer szolgáltatók állnak az epidémia mögött” [58]. A COVID-19-re és az élelmiszer-biztonságra vonatkozó egyik legrészletesebb útmutatást az Európai Bizottság adta ki [59]. Ez többek között tartalmazza a tagállamok és ajánlásaik listáját, valamint linkeket ezekhez. Az EB ideiglenes intézkedéseket is közzétett a 2020/466 számú rendeletben [60].

Korábban már végeztek vizsgálatokat a SARS-CoV-2-vel azonos családba tartozó vírusokkal kapcsolatban, ami azt jelenti, hogy ezek genetikai tulajdonságai nagyon hasonlóak a SARS-CoV-2 tulajdonságaihoz. A 2003-as SARS-CoV és 2012-es MERS-CoV járványok során végzett vizsgálatok nem szolgáltattak bizonyítékot arra nézve, hogy a SARS és a MERS-CoV élelmiszerekkel terjedne. Ennél fogva úgy tűnik, nem kell amiatt aggodni, hogy a SARS-CoV-2 vírus terjed-e élelmiszerekkel vagy sem [61, 62].

Tehát nincsen bizonyíték arra, hogy a SARS-CoV-2 vírus az élelmiszerekkel terjedne. Ugyanakkor az a tény, hogy nincsen bizonyíték, nem feltétlenül jelenti azt, hogy a terjedés ezen a módon nem lehetséges vagy teljességgel lehetetlen.

Nagyon valószínűtlen, hogy az új koronavírus élelmiszerek útján terjed. Azonban a bizonyíték hiánya ennek az útnak a lehetetlenségét nem bizonyítja. Erre rámutattak az IFST által szervezett webináron is [63].

A tudományos kutatás eredményeinek értékelésekor általában elkerüljük az olyan kifejezéseket, mint a „soha”, a „lehetetlen”, vagy a „nem lehetséges”. A tudományos szkepticizmus megköveteli, hogy kerüljünk az olyan határozott állításokat, mint például azt, hogy „a SARS-CoV-2 terjedése élelmiszerekkel lehetetlen”, amitől mindenki megkönnyebbülne, hiszen mindig lehetséges, hogy közzéteszik egy kutatás eredményét, amely azt mutatja, hogy ez az alacsony valószínűségű terjedés mégis megtörténik. Tehát, ahogyan azt egy újságíró szellemesen elmagyarázta, a kijelentés, miszerint a rendelkezésre álló információ alapján nincsen bizonyíték arra, hogy a SARS-CoV-2 vírus élelmiszerekkel terjed elégséges ahhoz, hogy a jelenlegi körülmények között megkönnyebbülést hozzon [64].

A SARS-CoV-vel kapcsolatos kutatások azt mutatják, hogy ez a vírus viszonylag szívós, és legalább 96 órán át életképes marad a szérumban, a köpetben és a székletben. A vizeletben legalább 72 órán keresztül életben marad, alacsony fertőzőképesség mellett [65].

A SARS-CoV-2 stabilitása hasonló az eredeti SARS víruséhoz. A vírus aeroszolokban és felületeken néhány órától napokig (legfeljebb 3 napig) terjedő időtartamig stabil [66].

Az új koronavírus leghosszabb ideig műanyagokon (72 óra) marad életben, ezt követi a rozsdamentes acél (48 óra), majd a karton (24 óra) és a réz (4 óra).

**Élelmiszer-csomagolás** esetén a terjedés kockázata alacsony. Egy 2020 márciusának közepén közölt előzetes tanulmányban a kutatók az új koronavírus stabilitását vizsgálták különféle felületeken. Megállapították, hogy a vírus akár 72 órán át megmaradt műanyagon és rozsdamentes acélon. Kartonon 24 óra elteltével nem találtak életképes vírust [67]. A vírus gyorsan lebomlik. A felezési idő, vagyis az az idő, amely alatt a víruskoncentráció a felére csökken, 5,6 óra volt rozsdamentes acélon és 6,8 óra műanyagon. Kartonon a felezési idő valamivel több, mint 3 óra volt, bár a kutatók szerint a vizsgált minták között nagyobb eltérések mutatkoztak, mint a rozsdamentes acél vagy a műanyag esetében.

Az élelmiszerekkel terjedő betegségeket megelőzésére már alkalmazott élelmiszer-biztonsági intézkedések, mint például a szigorú élelmiszer-higiéniái intézkedések, a gyakori kézmosás, a felületek és az eszközök rendszeres tisztítása és az élelmiszerek megfelelő hőmérsékleten való hőkezelése szintén gátolják a víruspartikulák élelmiszerekkel történő terjedését. Ezért nagyon valószínűtlen, hogy az új koronavírus feldolgozott élelmiszerek útján is terjedhet.

Az élelmiszerekkel terjedő betegségeket okozó baktériumokkal ellentétben a vírusok nem szaporodnak az élelmiszerekben vagy azok felületén. A jelenlegi kutatások azt mutatják, hogy a legtöbb felületen ezek csak korlátozott ideig képesek életben maradni. Tehát még akkor is, ha egy termék vagy csomagolás hordozza a vírust, az jó eséllyel elpusztul a szállítás során. A nyers élelmiszerek (például zöldségek és gyümölcsök) és a csomagolás nélküli élelmiszerek (például sütőipari termékek) azonban megfertőződhetnek, ha egy fertőzött (de a COVID-19 tüneteit esetleg nem mutató) személy rájuk tüsszent, vagy más módon, légzéssel kibocsátott folyadékcspepek formájában átviszi a vírust az élelmiszer felületére vagy az élelmiszer csomagolására.

Az Észak-Karolinai Állami Egyetem az Egyesült Államokban létrehozott egy internetes információs felületet (GYIK – Gyakran Ismételt Kérdések felülete), amely az Amerikai Járványügyi Hivataltól, az Amerikai Élelmiszer- és Gyógyszer Hivataltól és az Amerikai Egyesült Államok Agrár Minisztériumától szá-

razó információkon alapul, és az elvitelre szolgáló élelmiszerekről szól a koronavírus járvány idején. Ez is rámutat arra, hogy jelenleg nincsen arra utaló jel, hogy az elvitelre vagy drive through (drive-in) éttermekben vásárolt ételek növelnék a betegség gyakoriságát. Ugyanez vonatkozik az étel szállításra, mivel ez is segít fenntartani a társadalmi távolságtartást, és csökkenti az érintési pontok számát az étel elkészítése és felszolgálása között [68].

## 8. Élelmiszer-biztonsági és étkezési irányelvek és tanácsok

Az élelmiszer-biztonsági hatóságok, tudományos társaságok és fogyasztói egyesületek egyre több iránymutatása hangsúlyozza az óvatos és felelősségteljes magatartás szükségességét a koronavírus pandémia idején az élelmiszerüzletekben, valamint az étel otthoni elkészítése során is. Vannak általános élelmiszer-higiéniái szabályok, mások konkrétabbak és vannak, olyanok, amelyek a fogyasztói magatartásra összpontosítanak, mások a kiskereskedelemre stb. Ezeknek a tanácsoknak egy részét az **1. táblázat** foglalja össze.

Az üzletekben a legnagyobb szennyeződési kockázatot az emberek jelentik és a gyakran érintett felületek, habár a legtöbb üzlet az utóbbiakat rendszeresen fertőtleníti, és lecserélte az érintőképernyőket.

A fertőzés megelőzésének legjobb módjai a jó higiéniai gyakorlat, a társadalmi távolságtartás és a fertőzöttek elkülönítése [69].

A társadalmi távolságtartás csak az egyik módja annak, hogyan kerüljük el a megfertőződést élelmiszer vásárlás közben. Keveset beszélünk más közvetítő közegekről a vásárlás során, mint amilyenek a bevásárlókocsik és a -kosarak. Ezek általában nagyon szennyezettek, és az üzletek általában nem fertőtlenítik vagy legalább tisztítják azokat rendszeresen. Vásárolhatunk saját bevásárlókosarunk vagy újrahasznosítható tasak használatával, amennyiben azt rendszeresen megtisztítjuk és rendkívül gondosan bánunk vele (pl. nem helyezzük a konyhapultra).

Korlátozott mennyiségű információ áll rendelkezésre az új koronavírus életben maradásáról textíliákon vagy a mosógépben. Burkolt vírusokként, amelyekben a genetikai anyagot egy zsírréteg (lipidréteg) borítja, a koronavírusok általában érzékenyen reagálnak a zsírokat oldó anyagokra, mint például a felületaktív anyagok, amelyek a tisztítószerekben zsír eltávolítóként vannak jelen. A mindennapi életben az emberek a saját háztartásukban a szokásos módon moshatják a szennyesüket. A fertőző testnedvekkel érintkezésbe kerülő textíliákat legalább 60 °C hőmérsékleten, hatékony mosószerrel kell mosni a mosógépben, majd alaposan megszáritani [70].

Amennyiben fenntartjuk a helyes higiéniai gyakorlatot és követjük ezeket az egyszerű élelmiszer-bizton-

sági tanácsokat, minimalizálni tudjuk az élelmiszerekkel terjedő betegségek kockázatát.

Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy a biztonságos élelmiszerkezelési technológiákat széles körben használják annál is inkább, mert az élelmiszerbiztonságot szolgáló, jól meghatározott eljárások betartása hosszú ideje alapkövetelmény. Becslések szerint évente 1,8 millió ember hal meg világszerte hasmenéses tünetekkel járó betegségek következtében, és ezeknek az eseteknek a legnagyobb részét fertőzött étel vagy ivóvíz fogyasztása okozza. Az élelmiszerek, ételek megfelelő elkészítése a legtöbb élelmiszerekkel terjedő betegséget meg tudja előzni. Emiatt nemzeti szervezettek széles körben terjesztik útmutatásait és kézikönyveiket [71].

Hihetetlen azonban, hogy a felmerülő kérdéseket, új fenyegetéseket, ismeretlen vagy nem széles körben ismert és megértett jelenségeket milyen furcsa hamis hírek kísérik. Egy olyan nagyra becsült nemzetközi szervezet, mint például a WHO, szükségesnek tartotta felvenni a harcot a tévhit ellen, mint például annak elmagyarázását, hogy az alkoholfogyasztás nem véd meg a COVID-19 ellen, és veszélyes is lehet [72]. Az Egészségügyi Világszervezet létrehozott egy olyan oldalt, amelyen megcáfolják a hamis híreket, és amelynek neve "Koronavírus betegség (COVID-19) tanácsok a nyilvánosság számára: Tévhit rombolás" [73]. Szinte hihetetlen, hogy milyen hiedelmekkel kell megvívni, például, hogy az "5G mobil hálózatok nem terjesztik a COVID-19-et", mivel "a vírusok nem terjednek a rádióhullámokon/mobil hálózatokon keresztül. A COVID-19 számos olyan országban is terjed, ahol nincsen 5G mobilehálózat" stb. További információért azzal kapcsolatban, hogy hogyan védekezzünk a COVID-19 ellen, olvassák el a WHO 'Alapvető védőintézkedések az új koronavírus ellen' című kiadványát.

Néhányan megpróbálják kihasználni a fogyasztók félelmét, és tanácsokat adnak, olyan étrend-kiegészítőket reklámoznak és népszerűsítenek, amelyek erősítik az immunrendszert. Az élelmiszertudományi szakemberek egyre több kérdéssel szembesülnek azzal kapcsolatban, hogy miként lehetne erősíteni az emberi immunrendszert egy továbbfejlesztett étrend alkalmazásával a jelenlegi COVID-19 pandémia során. Bár mindig azt tanácsoljuk, hogy be kell tartani a zöldségekben és gyümölcsökben gazdag, kiegyensúlyozott étrendet, amely lehetővé teszi bizonyos tápanyagok felvételét az élelmiszerekből, mindannyian tudjuk, hogy manapság a jelenlegi életmódunk és más korlátozások miatt meglehetősen nehéz ezt megtenni, így kiemelkedően fontos annak biztosítása, hogy a testünk hozzáférjen a megfelelő mennyiségű vitaminhoz és ásványi anyaghoz. Számos tápanyag (A, B6, B12, C, D és E-vitamin, réz, folsav, vas, szelén, cink) fontos szerepet játszik immunrendszerünk működésében. Ennek ellenére jelenleg nincsen meggyőző bizonyíték arra, hogy bármely élelmiszer vagy étrend erősítheti immunrendszerünket,

és megelőzheti vagy gyógyíthatja a COVID-19-et. A kiegyensúlyozott étrend mellett a megfelelő mennyiségű alvás, a stressz csökkentése és a testmozgás szintén elősegítheti a normál immun működést.

## 9. A COVID-19 és hatása a globális élelmiszer-rendszerre

Ennek a publikációnak a célja elsősorban az, hogy az új koronavírus élelmiszer-biztonsági szempontjait vizsgálja, azonban látnunk kell, hogy a jelenlegi pandémia jelentősen befolyásolni fogja élelmiszer-rendszerünket. A társadalmi-gazdasági következmények némelyike, a gondosabb tervezés és megelőzés, a kockázat-elemzés és a válságtervek szükségessége nyilvánvaló. A lecke, amelyeket megtanultunk, befolyásolni fogja, hogy hogyan vásárolunk és kommunikálunk, és remélhetőleg új kutatások és együttműködések kiindulásul szolgál, hogy megértsük az élelmiszerláncban felmerülő kockázatokat.

A teljes élelmiszer ágazatban érvényesülnek a gazdasági és társadalmi hatások a globális élelmiszer hálózat több szegmensében, mint emberi erőforrás, a kulcsfontosságú személyzet változása; az alapanyagok, csomagolások, késztermékek és berendezések ellátási láncjai; a beszerzés, mivel a gyártóknak rövid értesítési idővel új beszállítókra lehet szükségük; valamint az emberek, anyagok és javak szállítása. Ez negatív hatással lehet az élelmiszer-biztonságra (IFST, 2020). Az élelmiszer bűnözés kockázata magasba szökött a pandémia alatt, mivel az élelmiszer szolgáltatás időleges összeomlása és a hűsfeldolgozó üzemek bezárása drámai egyensúly veszteséget okozott a kereslet és a kínálat között. Mivel hatalmas mennyiségű élelmiszer veszteségesé vált, és a vásárlók gyakran az azonnali piacokhoz fordultak a megnövekedett kiskereskedelmi igények kielégítése érdekében, sok ellátási lánc egyre inkább kiszolgáltatott [74]. Úgy vélik, hogy a feldolgozott élelmiszerek piacán a leggyakoribb az élelmiszer csalás.

Diaz-Amigo elvégezte a kiskereskedők stressz-tesztjét az online élelmiszer vásárlással kapcsolatban és komoly aggodalmát fejezte ki a hűtési lánc megszakadása miatt az egyik legnagyobb kereskedő kezdeti szállításai során. Nem biztosították olyan tételek hőmérsékletét, amelyeknek fagyaszta vagy hűtve kellett volna megérkezniük. Bizonyos tételek részlegesen felengedtek [75]. Ez egy jelentős élelmiszer-biztonsági hiányosság, amelyet javítani kell. Lehet, hogy ez nem csak egyedi eset volt, különösen akkor, amikor a házhoz szállítási igények ugrásszerűen megnövekedtek.

A pandémia rámutatott arra, hogy hosszú, komplex (és törékeny) ellátási láncokra támaszkodunk, valamint éppen időben történő (az angol szaknyelvben: just-in-time) szállításokra. A pandémia néhány pozitív következménye közül az egyik, hogy arra készítette az embereket, hogy gondolkodjanak el az egymástól és bolygónk erőforrásaitól való kölcsönös függősé-

gükről. Ez valószínűbbé tette, hogy elgondolkodunk egy integrált élelmiszer-rendszerről, a globális kapcsolódásokról [76].

A rövid élelmiszer ellátási láncok és a helyben termelt áruk kevésbé érzékenyek a nemzetközi korlátozások hatásaira, és helyi beágyazottságuk miatt közelebb állhatnak a fogyasztókhoz [77].

A koronavírus pánik fellendítette a tartós élelmiszerek iránti keresletet, amint azt 2020-ban a Trade Magazin jelentette, forrásként a privatebankar.hu-t megjelölve. Növekszik a koronavírus esetek száma Európában, ami Magyarországon is arra készíti az embereket, hogy tartós élelmiszereket halmozzanak fel. Az Országos Kereskedelmi Szövetség tagjai – köztük nagy kereskedelmi láncok – nyilatkozatot adtak ki, amelyben megerősítették, hogy míg a tagvállalatok üzleteiben a kereslet bizonyos tartós élelmiszerek iránt megnőtt, a polcokat „kifosztották” és a szokásosnál kicsit több időbe telhet feltöltésük, ez nem fog problémát okozni [78].

Mivel a fogyasztók előnyben részesítik az élelmiszer-higiéniát a(z élelmiszer)hulladék problémájával szemben, ez megnehezíti a hulladék mennyiségének csökkentésére irányuló erőfeszítéseket. A Bloomberg hírportál (2020) arról számolt be, hogy az egyszer használatos műanyagok újra előtérbe kerültek a pandémiás félelmek miatt. Évente körülbelül 15 millió tonna polisztirolt állítanak elő világszerte és az anyagot széles körben használják autókban és kórházi ventilátorokban, valamint elvitelre használt kávé poharakban, élelmiszer csomagolásokban [79]. A közösen használt tárgyak által átadott fertőzéstől való félelem és a fizikai védelem fontossága fokozta az egyszer használatos termékek iránti igényt. Mindehhez hozzájárul az olajárak zuhanása, ami olcsóbbá tette a műanyagok előállítását. Egyes vállalatok átmenetileg nem kérnek pénzt a műanyag zacskókért, míg bizonyos kiskereskedők egészségügyi aggodalmak miatt felfüggesztették a többször használatos poharak használatát.

Bár a jelen cikk az élelmiszer-biztonsági szempontokra összpontosít, a táplálkozással és egészséggel kapcsolatos kérdések ezzel szorosan összefüggnek, ilyen irányú kérdések is felmerülnek. Az élelmiszerek rendszertelen és nagy mennyiségű fogyasztása, mind mennyiség, gyakoriság és összetétel szempontjából, fokozhatja az elhízás veszélyét karantén idején, amikor a fizikai tevékenység szintén korlátozott. Ugyanakkor a fogyasztók szeretnék megerősíteni immunrendszerüket, hogy hatékonyabban tudjanak harcolni a COVID-19 ellen, ha megfertőződnek. Az internetes oldalakon felbukkannak nem megbízható hirdetések félrevezető információkkal, az immunrendszer erősítését ígérve. Fontos tehát hangsúlyozni, amint azt a FAO (2020) is tette, hogy a megfelelő táplálkozás a fertőzés előtt, alatt és után is nagyon fontos.

Noha egyetlen élelmiszer vagy étrend-kiegészítő sem tudja megakadályozni a COVID-19 fertőzést, az egészséges táplálkozás fenntartása fontos része az erős immunrendszer támogatásának [80].

A COVID-19 pandémia rámutatott egy olyan robusztus és ellenálló élelmiszer-rendszer fontosságára, amely képes biztosítani a polgárok számára a hozzáférést megfelelő mennyiségű megfizethető élelmiszerhez, és minden körülmények között működőképes.

Habár még túl korai elemezni és megérteni a jelenlegi pandémia hatását az élelmiszerláncra, de a társadalmi, gazdasági, szervezeti és egyéb lehetséges következményeket, amelyeket célszerű lenne tovább elemezni, a **2. táblázat** foglalja össze.

1. táblázat: Élelmiszer-biztonsági tanácsok a COVID-19 pandémia idején

- Mindig tartsuk be a helyes higiéniai gyakorlatot.
- Rendszeresen mossunk kezet az ételek készítése előtt és közben. Alaposan mossuk meg kezünket 20 másodpercen keresztül.
- Étkezés előtt mossuk meg a zöldségeket és gyümölcsöket. Mindig fontos – még akkor is, amikor éppen nincsen járvány –, hogy a friss zöldségeket és gyümölcsöket leöblítsük vízzel, hogy eltávolítsuk a koszt, törmelék és növényvédő szereket, és csökkentsük az élelmiszereken lévő baktériumok számát.
- Nem szükséges az ételeket szappannal megmosni. A szappan a kézre kell, nem az ételre.
- Használat előtt és után fertőtlenítsük a felületeket és tárgyakat.
- Tartsuk külön a nyers és megfőzött ételeket, hogy megelőzzük a káros mikroba átterjedését a nyers ételekről a fogyasztásra kész ételekre.
- Használjunk külön eszközöket, vágódeszkákat a nyers és a főtt ételekhez a keresztszennyezés megelőzése érdekében.
- Ha aggódunk az élelmiszer csomagolása miatt, mossuk meg kezünket a csomagolás kézbevétele után.
- Ha aggódunk az ételünk miatt, főzzük 3 percig 65 °C-on vagy 2 percig 72 °C-on, ami jelentősen csökkenti a vírus részecskék számát.
- Cseréljük gyakrabban a konyhai törölközőket és szivacsokat, és rendszeresen mossuk ki azokat forró vízben.
- Ne töröljük le a konyhapult felületét ugyanazzal a konyharuhával, amivel ételt szárítunk vagy érintünk meg.
- Ne rakjuk a pénztárcánkat, kosarunkat, bevásárlótászkánkat a konyhapultra.
- Az üzletekben használjuk saját bevásárlókosarunkat és kesztyűt, és amennyire lehetséges, kerüljük a gyakran megérintett felületek érintését, mint amilyen a bevásárlókocsi fogantyúja, a mérlegek, a felvonók gombjai.
- Vásárlás közben tartsunk távolságot másoktól (a minimális ajánlott távolság 1,5 és 2 m között változik).
- Kerüljük az élelmiszerek megérintését, ha csak nem vásároljuk meg azokat.
- Ne menjünk vásárolni, ha betegek vagyunk. Rendeljük élelmiszert online vagy kérjük meg valakit, hogy vásároljon be nekünk.
- Csökkentsük a vásárlások számát előre tervezéssel, vásároljunk szokatlan időpontokban, és lehetőség szerint elektronikus úton fizessünk. Tartsunk otthon tartós élelmiszert.



2. táblázat: A COVID-19 pandémia néhány lehetséges következménye az élelmiszerláncra nézve. A COVID-19 élelmiszerekkel, táplálkozással, egészséggel és a környezettel kapcsolatos következményei:

- Élelmiszer ellátási zavarok kevésbé fejlett országokban és régiókban.
- Az élelmiszer-ellátás zavarai élelmiszer-biztonsági kérdéseket vethetnek fel.
- Nagyobb figyelem az élelmiszer-higiéniára és az élelmiszer-biztonságra, beleértve a HoReCa (Hotel, Restaurant, Catering) szektort, a kiskereskedelmi ágazatot és a háztartásokat.
- Az élelmiszeripari vállalkozók növekvő felelőssége annak bizonyítása érdekében, hogy a megelőző intézkedések mindig érvényben vannak az élelmiszer-előállítás során, és azok hatékonyságát a saját előállítási folyamataik és termékeik ellenőrzése és vizsgálatai mutatják (ún. önellenőrzés).
- A hatósági élelmiszer-ellenőrzési tevékenység gyengülése, a SARS-CoV-2 elleni küzdelemben részt vevő emberi erőforrás újra elosztása miatt.
- Több élelmiszer eredetiséggel kapcsolatos kockázat. Az élelmiszer hamisítás és csalás terjedése. A bűnözők a pandémia által megszakított élelmiszer-ellátási láncokat célozhatják.
- Növekvő kereslet a tartós élelmiszerek iránt.
- A kereslet és kínálat egyensúly hiányának hatása az élelmiszerek árára.
- Beszerzési kérdések, mivel a gyártóknak rövid értesítési idővel új beszállítókra lehet szükségük.
- Emberek, anyagok és javak szállítására gyakorolt hatása.
- Korlátozott öko-fogyasztás. A fogyasztók a higiéniát helyezik a környezeti szempontok elé. Az élelmiszercsomagolás, és így a hulladék előállítása, és a róla alkotott vélemény megváltozása.
  - o Növekvő igény a nagytételben termelő műanyag csomagolószerek-gyártókra.
  - o Több élelmiszer- és csomagolási hulladék.
- Potenciálisan rövidebb élelmiszer ellátási láncok.
- Helyben termelt ételek elsőbbsége (vagy nem, amennyiben nem versenyképesek). Importált élelmiszerek csökkenő fontossága.
- Online vásárlás, étel rendelés, elvitel, drive through (drive-in) típusú ételkiszolgálás terjedése (ahol az étel átvételéhez nem kell kiszállni az autóból – A szerk.).
- Új vállalkozások megjelenése, mint például az élelmiszerek, gyógyszerek és alapvető termékek házhoz szállításának megszervezése rugalmas, fiatal vállalkozók által.
- Nem specializált személyzet által történő házhoz szállítás során a hűtési lánc megszakítása élelmiszer-biztonsági problémákhoz vezethet.
- Jelölési problémák, melyek az étel rendelése során élelmiszer allergén problémákhoz vezetnek.
- Elhízás veszélye a növekvő és gyakoribb élelmiszerfogyasztás miatt a karantén idején.
- A nem fertőző betegségek megelőzésére és az ellenük folytatott küzdelemre való összpontosítás.
- Helytelen konyhai és főzési szokások megváltoztatása, (elfelejtett) jó higiéniai gyakorlatok megtanulása, igény a slow food-ra.

- Nagyobb igény az étrend-kiegészítőkre (a karantén és az otthoni munkavégzés miatti nem kiegyensúlyozott étrend miatt és az immunrendszer erősítése érdekében, valamint a profitorientált előállítók és az agresszív marketing stratégiák miatt).
- Hamis hírek, félrevezető információk, félreértések, melyek csökkentik a bizalmat a hatóságokban és az élelmiszeripari vállalkozókban. A dezinformációs járvány elleni küzdelem fontossága.
- Társadalmi (fizikai) távolságtartás, ugyanakkor a társadalmi kapcsolatok (kommunikáció, támogatás) erősítése a karantén idején.
- A legszegényebb és legsebezhetőbb emberek csökkenő élelmiszer-biztonsága.
- A hasonló pandémiák megértésére, kezelésére és megelőzésére, valamint a hasonló vírusok terjedésének megértésére irányuló kutatási erőfeszítések fokozása.
- Vírus analitikai és -diagnosztikai eszközök fejlesztése.
- Fenntarthatóbb élelmiszer-rendszer felé fordulás.
- Az élelmiszer-rendszer intenzifikálása agrotechnológiai innovációkkal (például robotika, mesterséges intelligencia, precíziós gazdálkodás, celluláris mezőgazdaság).
- Agroökológiára, ökológiai, szezonális, helyi ételek előállítására, rövidebb élelmiszerláncokra irányuló figyelem stb.
- Az egyensúly megváltoztatása az úgynevezett *puha (soft) intézkedések* (pl. egészségügyi tanácsadás a fogyasztóknak) és az úgynevezett *kemény (hard) intézkedések* (pl. adóztatás) között.

**A szerkesztő megjegyzése:** a kézirat az aktuális koronavírus-járvány ideje alatt készült, szerkesztőségünkbe 2020 májusában érkezett. Ezért a dolgozat beérkezése utáni eseményekkel kapcsolatos adatok értelemszerűen nem kerültek bele a végleges szövegbe.

Diána Bánáti<sup>1</sup>

Received: May 2020 – Accepted: June 2020

## Viruses in food – in the light of the new coronavirus pandemic

**KEYWORDS:** new type coronavirus (SARS-CoV-2), COVID-19, pandemic, swine flu A (H1N1), bird flu A (H5N1), SARS, MERS, food, food-economy, food safety

### 1. SUMMARY

In the relation to the 2019-2020 years pandemic caused by SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2), this manuscript compiles a summary of the characteristics, mode of transmission and economic significance of human pathogen viruses related to food and food chain safety.

In the initial period of the pandemic, it was uncertain whether SARS-CoV-2 could be spread through food. All major European and world food safety and epidemiological organizations (EFSA, WHO, CDC, FDA, etc.) claim that SARS-CoV-2 does not spread through food. However, we know that the virus is stable in aerosols and on certain surfaces for a few hours to days (up to 3 days).

At the same time, the consequences of the COVID-19 pandemic on food, nutrition, health, the environment, and the entire food network are very diverse, which the author briefly reviews.

### 2. Introduction

Viruses are important agents of foodborne disease. Viruses are generally transmitted to humans via foods as a result of direct or indirect contamination of the foods with human faeces. Viruses transmitted by a faecal-oral route are not strongly dependent on foods as vehicles of transmission.

Food associated viruses are responsible for a high number of infectious diseases in humans, mainly gastroenteritis and hepatitis. The most important viral agents are noroviruses (NV) (formerly known as Norwalk-like viruses), rotavirus (RV) and hepatitis A-Virus (HAV).

The rate of foodborne infections caused by viruses can only be estimated (approx. 20% of total cases). Regrettably, only a very small part of viral gastroenteritis can be diagnosed and notified.

Bivalve molluscs, fresh produce and minimally processed products are typically contaminated with viruses in the primary production environment. Many of the documented outbreaks of foodborne viral illness have been linked to contamination of prepared, ready-to-eat food by an infected food handler. Enteric virus contamination in drinking

water (used for drinking, ice production or in food processing) has been documented for many years.

Most foodborne viruses of concern tend to be more persistent in the environment and less susceptible to intrinsic and extrinsic parameters commonly used in food preservation (refrigeration, freezing, pH, etc.). Freezing and refrigeration temperatures preserve viruses and are believed to be the single most important parameter that increases the persistence of foodborne viruses in the environment. Thorough cooking will kill viruses.

Unlike foodborne gastrointestinal viruses like norovirus and hepatitis A, that make people ill through contaminated food, SARS-CoV-2, which causes COVID-19, is a virus that causes respiratory illness. This virus is thought to spread mainly from person to person. Foodborne exposure to this virus is not known to be a route of transmission (US FDA, 2020). According to the European Food Safety Authority (EFSA), no reported cases of the new coronavirus (SARS-CoV-2) circulating across the globe, have been linked to contamination of food (EFSA, 2020).

The Center for Disease Control (US), the US Food and Drug Administration (FDA), the US Department of Agriculture (USDA), and the World Health

Organization (WHO) all say that food is not known to be a route of transmission of the novel coronavirus.

There is no evidence of human or animal food or food packaging being associated with transmission of the coronavirus that causes COVID-19 (US FDA, 2020). There is currently little scientific information about the survival of the SARS-CoV-2 on the surface of open food. However, this virus is stable for several hours to days (up to 3 days) in aerosols and on surfaces. The novel coronavirus survives longest time on plastics (72 hours), followed by stainless steel (48 hours) and only for 4 hours on copper (IFST, 2020).

It is important to maintain good hygiene practices around open food (e.g. unpackaged bread, cakes, fruit, salad bars etc.) and this will reduce the risk of contamination of the food. The advice to food businesses and consumers is to maintain good hygiene practices and to have stringent food safety measures.

FDA does not anticipate that food products would need to be recalled or withdrawn from the market for reasons related to the outbreak, even if a person who works in a human or animal food facility (e.g. a food packager) is confirmed to be positive for the COVID-19 virus.

However, several other potential consequences of the current COVID-19 pandemic on the food system, are to be thought carefully. The potential consequences on the food, nutrition, health and environment are manifold.

### 3. Food-associated viruses

Viruses are submicroscopic agents, that replicate only inside a living cell of an organism. They require a living host to grow as they invade the host's cells and take them over to generate millions more virus particles.

Dmitri Ivanovsky, considered now as a founder of virology, described in his article in 1892 a non-bacterial pathogen infecting tobacco plants, than Martinus Beijerinck discovered the tobacco mosaic virus in 1898 [1]. There have been more than 6.000 virus species described in detail, of the millions of types of viruses in the environment [2].

Food associated viruses are responsible for a high number of infectious diseases in humans, mainly gastroenteritis and hepatitis. The most important viral agents are Noroviruses (NV) (formerly known as Norwalk-like viruses), rotavirus (RV) and hepatitis A-Virus (HAV).

It's been only two decades since viruses had been increasingly recognized as important causes of outbreaks of foodborne disease.

The viruses most often foodborne were the hepatitis A virus and the Norwalk-like (today called noroviruses) gastroenteritis viruses [3]. A joint meeting of WHO and FAO experts held in 2008 concluded, that while noroviruses and hepatitis A were recognized as the most important foodborne viruses, a range of other enteric viruses have also been linked to foodborne illness [4]. Noroviruses (NoV) were the most common cause of foodborne viral gastroenteritis worldwide, and hepatitis A virus (HAV), which can also be transmitted by foodborne routes, continued to pose an international health threat. Rotaviruses, Enteroviruses and Astroviruses were also considered important, albeit to a lesser extent [5].

Rotaviruses became the most common cause of severe diarrhoeal disease in young children throughout the world. Rotaviruses infect nearly every child by the age of 3-5 years and are globally the leading cause of severe, dehydrating diarrhoea in children aged <5 years. According to WHO estimates in 2013 about 215 000 children aged under 5 years die each year from rotavirus infections; the vast majority of these children live in low-income countries [6].

FAO and WHO experts identified more than a decade ago as so-called emerging viruses HEV, HPAI-H5N1 virus, SARS-CoV and Nipah virus as the viruses of primary concern in terms of foodborne transmission.

Viruses can be passed on to humans in different ways, but the major foodborne viruses are those that infect via the gastrointestinal tract and are excreted in faeces and, in some cases, in vomitus.

Viruses are transmitted to humans via foods as a result of direct or indirect contamination of the foods with human faeces. Viruses transmitted by a faecal-oral route are not strongly dependent on foods as vehicles of transmission, but viruses are important among agents of foodborne disease [7].

Vehicles are most often molluscs from contaminated waters, but many other foods are contaminated directly by infected persons.

Enteric virus contamination in drinking water (including water used for drinking, ice production, or in food processing) has been documented for many years. Water and ice used in processing and packaging of food can be a potential source of contamination. When contaminated water is used to reconstitute food products (such as dried or powdered milk, infant formula, or juice), virus transmission may occur. Both edible ice and packing ice, if made from contaminated water, can also be a source of virus contamination of food.

<sup>1</sup> Food Safety Committee of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary University of Debrecen

Infectious avian influenza virus has been cultured from frozen exported meat, raising questions about the possible dissemination of such viruses via the food chain. Although this mode of spread is considered to be rare, the potential consequences of such spread dictated that such viruses should be considered.

Viruses play a major role in the burden of infectious intestinal disease, but under-reporting, the lack of surveillance systems and the inability of existing systems to determine the proportion of disease that is transmitted by foodborne routes relative to other common routes make it difficult to estimate the proportion of viral illness that is foodborne [8].

#### 4. Viruses of concern in the food chain

Pandemic influenza outbreaks have been predictably unpredictable in the years since 1918 – but always global, and needing a global response. One million people around the world died in a 1957 outbreak which started in China but spread globally. In 1968, another outbreak took 1 to 3 million lives. In 2003, A(H5N1) or so-called Avian Influenza highlighted how the virus could pass from animals to humans, but it did not reach the pandemic stage because it did not pass from human to human. The 2009 “Swine flu” A(H1N1) pandemic, started in Mexico and spread to over 214 countries and overseas territories or communities. The world was lucky: it turned out to be even milder than some seasonal epidemics [9].

Animal influenza viruses are distinct from human seasonal influenza viruses and do not easily transmit between humans. However, zoonotic influenza viruses - animal influenza viruses that may occasionally infect humans through direct or indirect contact - can cause disease in humans ranging from a mild illness to death.

Birds are the natural hosts for **avian influenza viruses**. After an outbreak of A(H5N1) virus in 1997 in poultry in Hong Kong SAR, China, since 2003, this avian and other influenza viruses have spread from Asia to Europe and Africa. In 2013, human infections with the influenza-A (H7N9) virus were reported in China [10].

Most **swine influenza viruses** do not cause disease in humans, but some countries have reported cases of human infection from certain swine influenza viruses. Close proximity to infected pigs or visiting locations where pigs are exhibited has been reported for most human cases, but some limited human-to-human transmission has occurred.

Just like birds and pigs, other animals such as horses and dogs, can be infected with their own influenza viruses (canine influenza viruses, equine influenza viruses, etc.).

**Avian flu H5N1:** A highly pathogenic H5N1 virus was isolated from a farmed goose in Guangdong province, China in 1996. The following year (1997), outbreaks of highly pathogenic H5N1 were reported in poultry, at farms and live animal markets in Hong Kong, while human infections with avian influenza H5N1 were reported, resulting 18 cases (6 fatal) in the first known instance of human infection with this virus [11]. Six years later (2003) two human cases of avian influenza H5N1 infection were confirmed in Hong Kong. The Republic of Korea also reported H5N1 in poultry the same year, where outbreaks continued through September 2004. 2 tigers and 2 leopards, fed on fresh chicken carcasses died unexpectedly at a zoo in Thailand. Subsequent investigation identified a H5N1 virus similar to that circulating in poultry. Vietnam and Japan reported H5N1 in poultry at the beginning of 2004. Hong Kong reported H5N1 in a wild bird the same time and this was the first report of H5N1 in birds in Hong Kong since the poultry outbreak in 1997. In January 2004, Thailand reported first H5N1 in poultry, than confirmed cases of human infection with H5N1. Cambodia, Laos and soon after Indonesia and China followed. 9 million poultry were culled in China. Case studies of 10 patients in Vietnam showed close contact with infected poultry as the probably source of human infection in most cases [12].

A case report was published indicating atypical human H5N1 infection in Thailand (from March 2004), with fever and diarrhoea but no respiratory symptoms [13].

In August 2004 Chinese researchers reported preliminary findings of H5N1 infection in pigs. No evidence suggested that pig infections were widespread, and the finding appeared to have limited epidemiological significance [14].

Research published in September 2004 showed, that domestic cats experimentally infected with H5N1 developed severe disease and could spread infection to other cats. Prior to this research, domestic cats were considered resistant to disease from all influenza-A viruses [15].

Poultry outbreaks continued at the end of 2004 in Indonesia, Thailand and Vietnam and possibly also in Cambodia and Laos, more less continuously in Indonesia, in Thailand and Vietnam through 2005 and 2006. Japan reported LPAI H5N2 in poultry in June 2005. The Russian Federation and Kazakstan reported the first H5N1 outbreaks in poultry in July 2005. Indonesia reported H5N1 in poultry and pigs in August 2005. Several countries (e.g. Romania, Croatia, the UK) and Turkey reported the first H5N1 outbreaks in poultry in October 2005. In the course of 2005-2006 numerous countries reported outbreaks in poultry and wild birds. Based on the experience of the avian flu outbreaks caused by the highly pathogenic H5N1 virus, experts had already widely discussed the likelihood of a pandemic influenza.

**Swine flu H1N1:** Concerns over a dramatic rise in cases of swine flu – influenza-A (H1N1) infection – in Australia and Chile have led the World Health Organization (WHO) in June 2009 to raise its disease alert level to 6, representing a pandemic [16, 17]. Raising the alert level to 6 represents widespread human-to-human transmission of the infection. That was the first time since 1968 that the WHO had raised the alert to the highest level. As of 26 April 2009, the United States Government had reported 20 laboratory confirmed human cases of swine influenza-A (H1N1) and the Government of Mexico had reported 18 laboratory confirmed cases of swine influenza-A (H1N1). The virus was described as a new subtype of influenza-A (H1N1) not previously detected in swine or humans [18].

An overall peak in the number of pandemic H1N1 cases was recorded in India during mid December 2009. As of 31 January 2010, worldwide more than 211 countries and overseas territories or communities have reported laboratory confirmed cases of pandemic influenza H1N1 2009, including at least 15,174 deaths. In Europe, transmission of pandemic influenza virus remained active in a limited number of countries as overall activity remained low in most places. The overall rate of sentinel respiratory samples testing positive for influenza fell to 14% after reaching a peak of 45% during early November 2009 [19].

**Avian flu H7N9:** Avian influenza-A (H7N9) is a subtype of influenza viruses that have been detected in birds in the past. This particular A (H7N9) virus had not previously been seen in either animals or people until it was found in March 2013 in China. However, since then, infections in both humans and birds have been observed. The disease is of concern because most patients have become severely ill. Most of the cases of human infection with this avian H7N9 virus have reported recent exposure to live poultry or potentially contaminated environments, especially markets where live birds have been sold. This virus does not appear to transmit easily from person to person, and sustained human-to-human transmission has not been reported [20]. An increase in human infections with avian influenza-A (H7N9) virus has been reported by China since October 2016 [21].

The objective of this paper is not to cover avian and swine flu zoonotic events and pandemics, but it is worth to mention that other new influenza viruses, such as H1N1, swine flu in 2009, H7N7 avian flu in 2017 in the UK, H5N8 in 2015 & 2017 were of wide concern, as emerging risks and endemics posing the risk of human-to-human infections besides their zoonotic nature.

#### 5. Coronaviruses: SARS, MERS, novel coronavirus

Coronaviruses (CoV) (order Nidovirales, family Coronaviridae, subfamily Coronavirinae) are enveloped, positive stranded RNA viruses. The

subfamily Coronavirinae contains the four genera Alpha-, Beta-, Gamma-, and Deltacoronavirus. These little agents or invaders are zoonotic, meaning they can live in animals or in humans. Coronaviruses infect birds (gamma- and deltacoronaviruses) and several mammalian species (mainly alpha- and betacoronaviruses), including humans [22].

Coronaviruses are made up of one strip of RNA, and that genetic material is surrounded by a membrane studded with little spike proteins. Under a microscope, those proteins stick up in a ring around the top of the virus, giving its name “corona” which is Latin origin from “crown.” When the virus gets into the body, those spike proteins attach to host cells, and the virus injects that RNA into the cell’s nucleus, hijacking the replication machinery there to make more virus. Infection ensues.

Coronaviruses are a family of viruses that usually cause respiratory illness. They include viruses that cause the common cold and more serious illnesses such as Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS), Middle East Respiratory Syndrome (MERS) and the novel coronavirus called SARS-CoV-2 causing COVID-19.

In addition to endemic CoVs, two epidemic CoVs have emerged in humans in the last 2 decades, the Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) CoV and the Middle East Respiratory Syndrome (MERS) CoV discovered in 2003 and 2012, respectively [23, 24]. Both viruses belong to the genus *Betacoronavirus* and were responsible for outbreaks involving high case fatality rates. SARS-CoV was responsible for an outbreak of viral pneumonia in 2002/2003. This outbreak affected at least 8000 individuals and was characterized by a case fatality rate of approximately 10% [25, 26].

SARS-CoV-2, the cause of COVID-19, is defined as a novel type of SARS-CoV, which caused a similar epidemic in 2003. Coronavirus is common in humans and animals (camels, cattles, cats and bats).

Animal coronaviruses, which include important livestock pathogens such as transmissible gastroenteritis virus (TGEV) of swine, bovine CoV (BCoV), and feline coronavirus (FCoV) have been known for more than 80 years [27].

**SARS-CoV 2003:** Severe acute respiratory syndrome (SARS) is a viral respiratory illness caused by a coronavirus, called SARS-associated coronavirus (SARS-CoV). SARS was first reported in Asia in February 2003. The illness spread to more than two dozen countries in North America, South America, Europe, and Asia before the SARS global outbreak of 2003 was contained. Severe acute respiratory syndrome (SARS) is caused by a virus similar to the viruses that cause colds. The first report of SARS in people was in 2003, with

an outbreak in China that quickly spread to other countries. Most people with SARS will develop pneumonia. Based on the limited experience of the original outbreak in February, 2003, many people had only a mild illness. However, SARS can cause death in over 9% of the people who contract the virus [28].

The World Health Organization (WHO) issued a global alert on 12 March 2003 about cases of atypical pneumonia in Guangdong Province and Hong Kong Special Administrative Region, China and in Vietnam [29]. They pointed out, that no link has so far been made between these outbreaks of acute respiratory illness in Hanoi and Hong Kong and the outbreak of 'bird flu,' A(H5N1) in Hong Kong reported on 19 February of the same year.

An early investigation by Xu et al. reported, that several observations support the hypothesis of a wild animal origin for SARS. Cases apparently occurred independently in at least five different municipalities; early case-patients were more likely than later patients to report living near a produce market but not near a farm; and 9 (39%) of 23 early patients, were food handlers with probable animal contact [30].

„SARS-causing Coronavirus”, such as Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) were considered as „emerging viruses” by a FAO-WHO joint expert panel in 2008 [31]. The potential for foodborne transmission is a concern with every new emerging infection, and ruling out such concerns is often difficult. Although initially considered to be unlikely, faecaloral spread in particular conditions has been proven for the primarily respiratory pathogens Nipah virus, HPAI virus and SARS-CoV.

**MERS-CoV 2012:** The other highly pathogenic CoV infecting humans – the MERS-CoV – was incidentally discovered in a fatal human case of pneumonia in Saudi Arabia in 2012 [32]. A large body of subsequent work suggests that humans regularly and frequently acquire MERS-CoV as a zoonotic infection from dromedary camels, a major livestock species in the Middle East. Owing to the role of dromedaries as a major livestock species in the Middle East, MERS-CoV represents a serious zoonotic threat involving an unknown epidemic and pandemic potential [33].

In extension of our knowledge on origins of MERS and SARS-CoV in bats, it has been proposed that all HCoV may be of zoonotic origin, and may indeed originate from bats [34, 35, 36]. The common scenario of CoV evolution then involves past transitions into intermediate hosts such as livestock that have closer interaction with humans, and that may carry a diversity of viruses including variants directly related to ancestral strains. Discovering intermediary viruses may enable comparisons between original and current viral characteristics in humans, elucidating the process of human adaptation. However, there

is still a gross lack of comprehensive data on the evolutionary history of most HcoVs [37].

Six years after the first case of the highly pathogenic MERS coronavirus, when 100 passengers on a flight from Dubai to New York in September 2018 fell ill with respiratory symptoms, health officials were concerned that they might be carrying the same serious respiratory illness (MERS-CoV) and quarantined the plane until further health checks could be completed. Testing showed that several were positive for the influenza virus [38]. 2018 marked the 100<sup>th</sup> anniversary of one of the most catastrophic public health crises in modern history, the 1918 influenza pandemic known colloquially as “Spanish flu”. The intensity and speed with which the 1918 influenza pandemic struck were almost unimaginable – infecting one-third around 500 million people of the Earth’s population. By the time the pandemic subsided two years later, more than 50 million people are estimated to have died. Globally, the death toll eclipsed that of the First World War, which was around 17 million [39].

**SARS-CoV-2 2019:** Now a name has been developed for the novel coronavirus [40], that was discovered in December 2019 and which is believed to originate in a food market in the Chinese city of Wuhan in Hubei Province in central China. The virus has been named SARS-CoV-2 (or earlier written as: ‘sars-cov2’) and can trigger the disease COVID-19 or ‘covid-19’. ‘Co’ is from Corona, ‘vi’ are virus, ‘d’ is disease and ‘19’ is the year 2019.

The “Severe Acute Respiratory Syndrome coronavirus 2” (SARS-CoV-2) is the strain of coronavirus that causes coronavirus disease 2019 (COVID-19). Colloquially known as coronavirus, it was previously referred to by its provisional name, 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) [41] It is the successor to SARS-CoV-1.

SARS-CoV2 is contagious in humans. There are currently seven types of coronavirus that infect and can cause disease in humans. SARS-CoV-2 is the seventh coronavirus known to infect humans [42]; SARS-CoV, MERS-CoV and SARS-CoV-2 can cause severe disease, whereas HKU1, NL63, OC43 and 229E are associated with mild symptoms [43]. The virus is commonly transmitted through direct mucous membrane contact by infectious droplets, e.g. breathing in airborne virus from the sneeze of someone who is infected, or through hand to mouth or nose contact after fingers have touched a contaminated surface.

While the viruses that cause both COVID-19 and seasonal influenza are transmitted from person-to-person and may cause similar symptoms, the two viruses are very different and do not behave in the same way. ECDC estimates (2020), that between 15.000 and 75.000 people die prematurely due to

causes associated with seasonal influenza infection each year in the EU, the UK, Norway, Iceland and Liechtenstein. This is approximately 1 in every 1.000 people who are infected. Despite the relatively low mortality rate for seasonal influenza, many people die from the disease due to the large number of people who contract it each year. The concern about COVID-19 is that, unlike influenza, there is no vaccine and no specific treatment for the disease. It also appears to be more transmissible than seasonal influenza. As it is a new virus, nobody has prior immunity, which means that the entire human population is potentially susceptible to SARS-CoV-2 infection [44].

Previous experience with outbreaks of illness due to MERS-CoV, SARS-CoV and other respiratory viruses (e.g. avian influenza) suggests that novel coronavirus may have been originally transmitted from animals to humans [45]. The source of the COVID-19 virus is believed to be animals, but the exact source is not yet known.

In the midst of the global COVID-19 public-health emergency, it is reasonable to think about why the origins of the pandemic matter. Detailed understanding of how an animal virus jumped species boundaries to infect humans so productively will help in the prevention of future zoonotic events. For example, if SARS-CoV-2 pre-adapted in another animal species, then there is the risk of future re-emergence events. In contrast, if the adaptive process occurred in humans, then even if repeated zoonotic transfers occur, they are unlikely to take off without the same series of mutations. In addition, identifying the closest viral relatives of SARS-CoV-2 circulating in animals will greatly assist studies of viral function [46].

At the time of the finalisation of the manuscript (mid-May 2020) the number of infected cases worldwide are above 4.2 million, more than 294 thousand death, half of those in the EU/EEA countries [47]. Underreported cases can be 72% of all cases (up to 79%) [48].

## 6. Persistence and survival of viruses

There are clear differences in morphology, infectivity, persistence and epidemiology between viruses and the common foodborne bacteria. Control of viral hazards often requires measures different to those typically employed to combat bacterial hazards.

Contamination can be prevented by keeping faeces out of food or by treating vehicles such as water in order to inactivate virus that might be carried to food in this way. Virus cannot multiply in food, but can usually be inactivated by adequate heating. Other methods of inactivating viruses within a food are relatively unreliable, but viruses in water and on exposed surfaces can be inactivated with ultraviolet light or with strong oxidizing agents [49].

Most foodborne viruses of concern are non-enveloped. Because of this structure, they tend to be more persistent in the environment and less susceptible to intrinsic and extrinsic parameters commonly used in food preservation (refrigeration, freezing, pH, etc.). Hepatitis-A virus can persist on raw food, such as fresh produce, beyond the shelf life of the product, and long enough in the environment to cause concern for additional spread. Freezing and refrigeration temperatures preserve viruses and are believed to be the single

most important parameter that increases the persistence of foodborne viruses in the environment. Heat and drying can be used to inactivate viruses, but there are virus-to-virus differences in susceptibility to these processes. The food matrix can influence relative survival to heat and desiccation.

Most theories on the temperature needed to affect the virus come from a single 2004 study done by the WHO multi-center collaborative network on SARS diagnosis on the SARS virus, not the new coronavirus [50]. In that one paper, they showed inactivation of the virus – from 10,000 virus particles down to 1 – after 3 minutes at 149 degrees, Chapman says. But it’s important to note that we don’t have enough information about this novel coronavirus to know if it reacts exactly the same way [51].

Experts say that cooking your food to the same temperatures required to kill pathogens that cause foodborne illness is likely to also kill the coronavirus that can cause COVID-19. That’s 145° F = 62.7 °C for fresh pork, beef roasts, steaks, chops, and fish; 160° F = 71.1 °C for egg dishes and beef; and 165° F = 73.8 °C for poultry, ground beef, casseroles, and leftovers, and to reheat precooked ham.

## 7. Novel coronavirus SARS-CoV-2: No transmission via food

The outbreak of coronavirus disease (COVID-19) is affecting a large number of countries across the globe. There is currently no evidence that food is a likely source or route of transmission of the virus [52]. According to the European Food Safety Authority (EFSA), no reported cases of the new coronavirus (SARS-CoV-2) circulating across the globe, have been linked to contamination of food.

EFSA states, that experiences from previous outbreaks of related coronaviruses, such as SARS-CoV and MERS-CoV show, that transmission through food consumption did not occur. At the moment, there is no evidence to suggest that coronavirus is any different in this respect.

The US Food and Drug Administration echoed that sentiment, saying on its website that it’s not aware of any reports suggesting Covid-19 can be transmitted by food or food packaging [53].

The Centers For Disease Control and Prevention (CDC) [54], the Food and Drug Administration (FDA) [55], the U.S. Department of Agriculture (USDA) [56], and the World Health Organization (WHO) all say that food is not known to be a route of transmission of the virus.

FAO [57] added, that presently, there is no evidence that the virus responsible for the current COVID-19 pandemic is carried by domestic food-producing animals, such as chickens, ducks, other poultry, pigs, cattle, camels, horses, sheep, goats, rabbits, guinea pigs or fish. They emphasise, that – while live animals can be a source of pathogens –, all types of food can potentially be contaminated through contact with contaminated equipment, surfaces or environments. Proper cleaning and the prevention of cross-contamination are critical in the control of foodborne illnesses.

Chief of the Outbreak Response and Prevention Branch of the US Centers for Disease Control and Prevention (CDC), which investigates foodborne and waterborne illnesses, Dr. Ian Williams said, that the novel coronavirus is not likely to be transmitted by food itself (CNN, 2020). „There is no evidence out there that, so far with [Covid-19], that its foodborne-driven or food service-driven,” Williams said in an information webinar. „This really is respiratory, person-to-person. At this point there is no evidence really pointing us towards food [or] food service as ways that are driving the epidemic” [58]. One of the most detailed guidelines on COVID-19 and food safety was issued by the European Commission [59]. It also provides a list of and link to the recommendations of the Member States. The EC had also laid down temporary measures in Reg. (EU) 2020/466 [60].

There are studies conducted on the viruses in the same virus family with the SARS-CoV-2, which means that they have very similar genetic properties to the SARS-CoV-2. In the studies conducted during the outbreak of the SARS-CoV in 2003 and MERS-CoV in 2012, no evidence could be obtained as to the transmission of the SARS and MERS-CoV via food. Therefore, there seems to be no reason to worry that the SARS-CoV-2 virus is transmitted through food or not [61, 62].

So, there is no evidence that the SARS-CoV-2 virus is transmitted via food. However, the fact that there is no evidence does not necessarily mean that there is no possibility of transmission or that it is absolutely impossible.

Very unlikely that the novel coronavirus could be transmitted by food sources. However, absence of evidence is not evidence of absence. This was pointed out at the webinar provided by IFST [63].

In evaluating the findings of scientific research, using such descriptions as „never”, „impossible”,

„not possible” is usually avoided. As required by scientific scepticism, it is avoided to use such definite statements as „*transmission of SARS-CoV-2 via food is impossible*” that will relieve everyone; because it is always possible that findings of a research can be published, showing how this low chance of transmission happens. So as a journalist (Şik, 2020) explains in a smart way, the statement that *according to the available information, there is no evidence that the SARS-CoV-2 virus is transmitted through food* is enough to ease our worries under current circumstances [64].

Research on SARS-CoV indicates that this virus is relatively hardy and survives in serum, sputum and faeces for at least 96 hours. In urine, it could remain alive at least 72 hours with a low level of infectivity [65].

The stability of SARS-CoV-2 similar to the original SARS virus. This virus is stable for several hours to days (up to 3 days) in aerosols and on surfaces [66].

The novel coronavirus survives longest time on plastics (72 hours), followed by stainless steel (48 hours), for 24 hours on cardboard and for 4 hours on copper.

In the case of **food packaging**, the risk of transmission is low. In a preliminary study published in mid-March 2020, researchers tested the stability of the new coronavirus on a variety of surfaces. They found that the virus remained on plastic and stainless steel for up to 72 hours. On cardboard, they found no viable virus after 24 hours [67]. But the virus begins to degrade quickly. The half-life – or the time it takes for the concentration of virus to drop by 50 percent – was 5.6 hours on stainless steel and 6.8 hours on plastic. The half-life on cardboard was a little more than 3 hours, although the researchers said there was a wider variation among the samples they tested than for stainless steel or plastic.

The food safety measures that are already in place to prevent foodborne illness – such as strict food hygiene measures, frequent hand-washing, regular cleaning of surfaces and utensils, and cooking food to the right temperature – would also reduce the transmission of any virus particles through food. So it is very unlikely, that the novel coronavirus would be transmitted via processed food.

Unlike bacteria causing foodborne illness, viruses don't multiply in or on foods. Current research shows that it can survive for only a limited time on most surfaces. So even if a product or packaging were carrying the virus, it would be likely to die during transport. However, contamination of raw food (like fruits and vegetables) or non-packaged food (such as bakery products) could be contaminated taken, that an infected person (even if not showing any symptoms of COVID-19) would sneeze or otherwise

spread the virus by respiratory droplets on the surface of the foods or of the food packaging.

The US North Carolina State University has created an informational FAQ, based on information from the Centers for Disease Control and Prevention, the Food & Drug Administration and the U.S. Department of Agriculture, concerning off-premises foodservice during the coronavirus. It also points out, that there is no current indication, that takout or drive-through meals would increase illness. The same applies to food delivery, as these help to maintain social distancing and reduce the number of touch points between preparation and serving of food [68].

### 8. Food safety and dietary guidelines and advice

More and more guidelines prepared by food safety authorities, scientific societies and consumer associations point out the need of careful and responsible behaviour at food stores and outlets, such as preparing food at home during the coronavirus pandemic. Some are general food hygiene rules, some are more specific, some are focusing on consumer behavior, some on retail etc. They include advice, summarized in **Table 1**.

In stores, the biggest risk of contamination remains contact with other people and 'high-touch' surfaces, although most stores sanitize those regularly and replaced touch screens.

Good hygiene practice, social distancing, and isolating those who are infected are the best-known ways to prevent infection [69].

Social distancing is only one aspect on how to avoid contamination while shopping food. There is very little discussion about other vehicles when doing shopping, namely the shopping carts and baskets. Those are usually very contaminated and not regularly disinfected or even cleaned by stores. One might shop with his/her own shopping basket or reusable bag, once cleaned on a regular basis and handled with outmost care (e.g. not put on the bench in the kitchen).

There is limited information available on the survival of the novel coronavirus on textiles or in the washing machine. As enveloped viruses, in which the genetic material is coated by a layer of fat (lipid layer), coronaviruses generally react sensitively to substances that dissolve fat, such as surface-active agents, which are contained in detergents as grease remover. In normal everyday life, people in private households can wash their laundry as usual. Textiles that have come into contact with infectious body fluids should be washed in the washing machine at a temperature of at least 60 °C with a heavy-duty detergent and dried thoroughly [70].

While maintaining good hygiene practices and following these simple food safety practices, you would minimise the risk of foodborne illnesses.

In the same time it is important to state, that safe food handling practices are widespread and have been expected to be followed for a long time. It has been estimated that each year 1.8 million people die worldwide as a result of diarrhoeal diseases and most of these cases can be attributed to contaminated food or water. Proper food preparation can prevent most foodborne diseases. Thus, international organisations have widely distributed their guidelines and manuals [71].

However, it is unbelievable how strange fake news spread after every emerging issue, new threat, unknown or not widely known and understood phenomenon. A highly reputable international organisation, such as WHO felt it necessary to fight against some myth and explain for example, that drinking alcohol does not protect you against COVID-19 and can be dangerous [72]. The World Health Organisation has opened a site to confute fake news called “Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public: Myth busters” [73]. It is almost unbelievable, what kind of beliefs need to be argued, such as “5G mobile networks do not spread COVID-19” as “viruses cannot travel on radio waves/mobile networks. COVID-19 is spreading in many countries that do not have 5G mobile networks” etc. For more information on how to protect yourself against COVID-19 see WHO's Basic protective measures against the new coronavirus.

Some also try to take advantage of the fear of consumers by providing advice, advertise and promote food supplements which would boost the immune system. Food scientists face increasing number of questions regarding how to boost the human immune system by the means of an improved dietary pattern during the current COVID-19 pandemic. While we always advise, that a balanced diet rich in fruits and vegetables, which allows you to get certain nutrients through your food should be followed, we all know, that these days with our current lifestyle and other limitations, it is rather difficult to do so and it is of outmost importance to ensure that the human body has access to the necessary amount of vitamins and minerals. There are several nutrients (vitamins A, B6, B12, C, D and E and copper, folate, iron, selenium, zinc) that play an important role in our immune system. Still, there is currently no convincing evidence that any food or dietary pattern can 'boost' our immune system and prevent or treat COVID-19. In addition to a balanced diet, getting enough sleep, reducing stress and having some physical activity would also help to support normal immune functioning.

## 9. COVID-19 and its impact on the global food system

The objective of this paper is to mainly focus on the food safety aspects of the novel coronavirus however one has to see that the current pandemic will substantially influence our food system. Some of the socio-economic consequences, the need for more careful planning and prevention, risk analysis and contingency plans are obvious. The lessons learnt will influence the way we do our shopping we communicate and hopefully will trigger more research and collaboration to understand emerging risks in the food chain.

The global food sector is being impacted both economically and socially, across the entire food chain, in relation to: human resources, such as changes in key personnel; supply chains of ingredients, packaging, finished products and equipment; sourcing as manufacturers may need to rely on alternative suppliers at short notice; along with the transportation of people, materials and good. This has the potential to impact negatively on food safety (IFST, 2020). The risk of food crime has soared during the pandemic as the collapse of foodservice and the closure of meat processing plants has created a dramatic imbalance in supply and demand. With huge volumes of food now unprofitable and buyers often turning to the spot market to meet increased retail demand, many supply chains are increasingly exposed to exploitation [74]. Processed foods are believed to be most susceptible to food fraud.

Diaz-Amigo performed a stress test on retailers re online food shopping and had a major concern re the breach of the cooling chain re the first delivery one of the major retailers. The temperature of the items that were supposed to arrive frozen or refrigerated was not maintained. Some items were partially thawed [75]. This is a major safety deficiency which requires improvement. This experience might not be unique, especially when the demand for home delivery had high rocketed.

The pandemic has highlighted our reliance on long and complex (and fragile) supply chains, and just-in-time delivery. One of the few good things to come out of the pandemic is that it has made people think in terms of their interdependence with each other and with our planetary resources. It has made us more likely to think about an integrated food system, about global interconnections [76].

Short food supply chains and local productions, which feel less the effect of international restrictions and which, since their rooted presence in the territory, could be closer to the consumers [77].

The coronavirus panic has boosted demand for durable foods, as reported by the Trade Magazin

in 2020 sourcing privatebankar.hu. The coronavirus disease is on the rise in Europe, prompting people to accumulate durable foods in Hungary as well. Members of the National Trade Association (including Tesco, Aldi, Spar, Lidl, Auchan and other supermarket chains) issued a statement and confirmed, that while demand for some durable foods at member companies has increased, shelves that have been “looted” and may be filled up a little slower, it will not be a problem [78].

As consumers prioritise food hygiene over (food) waste, previous efforts on the reduction of waste are challenged. Bloomberg (2020) reported, that single-use plastics make a comeback on pandemic fears. About 15 million tons of polystyrene are produced globally every year, and the material is used widely in cars and hospital ventilators as well as takeaway coffee cups and food packaging [79]. The fear of contagion via shared items and the importance of physical protection has driven up demand for disposables. Colliding with a collapse in oil prices that has made it cheaper to produce plastic. Some companies have suspended charging for plastic bags, while some retailers have temporarily banned reusable cups out of health concerns.

Although the current article is focusing on the food safety aspects, but nutrition and health issues are closely related and questions arise in this respect. Irregular and heavy consumption of food, both in terms of quantities, frequency and composition may lead to an increased problem of obesity during lockdown, when physical activities are also limited. In the same time consumers wish to strengthen their immune system to be able to more efficiently fight against COVID-19, once being infected. Non-reliable advertisements with misleading information are popping up on internet sites, promising to boost your immune system. So, it is important to emphasize, as FAO (2020) did, that good nutrition is very important before during and after an infection. While no foods or dietary supplements can prevent COVID-19 infection, maintaining a healthy diet is an important part of supporting a strong immune system [80].

The COVID-19 pandemic has underlined the importance of a robust and resilient food system, that is capable of ensuring access to a sufficient supply of affordable food for citizens and functions in all circumstances.

Although it is too soon to analyse and understand the impact of the current pandemic on the food chain, but some of the social, economic, organisational and other potential consequences, which would be worthwhile to be further analysed, are summarised in **Table 2**.

Table 1. Food safety advice under the COVID-19 pandemic

- Maintain good hygiene practices at all times.
- Wash your hands before and during food preparation on a regular basis. Wash them thoroughly for 20 seconds.
- Wash fruits and vegetables before eating them. It's always important – even when there's no pandemic – to rinse fresh fruit and vegetables with water to remove dirt, debris and pesticides, and reduce levels of foodborne germs.
- There's no need to wash food with soap. Soap is for hands, not for food.
- Disinfect surfaces and objects before and after use.
- Keep raw and cooked foods separate to avoid harmful microbes from raw foods spreading to ready-to-eat foods.
- Use different utensils/chopping boards for raw and cooked foods to prevent cross-contamination.
- If you are concerned about food packaging, you can wash your hands after handling the packaging.
- If you are concerned about your food, you can cook it at 65 degrees Celsius for 3 minutes or at 72 degrees Celsius for 2 minutes, which will significantly reduce levels of any virus particles.
- Change kitchen towels and sponges more frequently and regularly wash them in hot water.
- Do not swipe kitchen bench surfaces with the same towel you use for drying or touching food.
- Do not put your purse, basket or other shopping bags on the kitchen bench.
- In stores, use your own shopping basket and gloves, if possible, to avoid touching 'high-touch' surfaces, such as shopping-cart handles, weighing scales and elevator buttons.
- Keep social distance (minimum recommended distance vary from 1.5 to 2 meters) from other people when shopping.
- Avoid touching foods unless you are going to buy them.
- Do not go shopping if you are sick. Order food online or ask someone to drop groceries off.
- Try to limit trips to the supermarket by planning in advance, shop at odd hours and pay through electronic means, if possible. Keep some stable food at home.

Table 2. Some potential consequences of the COVID-19 pandemic in/on the food chain.  
Food-Nutrition-Health-Environment related consequences of COVID-19:

- Food insecurity in less developed countries and regions.
- Disruption in the food supply may lead to food safety issues.
- More focus on food hygiene and food safety – including the HoReCa, retail sector and the households.
- Increasing responsibility of food business operators to demonstrate that preventive measures are always in place during food production and that they are effective by means of checks and testing on their production process and food (so-called own-controls).
- Weakening of the official food control activities caused by the re-deployment of human resources fighting against SARS-CoV-2.
- More food authenticity related risks. Rise in food fraud. Criminals may target food supply chains disrupted by the pandemic.
- Increasing demand for durable foods.
- The impact of the imbalance in supply and demand on food price.
- Sourcing issues as manufacturers may need to rely on alternative suppliers at short notice.
- Impact on transportation of people, materials and good.
- Limited eco-consumerism. Consumers are putting hygiene ahead of the environment. The production and perception of food packaging, thus waste is changing.
  - o Increasing need for big plastic.
  - o More food waste and packaging waste.
- Potentially shorter food supply chains.
- Local food prioritized (– or not, if not competitive). Decreasing reliance on imported food.
- Online shopping, ordering food, takeaway, drive-through gaining momentum.
- Emergence of start-ups, such as home delivery of foodstuffs, medicine and essential products organized and delivered by flexible young entrepreneurs.
- Disruption of the cold chain during home delivery by non-specialised personnel may lead to food safety issues.
- Labelling problems leading to food allergenicity issues while ordering food.
- Obesity problems due to increasing and more frequent food consumption during lockdown.
- Focus on the prevention and fight against NCDs.
- Changing kitchen and cooking practices, learning (lost) good (hygiene) practices, need for slow food.
- Higher demand for food supplements (due to unbalanced diet during lockdown and home office and aiming to boost the immune system and also triggered by profit-oriented producers and aggressive marketing strategies).

- Fake news, misinformation, misunderstanding leading to increasing loss of trust in authorities and the food business operators. Fighting the disinformation pandemic will be necessary.
- Social distancing (physical) while strengthening social relationship (communication, support) during lockdown.
- Rising food insecurity for some of the poorest and most vulnerable people.
- Enhancement of research efforts to understand, treat and prevent a similar pandemic, to understand the spread of similar viruses.
- Development of analytical and diagnostic tools for viruses.
- Turning towards a more sustainable food system.
- Intensification of the food system using agro-tech innovations (such as robotics, AI [Artificial Intelligence], precision farming, cellular agriculture).
- Focus on agroecology – production of organic, seasonal, local food, shorter food chains etc.
- Changing balance between soft measures (such as health messaging consumer advice) and hard measures (such as taxation).

**Editor's note:** The manuscript was created during the current coronavirus epidemic and arrived to our editorial office in May 2020. Therefore, data related to the events after the receipt of the article could not be included in the final text.

## 10. References:

- [1] Dimmock (2020). In: Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/Virus#cite\\_note-Dimmock-2](https://en.wikipedia.org/wiki/Virus#cite_note-Dimmock-2).
- [2] ICTV (2020): „Virus Taxonomy: 2019 Release”. *International Committee on Taxonomy of Viruses*. <https://talk.ictvonline.org/taxonomy/>. Hozzáférés / Aquired 03.30.2020
- [3] Cliver DO (1997): World Health Stat, Q., 1997; 50 (1-2): 90-101. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9282391> PubMed: PMID: 9282391. Hozzáférés / Aquired 02.03.2019
- [4] FAO & WHO (2008): Viruses in food: scientific advice to support risk management activities. Meeting report. Microbiological Risk Assessment Series. No. 13. ISBN 978-92-5-106117-6. <http://www.fao.org/food/food-safety-quality/a-z-index/viruses/en/>. Hozzáférés / Aquired 05.08.2019
- [5] Koopmans, M. & Duizer, E. (2004): Foodborne viruses: an emerging problem. *International Journal of Food Microbiology*, 90(1): 23–41.
- [6] WHO (2013): Vaccines and diseases. Immunization, Vaccines and Biologicals. WHO Position paper. No. 5. 2013, 88, 49–64 <https://www.who.int/immunization/diseases/rotavirus/en/> <https://www.who.int/wer/2013/wer8805.pdf?ua=1>. Hozzáférés / Aquired 14.10.2014
- [7] Cliver DO (1997): World Health Stat, Q., 1997; 50 (1-2): 90-101. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9282391> PubMed: PMID: 9282391. Hozzáférés / Aquired 02.03.2019
- [8] WHO & FAO (2008): Microbiological Risk Assessment Series. No. 13.: VIRUSES IN FOOD: SCIENTIFIC ADVICE TO SUPPORT RISK MANAGEMENT ACTIVITIES MEETING REPORT. ISSN 1726-5274. [https://www.who.int/foodsafety/publications/micro/Viruses\\_in\\_food\\_MRA.pdf?ua=1](https://www.who.int/foodsafety/publications/micro/Viruses_in_food_MRA.pdf?ua=1) Hozzáférés / Aquired 11.06.2010
- [9] WHO (2008): Pandemic influenza: an evolving challenge. 22 May 2018. <https://www.who.int/influenza/pandemic-influenza-an-evolving-challenge/en/>. Hozzáférés / Aquired 02.03.2010
- [10] WHO (2020): Influenza. Avian and other zoonotic influenza. [https://www.who.int/influenza/human\\_animal\\_interface/en/](https://www.who.int/influenza/human_animal_interface/en/). Hozzáférés / Aquired 02.10.2020
- [11] FAO-OIE-WHO (2013): H5N1 highly pathogenic avian influenza: Timeline of major events. November 2013. Last updated: 4 December 2014. [https://www.who.int/influenza/human\\_animal\\_interface/H5N1\\_avian\\_influenza\\_update20141204.pdf?ua=1](https://www.who.int/influenza/human_animal_interface/H5N1_avian_influenza_update20141204.pdf?ua=1). Hozzáférés / Aquired 10.10.2014
- [12] Hien TT et al. (2004): Avian influenza-A (H5N1) in 10 patients in Viet Nam. *New Engl. J. Med.* 2004; 350:1179–88.
- [13] Apisarnthanarak A. et al. (2004): Atypical avian influenza (H5N1). *Emerg. Infect. Dis.* 2004; 10: 1321–24.
- [14] FAO-OIE-WHO (2013): H5N1 highly pathogenic avian influenza: Timeline of major events. November 2013. Last updated: 4 December 2014. [https://www.who.int/influenza/human\\_animal\\_interface/H5N1\\_avian\\_influenza\\_update20141204.pdf?ua=1](https://www.who.int/influenza/human_animal_interface/H5N1_avian_influenza_update20141204.pdf?ua=1). Hozzáférés / Aquired 08.03.2015
- [15] Kuiken T. et al. (2004): Avian H5N1 influenza in cats. *Science*. 08 Oct 2004. Vol. 306, Issue 5694, pp. 241. DOI: 10.1126/science.1102287 Published online by Science: [www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/1102287](http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/1102287). Hozzáférés / Aquired 15.07.2005
- [16] WHO (2009): World now at the start of 2009 influenza pandemic. Statement to the press by WHO Director-General Dr Margaret Chan. 11 June 2009. [https://www.who.int/mediacentre/news/statements/2009/h1n1\\_pandemic\\_phase6\\_20090611/en/](https://www.who.int/mediacentre/news/statements/2009/h1n1_pandemic_phase6_20090611/en/). Hozzáférés / Aquired 14.11.2010
- [17] IHS Markit (2009): WHO Declares Swine Flu Pandemic, the First Since 1968. 12 June 2009. <https://ihsmarkit.com/country-industry-forecasting.html?ID=106595424>. Hozzáférés / Aquired 09.21.2010
- [18] WHO (2009): Swine flu illness in the United States and Mexico - update 2. 26 April 2009. [https://www.who.int/csr/don/2009\\_04\\_26/en/](https://www.who.int/csr/don/2009_04_26/en/). Hozzáférés / Aquired 09.21.2010
- [19] WHO (2010): Pandemic (H1N1) 2009 - update 86. 5 February 2010. [https://www.who.int/csr/don/2010\\_02\\_5/en/](https://www.who.int/csr/don/2010_02_5/en/). Hozzáférés / Aquired 09.21.2011
- [20] WHO (2020): Influenza. Avian influenza-A (H7N9) virus. [https://www.who.int/influenza/human\\_animal\\_interface/influenza\\_h7n9/en/](https://www.who.int/influenza/human_animal_interface/influenza_h7n9/en/). Hozzáférés / Aquired 03.20.2020
- [21] WHO (2017): Influenza. Analysis of recent scientific information on avian influenza-A (H7N9) virus. [https://www.who.int/influenza/human\\_animal\\_interface/avian\\_influenza/riskassessment\\_AH7N9\\_201702/en/](https://www.who.int/influenza/human_animal_interface/avian_influenza/riskassessment_AH7N9_201702/en/). Hozzáférés / Aquired 10.27.2018
- [22] VM Corman, D Muth, DN Niemeyer, Ch Drosten (2018): Chapter Eight - Hosts and Sources of Endemic Human Coronaviruses. *Advances in Virus Research*. Volume 100, 2018. Pp.:163-188. <https://doi.org/10.1016/bs.avir.2018.01.001>. Hozzáférés / Aquired 07.28.2019
- [23] CDrosten,SGünther,WPreiser,SvanderWerf, H-R Brodt, S Becker, H Rabenau, M Panning, L Kolesnikova et al., (2003): Identification of a Novel Coronavirus in Patients With Severe Acute Respiratory Syndrome. *N Engl J Med.* 2003 May 15; 348(20):1967-76. doi: 10.1056/NEJMoa030747. Epub 2003 Apr 10.
- [24] AM Zaki, S van Boheemen, TM Bestebroer, ADME Osterhaus, RAM Fouchier (2012): Isolation of a Novel Coronavirus From a Man With Pneumonia in Saudi Arabia. *N Engl J Med.* 2012 Nov 8; 367(19):1814-20. doi: 10.1056/NEJMoa1211721. Epub 2012 Oct.
- [25] VCC Cheng, SKP Lau, PCY Woo, KY Yuen (2007): Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus as an Agent of Emerging and Reemerging Infection. *Clin Microbiol Rev.* 2007 Oct; 20(4):660-94. doi: 10.1128/CMR.00023-07.
- [26] CDrosten,SGünther,WPreiser,SvanderWerf, H-R Brodt, S Becker, H Rabenau, M Panning, L Kolesnikova et al., (2003): Identification of a Novel Coronavirus in Patients With Severe Acute Respiratory Syndrome. *N Engl J Med.* 2003 May 15; 348(20):1967-76. doi: 10.1056/NEJMoa030747. Epub 2003 Apr 10
- [27] LJ Saif (2004): Animal Coronaviruses: What Can They Teach Us About the Severe Acute Respiratory Syndrome? *Rev Sci Tech.* 2004 Aug; 23(2):643-60. doi: 10.20506/rst.23.2.1513.
- [28] CDC (2004): Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). Center for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/sars/index.html> (website archived). Hozzáférés / Aquired 09.15.2006
- [29] WHO (2003): WHO issues global alert about cases of atypical pneumonia: cases of severe respiratory illness may spread to hospital staff. PRESS RELEASE ISSUED BY WHO. 12 March 2003 Geneva. World Health Organization. [http://www.who.int/csr/sars/archive/2003\\_03\\_12/en/](http://www.who.int/csr/sars/archive/2003_03_12/en/). Hozzáférés / Aquired 11.17.2005
- [30] Xu R-H, He J-F, Evans MR, Peng G-W, Field HE, Yu D-W, et al. Epidemiologic clues to SARS origin in China. *Emerging Infectious Diseases*. 2004 Jun. <http://dx.doi.org/10.3201/eid1006.030852>. Hozzáférés / Aquired 02.03.2020
- [31] WHO & FAO (2008): Microbiological Risk Assessment Series. 13. Viruses in Food: Scientific Advice to Support Risk Management Activities. Meeting Report. ISSN 1726-5274 [https://www.who.int/foodsafety/publications/micro/Viruses\\_in\\_food\\_MRA.pdf?ua=1](https://www.who.int/foodsafety/publications/micro/Viruses_in_food_MRA.pdf?ua=1). Hozzáférés / Aquired 12.21.2010
- [32] AM Zaki, S van Boheemen, TM Bestebroer, ADME Osterhaus, RAM Fouchier (2012): Isolation of a Novel Coronavirus From a Man With Pneumonia in Saudi Arabia. *N Engl J Med.* 2012 Nov 8; 367(19):1814-20. doi: 10.1056/NEJMoa1211721. Epub 2012 Oct.
- [33] Corman VM et al. (2018): Detection of distinct MERS-Coronavirus strains in dromedary camels in Kenya, 2017. *Emerg Microbes Infect.* 2018; 7: 195. Published online 2018 Nov 28. doi: 10.1038/s41426-018-0193-z
- [34] JF Drexler, VM Corman, C Drosten (2014): Ecology, evolution and classification of bat coronaviruses in the aftermath of SARS. *Antiviral Res.*, 101 (2014), pp. 45-56
- [35] D. Vijaykrishna, GJ Smith, JX Zhang, JS Peiris, H. Chen, Y. Guan (2007): Evolutionary insights into the ecology of coronaviruses. *J. Virol.*, 81 (2007), pp. 4012-4020
- [36] PC Woo, SK Lau, Y Huang, KY Yuen (2009): Coronavirus diversity, phylogeny and interspecies jumping. *Exp. Biol. Med.* (Maywood), 234 (2009), pp. 1117-1127.
- [37] VM Corman et al. (2018): Detection of distinct MERS-Coronavirus strains in dromedary camels in Kenya, 2017. *Emerg Microbes Infect.* 2018; 7: 195. Published online 2018 Nov 28. doi: 10.1038/s41426-018-0193-z
- [38] WHO (2020): Influenza: are we ready? <https://www.who.int/influenza/spotlight>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [39] WHO (2020): Influenza: are we ready? <https://www.who.int/influenza/spotlight>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [40] Footnote: Even EFSA, in its early 2020 report has a confusing use of terms when stating, that „no reported cases of the new coronavirus called COVID-19 (or SARS-CoV-2) circulating across the globe, have been linked to contamination of food” (EFSA, 2020).
- [41] Gorbalenya AE, Baker SC, Baric RS, de Groot RJ, Drosten C, Gulyaeva AA, et al. (2020): The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *March, 2020. Nature Microbiology.* 5 (4): 536–544. doi:10.1038/s41564-020-0695-z
- [42] KG Andersen, A. Rambaut, WI Lipkin, EC Holmes and RF Garry (2020): The proximal origin of SARS-CoV-2. 17 March 2020. *Nature Medicine.* 26, pp.: 450–452(2020). <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0820-9>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [43] Corman, VM, Muth, D., Niemeyer, D. & Drosten, C. (2018): Chapter Eight - Hosts and Sources of Endemic Human Coronaviruses. *Advances in Virus Research.* 100, 163–188 (2018).



- [44] ECDC (2020): COVID-19. European Centre for Disease Prevention and Control. May, 2020. <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/questions-answers>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [45] FSANZ (2020): Novel Coronavirus and Food Safety. Food Standards Australia New Zealand. March 2020. <https://www.foodstandards.gov.au/consumer/safety/Pages/NOVEL-CORONAVIRUS-AND-FOOD-SAFETY.aspx>. Hozzáférés / Aquired 03.17.2020
- [46] KG Andersen, A. Rambaut, WI Lipkin, EC Holmes and RF Garry (2020): The proximal origin of SARS-CoV-2. 17 March 2020. *Nature Medicine*. 26, pp.: 450–452(2020). <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0820-9>. Hozzáférés / Aquired 03.14.2020
- [47] ECDC (2020): Situation dashboard: latest available data. European Centre for Disease Prevention and Control. As of 14 May, 2020. <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19-pandemic>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [48] Fisman (2020): *Lancet Infect Dis* 2020 Published Online March 19, 2020 [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30227-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30227-9). [www.thelancet.com/infection](http://www.thelancet.com/infection) Published online March 19, 2020. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [49] Cliver DO (1997): Department of Population Health and Reproduction, School of Veterinary Medicine, University of California, Davis, USA. *Kaliforniai Egyetem, Davis, USA Állatorvostudományi Iskola Népegészségügyi és Reprodukciós Tanszéke, World Health Stat, Q., 1997; 50 (1-2): 90-101*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9282391> PubMed: PMID: 9282391. Hozzáférés / Aquired 17.05.1998
- [50] WHO (2003): First data on stability and resistance of SARS coronavirus compiled by members of WHO laboratory network. World Health Organisation. [https://www.who.int/csr/sars/survival\\_2003\\_05\\_04/en/](https://www.who.int/csr/sars/survival_2003_05_04/en/). Hozzáférés / Aquired 09.17.2010
- [51] B. Chapman (2020): In: Consumer Reports: Answers to Common Questions About Coronavirus and the Food You Eat. Food safety experts address 12 top concerns. By Sally Wadyka. 01 April 2020. <https://www.consumerreports.org/food-safety/coronavirus-common-questions-about-the-food-you-eat-food-safety/>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [52] EFSA (2020): Coronavirus: no evidence that food is a source or transmission route. 9 March 2020. <https://www.efsa.europa.eu/en/news/coronavirus-no-evidence-food-source-or-transmission-route>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [53] FDA (2020): Food Safety and the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Food and Drug Administration. USA. <https://www.fda.gov/food/food-safety-during-emergencies/food-safety-and-coronavirus-disease-2019-covid-19>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [54] CDC (2020): Food Safety and Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/foodsafety/newsletter/food-safety-and-Coronavirus.html>. Hozzáférés / Aquired 03.29.2020
- [55] FDA (2020): Food Safety and the Coronavirus Disease 2019. Food and Drug Administration. USA. <https://www.fda.gov/food/food-safety-during-emergencies/food-safety-and-coronavirus-disease-2019-covid-19>. Hozzáférés / Aquired 03.17.2020
- [56] USDA (2020): Coronavirus Disease (COVID-19). U.S. Department of Agriculture. <https://www.usda.gov/coronavirus>. Hozzáférés / Aquired 03.26.2020
- [57] FAO (2020): Food safety in the time of COVID-19. 14 April 2020. ISBN: 978-92-5-132408-0 <https://doi.org/10.4060/ca8623en> <http://www.fao.org/3/ca8623en/CA8623EN.pdf>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [58] CNN (2020): Are food deliveries and groceries safe during coronavirus pandemic? Yes, experts say. By Mallory Simon, CNN Health. Updated 1911 GMT (0311 HKT) March 20, 2020. <https://edition.cnn.com/profiles/mallory-simon>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [59] EC (2020a): COVID-19 and food safety. European Commission. 8 April 2020. [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/biosafety\\_crisis\\_covid19\\_qandas.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/biosafety_crisis_covid19_qandas.pdf). Hozzáférés / Aquired 03.29.2020
- [60] EC (2020b): Commission Implementing Regulation (EU) 2020/466 on temporary measures to contain risks to human, animal and plant health and animal welfare during certain serious disruptions of Member States' control systems due to Coronavirus disease (COVID-19), OJ L 98, 31.3.2020, p. 30
- [61] WHO (2020a): SARS-CoV. <https://www.who.int/ith/diseases/sars/en/>. Hozzáférés / Aquired 03.25.2020
- [62] WHO (2020b): MERS-CoV. <https://www.who.int/emergencies/mers-cov/en/>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [63] IFST (2020): „Coronavirus – Food Safety Risk?”. IFST Spring Food Webinar. 8 April 2020; 11.00 UK time, replacing the (cancelled) „IFST Spring Conference (SC20): The appliance of food science” supposed to be held at Imperial College London, London, UK.
- [64] BÜLENT ŞİK (2020): Is Coronavirus (SARS-CoV-2) Transmitted Through Food? BIA News Desk 31 March 2020, Tuesday 08:49. Istanbul. <http://bianet.org/english/life/222219-is-coronavirus-sars-cov-2-transmitted-through-food>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [65] Duan et al. (2003): Stability of SARS coronavirus in human specimens and environment and its sensitivity to heating and UV irradiation. *Biomed Environ Sci*. 2003 Sep;16(3):246-55.
- [66] NIH (2020): New coronavirus stable for hours on surfaces. National Institutes of Health. News Releases. March 17, 2020. <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/new-coronavirus-stable-hours-surfaces>. Hozzáférés / Aquired 03.11.2020
- [67] N van Doremalen (2020): Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *The New England Journal of Medicine*. March 17, 2020; 382:1564-1567 DOI: 10.1056/NEJMc2004973. <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2004973>. Hozzáférés / Aquired 03.11.2020
- [68] NC State University (2020): COVID-19 and Food Safety FAQ. Is coronavirus a concern with takeout? Updated March 23, 2020. [https://foodsafety.ces.ncsu.edu/wp-content/uploads/2020/03/Takeout\\_COVID-19\\_Social-Media-Image\\_032020.png](https://foodsafety.ces.ncsu.edu/wp-content/uploads/2020/03/Takeout_COVID-19_Social-Media-Image_032020.png). Hozzáférés / Aquired 03.10.2020
- [69] EUFIC (2020): Food and coronavirus (COVID-19): what you need to know. European Food Information Council. Last Updated: 26 March 2020. <https://www.eufic.org/en/food-safety/article/food-and-coronavirus-covid-19-what-you-need-to-know>. Hozzáférés / Aquired 03.10.2020
- [70] Bfr (2020): Can the new type of coronavirus be transmitted via food and objects? Bundesinstitut für Risikobewertung (Bfr). German Federal Institute for Risk Assessment. Germany. [file:///E:/Virus\\_food/Bfr\\_can-the-new-type-of-coronavirus-be-transmitted-via-food-and-objects.pdf](file:///E:/Virus_food/Bfr_can-the-new-type-of-coronavirus-be-transmitted-via-food-and-objects.pdf). Hozzáférés / Aquired 03.11.2020
- [71] WHO (2006): Five Keys to Safer Food Manual. WorldHealthOrganisation. Department of Food Safety, zoonoses and Foodborne Diseases. ISBN 92 4 159463 9. [https://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual\\_keys.pdf?utm\\_content=buffer48f54&utm\\_medium=social&utm\\_source=linkedin.com&utm\\_campaign=buffer](https://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual_keys.pdf?utm_content=buffer48f54&utm_medium=social&utm_source=linkedin.com&utm_campaign=buffer). Hozzáférés / Aquired 10.04.2008
- [72] WHO (2020): Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public: Myth busters. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/myth-busters>. Hozzáférés / Aquired 03.12.2020
- [73] WHO (2020): Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public: Myth busters. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/myth-busters>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [74] The Grocer (2020): Horsemeat seized in Europe as experts predict rise in food fraud caused by coronavirus. 7 May 2020. <https://www.thegrocer.co.uk/food-safety/horsemeat-seized-in-europe-as-experts-predict-rise-in-food-fraud-from-coronavirus/604691.article>. Hozzáférés / Aquired 03.27.2020
- [75] C. Diaz-Amigo (2020): Online Food Shopping – A Stress Test for Retailers and Consumers Alike. 27 April 2020. <https://www.focos-food.com/online-food-shopping-a-stress-test-for-retailers-and-consumers-alike/>. Hozzáférés / Aquired 03.28.2020
- [76] P. Jackson (2020): Q&A: Covid-19 pandemic highlights urgent need to change Europe's food system. In: *Horizon. The EU Research and Innovation Magazin*. 4 May 2020.
- [77] A. Cappelli and E. Cini (2020): Will the COVID-19 pandemic make us reconsider the relevance of short food supply chains and local productions? *Trends in Food Science & Technology*. Volume 99, May 2020, pp.: 566-567. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.041>
- [78] Trade Magazin (2020): The coronavirus is boosting demand for durable foods. 27.02.2020. <https://trademagazin.hu/en/koronavirus-elenkul-a-tartos-elelmiszerek-iranti-kereslet/>. Hozzáférés / Aquired 04.02.2020
- [79] Bloomberg (2020): Single-use plastics like polystyrene make a comeback in pandemic. By Andrew Marc Noel and Janice Kew. 1 May 2020. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-05-01/single-use-plastics-like-polystyrene-make-a-comeback-in-pandemic>. Hozzáférés / Aquired 03.31.2020
- [80] FAO (2020): Maintaining a healthy diet during the COVID-19 pandemic. Rome, 26 April 2020. ISBN: 978-92-5-132345-8 <https://doi.org/10.4060/ca8380en>. Hozzáférés / Aquired 04.02.2020



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

Ambrus Árpád<sup>1</sup>, Szenczi-Cseh Júlia<sup>2</sup>, Griff Tamás<sup>3</sup>, Kerekes Kata<sup>4</sup>, Miklós Gabriella<sup>5</sup>,  
Vásárhelyi Adrien<sup>6</sup>, Szigeti Tamás János<sup>7</sup>

Érkezett: 2019. december – Elfogadva: 2020. február

## Élelmiszereink mikotoxin- és növényvédőszer-maradék szennyezettségének élelmiszerbiztonsági megítélése, 2. rész. Mikotoxinok

**KULCSSZAVAK:** mikotoxinok, Codex Alimentarius, fogyasztói expozíció, minőség-ellenőrzés, mintavétel

### 1. ÖSSZEFOGLALÁS

Közleményünkben bemutatjuk az élelmiszerekben és takarmányokban előforduló mikotoxin-szennyezést, szabályozásukat, az élelmiszerek, takarmányok mintavételével és analitikai vizsgálatával kapcsolatos követelményeket, elemezzük a jelenlegi hazai gyakorlat tapasztalatait. A NÉBIH mellett, felkérésünkre részletes adatokat bocsátott a fogyasztói kockázatbecslés céljára a WESSLING Hungary Kft. és a Kaposvári Egyetem. A BIOMIN Kft., és SGS Hungária Kft. összesített adatokkal, a Gabona Control Kft. pedig rész-adatokkal járult hozzá tanulmányunk elkészítéséhez. A rendelkezésünkre álló vizsgálati eredmények alapján becsüljük a magyar fogyasztók expozícióját annak érdekében, hogy előzetes helyzetértékeléssel segítsük elő az élelmiszereink szennyezettségének csökkentéséhez szükséges célirányos intézkedéseket, amelyekre javaslatokat is teszünk.

Széleskörű vizsgálatok és nemzetközi információ alapján megállapítottuk, hogy:

- előzetes becsléseink szerint a fogyasztók egy részénél az alfatoxin M1 és DON expozíciója időszakonként meghaladhatja a toxikológiai referencia értékeket, ami humánegészségügyi kockázatot jelent;
- az emberi fogyasztásra és takarmányozási célra termelt gabonák gombafertőzöttségének és az abból származó toxin expozíciónak csökkentésére, az összes érintett fél közreműködésével, átfogó intézkedések szükségesek.

#### 1.1. A közleményben használt rövidítések:

ADI: Acceptable Daily Intake; elfogadható napi bevitel

ALARA: as low as reasonably achievable; ésszerűen elérhető legalacsonyabb szint

Bw (tt): Bodyweight, testtömeg [kg];

CAC: Codex Alimentarius Commission; Codex Alimentarius Bizottság

CCCF: Codex Committee on Contaminants in Food; Élelmiszer szennyezőanyagok Codex Szakbizottsága

CCFA: Codex Committee on Food Additives;

Élelmiszer Adalékanyagok Codex Szakbizottsága

DNA: deoxyribo nucleic acid; dezoxiribonukleinsav

EC: European Commission; Európai Bizottság

EDI: Estimated Daily Intake; becsült napi bevitel

EFSA: European Food Safety Authority; Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság

ELISA: enzyme-linked immunosorbent assay; enzimhez kapcsolt immunszorbens vizsgálat

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, Táplálkozás- és Élelmiszertudományi Doktori Iskola

<sup>2</sup> Önálló élelmiszer-biztonsági szakértő

<sup>3</sup> Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság

<sup>4</sup> Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Rendszerszervezési és Felügyeleti Igazgatóság

<sup>5</sup> Élelmiszerlánc-biztonsági Centrum Nonprofit Kft.

<sup>6</sup> Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Élelmiszerlánc-biztonsági Laboratórium Igazgatóság

<sup>7</sup> WESSLING Hungary Kft.

EPC: European Parliament and Council; Európai Parlament és Tanács

EU: European Union; Európai Unió

FAO: Food and Agriculture Organization of United Nations; Egyesült Nemzetek Szervezetének Élelmiszerügyi és Mezőgazdasági Szervezete

HBV: Hepatitis-B vírus; Hepatitis-B vírus

HPLC: high pressure (performance) liquid chromatography; nagynyomású, nagy teljesítményű folyadék kromatográfia

IARC: International Agency for Research on Cancer; Nemzetközi Rákkutatási Ügynökség

ISO: International Standard Organization; Nemzetközi Szabványügyi Testület

JECFA: FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives and Contaminants; A FAO/WHO Élelmiszer adalékokkal és szennyezőkkel foglalkozó szakértői bizottsága

LOQ, KH: limit of quantification, kimutatási határ, mennyiségi meghatározás alsó határa

ML: Maximum Limit [mg/kg]; maximális elfogadható koncentráció érték [mg/kg]

MS/MS: tandem mass spectrometry; tandem tömegspektrometria

NOAEL No-observed adverse level [ppm in feed expressed also in mg a.i./kgbw per day]; megfigyelhető káros hatást nem okozó szint

NOEL: no observed effect level; kimutatható elváltozást nem okozó koncentráció vagy nem észlelt hatás szint (koncentráció)

OECD: Organisation for Economic Cooperation and Development; Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet

PMTDI: ideiglenes maximum elviselhető napi bevétel

QC: Quality control; minőség-ellenőrzés

SFC: European Commission Scientific Committee on Food; Európai Bizottság Élelmiszerekkel foglalkozó Szakbizottsága

TDI: elviselhető lapi bevétel (az élelmiszerhez nem szándékosan adott vegyület esteén alkalmazzák)

USA: United States of America; Amerikai Egyesült Államok

US FDA: US Food and Drug Administration; Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszer-ellenőrzési Hivatala

UV: ultraviolet; ultraibolya

## 2. Bevezetés

A Népesedési Kerekasztal felhívást intézett és kormányzati szintű stratégiai intézkedési terv kidolgozását javasolta a napi élelmiszerekben előforduló mezőgazdasági vegyszerek és toxinok egészségre, valamint a meddőség előidézésére gyakorolt hatásának a csökkentésére. A felhívás a mikotoxinokat nevezte meg a szennyezés egyik fő forrásának.

1. táblázat. Az egyes mikotoxinokra meghatározott maximális beviteli szintek

Table 1. Maximum intakes established for mycotoxins

Toxin	Toxicológiai referencia érték Toxicological reference values	Hivatkozás References
Aflatoxin <sup>*</sup> B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub>	*1	[38]
AFM <sub>1</sub> , AFM <sub>2</sub> <sup>**</sup>	*2	
Fumonisin B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> és B <sub>4</sub> együtt (sum) <sup>***</sup>	TDI: 1 µg/kgbw *3	[39]
DON	TDI: 1 µg/kg bw per day	[40]
Ochratoxin A	5 ng/kgbw (1.2-14)	[41]
Nivalenol	t-TDI:0.7 g/kg bw per day	[40, 42]
Patulin	PMTDI 0.4 µg/kgbw	[43]
T-2 toxin+HT-2 toxin	t-TDI:0.06 g/kg/bw	[40]
Zearalenon	t-TDI:0.2 µg/kg/bw	[44]

### Megjegyzések / Notes:

\* Mivel az aflatoxinok karcinogének és genotoxikusak kockázat nélküli napi bevétel vagy NOEL nem állapítható meg. A májrák kialakulás valószínűsége ( $P_{HBV}$ ) 1 ng/ttkg naponkénti bevétel esetén HBsAg- személyeknél átlagosan, illetve 95%-os felső bizonytalansági szinten 0,01 (0,049), HBsAg<sup>+</sup> személyek esetén 0,3 (0,562) eset 100.000 személyre vonatkoztatva [45].

As the aflatoxins are carcinogenic and genotoxic acceptable daily intake or NOEL cannot be established. The liver cancer potency ( $P_{HBV}$ ) for HBsAg- and HBsAg+ individuals at an average daily intake of 1 ng/bw (95% upper confidence limit in brackets) are 0.01 (0.049) and 0.3 (0.562) cases per year for 100,000 persons.

\*\* A  $P_{HBV}$  HBsAg- személyek 1 ng/ttkg AFM<sub>1</sub> napi expozíciójakor 0,001 (0,0049), HBsAg<sup>+</sup> személyeknél 0,03 (0,0562) eset évente 100.000 főre [45].

At an average daily intake of 1 ng/kg the  $P_{HBV}$  are 0.001 (0.0049) and 0.03 (0.0562) cases for 100000 persons per year for HBsAg- and HBsAg+ individuals, respectively.

\*\*\* A JECFA hangsúlyozta, hogy egy vegyület csoportra TDI-t akkor állapítanak meg, amikor az adott vegyületek hatásmódja azonos és gyakran fordulnak elő együtt az egyes termékekben. Ilyen esetekben az együttes expozíció meghaladhatja a t-TDI értéket még akkor is, ha az egyes vegyületek expozíciója a vonatkozó NOAEL értékek alatt van. The JECFA emphasised that group TDI is established for a group of compounds if their mode of action is the same and they frequently occur together in various foods. In such cases the combined intake may exceed the t-TDI values even if the intakes of individual compounds is below the NOAEL.

Az EFSA 2019-es felmérése [1] alapján, a mikotoxinok 20 tagországban a lakosság 10-29%-a szerint adnak aggodalomra okot. További részleteket a 2020.03.31 számban közölt cikkünk első része tartalmazza.

Közleményünkben összefoglaljuk a mikotoxinok előfordulását és toxikológiai megítélését. Bemutatjuk a forgalomba kerülő élelmiszerek mikotoxin-szennyezettségének ellenőrzési rendszerét és a vizsgálatok eredményét. Az eredmények alapján elemezzük, értékeljük a fogyasztókat érő mikotoxin-expozíciót és javaslatot teszünk a lakosság egészségének védelme érdekében teendő intézkedésekre.

### 2.1. A mikotoxin-szennyezés jellemzői, valamint az élelmiszerekben és takarmányokban még elfogadható szennyezési szint szabályozása

A mikotoxinok a növényeket fertőző gombák másodlagos metabolitjai, melyek nem csak a termelési időszakban, hanem kedvezőtlen körülmények között a szállítás és raktározás során is képződnek. A meleg, száraz időjárás, a helytelen mezőgazdasági, tárolási gyakorlat különösen kedvez a kukorica, búza fertőzésének, áttételesen az aflatoxinok és általában a mikotoxinok keletkezésének [2, 3].

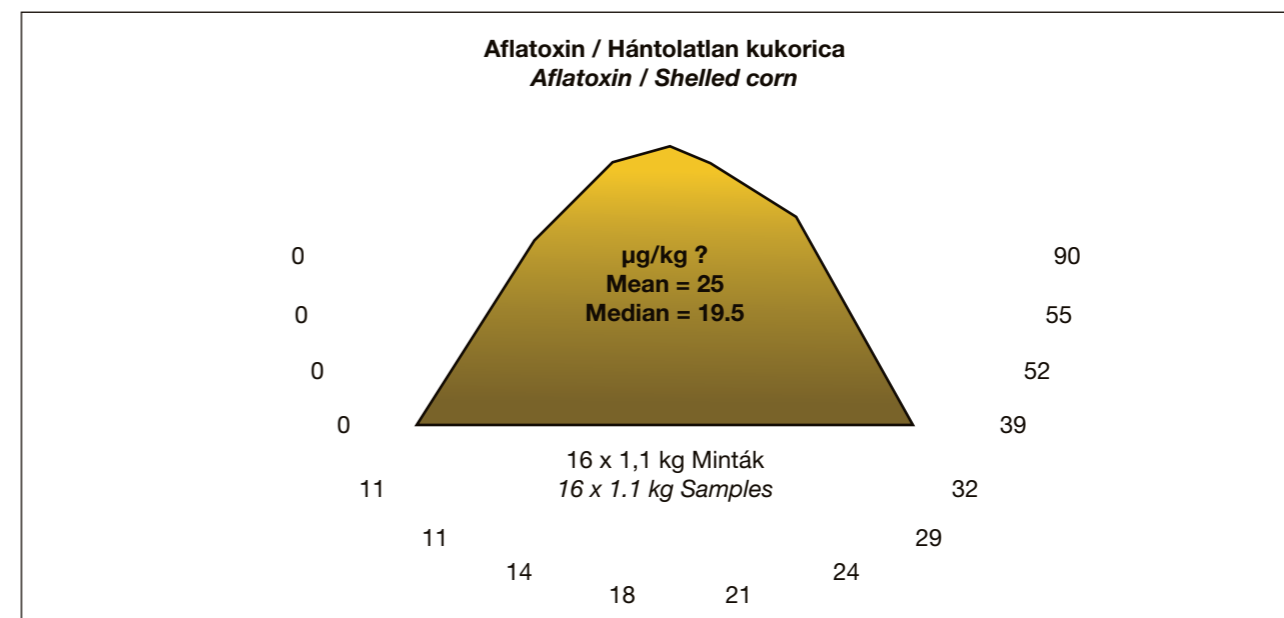
Gyakorlati szempontból a legjelentősebbek az aszpergillus gombák (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* and *Aspergillus niger*) által termelt aflatoxinok, valamint a fuzárium gombák (*Fusarium graminearum*, *F. verticillioides*, *F. proliferatum*, *F. culmorum*) által termelt mikotoxinok közül a zearalenon (F-2 toxin), a fumonizineknek és a trichotecéneknek (pl. deoxinivalenol /DON/, T-2 és HT-2 toxin). A trichotecének csoportjába további, több mint 50 kémiaiailag rokon, szeszkviterpén típusú bonyolult szerkezetű vegyület tartozik [4].

A XIX. század végéig a fuzárium toxinok mellett az aszpergillus gombák által termelt aflatoxin szennyeződések elsősorban a mediterrán és tropikus éghajlati viszonyok között jelentett veszélyt [5]. Az aflatoxinok az utóbbi években Közép-Európában, Bácskában, a Vajdaságban [6, 7] és Magyarországon is megjelentek.

A mikotoxinok különböző kémiai szerkezetű, általában stabil, hőálló vegyületek. A nyers mezőgazdasági termékekben, takarmányokban [8] előforduló aflatoxinok, és egyéb mikotoxinok is bekerülnek a táplálékláncba és detektálhatók tejben [9, 10], tojásban, húsban, belsőségekben [11]. Az AFB<sub>1</sub> metabolitja, az AFM<sub>1</sub> feldúsul a sajtban [12], az anyatejben pedig hasonló szinten fordul elő, mint a tehéntejben [6, 13-15]. A nyers élelmiszeralapanyagok feldolgozásakor csak kismértékben bomlanak kevésbé toxikus származékokká. A mikotoxin-koncentráció változását az élelmiszerek feldolgozása során, illetve megoszlásukat az egyes feldolgozási frakciók között számos közlemény tárgyalja [16-28], melyeket cikkünkben nem ismételünk.

A törvényileg szabályozott 12, illetve az ellenőrzési programokba bevont 17 vegyület mellett a kutatók több száz mikotoxint azonosítottak. A leggyakoribb potenciális humánegészségi hatásai: rákkeltők (aflatoxin, ochratoxin A, fumonizinek, patulin), fejlődési rendellenességet okozók (zearalenon, ochratoxin A), a reprodukciót károsan befolyásolók (zearalenon, trichotecének), az ellenállóképeséget csökkentők, immunosuppresszívok (trichotecének), idegrendszert károsítók (ochratoxin A, fumonizinek) [29, 30].

A mikotoxinok toxikológiai értékelésével több nemzetközi szervezet (JECFA, IARC, SFC, EFSA [31-35]) is foglalkozik. A jelenleg érvényes elfogadható napi bevétel értékeiket az 1. táblázat tartalmazza. A hivatkozások részletesen tárgyalják az értékelte toxinok egészségkárosító hatásait.



1. ábra. Aflatoxin (µg/kg) eloszlása 16 x 1.1 kg-os szemeskukorica mintákban  
Figure 1. Distribution of aflatoxin in 16 x 1.1 kg corn samples

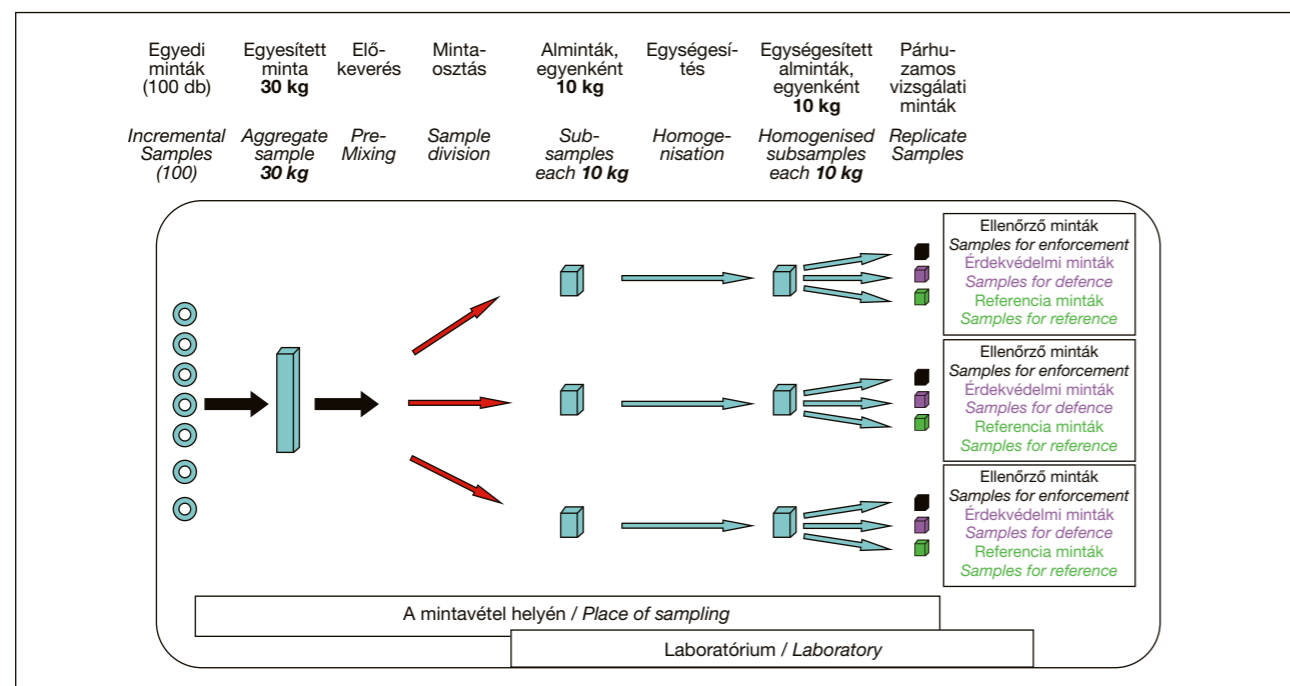
A magyar fogyasztók expozícióját több cikk is elemezte az elmúlt időszakban [4, 36-39]. A korábbi közleményeket Kovács [29] foglalta össze.

Az Európai Unióban a mikotoxinok elfogadható maximális koncentrációját élelmiszerekben a 1881/2006 [46] és a 165/2010 EK [47] rendeletek, takarmányokban a 2002/32/EK irányelv rendelkezéseit nemzeti jogszabályba átvéve a 64/2012 (VII.3) VM rendelet [48] szabályozza. A rendeletek különböző értékeket szabnak meg a közvetlen táplálkozási célú, a csecsemők és kisgyerekek által fogyasztott élelmiszerekre, illetve egyes állatfajokra, növendék állatokra. A nemzeti hatóságok a helyi viszonyokat, valamint az ALARA elvet figyelembe véve eltérő értékeket határozhatnak meg. Például az EU-ban tejben az AFM<sub>1</sub> maximális elfogadható koncentrációja 50 ng/kg, csecsemőtápszerben 25 ng/kg. Ugyanakkor Ausztriában és Svájcban az utóbbiakra 10 ng/kg maximális értéket szabtak meg.

2003-ig közel 100 ország adott ki irányelveket, vagy határozott meg határértékeket a különböző mikotoxinokra [49]. A nemzetközi kereskedelmi forgalomban figyelembe veendő határértékeket a Codex Alimentarius tette közzé [50]. További kiegészítéseket a CCCF jelentései tartalmazzák [51]. Az US FDA irányelvében külön hangsúlyozza, hogy a cselekvési szintek vagy határértékek az elkerülhetetlen mérgező vagy ártalmas anyagok maximális koncentrációjára vonatkoznak, de nem jelentik a megengedhető szintet. A szennyezést olyan alacsony szinten kell tartani,

ami technikailag lehetséges. A megadott szinteket meghaladó szennyezettségű tételek keverése más tétellel nem megengedett [52-55]. Hasonló elveket fogalmaznak meg az uniós jogszabályok is, például a 1881/2006/EK rendelet [46].

A mikotoxinok rendkívül egyenlőtlenül oszlanak el a termő területen és a betakarított terményekben. A fertőzött szemekben és közvetlen környezetükben akár 1000-szer magasabb toxin koncentráció mérhető, amíg lehetséges, hogy több százezer szemben nincs detektálható szennyezés [56-58]. Az 1. ábra Whitaker kísérleti eredményét illusztrálja, amely során egy tételből 16 független véletlen mintavétellel vett 1,1 kg-os mintákban mérték az AFB<sub>1</sub> koncentrációt [59]. Az aflatoxinok eloszlásának modellezésére a legtöbb termékből (szemes kukorica, diófélék, földimogyoró, szója) a negatív binomiális eloszlást találták a legalkalmasabbnak [57, 60]. Ugyancsak a negatív binomiális eloszlás adta a legjobb illesztést a szemes kukorica fumonizin szennyezettségének a modellezésére [61]. Az ochratoxin A eloszlásának a leírására búzában [62], nyers kávészemekben, a DON eloszlására búzában, árpában és kukoricában a lognormal eloszlás volt a legalkalmasabb [63, 64]. Ugyanakkor a porrá őrölt gyömbérben az aflatoxin és OTA koncentráció eloszlására a normál eloszlást lehetett alkalmazni [65]. Whitaker és munkatársainak több évtizedes vizsgálatai alapján elkészítettek egy Excel alapú programot, amely 29 termék-toxin kombináció mintavételi eljárása hatékonyságának meghatározására alkalmas [66].



2. ábra. Az aggregált minta párhuzamos részmintákra bontása és a megfelelés igazolása  
Figure 2. Division of aggregate sample into replicate samples and certification of compliance  
(Mind a három vizsgálati mintának meg kell felelni a szállítmány elfogadásához  
Each of the 3 enforcement samples has to be compliant for a consignment to be accepted)

Magyarázat:  
Incremental samples: elemi minták; Aggregate sample: aggregált (összetett) minta; Pre-Mixing: elő keverés;  
Sample division: mintaosztás; Sub-samples: 10 kg-os részminták; Homogenisation: homogenizálás; Homogenised samples: homogenizált minták (egyenként 10 kg); Replicate samples: párhuzamos minták; Samples for enforcement, defense, reference: vizsgált, ellen és referencia minták; Place of sampling: a mintavétel helyszíne; Laboratory: laboratórium

A különböző termék-toxin kombinációk vizsgálati eredményei egyértelműen azt jelzik, hogy a teljes meghatározási folyamat (a mintavételtől a toxinok mennyiségi meghatározásáig) bizonytalanságához (véletlen hibájához) a mintavétel hozzájárulása (a teljes variancia >90-97%-a) a legjelentősebb [67-70]. A teljes variancia a toxin koncentrációjának a függvénye [71]. A reprezentatív mintavétel fontosságát számos közlemény hangsúlyozza [62, 67, 68, 72-76].

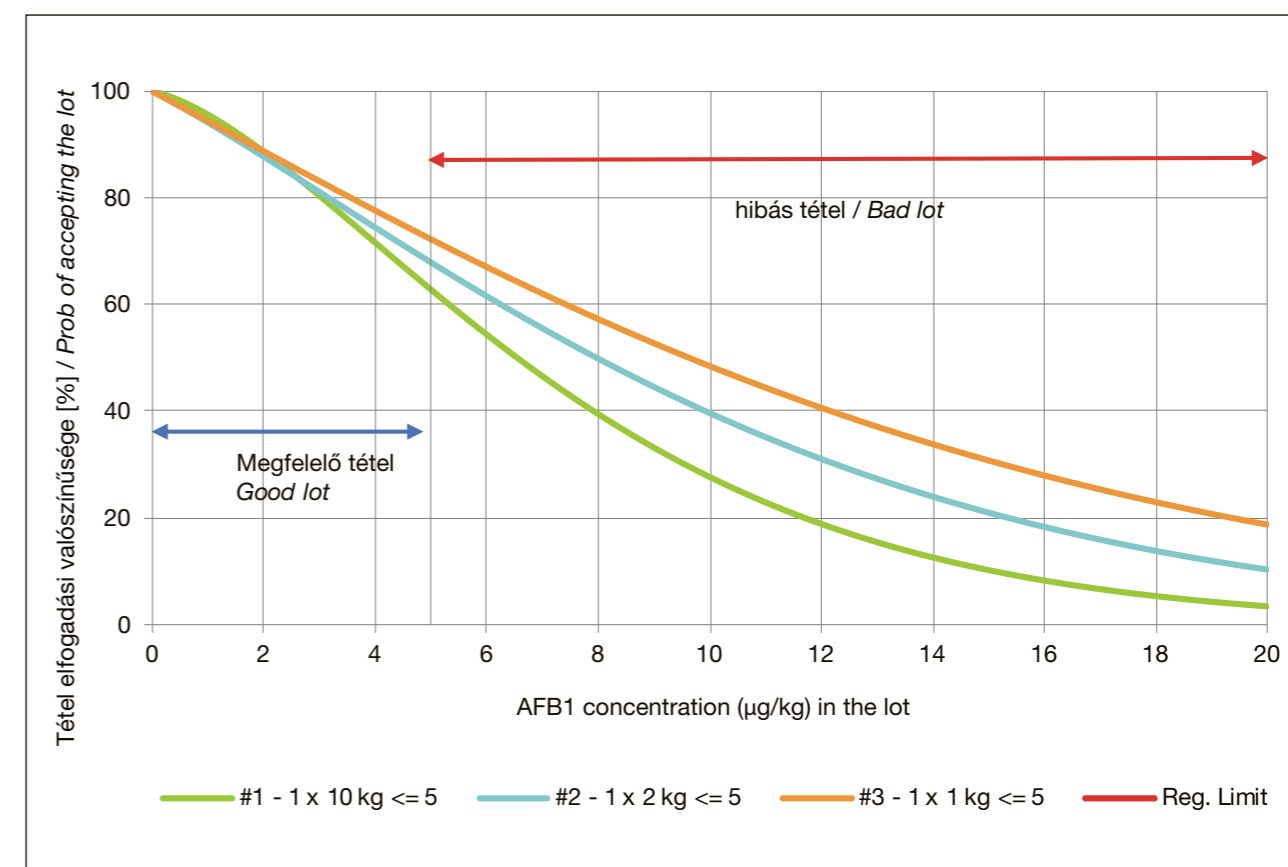
Mindezek figyelembevételével az Európai Unió [77, 78] és a különböző nemzeti hatóságok a mintavétel módját jogszabályokban szigorúan szabályozzák és útmutatókat adnak ki a helyes végrehajtásukra [79, 80]. A 2. ábra az aggregált minta részmintákra bontását mutatja [79].

A fizikai korlátok miatt a nagy raktárakban, silókban ömlesztve tárolt tételekből nem lehet reprezentatív mintát venni. Ilyen esetekben a be- vagy kitérőkor célszerű automata mintavevő segítségével mintát venni, ha a megfelelő berendezés rendelkezésre áll. Ugyancsak reprezentatív mintát lehet kapni a szállítószalag teljes szélességében rendszeres időközönként kivett részminták egyesítésével [77, 78, 81, 82].

A mérési eredmények relatív bizonytalanságához hozzájárul a mintaméret (mintatömeg) csökkentés, ho-

mogenizálás és a mennyiségi meghatározás hibája. Különösen jelentős lehet a mintavételt követő mintatömeg-csökkentés relatív hibája (a teljes variancia 90-94%), mivel a 10 tonnánál nagyobb tételekből veendő 100 elemi mintából álló  $\geq 10$  kg tömegű összetett (aggregált) minta megfelelő homogenizálása a mintavétel helyszínén gyakorlatilag nem végezhető el. A szállítás, raktározás, mintatömeg-csökkentés során a különböző méretű részecskék rétegződnek [67,83]. Ezért megbízható eredmények elérése érdekében a teljes összetett (aggregált) minta mennyiségét be kell szállítani a laboratóriumba [84], ahol megfelelő kapacitású darálókkal először szükség esetén 2-3 mm-es szitán átengedve a teljes mennyiséget le kell darálni, majd megfelelő méretű mintaosztóval 1-2 kg-nyi részmintákra bontani. A rész minta <1 mm-es méretűre darálását követően mintaosztóval kell kialakítani az extrakcióra kerülő 25-50 grammnyi tesztmintát [85-87].

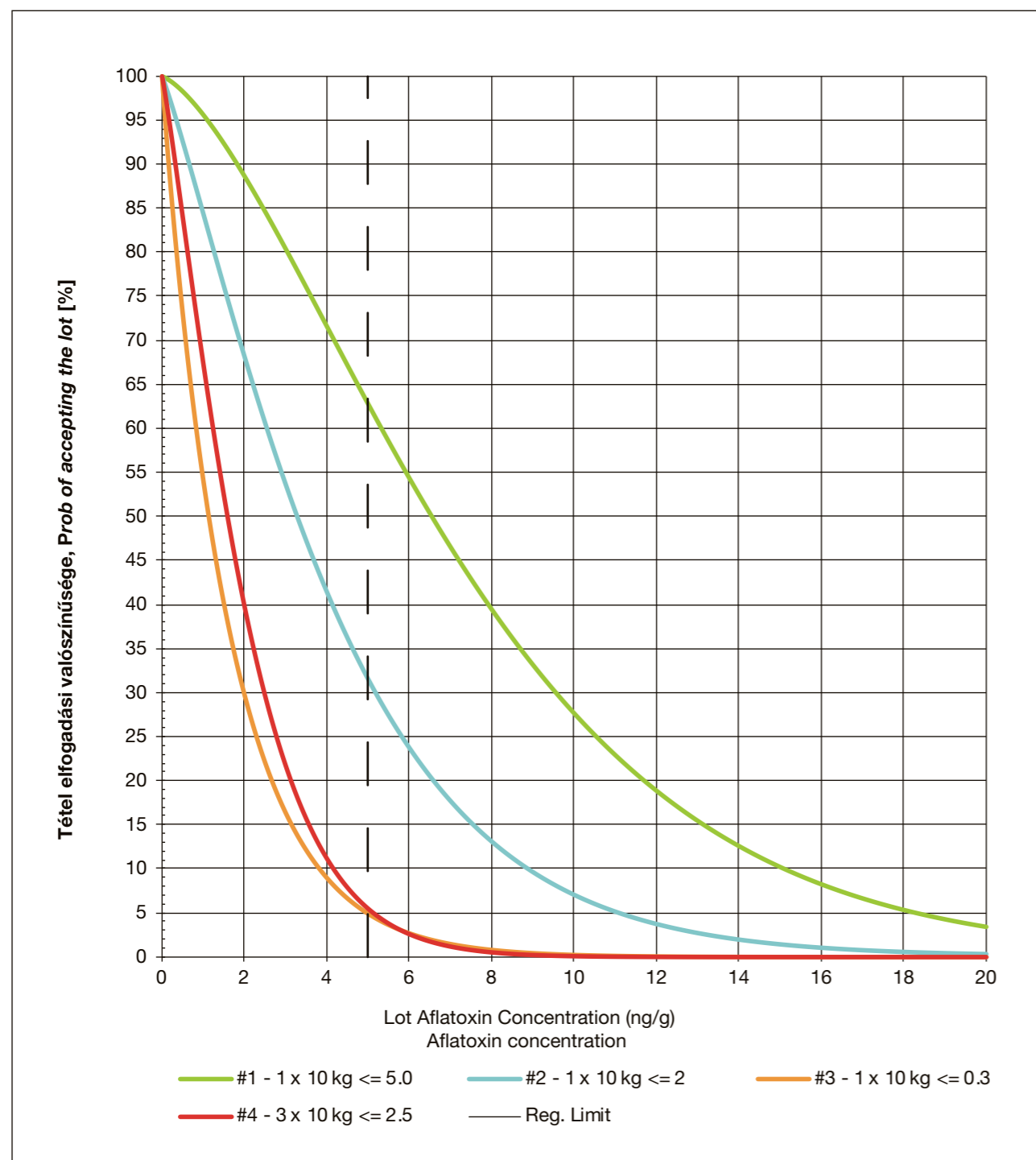
Az újabb nagy-teljesítményű daralók (pl. Retch, Romer, Dickens) már egy lépésben is alkalmasak 10 kg-nyi szemes termény megfelelő méretre darálására. A darabos minták aprítása víz jelenlétében (slurry mixing) igen jó határfokúnak bizonyult. A Silverston malommal mérettől függően 10-30 kilogramm tömegű mintát egy lépésben lehet megfelelő méretre aprítani és statisztikailag jól kevert állapotba hozni [69, 75, 88-90].



3. ábra. AFB1 várható eloszlása morzsolt kukorica tételben (10, 2 és 1 kg < 3 mm szemcseméretre darált mintából kivett 30 g-os tesztminta HPLC-s vizsgálatával). Határérték ML= 5 µg/kg. A tételt elfogadják, ha a mért AFB1 koncentráció (C) ≤ ML, elutasítják, ha C>ML.  
Figure 3. Expectable distribution of AFB1 in corn (10 kg, 2, kg or 1 kg samples are grounded to <3 mm, 30 g test portion is analysed with HPLC). Legal limit 5 µg/kg. The sampled lot is accepted if the measured AFB1 concentration (C) ≤ ML, rejected if C>ML.

Súlyos szakmai hibának tartjuk azt a gyakorlatot, amikor az analitikai módszereket leíró szerzők a módszer ismételtetését és esetenként a reprodukálhatóságát az 5-30 g tesztmintához adott standardok visszanyerési eredményeiből számítják és közlik, hogy a módszerük akár 1-2 g-os mintahányad extrakciójához is kellő érzékenységgel detektálja a mikotoxinokat anélkül, hogy ellenőriznék, hogy az extra-

laboratóriumi mintát. Nem ritka az olyan közlemény, ahol a módszer érzékenységét ng/ml-ben (extrakt) adják meg [91-93]. A fentiekből nyilvánvaló, hogy az így kapott eredmény semmit nem mond a módszer gyakorlati alkalmazásakor kapott eredmény bizonytalanságáról és pontosságáról. Az ilyen eredmények alkalmatlanok a határérték megfelelés ellenőrzésére vagy a fogyasztók expozíciójának a becslésére.



4. ábra. AFB<sub>1</sub> várható eloszlása morzsolt kukorica tételben (10 kg < 3 mm szemcseméretre darált mintából kivett 30 g-os tesztminta HPLC-s vizsgálatával). Határérték 5 µg/kg (ng/g).

Figure 4: Expectable distribution of AFB<sub>1</sub> in corn lot (10 kg sample is grounded to <3 mm, 30 g test portion is analysed with HPLC. Legal limit 5 µg/kg (ng/g).

A cselekvési szintek / Action limits:  
green line: 1 × 10 kg C<sub>AFB1</sub> ≤ 5 µg/kg; blue line: 1 × 10 kg C<sub>AFB1</sub> ≤ 2 µg/kg;  
red line: 3 × 10 kg C<sub>AFB1</sub> ≤ 2.5 µg/kg, orange line: 1 × 10 kg C<sub>AFB1</sub> ≤ 0.3 µg/kg

### 3. A forgalomba kerülő termények megfelelésének ellenőrzése

A jogszabályokban meghatározott maximálisan elfogadható szennyező szintek (ML) a forgalomba került tételből az előírásnak megfelelően vett minta átlagos koncentrációjára vonatkoznak. Ha a mérési bizonytalanság figyelembevételével a mintában mért átlagos koncentráció nem haladja meg a határértéket, a termék forgalomba hozható. Ugyanakkor egy minta alapján nem lehet megalapozott következtést levonni a tétel átlagos szennyezettségére vonatkozóan. Ha ugyanabból a tételből ismételt mintát veszünk, az analízis eredményében igen nagy eltéréseket tapasztalhatunk, mint azt az 1. ábra mutatja. Ha egy mintában mért mikotoxin-koncentrációt a határértékhez viszonyítjuk, akkor a szennyezők heterogén eloszlása és a mért eredmény bizonytalansága következtében a tételből ismételt vett minták jelentős hányada a határérték feletti koncentrációban tartalmazhatja a mért komponens.

A 3. ábra a vizsgált komponens előfordulási valószínűségét és a mintázott 5 µg/kg átlagos AFB<sub>1</sub> szennyeződésű tétel megfelelését mutatja. Az ábrán jól látható a feldolgozott minta tömegének jelentősége: 1, 2 és 10 kg átlagmintarész darálásával nyert homogenizált mintából kivett 30 grammnyi tesztminta extrakciójával a tétel elfogadásának valószínűsége, rendre 37% (100-63), 33% és 27%. Ugyanebből a tételből a második mintavételnél 10 µg/kg AFB<sub>1</sub> szennyezés detektálásának a valószínűsége 48%, 40% és 27%, de 20 µg/kg AFB<sub>1</sub> tartalmú 1 kg tömegű mintát 19%-os valószínűséggel lehet találni! Felismerve a mintavétel korlátait, annak érdekében, hogy a termékek nagy valószínűséggel megfeleljenek a törvényi előírásoknak a termék minőségért felelősséget érő gyártók, forgalmazók több országban a határértéknél jóval alacsonyabb átvételi koncentrációt követelnek meg a beszállítóktól. A 4. ábra azt mutatja be, hogy 10 kg kukorica változatlan körülmények között történt feldolgozása esetén a beszerzéskor 2 µg/kg elfogadási maximum koncentráció alkalmazását követően

2. táblázat. A NÉBIH mikotoxin vizsgálatok (2008-2018) összesítése<sup>1</sup>  
Table 2. Summary of mycotoxin tests conducted by NCSO during 2008-2018

Mikotoxin	Összes minta (db) Total number of samples	N>LOQ	LOQ µg/kg	Max.	Összes minta átlaga Total sample average µg/kg	Pozitív minták átlaga µg/kg Average of positive results µg/kg (N>LOQ)
Aflatoxin B1	6120	808	0.001	156	0.76	3.5
Aflatoxin B2	614	3	0.001	1.23	0.25	0.5
Aflatoxin G1	755	5	0.001	11.42	0.34	4.2
Aflatoxin G2	614	2	0.001	1.1	0.25	0.7
Aflatoxin M1	1311	223	0.003	0.86	0.02	0.0
Aflatoxin összes	3695	76	0.001	109.5	1.54	4.9
Citrinin	2	0	45	45	45.00	
DAS	441	1	40	40	40.00	40.0
DON	4844	1911	20	32300	144.85	234.8
F2-toxin (zearalenon)	4816	485	5	1048.9	8.75	21.5
Fumonizin (B1+B2)	1209	305	10*	4784	195.52	291.3
Fumonizin B1	285	119	20	3683	147.54	318.3
Fumonizin B2	284	86	20	1101	54.41	122.5
Fusarenon-X	441		40			
HT-2 toxin	540	65	5	899	15.02	44.5
Neosolaniol	441	2	10	58.6	38.71	50.6
Nivalenol	441		40			
Ochratoxin-A	4445	320	0.3	24.3	0.97	2.9
Patulin	744	4	3	99.56	11.14	45.9
T-2 toxin	1293	120	5	571	9.85	16.8
T-2 + HT-2 toxins	181	51	5	100	16.43	34.0
Összes (sum) Fumonizin	162	77	250	2060	118.69	1244.0
Összes vizsgálat / Total analyses	33678					

\* Biochip Array Technology (BAT) alkalmazásakor / Applying Biochip Array Detector (BAT)

a forgalomba került tétel 66%-os valószínűséggel fog megfelelni az 5 µg/kg határérték előírásnak, az az a tétel 10 kg-os „elemi egyégeinek” 75% illetve 69%-a ≤5µg/kg AFB<sub>1</sub> szennyezést tartalmaz. Megjegyezzük, hogy a tétel 95%-os valószínűségű megfelelőségéhez az elővizsgálatok során mért maximális AFB<sub>1</sub> koncentráció ≤ 0.3 µg/kg kell, hogy legyen. A szigorú átvételi feltétel 3 független párhuzamos 10 kg-os véletlen minta vételével „enyhíthető”. Ez utóbbi esetben, ha egyik minta sem tartalmaz 2.5 µg/kg-ot meghaladó AFB<sub>1</sub> koncentrációt, akkor a forgalmazott tétel 95%-os valószínűséggel várhatóan megfelel az 5 µg/kg határérték előírásnak.

*A különböző fertőzöttségű tételek együttes raktározása jelentős mértékben hozzájárulhat vizsgálandó komponensek heterogenitásához és a mintavétel bizonytalanságához, illetve a gombafertőzés terjedéséhez, ezért lehetőleg kerülni kell.*

Az élelmiszerek, takarmányok mikotoxin-szennyezettségének vizsgálatát hatósági jogkörrel a NÉBIH laboratóriumai végzik az EN ISO/IEC 17025:2018 szabványban (a továbbiakban ISO17025) meghatározott minőségbiztosítási követelmények betartásával. A minőségi és mennyiségi meghatározáshoz ELISA, Biochip Array Technology, HPLC-fluorimetriás és UV detektálás, illetve HPLC-MS/MS módszereket

alkalmaznak. Hasonló módszereket alkalmazott az adatokat szolgáltató többi laboratórium is.

A NÉBIH specializált nemzeti referencia laboratóriumi rendszeresen részt vesznek az európai körvizsgálatokban. A körvizsgálatokhoz különböző típusú, természetes úton szennyeződött tesztanyagot dolgoznak fel, amelyekhez a résztvevők számára ismeretlen koncentrációban további toxinokat adnak. Például 2017-ben az egyik minta kukoricadara volt, amelyben deoxynivalenol (DON), zearalenon (ZEA), fumonizin B<sub>1</sub>, fumonizin B<sub>2</sub>, (FUM B<sub>1</sub> + B<sub>2</sub>), T-2 toxin, HT-2 toxin, (T-2 + HT-2), aflatoxin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> (B<sub>1</sub> + B<sub>2</sub> + G<sub>1</sub> + G<sub>2</sub>), enniatin B, enniatin B<sub>1</sub> és beauvericin kettel azonosítani és meghatározni. A mintában lévő mikotoxinokat kromatográfiás és immunokémiai elven működő módszerekkel is meg kellett határozni. Az eredményeket komponensenként külön értékelték. A robusztus statisztikai kiértékelési módszert, az eredményeket összefoglaló jelentés részletesen tartalmazza [94]. Minden mikotoxint külön értékelték. Az értékelés során az ISO 13528:2015 szabvány követelményeit vették figyelembe, és Z-értékeket (l. 1. rész) számoltak. A programban 28 laboratórium vett részt. Az azonosított toxinok száma laboratóriumonként és módszerenként változott. A Z-értékek tág határok között (-5->+5) változtak.

3. táblázat. Példák az AFM<sub>1</sub>, AFB<sub>1</sub> és DON koncentrációk eloszlására a kiválasztott termékekben  
Table 3. Examples for the distribution of AFM<sub>1</sub>, AFB<sub>1</sub> and DON concentration in selected products

AFM1 [µg/kg]	N	Min	Átlag Average	P0.8	P0.95	Max
Tej, mind / Milk total	367	0.003	0.027	0.032	0.077	0.86
Tej, hőkezelt / Milk, heat treated	56	0.005	0.03	0.043	0.07	0.15
Tej 2019 / Milk 2019	24	0.003	0.013			0.104
<b>AFB1 [µg/kg]</b>						
Takarmány kukorica / Feed corn	732	0.21	9.53	14.34	38.19	156
Összes takarmány / Feed, total	724	0.002	6.62	7.236	23.47	370
Gabona alapú élelmiszerek Cereal based foods	7	0.05	12.73			32.3
Búza / Wheat	206	0.21	10.32	16	56	96.6
Liszt / Flour	77	0.06	X	X	X	
Füge / Fig	5	0.2	21.76	X	X	105.2
Fűszerek / Spices	43	0.1	2.94	X	X	16.8
Földimogyoró / Peanuts	36	0.04	2.4	X	X	28.8
Dió / Nut	6	0.1	1.18			2.5
Mogyoró / Hazelnut	3	0.1	1.72			4
<b>DON [µg/kg]</b>						
Gabona alapú élelmiszerek Cereal based foods	688	20	457			4780
Kukorica / Corn	210	0.21	51.7	16.0	52.7	8770
Búza / Wheat	92	0.62	714.3	733.8	2475	8540
Liszt / Flour	153	37	383.9	643.4	866.8	3500
Szója / Soybean	2	40	85.75			120

X: nem számítható vagy jellemző érték / there is no valid value;

A mikotoxin-meghatározási módszereket több ezer közleményben írták le, melyeket több szerző foglalt össze különböző szempontok alapján [95-99]. A különböző detektálási módszerek elvét, azok jellemzőit külön közleményben tekintettük át [93].

### 3.1. Vizsgálati eredmények és értékelésük

A különböző élelmiszerek, takarmányok mikotoxin-tartalmát több intézmény, laboratórium is vizsgálja. Felkérésünkre részletes adatokat bocsátott a fogyasztói kockázatbecslés céljára a NÉBIH és a WESSLING Hungary Kft., összefoglaló adatokat a BIOMIN Kft., SGS Hungária Kft. és a Gabona Control Kft. Az utóbbi laboratóriumok az ISO17025 szabvány szerinti minősítéssel rendelkeznek és a termelők, forgalmazók megbízása alapján végzik a vizsgálatokat.

A NÉBIH 2008-2018 között 43480 vizsgálatot végzett 22 toxinra, illetve azok kombinációjára. Az eredmények összefoglalását a 2. táblázat a kockázatbecsléshez felhasznált kombinációkat a 3. táblázat tartalmazza.

A WESSLING Hungary Kft. 2017 februárjától 2018 márciusáig 59.888 vizsgálatot végzett 18 toxinra, illetve azok kombinációjára. Az eredmények egy részét a 4. táblázatban foglaltuk össze.

A Kaposvári Egyetem 'Mikotoxin az élelmiszerláncban kutató csoportja' 122 AFM<sub>1</sub> - tej vizsgálati eredményt adott át, amelyek közül 10 volt a kimutatási határnál (5 ng/kg) magasabb (max. 31,6 ng/kg).

Az SGS Hungária Kft. kukoricában és őszi búzában végzett vizsgálati eredményeit a 5. táblázat tartalmazza. Példaként az átlagos aflatoxin és DON szennyezés megynkénti eloszlását a 5-7 ábrákon mutatjuk be.

A BIOMIN Kft. 2017-ben 39 búzamintát vizsgált, melyek 67%-a tartalmazott kimutatási határ felett összes aflatoxint. BIOMIN Kft. 2019. évi 54 búza minta vizsgálati eredményeit a 6. táblázat tartalmazza.

4. táblázat. A WESSLING Hungary Kft. laboratóriumában a kiválasztott termékekben vizsgált mikotoxinok (µg/kg)  
Table 4. Mycotoxin examinations carried out by WESSLING Hungary Kft. laboratory in selected products

		N	N>LOQ	LOQ	Max	Átlag Average total	Átlag (N>LOQ) Average (N>LOQ)
AFB1	Búza / wheat	303	3	0.5	3.5	X	
	Liszt / flour	1058	4	0.1	3.4	X	
	Kukorica / corn	52	9	0.5	4.8	X	2.12
AFM1	Tej / milk	157	0	0.02	X	X	
	Sajt / cheese	60	1	0.1	0.11	X	
DON	Búza / wheat	332	86	50	14420	370	1299
	Liszt / flour	242	29	50	1064	74.6	255
	Kukorica / corn	601	129	100	818	90.76	240
FB1	Búza / wheat	272	8	50	73,3	53	63,2
	Liszt / flour	251	197	50	8296	544	639
	Kukorica / corn	388	34	50	308	56	118
FB1+2	Búza / wheat	297	5	50	254.4	50.1	154.4
	Liszt / flour						
	Kukorica / corn	388	26	100	518	108	196
F2	Búza / wheat	405	46	10	96.8	12.9	34.3
	Liszt / flour	274	29	10	360	14.9	56.4
	Kukorica / corn	517	267	10	77.7	14	21.6
OTA	Búza / wheat	44	10	0.2	2.5	0.655	1.04
	Liszt / flour	248	133	50	14160	544.7	945.5
	Kukorica / corn	499	24	0.2	2.7	0.845	1.05
	Anyatej / mother milk	159	67	0.0005	0.057	0.002	0.0047
T2	Búza / whet	53	3	10	29	10.6	26.8
	Kukorica / corn	296	44	10	115.1	14.94	43.24
	Liszt / flour	384	0	10			
T2+HT2	Búza / whet	50	0	10			
	Kukorica / corn	263	32	20	249.3	28	86.1
	Liszt / flour	384	0	10			

A különböző laboratóriumokban végzett DON és AFB<sub>1</sub> vizsgálatok eredményei nagyságrendileg közel azonos koncentráció tartományban vannak, de a NÉBIH átlagos eredményei a magasabbak.

A mikotoxinok koncentrációeloszlására általánosan jellemző, hogy a vizsgált minták jelentős részében a koncentrációjuk alacsony, illetve a módszer kimutatósi határa alatt van. A magas koncentrációk széles tartományban igen kis gyakorisággal fordulnak elő.

Magyarország egyes területein az aszpergillus és fuzárium fertőzésben az évenkénti és a területi eloszlásban is jelentős különbségek vannak.

### 3.1.1. Fogyasztói expozíció becslése, az eredmények értékelése

A fogyasztók expozícióját DON-búzaliszt és AFM<sub>1</sub>-tehéntej kombinációkra az előző részben ismertetett ellenőrző vizsgálatok eredményeiből, valamint a 2009-évi hazai fogyasztási adatokból számítottuk [100]. A lakosság expozíciójának számításánál csak az adott terméket fogyasztókat vettük figyelembe. A kimutatósi határ (KH) alatti koncentrációkat a KH/2 értékkel számítottuk.

A lisztből származó expozíciót a DON koncentrációadatokkal, illetve a liszt és a pékáru fogyasztási adataiból számítottuk. A fogyasztott kenyér, zsemle, kifli és kalács liszt tartalmát 70% illetve 50%-os részarányval vettük figyelembe száraz tömegre számolva. Bár a fogyasztási szokásaink alapján a búza alapú termékek hozzájárulása a legmagasabb, a teljes fogyasztói DON expozíció az összes gabona alapú élelmiszer szennyezettségéből tevődik össze.

Az AFM<sub>1</sub> expozíciót a különböző zsírtartalmú napi tejfogyasztások összegével és a különböző minőségű tehéntejben mért koncentrációkkal számítottuk. Nem számoltunk a különböző feldolgozott tejtermékek (sajt, túró stb.) lehetséges szennyezettségével, mert nem álltak rendelkezésünkre kellő számban mérési eredmények.

Tekintve, hogy az AFM<sub>1</sub> rákkeltő, elfogadható napi expozíciót nem lehetett meghatározni. Az AFM<sub>1</sub> bevétel egészségügyi következményét a hepatitisz vírus-hordozóknál a májrák előfordulás gyakoriságával lehet jellemezni. A HBV előfordulás gyakoriságára nem áll rendelkezésre hivatalos adat. Egyes becslések szerint a fertőzöttek aránya 0,5-1% között valószínűsíthető [101]. Legjobb becslésnek a 0,7%-os szintet

tekintjük [102]. A FAO/WHO JECFA ajánlása alapján (1. táblázat) a májrákos esetek átlagos gyakorisága évente 100 000 személyre és átlagos AFM<sub>1</sub> koncentrációval számítva:

$$Ri_{ave} = (0,03 \times 0,007 + 0,001 \times 0,993) \times \bar{C}_{AFM1} \quad (1)$$

Az esetek száma a felső 95%-os valószínűségi szinten:

$$Ri_{P0,95} = (0,0562 \times 0,007 + 0,0049 \times 0,993) \times \bar{C}_{AFM1} \quad (2)$$

A májrák előfordulás kockázatának növeléséhez természetesen a búza és kukorica alapú feldolgozott élelmiszerek AFB<sub>1</sub> (ezerszer toxikusabb mint az AFM<sub>1</sub>) tartalma is jelentős mértékben hozzájárul. A különböző forrásból származó aflatoxin terhelés hatása összeadódik. Az erre vonatkozó számítást adathiány miatt nem tudtuk elvégezni.

A számított fogyasztói expozíciók előzetes becslésnek tekinthetők. A tényleges expozíció valószínűleg magasabb, mivel az egyes napokon fogyasztott többféle feldolgozott élelmiszerben is előfordulhatnak az értékelt mikotoxinok. A nyers termékből a késztermékbe, az otthon készített élelmiszerekbe átkerülő toxinok aránya a feldolgozás (sütés, főzés) körülményeitől függ, amelyek számításba vétele a rendelkezésre álló nagyszámú, részben ellentmondásos, szakirodalmi közlemény adatainak kritikus feldolgozása után lehetséges.

Az élelmiszerekből származó kitétséghez az aszpergillus és fuzárium gombákkal fertőzött termékekkel dolgozók (például: betakarítás, szállítás, raktározás, malomipari tevékenységek, állati takarmányok előállítás stb.) további jelentős expozíciónak lehetnek

kitéve [103-106], ha nem rendelkeznek megfelelő védőruházattal.

### 3.2. A jelenlegi helyzet értékelése

A gabonák fuzárium fertőzöttsége és az abból származó magas fogyasztói expozíció már régóta ismert probléma Magyarországon. Több figyelemfelkeltő elemzés [28, 33-36], és a fertőzés csökkentését célzó agrotechnikai [107,108] és növényvédelmi [109-113] gyakorlatot bemutató közlemény, tájékoztató [114] jelent meg. Mindezek ellenére a gabonáink fertőzöttségében és az élelmiszereink mikotoxin-szennyezettségében nem történt érdemi javulás [115]. Mindkét említett gombacsoporttal szemben vannak igen jó ellenállóságú hibridek, fajták, törzsek, és a kálászásoknál a permetezési technológia is készen van [116], amelyek gyakorlati alkalmazását elő kellene segíteni.

A fuzárium fertőzés mellett országosan megjelent, a korábban a magyar éghajlati viszonyok miatt nem várt, aszpergillus fertőzés is, amely jelentős aflatoxin szennyezést és élelmiszerbiztonsági, egészségügyi kockázatot eredményezhet. A globális felmelegedés miatt a fertőzés gyakorisága és szintje, amennyiben a gabonák fuzárium és aszpergillus fertőzöttségének csökkentésére hatékony megelőző intézkedések nem történnek, a jövőben tovább növekszik.

Célszerű továbbá a fogyasztók expozíciójának rendszeres időközönkénti ellenőrzése a folyamatban lévő országos, egységes uniós metódika szerint végzett élelmiszerfogyasztási felmérés [117, 118], valamint az elemzési időszakokra vonatkozó mikotoxin-vizsgálati eredmények felhasználásával.

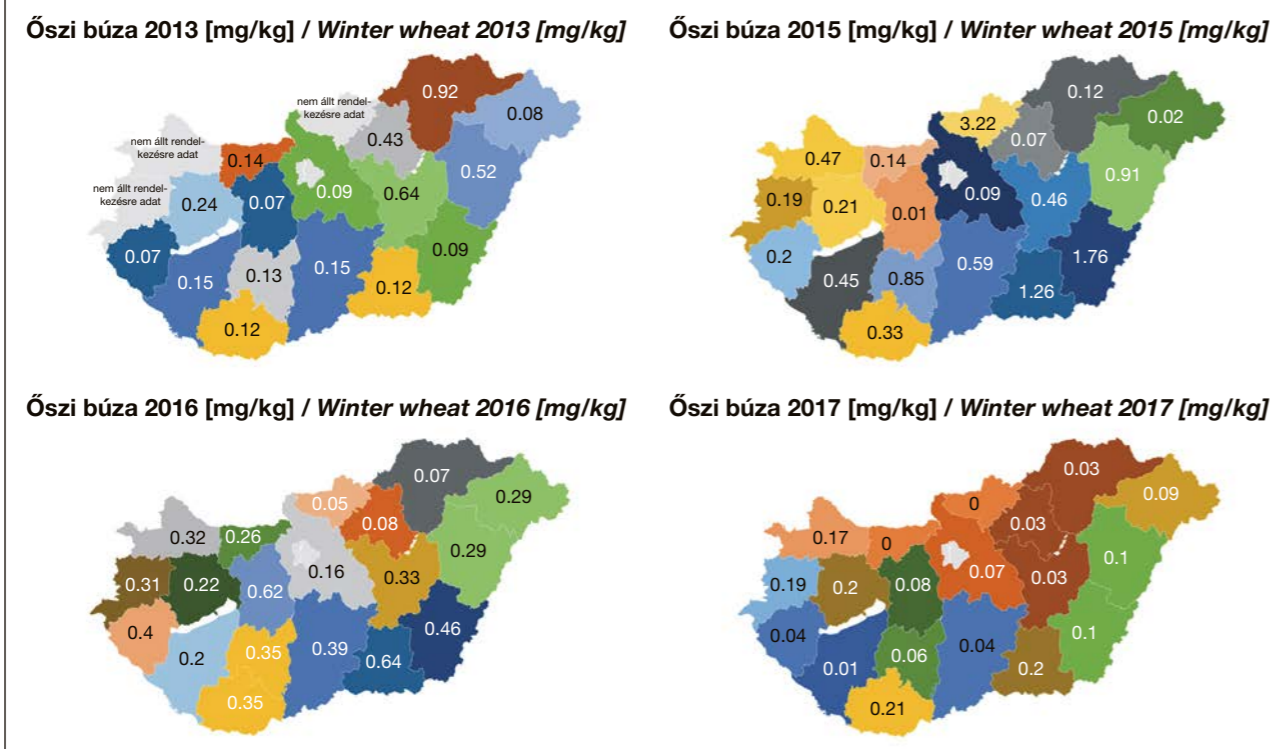
5. táblázat. SGS Hungaria Kft. mikotoxin vizsgálatai búza és kukorica mintákban  
Table 5. Mycotoxin tests carried out by SGS Hungaria Kft. in wheat and corn samples

Kukorica / Corn		2012	2013	2014	2015	2016	2017
Minták száma Number of samples		429	2009	4743	5713	2010	2107
AFLA összes Aflatoxins total µg/kg	Átlag / Average		2.04	2.13	0.39	0.44	0.6
	Min		0	0	0	0	0
	Max		122.12	640.66	61.95	20.39	140.45
DON mg/kg	Átlag / Average	0.14	0.13	1.62	2.15	0.31	0.29
	Min	0	0	0	0	0	0
	Max	1.94	2.79	6.79	12.7	3.95	7.83
FB1 mg/kg	Átlag / Average	0.23	0.73	1.99	1.68	0.7	0.29
	Min	0	0	0	0	0	0
	Max	2.48	4.03	8.96	7.41	7.09	1.87
FB2 mg/kg	Átlag / Average	0.05	0.2	0.56	0.44	0.21	0.11
	Min	0	0	0	0	0	0
	Max	0.62	1.6	4.26	1.99	1.84	0.74
FB3 mg/kg	Átlag / Average	0.02	0.08	0.23	0.17	0.07	0.03
	Min	0	0	0	0	0	0
	Max	0.3	0.68	4.25	0.94	0.68	0.22
FB1+2+3 mg/kg	Átlag / Average		1.01	2.78	2.29	0.98	
	Min		0	0	0	0	
	Max		6.31	17.47	10.34	9.61	
Búza / Wheat		2012	2013	2014	2015	2016	2017
Minták száma Number of samples		185	689	560	869	2008	1495
DON mg/kg	Átlag / Average	0.29	0.31	0.10	0.75	0.34	0.14
	Min	0	0	0	0	0	0
	Max	5.04	3.95	2.29	6.15	5.21	3.22

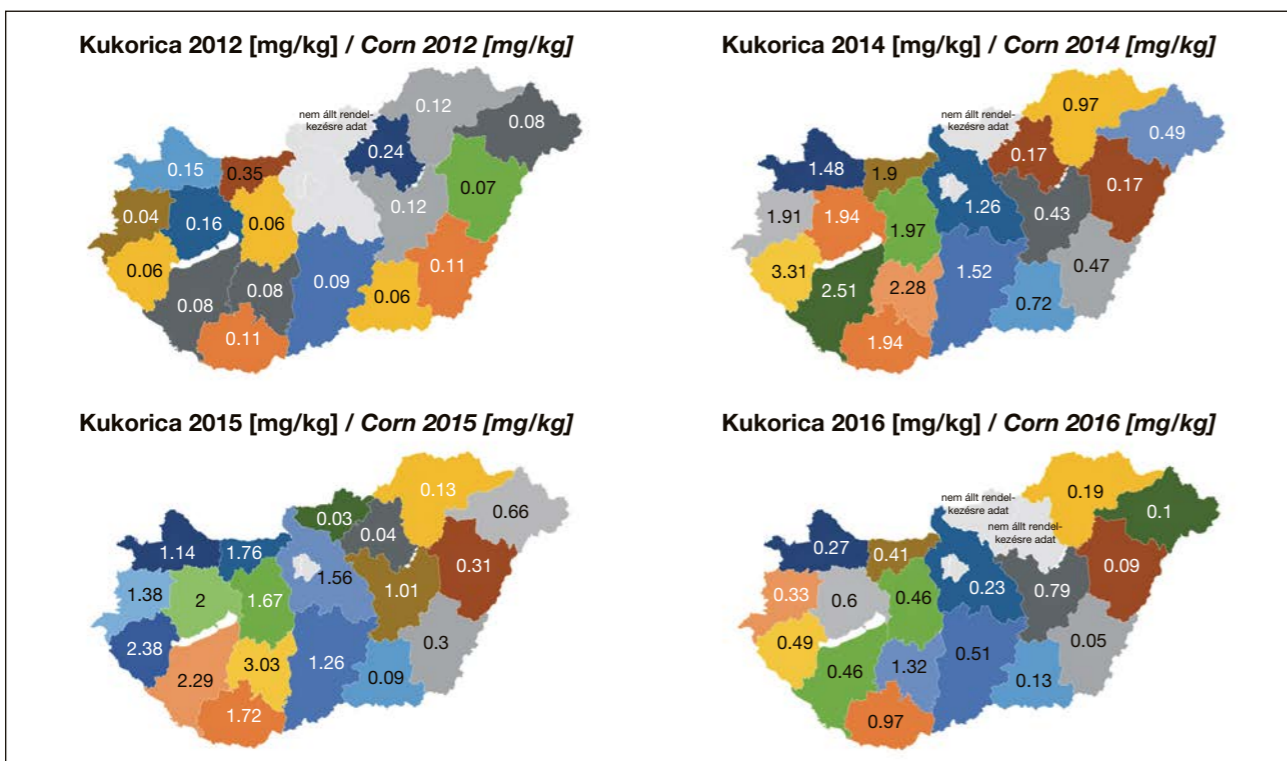
6. táblázat. BIOMIN Kft. 2019 évi 54 búza minta vizsgálati eredményei  
Table 6. Results of the analyses of 54 wheat samples performed by BIOMIN Kft. in 2019

AFLA [µg/kg]	ZEN [µg/kg]	DON [µg/kg]		OTA [µg/kg]		T2- [µg/kg]	
4	171	14182	495	6	3	54	26
3	33	3806	460	4	3	47	25
3	31	2000	396	4	3	40	25
2	30	1830	351	4	3	39	25
2	29	940	320	4	2.8	37	22
2	27	921	306	3.7		34	20
2	26	810	260	3.6		30	20
2	26	597	217.9	3		29	20
2	26	569	175.3	3		29	
1.5	25	552		3		28	
	25	540		3		26	
	25					26	
<b>2.35<sup>a</sup></b>	<b>42.4</b>		<b>2620.7</b>		<b>3.83</b>		<b>36.7</b>

<sup>a</sup>: átlag értékek / average values



5. ábra. Példák DON átlagszintek [mg/kg] megyei eloszlására őszi búzában Magyarországon  
 A szerzők engedélyével felhasznált forrás: Mesterházy Ákos, Tóth Beáta és Szieberth Dénes (2019)  
 Toxintermelő gombák okozta növénybetegségek búzában és kukoricában.  
 In: Szieberth D. (Ed.) Magyar Kukoricaklub, Kukorica Barométer, Különszám 2019.  
 Figure 5. Distribution of average concentration of DON [mg/kg] in winter wheat in Hungary  
 (Taken with the permission of the authors)



6. ábra. Példák a DON átlagos koncentráció eloszlására [mg/kg] kukoricában Magyarországon  
 A szerzők engedélyével felhasznált forrás: Mesterházy Ákos, Tóth Beáta és Szieberth Dénes (2019)  
 Toxintermelő gombák okozta növénybetegségek búzában és kukoricában.  
 In: Szieberth D. (Ed.) Magyar Kukoricaklub, Kukorica Barométer, Különszám 2019.  
 Figure 6. Examples for the distribution of average DON concentration [mg/kg] in corn in Hungary  
 (Taken with the permission of authors)

#### 4. Összefoglalás, javaslatok

A fuzárium toxinok mellett az aszpergillus gombák által termelt aflatoxin szennyeződés az utóbbi években Magyarországon is megjelent. A meleg, száraz időjárás, a helytelen mezőgazdasági, tárolási gyakorlat különösen kedvez a kukorica, búza fertőződésének, áttételesen az aflatoxin és minden mikotoxin képződésnek. A nyers mezőgazdasági termékekben előforduló mikotoxinok bekerülnek a táplálékláncba és kimutathatók pl. az anyatejben, tejtermékekben, tojásban, húsbán, májban, vesében.

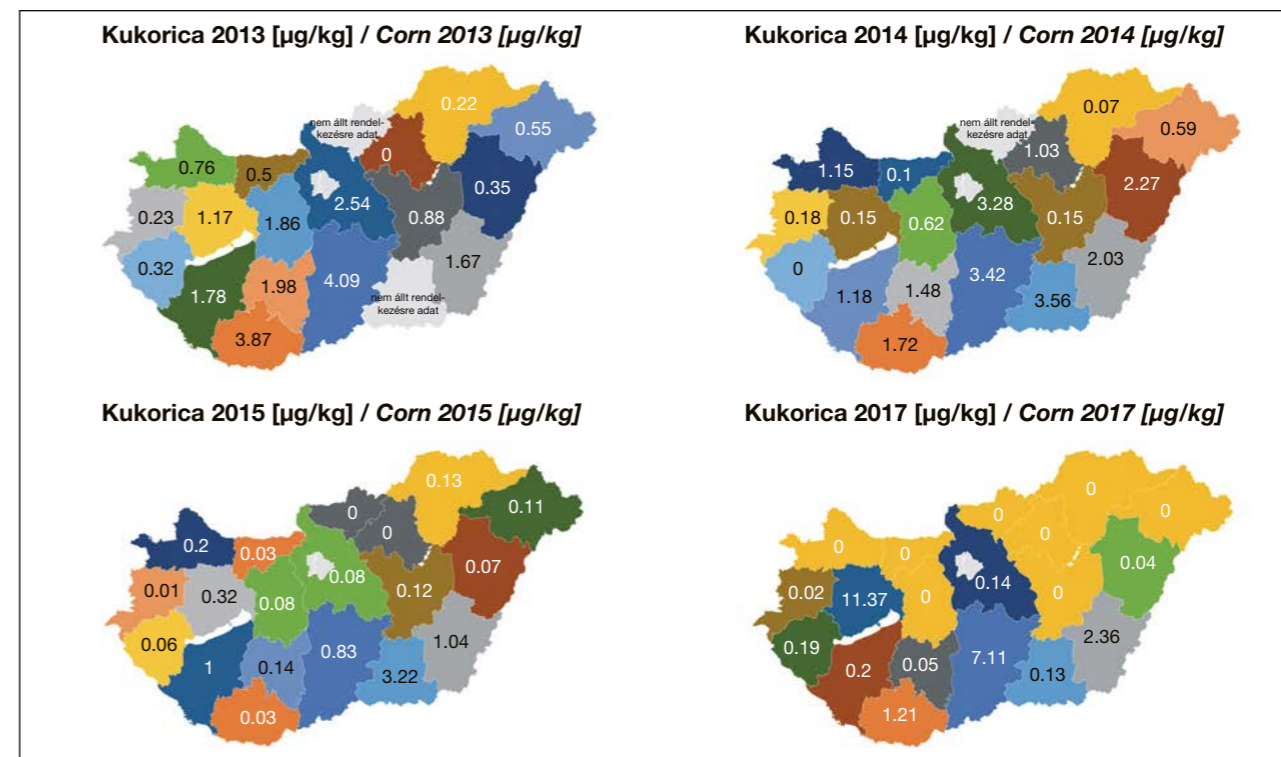
A forgalomba kerülő élelmiszerek, takarmányok mikotoxin-tartalmát hazánkban hatósági jogkörrel a NÉBIH laboratóriumai, kockázat alapú komplex mintavételi terv alapján vett nagyszámú mintában, a legkorszerűbb vizsgálati módszerekkel, a vonatkozó rendeletek szerint végrehajtott mintavétellel ellenőrzik. A megbízók felkérésére a BIOMIN Kft., a Gabona Control Kft., SGS Hungaria Kft. és a WESSLING Hungary Kft. is végez nagyszámú mintában mikotoxin-vizsgálatokat.

A megbízható eredményekhez elengedhetetlen a szakszerűen, és a vonatkozó rendeletek előírásainak megfelelően végrehajtott mintavétel és mintafeldolgozás. A termelők, forgalmazók által vizsgálatra bevitt, az előírtól sokkal kisebb tömegű és elemszámú minta alapján nem lehet a mintázott termény megfele-

lőségét megítélni és az eredményt e célból felhasználni. A mintavételt képzett szakembereknek, akkreditált módszerekkel kellene végrehajtani. Továbbá, a teljes laboratóriumi mintát úgy kellene feldolgozni, hogy az analízisre kerülő hányad a teljes mintát reprezentálja.

Az élelmiszerek mikotoxin-szennyezésének átfogó elemzéséhez nem rendelkezünk kellő számú vizsgálati eredménnyel. A NÉBIH hatósági vizsgálati mellett a forgalomba kerülő élelmiszereket vagy alapanyagait, továbbá a takarmányokat nagyszámban vizsgáló magán laboratóriumok vizsgálati eredményeit, amelyek a mikotoxinok figyelmeztető koncentráció szintjét jelzik, nem tudtuk felhasználni kockázatbecslési elemzéseinkhez: mivel összesített formában kaptuk meg illetve esetenként nem lehetett megkülönböztetni az élelmiszer felhasználású vagy takarmányozásra szánt termények vizsgálati eredményeit.

A NÉBIH vizsgálati eredményei alapján végzett előzetes becslésünk jelzi, hogy a fogyasztók egy részének, különösen a csecsemők, kis gyerekek és serdülők esetében az AFM<sub>1</sub> illetve a DON expozíciója időszakonként meghaladhatja a még eltűrhetőnek tekintett toxikológiai referencia értékeket, ami humánegészségügyi kockázatot jelent. Megállapításunkat megerősítik az uniós felmérések és az EFSA elemzésének eredményei.



7. Ábra. Példák az összes aflatoxin átlagos koncentráció [µg/kg] megyei eloszlására kukorica mintákban  
 A szerzők engedélyével felhasznált forrás: Mesterházy Ákos, Tóth Beáta és Szieberth Dénes (2019)  
 Toxintermelő gombák okozta növénybetegségek búzában és kukoricában.  
 In: Szieberth D. (Ed.) Magyar Kukoricaklub, Kukorica Barométer, Különszám 2019.  
 Figure 7. Examples for the distribution of average total aflatoxin concentration [µg/kg] in corn in Hungary  
 (Taken with the permission of authors)



A globális felmelegedés miatt a fertőzés gyakorisága és szintje, amennyiben hatékony megelőző intézkedések nem történnek, időjárási viszonyoktól és a gombafajoktól függően évenként változó mértékben, de tendenciájában tovább növekszik, mely jelentős mikotoxin-szennyezés növekedését és élelmiszerbiztonsági, egészségügyi kockázatot eredményez.

Az élelmiszereink mikotoxin-szennyezettsége a legnagyobb mértékben a várandós és szoptatós anyák, a csecsemők és a fejlődő korban lévő gyermekek, fiatalok egészségét veszélyeztetik. Ezért fokozott figyelmet szükséges fordítani az általuk fogyasztott élelmiszerek szennyezettségének lehetőség szerint legalacsonyabb szinten tartására. A fogyasztói oldalról pedig a napi élelmiszerkosár összeállításakor előnyben kell részesíteni a változatos, sok gyümölcsöt és zöldséget tartalmazó étrendet. A vásárolt termék friss, kifogástalan minőségű legyen. Ha egy élelmiszer penészes, avas, akkor azt ne fogyasszák el, ne készítsenek belőle ételt.

Ahhoz, hogy az asztalunkra kerülő élelmiszer biztonságos legyen, a termőföldtől az asztalig az élelmiszerlánc minden szereplőjének meg kell tenni a szükséges és lehetséges intézkedéseket, de a legfontosabb lépés a gabonák fuzárium és aszpergillusz fertőzöttségének, és a toxin kialakulásának csökkentése.

Az általános felhívások és tájékoztatók mellett szükségesnek látszik hatékony gazdasági érdekeltégi rendszer bevezetése a fertőzés kialakulását vagy csökkentését eredményező növénytermesztési, gabona tárolási és feldolgozási gyakorlat célzott támogatására összekapcsolva azt a végrehajtás hatósági ellenőrzésével.

Továbbá fontos lenne a toxin szennyezés élelmiszer-egészségügyi, népegészségügyi hatásaival foglalkozó intézetek kutatásának, vizsgálatainak az összehangolása, támogatása.

Javasoljuk továbbá:

A folyamatban lévő országos élelmiszer-fogyasztási felmérés és az utolsó 4-5 év vizsgálati eredményeinek felhasználásával pontosabban és rendszeresen meghatározni a fogyasztókat érő expozíciót, amely alapján ellenőrizhető az addig megtett megelőző intézkedések hatékonysága és meghatározhatók a szükséges további célirányos megelőző intézkedések.

Megjegyezzük, hogy a lakosságunk egészségét nem csak a növényvédőszer-maradékok, mikotoxinok, az élelmiszerek egyéb különböző biológiai, kémiai szennyezettsége, hanem a környezeti szennyezők, elsősorban az egyes területeken veszélyes szinthez közelítő légszennyezés hasonló vagy nagyobb mértékben károsíthatja. A különböző tényezők együttesen, esetenként egymást felerősítve fejtik ki káros hatásukat.

Az együttes hatást csak a veszélyeztetett körzetek lakossága egészségének célzott felméréssel és a különböző eredetű szennyezés szintjének monitorozásával lehet behatárolni és az egészségkárosító okok célirányos javítására az intézkedéseket megtenni.

### 5. Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a NÉBIH, WESSLING Hungary Kft. vezetőinek, dr. Nagy Attilának (NÉBIH), dr. Jakab Istvánnak (BIOMIN Kft.), Párkányi Gábornak, (SGS Hungaria Kft.) a mérési eredményeik átadásáért. Kovács Melinda és Mesterházy Ákos professzoroknak az AFM<sub>1</sub> mérési eredmények átadásáért, illetve a tárgyhoz tartozó kiadvány adatai felhasználásának az engedélyezéséért. Köszönettel tartozunk Tóthné Csáki Katalin könyvtárosunknak a szakirodalom kutatáshoz nyújtott nélkülözhetetlen segítségéért.

Kutatási programunkat 2018-1.2.1-NKP-2018-00002 (AÁ, KK and MG) jelzéssel a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs alap támogatta a 2018-1.2.1-NKP alapítványi rendszerben.

*Az 5., 6. és 7. ábra megyetérképeiben megadott átlagos mikotoxin-koncentráció értékeket a forrásmunkában megjelölt számábrázolások (egész-, törtértékek) karaktereivel vettük át az adatgazda szíves engedélyével.*

(A Szerk.)

 **SHIMADZU**  
Excellence in Science

## Összekötő erők

Az ultra-nyomnyi mennyiségek mérésében úttörőnek számító új GCMS-TQ 8050 NX hármass kvadrupól GCMS készülék egyesíti a világvezető GC technológiáját és az új kialakítású detektor erejét. Mindkettő kiemelkedő érzékenységet biztosít femtogram- és femtogram alatti szinteken.

**Kiváló teljesítményű NX technológiák** új áramlásszabályozó és karbantartást kezelő rendszer.

**Opcionális termékek széles választéka támogatja a nyomnyi mennyiségek mérését** mint az automata mintaadagolók és injektor inletek.

**Kényelmes és könnyű kiegészítőcsere** a fejlett, megvilágított GC kolonnaterben. A GCMS-TQ 8050 NX készülék a Shimadzu NX család tagja, aminek tagjaiban összekapcsolódik a Nexis GC-2030 gázkromatográf a TQ-8050, TQ-8040 vagy a QP-2020 készülékekkel. A Shimadzu NX sorozat csúcskategóriás GCMS megoldásokat kínál minden elemzési kihíváshoz.



[www.shimadzu.eu/coupling-powers](http://www.shimadzu.eu/coupling-powers)

Árpád Ambrus<sup>1</sup>, Júlia Szenczi-Cseh<sup>2</sup>, Tamás Griff<sup>3</sup>, Kata Kerekes<sup>4</sup>, Gabriella Miklós<sup>5</sup>, Adrien Vásárhelyi<sup>6</sup>, Tamás János Szigeti<sup>7</sup>

Received: December 2019 – Accepted: February 2020

# Food safety assessment of the mycotoxin and pesticide residue contamination of our foods, Part 2. Mycotoxins

**KEYWORDS:** mycotoxins, Codex Alimentarius, consumer's exposure, quality control, sampling

## 1. SUMMARY

The occurrence, legal regulation, quality requirements for sampling and analysis of mycotoxins occurring in food and feed in Hungary are presented. Furthermore, the current practice is evaluated. To complement the test results of NÉBIH, the WESSLING Hungary Ltd. and the University of Kaposvár provided detailed analytical results for the assessment of consumers' exposure. Besides, the BIOMIN Ltd. and the SGS Hungária Ltd. shared their annual summary data, the Gabona Control Ltd. made available partial test results for preparing this paper. Based on the available data and information, the exposure of Hungarian consumers to Aflatoxin M1 and DON is estimated, and recommendations are made for facilitating the actions aiming to reduce the contamination of our food.

Taking into account the extensive national test results and international information, we concluded that:

- the exposure of consumers to Aflatoxin M1 and DON may exceed the toxicological reference values from time to time, posing a risk to consumers' the health;
- there is a need for coordinated comprehensive actions by all interested parties for the reduction of *Aspergillus* and *Fusarium* fungi infections in cereals and the resulted toxin exposure.

### 1.1. Abbreviations used in this paper:

ADI: Acceptable Daily Intake

ALARA: As Low As Reasonably Achievable

Bw (tt): Bodyweight [kg]

CAC: Codex Alimentarius Commission

CCCF: Codex Committee on Contaminants in Food

CCFA: Codex Committee on Food Additives

DNA: deoxyribo nucleic acid

EC: European Commission

EDI: Estimated Daily Intake

EFSA: European Food Safety Authority

EPC: European Parliament and Council

EU: European Union

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

HBV: Hepatitis-B virus

HPLC: High Pressure (Performance) Liquid Chromatography

IARC: International Agency for Research on Cancer

ISO: International Organization for Standardization

JECFA: FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives and Contaminants

LOQ: Limit of Quantification

ML: Maximum Limit [mg/kg]

MS/MS: Tandem Mass Spectrometry

NOAEL: No Observed Adverse Level [ppm in feed expressed also in mg/kg bw per day]

NOEL: No Observed Effect Level

OECD: Organisation for Economic Cooperation and Development

PMTDI: provisional maximum tolerable daily intake

QC: Quality Control

SFC: European Commission Scientific Committee on Food

TDI: tolerable daily intake (it is used for agents that are not deliberately added to food)

USA: United States of America

US FDA: US Food and Drug Administration

UV: ultraviolet.

## 2. Introduction

The National Population Roundtable urged the development of a strategic action plan at Governmental level to reduce the adverse effect of agricultural chemicals and toxins on human health and fertility. The call identified mycotoxins as one of the major sources of contamination.

The opinion poll conducted by the European Food Safety Authority (EFSA) in 2019 [1] revealed that 10-29% of the population of the Member States is concerned about the mycotoxin contamination in food. Further details are published in Part 1 of our paper.

In this article, we present data on occurrence and toxicological effects of mycotoxins, introduce the testing system of mycotoxin contamination of food and summarise the results of laboratory analyses. Based on the results, the exposure of consumers to mycotoxins is evaluated and recommendations are made to protect the health of consumers.

### 2.1. Characterization of mycotoxin contamination and the regulation of their permissible maximum concentrations

Mycotoxins are secondary metabolites of various fungi infecting the plants. They may occur not only during the growing season, but further propagate throughout shipping and storage under unfavourable conditions. The hot, dry weather, inappropriate agricultural and storage practices provide favourable conditions for the formation of aflatoxins and mycotoxins, in general [2, 3].

The aflatoxins, deoxinivalenol (DON), zearalenone (F-2 toxin), T-2 and HT-2 toxins are the most significant ones from a practical point of view. They are produced by *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* and *Aspergillus nominus*, *Fusarium graminearum*, *F. verticillioides*, *F. proliferatum*, *F. culmorum*). The group of trichothecenes consists of over 50 structurally related compounds [4].

Until the end of the 19<sup>th</sup> century, the contamination due to *Fusarium* toxins, and aflatoxins had posed a risk mainly present under tropical and Mediterranean climatic [5]. However, in recent years the aflatoxins have appeared in Central European countries, namely in Serbia [6, 7] and Hungary as well.

Mycotoxins are generally persistent and heat resistant compounds with various complex chemical structures. Aflatoxins and other mycotoxins present in raw agricultural commodities and feed [8] are transferred into the food chain and they are detectable in milk [9, 10], eggs, meat and edible offal [11]. The metabolite of AFB<sub>1</sub>, namely AFM<sub>1</sub> concentrates during the cheese production process [12] and is present in mother milk at a similar concentration as in the cow milk [6, 13-15]. The degradation of mycotoxins to less toxic derivatives is practically negligible during food processing. The change of mycotoxin concentration during food processing and their distribution in the processed food products are discussed in numerous publications and reviews [16-28] and are not repeated in this article.

In addition to the 17 toxins regularly tested in food and feed (12 of which are regulated by the European Union (EU) or national legislations), the researchers identified over several hundred mycotoxins. The most frequent potential human toxic impacts comprise of carcinogenic effects (aflatoxins, ochratoxin A, fumonisines, patulin), developmental disorders (zearalenone (F-2 toxin), ochratoxin A), infertility (zearalenone, trichothecenes), decreased resistance, immunosuppression (trichothecenes), neurodegenerative diseases (ochratoxin A, fumonisines) [29, 30].

Several international organisations (e.g. JECFA, IARC, SFC and EFSA) deal with the toxicological [31-35] evaluation of mycotoxins. The current acceptable daily intake reference values are listed in Table 1. The references provide detailed information on the adverse health effects of the listed toxins. The exposure of Hungarian consumers was evaluated in several publications [4, 36-39]. The earlier publications were summarised by Kovács [29].

The permitted maximum concentrations of mycotoxins in food in the EU are listed in the regulations No. 1881/2006 [46] and 165/2010 [47], while the maximum limits in feed are specified in the 64/2012 (VII.3) VM decree [48] based on the 2002/32/EK directive. Various maximum limits are set for food consumed directly by infants and young children, as well as for feed intended for various animal species and young animals. Taking into account the local circumstances and the ALARA principles, the national authorities may establish different maximum limits. For instance, the ML for AFM<sub>1</sub> in cow milk and baby food is 50 ng/kg and 25 ng/kg, respectively in the EU, while Austria and Switzerland set 10 ng/kg for baby food.

<sup>1</sup> University of Debrecen, Doctoral School of Nutrition and Food Sciences

<sup>2</sup> Independent Food Safety Expert

<sup>3</sup> National Food Chain Safety Office, Directorate of Plant Protection, Soil Conservation and Agri-environment

<sup>4</sup> National Food Chain Safety Office, System Management and Supervision Directorate

<sup>5</sup> Food Chain Safety Office, Regional Food Chain Safety Laboratory

<sup>6</sup> National Food Chain Safety Office, Food Chain Safety Laboratory Directorate

<sup>7</sup> WESSLING Hungary Kft.

Nearly one hundred countries issued guidance values or maximum limits for different mycotoxins until 2003 [49]. The Codex Alimentarius Commission published the recommended maximum limits for food in international trade [50]. Additional limits are published by the Codex Committee on Contaminants in Food (CCCF) [51]. The US FDA guidance documents emphasise that the “action levels and tolerances are established based on the unavoidability of the poisonous or deleterious substances and do not represent permissible levels of contamination where it is avoidable. The blending of a food or feed containing a substance in excess of an action level or tolerance with another food or feed is not permitted, and the final product resulting from blending is unlawful, regardless of the level of the contaminant” [52-55]. Similar principles are included in the EU regulations, for example in 1881/2006 [46].

The distribution of mycotoxins is very heterogeneous within the fields or in the harvested crops. One thousand times higher concentration can be measured in close vicinity of infected seeds, while it is possible that hundreds of thousands of seeds do not contain detectable contamination [56-58]. Whitaker determined the AFB<sub>1</sub> concentrations of a lot by taking 16 independent samples of 1.1 kg each [59]. **Figure 1** illustrates the results. The distribution of aflatoxins in corn grains, nuts, peanuts and soybeans could be best modelled with negative binomial distribution [57, 60] which also gave the best fit for fumonisines in corn grains [61]. The lognormal function described best the distribution of ochratoxin A in wheat and coffee beans, and DON in barley, corn and wheat grains [63, 64]. Normal distribution could be used to characterize the distribution of aflatoxins and OTA [65] in ginger powder. Based on their research for decades, Whitaker and coworkers developed an Excel worksheet, which can be used to determine the operation characteristic curves for sampling and analyses of 29 commodity-toxin combinations with various input parameters [66].

The evaluation of the testing results clearly shows that the sampling is the major contributor (>90-97% of total variance) to the combined uncertainty (random error) of the whole determination process (from sampling to quantitative determination) [67-70]. The total variance is the function of mycotoxin concentration [71]. The importance of representative sampling is emphasized in several publications [62, 67, 68, 72-76]. Considering these findings, the European Union [77, 78] and several national authorities strictly regulate the method of sampling and issue guidance documents for their correct implementation [79, 80]. **Figure 2** shows the division of the aggregate sample into replicate samples [79].

Due to physical constraints, it is not possible to take representative samples from bulk materials stored in large stores or silos. In such cases, samples should be taken preferably with an automatic sampler at the

time of discharging of the product. A representative sample can also be obtained by withdrawing cross-section portions from the conveyor belt at regular intervals and combining the sub-samples [77,78,81,82].

The uncertainty of the measured values also includes the effects of sample size reduction, comminution and quantitative determination. The error of sample size reduction can especially be significant (90-94% of total variance excluding sampling), as in cases of lots over 1 tons the 10 kg aggregate sample obtained from 100 primary samples cannot be properly homogenised manually at the sampling site. Furthermore, the particles of the sample material can be segregated during sample size reduction, shipping and storage. Therefore, to obtain reliable results, the whole aggregate sample should be transported to the laboratory, where the whole sample can be grounded with a suitable equipment to < 2-3 mm diameter and after applying proper sample divider can be further grounded to  $\varnothing < 1$  mm. The 25-50 g test portions to be extracted should also be obtained by passing the ground material through suitable sample divider [85-87]. The newer models of grinders (e.g. Retch, Romer, Dickens) can be used to process the 10 kg sample in one step. The slurry mixing proved to be very efficient for the comminution of granular materials. The Silverston mills can accommodate 10-30 kg grains and produce a statistically well-mixed matrix [69, 75, 88-90].

We consider it as a serious professional error, when the performance characteristics of analytical methods are determined based on spiking 5-30 g test portions, and the repeatability as well as the reproducibility of the method is reported based on these results. Furthermore, some authors even claim, based on the recovery tests, that the method is suitable for sensitive detection of mycotoxins from the extraction of 1-2 g test portions without proving that they properly represent the whole laboratory sample. Some publications report the sensitivity of the method in ng/ml extract [91-93]. It is obvious that such results do not provide any reliable information about the practical applicability, accuracy and uncertainty of the measurements. Such methods cannot be used for testing compliance with legal limits or assessment of consumer's exposure.

### 3. Testing the compliance of marketed products

The maximum limits (ML) defined by legal documents refer to the average concentrations of the contaminants in the samples taken according to the corresponding official sampling procedures. If the measured average concentration, taking into account the measurement uncertainty, does not exceed the legal limit the commodity can be marketed. Though no realistic conclusion can be drawn regarding the average contamination of the sampled lot based on a single sample. If replicate samples are taken from a

lot, there may be large differences in the results of the analyses as shown in **Figure 1**. If the mycotoxin concentration measured in one sample is equal to the legal limit, a substantial proportion of additional samples may contain the contaminant at higher concentrations due to the heterogeneous distribution and the uncertainty of the measurements.

**Figure 3** shows the concentration distribution of AFB<sub>1</sub> and the probability of compliance of the sampled lot containing an average of 5 µg/kg AFB<sub>1</sub>. The figure illustrates the importance of the mass of laboratory sample. When 1, 2 or 10 kg sample is ground and 30 g test portion is extracted, the probability of acceptance of the lot would be 27% (100-73), 33%, or 37%, respectively. Under the same conditions, if the same lot was resampled, the probability of detection of 10 µg/kg AFB<sub>1</sub> would be 48%, 40% és 27%, respectively. However, further 1 kg samples containing 20 µg/kg AFB<sub>1</sub> could be found with a 19% probability!

Recognising the limitations of sampling, taking the responsibility for the quality of their products in some countries certain manufacturers or distributors set their internal acceptance limit for incoming products at a much lower level than the legal limits for assuring compliance of their goods when they are marketed. If a corn sample of 10 kg is analysed as described above and 2 µg/kg accept limit is applied, the marketed produce will satisfy the 5 µg/kg ML with a 66% probability. It means that 66% of 10 kg portions of the lot will contain  $\leq 5$ µg/kg AFB<sub>1</sub> contamination. We point out that in case of a pre-marketing control, one 10 kg sample taken from the lot should contain  $\leq 0.3$  µg/kg AFB<sub>1</sub> to assure 95% compliance. This strict precondition can be “softened”, if 3 independent 10 kg replicate samples were taken and none of them would contain AFB<sub>1</sub> above 2.5 µg/kg (**Figure 4**).

*Note: storing lots with different contamination levels can significantly increase the heterogeneity of chemical substances and the uncertainty of sampling, moreover facilitate the propagation of fungi infection, therefore it should be avoided.*

The NÉBIH laboratories, working in compliance with the quality assurance provisions of ISO/IEC 17025 Standard (ISO17025 in the followings), perform the official control of mycotoxin contamination of food and feed for which ELISA, Biochip Array Technology, HPLC-fluorimetry, UV detection, and HPLC-MS/MS methods are used. Similar methods were also used by the other laboratories which provided their results.

The specialised national reference laboratories of NÉBIH regularly take part in European proficiency tests. The samples to be tested are prepared from naturally contaminated materials. Some additional toxins may be added to the test samples. For instance in 2017, one of the samples was corn semolina (grit) in which deoxynivalenol, zearalenone, fumonisin B<sub>1</sub>, fumonisin B<sub>2</sub>, (sum of B<sub>1</sub> + B<sub>2</sub>), T-2 toxin, HT-2 toxin,

(sum of T-2 + HT-2), aflatoxin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> (B<sub>1</sub> + B<sub>2</sub> + G<sub>1</sub> + G<sub>2</sub>), enniatin B, enniatin B<sub>1</sub> and beauvericin had to be identified and quantitatively determined with both chromatographic and immunochemical methods. The reported results were evaluated separately for each toxin according to ISO 13528:2015. The robust statistical method used for the evaluation is described in the report [94]. The number of toxins identified by the participating 28 laboratories depended on the laboratories and the methods used. The calculated Z-values (see part 1) widely varied (-5 – +5).

The methods used for the determination of mycotoxins have been reported in several thousand publications. They were summarised by several authors based on different criteria [95-99]. The operating principles and performance characteristics of various detection methods are presented in a separate publication [93].

### 3.1. Results and their evaluation

The mycotoxins in food and feed are determined by several institutes and laboratories. Responding to our call detailed results were provided by NÉBIH and WESSLING Hungary Ltd., summary data were given by BIOMIN Ltd., SGS Hungária Ltd. and the Gabona Control Ltd. offered only limited information. The latter laboratories, accredited according to ISO 17025 standard, carry out the tests on the samples provided by their clients.

NÉBIH conducted 43,480 tests for 22 toxins including their combinations from 2008 to 2018. The results are summarised in **Table 2**. Those used for risk assessment are given in **Table 3**.

The WESSLING Hungary Ltd. performed 59,888 tests for 18 toxins and their combinations between February 2017 and March 2018. Some of them are summarised in **Table 4**.

The ‘Mycotoxins in food chain research group’ of University of Kaposvár made available the results of 122 tests for AFM<sub>1</sub> in milk. Ten samples contained AFM<sub>1</sub> contamination above the limit of quantification with the highest contamination of 31.6 ng/kg.

The results of tests carried out in corn and winter wheat by SGS Hungária Ltd. are given in **Table 5**. For example, the occurrence of aflatoxin and DON contamination in Hungary are shown in **Figures 5-7**.

In 2017, 67% of 39 wheat samples tested by BIOMIN Ltd. contained total aflatoxin above the limit of quantification. The results of the analyses of 54 wheat samples tested in 2019 are summarized in **Table 6**.

The concentrations of DON and AFB<sub>1</sub> reported by the laboratories are of similar magnitude, but the average concentrations reported by NÉBIH are slightly higher.

Generally, the concentration of mycotoxins is very low or below the LOQ in most of the samples. While high concentration occurs at low frequency in a very wide range.

In Hungary, there are large differences in the *Aspergillus* and *Fusarium* infection depending on the location and year.

### 3.1.1. Evaluation of the results of the estimation of the consumers' exposure

The exposure of consumers was calculated for DON in white flour and for AFM<sub>1</sub> in cow milk from the results presented in the previous section and the consumption data obtained during the dietary intake survey conducted in 2009 [100]. Only those recorded as white flour and/or milk consumers during the survey were considered. The non-detected contamination was calculated with 0.5 LOQ value in both cases.

The DON exposition from white flour was calculated from the sum of white flour and bakery products. The flour equivalents of bakery products were taken as 70%, while in the case of homemade cakes the proportion of flour was 50% by dry weight. Though the wheat-based products are the major source, the DON content of other cereal products may substantially increase the total exposure.

The AFM<sub>1</sub> exposition was calculated from the combined consumption of milks of different fat contents. The contribution of various processed milk products (cheese, curd, etc.) was not considered, as there were not sufficient measurement results available.

Since AFM<sub>1</sub> is carcinogenic, acceptable daily intake cannot be defined. The health impact of AFM<sub>1</sub> intake can be characterised with the frequency of liver cancer cases. There is no official data published for the frequency of HBV cases in Hungary. According to some estimates, the infection rate of the adult population is between 0.5 and 1% [101]. We consider 0.7% to be the best estimate [102]. According to FAO/WHO JECFA (1. Table), the annual average cancer cases for 100,000 persons can be calculated as:

$$Ri_{ave} = (0,03 \times 0,007 + 0,001 \times 0,993) \times \bar{C}_{AFM1} \quad (1)$$

The upper 95% confidence limit is:

$$Ri_{P0,95} = (0,0562 \times 0,007 + 0,0049 \times 0,993) \times \bar{C}_{AFM1} \quad (2)$$

where  $\bar{C}_{AFM1}$  is the average AFM<sub>1</sub> concentration in milk.

Naturally, the AFB<sub>1</sub> contamination (1000 times more toxic than AFM<sub>1</sub>) of wheat- and corn-based products substantially increases the risk of liver cancer. The exposure derived from different sources add up. However, it could not be considered due to the lack

of relevant contamination data of baked or cooked products made of wheat or corn.

The exposure calculation can only be considered to be preliminary. The actual exposition is likely higher because mycotoxins may occur in several food items consumed within one day. The transfer of mycotoxins from raw materials to ready to eat products depends on the preparation methods (fermentation, baking, cooking etc.). Taking them into account will only be possible after systematic evaluation of the partly contradicting or controversial scientific literature.

In addition to the exposure through food, the workers dealing with products infected with *Aspergillus* or *Fusarium* species (for instance during harvest, storage, sorting, milling, production of animal feed) can be exposed to further significant doses [103-106], unless wearing suitable protective clothing.

### 3.2. Evaluation of the current situation

The presence of *Fusarium* fungi infection of cereals in Hungary and the consequently high exposure of consumers to *Fusarium* toxins have been known for a long time. Several publications called attention to this problem [28, 33-36]. Furthermore, guidance documents were published on the appropriate agrotechnology [107,108] and effective plant protection [109-113] aiming to reduce the infection. Nevertheless, there has been no progress in controlling the infection of cereals and decreasing the mycotoxin contamination of our food [115]. There are resistant hybrids, species and strains available, and the efficient pesticide application (spraying) technology for protecting cereals has been developed [116]. Their practical use should be promoted.

Further to *Fusarium* infection, the *Aspergillus* species are also present all over the country resulting in notable aflatoxin contamination and food safety and health risk. Due to the Global warning, the *Fusarium* and *Aspergillus* infections will increase during the coming years unless effective control measures are not implemented. For assessing the actual situation, it would be necessary to calculate the exposure of consumers to mycotoxins at regular intervals based on the food consumption data obtained with the ongoing dietary intake survey applying the unified EU methodology [117, 118] and the results of up-to-date laboratory control measurements.

### 4. Summary and recommendations

In addition to the *Fusarium* infection, the *Aspergillus* fungi and the consequent aflatoxin contamination also occurred in food and feed produced in Hungary during the last decade. The dry and warm weather, inappropriate cultivation, handling and storage practice provide favourable conditions for the infection of cereals, especially of corn and wheat, and the conse-

quent aflatoxin contamination of food and feed. The mycotoxins present in raw agricultural commodities are carried over to the food chain and can be detected in mother milk, milks and milk products, eggs, meat, liver and kidney.

The mycotoxin contamination of marketed food and feed is tested in a large number of samples by the official laboratories of NÉBIH based on a complex risk-based sampling plan. Up-to-date analytical procedures are applied for analysing the samples taken according to the relevant official sampling protocols. Also, several laboratories, such as BIOMIN Ltd., Gabona Control Ltd., SGS Hungária Ltd. and WESSLING Hungary Ltd., carry out the determination of mycotoxins in samples provided by their clients.

*For obtaining reliable results, it is inevitable that the samples are taken and processed for analyses according to the methods described in relevant regulations or directives. Samples provided by the owners of the sampled commodity cannot be used for certifying the compliance of the lot to legal limits if their mass is much smaller than the minimum required. Sampling should be carried out by properly trained specialists applying accredited methods. Furthermore, the whole laboratory sample must be properly processed to obtain a representative portion for analysis.*

We did not have sufficient data for the comprehensive risk assessment of the mycotoxin contamination of food based on the official control carried out by NÉBIH. The large number of test results of private laboratories could not be used, though they indicated substantial mycotoxin contamination, because they were either provided in summary form or the samples analysed were not representative. In some cases, it was not clear whether the sampled commodities were intended for food or feed.

*Our preliminary estimates, based on the results of NÉBIH tests, indicate that some segments of the population (especially babies, toddlers, young children and adolescents) may be exposed from time to time to AFM<sub>1</sub> and DON above the ground risk level or acceptable daily intake, respectively. These signal significant human health risk and raise concern. The EFSA evaluations and European surveys confirm our conclusions.*

*Unless effective preventive measures are implemented, as a result of Global warming, the tendency of Aspergillus and Fusarium infection will increase with yearly varying intensity depending on the actual weather conditions and fungi species. This will increase the mycotoxin concentration in food and feed and result in growing health risk.*

*The mycotoxin contamination of food primarily threatens the health of pregnant women, breastfeeding mothers, babies and children in developing age. Therefore, attention should be paid to keep the con-*

*tamination of their food at the lowest possible level. The food basket should be diversified and composed preferably of many various fruits and vegetables. The purchased products should be fresh and of good quality. Food should not be prepared from mouldy or rancid raw materials.*

*In addition to the general guidance or warning documents, it seems necessary to introduce monetary and economic incentives, together with their regular official control, for implementing effective measures for reducing fungi infections of cereals by proper plant production and protection, storage and processing practices.*

*Furthermore, it would be important to harmonise and financially support the research and testing activities of institutes dealing with food safety and the health impact of toxin contaminations of food.*

*Moreover, it is recommended to carry out regularly comprehensive assessment of consumers' exposure to toxins contamination of food based on the test results of the last 4-5 years and food consumption data obtained from the ongoing national dietary survey. The results can be used to evaluate the effect of preventive measures and to define further targeted actions.*

It is pointed out that the health of the Hungarian population is not only affected by the chemical contaminants of the food. The adverse effects of environmental contaminants, especially the alarmingly high air pollution in certain areas of the country, can cause a similar or higher health risk. The adverse effects of various factors can be additive or amplify each other.

*The combined effects can only be quantified with the targeted health surveys and by monitoring the levels of various environmental and food contaminants. The targeted control measures can only be done based on their results.*

### 5. Acknowledgement

The authors express their appreciation to the management of NÉBIH and dr. Attila Nagy, prof. Dr. Melinda Kovács (University of Kaposvár), dr. István Jakab (BIOMIN Ltd.), Mr. Gábor Párkány (SGS Hungaria Ltd) for providing the test results, and prof. Dr. Ákos Mesterházy for permitting the incorporation of some information from his publication. The constructive comments of dr. Mária Szabó and the indispensable help of our librarian Katalin Tóthné Csáki in literature research are greatly appreciated.

Project no. 2018-1.2.1-NKP-2018-00002 (AÁ, KK and MG) has been implemented with the support provided from the National Research, Development and Innovation Fund of Hungary, financed under the 2018-1.2.1-NKP funding scheme.

## References

- [1] EFSA, (2019) Eurobarométer 2019. <https://www.efsa.europa.eu/en/interactive-pages/eurobarometer-2019> Hozzáférés / Aquired 16.03.2019
- [2] Codex Alimentarius, Code of practice for the prevention and reduction of mycotoxin contamination in cereals (CAC/RCP 51-2003) Adopted 2003. Revised 2014. [www.fao.org › download › standards › CXP\\_051e\\_2014](http://www.fao.org/download/standards/CXP_051e_2014) Hozzáférés / Aquired 09.11.2016
- [3] Frazzoli, C., Gherardi, P., Saxena, N., Belluzzi, G., Mantovani, A. (2017) The hotspot for (global) one health in primary food production: Aflatoxin M1 in Dairy Products. *Front. Public Health* 4:294. doi:10.3389/fpubh.2016.00294
- [4] Ambrus Á., Szeitzné Sz. M. (2010) Gabona alapú termékek mikotoxin szennyezettségének élelmiszer-biztonság értékelése, *Élelmiszer Tudomány Technológia*, LXIV, 1. 10-14.
- [5] Fakhri, Y., Rahmani, J., Oliveira, C.A.F., Franco, L.T., Corassin, C.H., Saba, S., Rafique, J., Khaneghah, A.M., (2019) Aflatoxin M1 in human breast milk: a global systematic review, metaanalysis, and risk assessment study (Monte Carlo simulation), *Trends Food Sci Tech* accepted for publication <https://doi.org/10.1016/j.tifs>. Hozzáférés / Aquired 13.03.2019
- [6] Miličević, D.R., Spirić, D., Radičević, T., Velebit, B., Stefanović, S., Milojević, L., Janković, S. (2017) A review of the current situation of aflatoxin M1 in cow's milk in Serbia: risk assessment and regulatory aspects, *Food Addit Contam A*, Published online, DOI: 10.1080/19440049.2017.1363414
- [7] Udovicki, B., Audenaert, K., De Saeger, S., and Rajkovic, A. (2018). Overview on the Mycotoxins incidence in Serbia in the period 2004–2016. *Toxins* 10:279. doi: 10.3390/toxins10070279
- [8] Gruber-Dorninger, C., Jenkins, T., and Schatzmayr, G. (2019). Global mycotoxin occurrence in feed: A ten-year survey. *Toxins* 11: E375. doi: 10.3390/toxins11070375
- [9] Serraino A, Bonilauri P, Kerekes K, Farkas Z, Giacometti F, Canever A, Zambrini AV and Ambrus Á (2019) Occurrence of Aflatoxin M1 in raw milk marketed in Italy: Exposure Assessment and Risk Characterization. *Front. Microbiol.* 10:2516. doi: 10.3389/fmicb.2019.02516
- [10] Udovicki, B., Ilija Djekic, I., Eleni P. Kalogianani, E.P. Andreja Rajkovic, A. (2019) Exposure assessment and risk characterization of aflatoxin m1 intake through consumption of milk and yoghurt by student population in Serbia and Greece, *Toxins*, 11, 205-216
- [11] Peles F, Sipos P, Győri Z, Pfliegler WP, Giacometti F, Serraino A, Pagliuca G, Gazzotti T, and Pócsi I (2019) Adverse effects, transformation and channeling of aflatoxins into food raw materials in livestock. *Front. Microbiol.* 10:2861. doi: 10.3389/fmicb.2019.02861 [https://www.researchgate.net/publication/337544802\\_Adverse\\_effects\\_transformation\\_and\\_channeling\\_of\\_aflatoxins\\_into\\_food\\_raw\\_materials\\_in\\_livestock](https://www.researchgate.net/publication/337544802_Adverse_effects_transformation_and_channeling_of_aflatoxins_into_food_raw_materials_in_livestock) [accessed December 2019]. Hozzáférés / Aquired 13.11.2019
- [12] Campagnollo, F. B., Ganey, K. C., Khaneghah, A. M., Portela, J. B., Cruz, A. G., Granato, D., Corassin, C. H., Oliveira, C. A. F., Sant'Ana, A. S. (2016). The occurrence and effect of unit operations for dairy products processing on the fate of aflatoxin M1: A review. *Food Control*, 68, 310-329.
- [13] Radonić, J. R., Kocić Tanackov, S. D., Mihajlović, I. J., Grujić, Z. S., Vojinović Miloradov, M. B., Škrinjar, M. M., Turk Sekulić, M. M. (2017). Occurrence of aflatoxin M1 in human milk samples in Vojvodina, Serbia: Estimation of average daily intake by babies. *J. Environ. Sci. Health B*, 52, 59-63.
- [14] Valitutti F, De Santis B, Trovato CM, Montuori M, Gatti S, Oliva S, Brera C, Catassi C. (2018) Assessment of mycotoxin exposure in breastfeeding mothers with celiac disease. *Nutrients*. 10;10(3). doi: 10.3390/nu10030336.
- [15] Ayar, A., Sert, D., Con, A. H., (2007) A study on the occurrence of aflatoxin in raw milk due to feeds, *J. Food Saf.* 27, 199–207.
- [16] Stadler D., Lambertini, F., Woelflingseder, L., Schwartz-Zimmermann, H., Marko, D., Suman, M., Berthille, F., Krska, R. (2019) The Influence of processing parameters on the mitigation of deoxynivalenol during industrial baking. *Toxins*, 11(6), 317-335.
- [17] Greenhalgh, R., Gilbert, J., King, R.R., Blackwell, B.A., Startin, J.R., Shepherd, M.J. (1984) Synthesis, characterization, and occurrence in bread and cereal products of an isomer of 4-deoxynivalenol (vomitoxin). *J. Agric. Food Chem.* 32, 1416–1420.
- [18] Bennett, G.A., Richard, J.L. (1996) Influence of Processing on *Fusarium* mycotoxins in contaminated grains. *Food Technol.* 235–238.
- [19] Samar, M., Resnik, S.L, González, H.H.L., Pacin, A.M., Castillo M.D. (2007) Deoxynivalenol reduction during the frying process of turnover pie covers. *Food Control*, 18, 1295–1299.
- [20] Clare M. Hazel, C.M., Patel, S. Influence of processing on trichothecene levels (2004) *Toxicology Letters*, 153, 51–59.
- [21] Abbas, H., Mirocha, C., Rosiles, R., Carvajal, M. (1988) Effect of tortilla-preparation process on aflatoxins B1 and B2 in corn. *Mycotoxin Research*, 1988, Volume 4, 33–36.
- [22] Abbas, H., Mirocha, C., Rosiles, R., Carvajal, M., (1988) Decomposition of zearalenone and deoxynivalenol in the process of making tortilla from corn, *Cereal Chem.* 65, 15–19.
- [23] Nowicki, T.W., Gaba, D.G., Dexter, J.E., Matsuo, R.R., Clear, R.M., (1988) Retention of DON in wheat during processing and cooking of spaghetti and noodles. *J. Cer. Sci.* 8, 189–202.
- [24] Neira, M.S, Patina, A.M., Martinez, E.J., Moltb, G., Resnik, S.L. (1997) The effects of bakery processing on natural deoxynivalenol contamination, *Int J. Food Microbiol.* 37 21-25.
- [25] Scott, P.M., Kanhere, S.R., Dexter, J.E., Brennan, P.W., Trenholm, H.L. (1984) Distribution of trichothecenes mycotoxin deoxynivalenol in hard red spring wheat. *Food Addit. Contam.* 1, 313–323.
- [26] Brera, C, Catano C., de Santis, B., Debenach F., de Giacomo, M., Pannunzi E, Miraglia M. (2006) Effect of industrial processing on the distribution of aflatoxins and zearalenone in corn-milling fractions. *J Agric Food Chem.* 54, 5014-9.
- [27] Trucksess, M.W., Abbas, H.K., Weaver, C.M., Shier, W.T. (2012) Distribution of aflatoxins in shelling and milling fractions of naturally contaminated rice. *Food Addit. Contam. - Part A* 28, 1076-82.
- [28] Castells, M., Ramos, A.J., Sanchis, V., Marín, S. (2007) Distribution of Total Aflatoxins in Milled Fractions of Hulled Rice, *J. Agric. Food Chem.* 55, 2760 –2764.
- [29] Kovács M: Mikotoxinok táplálkozás-egészségügyi vonatkozásai. (2004) *Orvosi Hetilap*, 145, 1739-1746.
- [30] Ráduly Z, Szabó L, Madar A, Pócsi I and Csernoch L (2020) Toxicological and Medical Aspects of Aspergillus-Derived Mycotoxins Entering the Feed and Food Chain. *Front. Microbiol.* 0:2908. doi: 10.3389/fmicb.2019.02908
- [31] IARC. (2002) Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, No. 82, Aflatoxins p. 171-294, fumonisins 301- [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK326619/pdf/Bookshelf\\_NBK326619.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK326619/pdf/Bookshelf_NBK326619.pdf) Hozzáférés / Aquired 13.05.2015
- [32] Knutsen, H.K., Alexander, J., Barregård, L., Bignami, M., Brüschweiler, B., Ceccatelli, S., Cottrill, B., Dinovi, M., Grasl-Kraupp, B., Hogstrand, C. (2017) Risks to human and animal health related to the presence of deoxynivalenol and its acetylated and modified forms in food and feed. *EFSA J.* 15. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4718> Hozzáférés / Aquired 19.08.2018
- [33] EFSA. (2014) Scientific opinion on the risks for human and animal health related to the presence of modified forms of certain mycotoxins in food and feed. *EFSA J.*, 12, 3916. doi:10.2903/j.efsa.2014.3916.
- [34] WHO, (2002) Evaluation of certain mycotoxins in food TRS 906-JECFA 56/8 WHO technical report series 906, [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42448/WHO\\_TRS\\_906.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42448/WHO_TRS_906.pdf?sequence=1) Hozzáférés / Aquired 13.07.2015
- [35] Knutsen, H.-K., Barregård, L., Bignami, M., Brüschweiler, B., Ceccatelli, S., Cottrill, B., Dinovi, M., Edler, L., Grasl-Kraupp, B., Hogstrand, C., et al. Scientific Opinion on Appropriateness to Set a Group Health-Based Guidance Value for Fumonisin and Their Modified Forms. *EFSA J.* 2018, 16 1-14 <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5172> Hozzáférés / Aquired 15.07.2019
- [36] Szeitzné Sz. M., Ambrus Á. (2009) A Magyarországon forgalmazott paprika ochratoxin A tartalma és a paprikafogyasztás kockázatbecslése, *Magyar Állatorvosok Lapja*, 131, 357-364.
- [37] Ambrus, Á., Szeitzné-Szabó, M., Zentai, A., Sali, J., Szabó, I.J. (2011) Exposure of consumers to deoxynivalenol from consumption of white bread in Hungary, *Food Addit Contam. A*, 28, 209-217. <https://doi.org/10.1080/19440049.2010.540720> Hozzáférés / Aquired 13.03.2013
- [38] Kovács, M. Mycotoxinok hatása az életminőségre. (2018) *ACTA AGRARIA KAPOS-VÁRIENSIS Vol 22 No 2*, 33–45.
- [39] Zentai, A., Mária Szeitzné-Szabó, M., Mihucz, G., Szeli, N., Szabó, A., Kovács, M. (2019) Occurrence and risk assessment of fumonisin B1 and B2 mycotoxins in maize-based food products in Hungary. *Toxins* 2019, 11, 709; doi:10.3390/toxins11120709
- [40] SCF. (2002) Opinion of the Scientific Committee on Food on Fusarium toxins. Part 6: Group evaluation of T-2 toxin, HT-2 toxin, nivalenol and deoxynivalenol [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs\\_contaminants\\_catalogue\\_fusarium\\_out123\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs_contaminants_catalogue_fusarium_out123_en.pdf) Hozzáférés / Aquired 13.11.2017
- [41] SCF. (1998) Opinion of the Scientific Committee on Food on Ochratoxin A (expressed on 17 September 1998) [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com\\_scf\\_out14\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scf_out14_en.pdf) Hozzáférés / Aquired 13.10.2018
- [42] SCF. (2000) Opinion of the Scientific Committee on Food on Fusarium-toxins Part 4: Nivalenol (expressed on 19 October 2000) [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs\\_contaminants\\_catalogue\\_out74\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs_contaminants_catalogue_out74_en.pdf) Hozzáférés / Aquired 13.11.2017
- [43] SCF. (1966) Opinion of the Scientific Committee for Food on aflatoxins, ochratoxin A and

- patulin, 35th series, p. 45. [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/reports/scf\\_reports\\_35.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/reports/scf_reports_35.pdf)  
[https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com\\_scf\\_out14\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scf_out14_en.pdf)  
 Hozzáférs / Acquired 04.02.2019
- [44] SCF. (2000) Opinion on Fusarium Toxins Part 2: Zearalenon, [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs\\_contaminants\\_catalogue\\_out65\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs_contaminants_catalogue_out65_en.pdf)  
 Hozzáférs / Acquired 14.04.2010
- [45] WHO. (2017) Evaluation of certain contaminants in food. Report of 83<sup>rd</sup> Meeting of JECFA, TRS1002 JECFA 83/11 <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254893/9789241210027-eng.pdf?sequence=1#page=25>  
 Hozzáférs / Acquired 13.05.2018
- [46] EPC. (2006) Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance) (OJ L 364, 20.12.2006, [https://www.fsai.ie/uploadedFiles/Consol\\_Reg1881\\_2006.pdf](https://www.fsai.ie/uploadedFiles/Consol_Reg1881_2006.pdf)  
 Hozzáférs / Acquired 12.11.2009
- [47] EPC. (2010) Commission Regulation (EU) No 165/2010 of 26 February 2010 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards aflatoxins. OJL 50, 8-12
- [48] 64/2012. (VII. 3.) VM rendelet a Magyar Takarmánykódex kötelező előírásairól szóló 44/2003. (IV. 26.) FVM rendelet módosításáról [http://accessibility.government.hu/download/3/cd/90000/64\\_2012.pdf](http://accessibility.government.hu/download/3/cd/90000/64_2012.pdf)  
 Hozzáférs / Acquired 17.12.2019
- [49] FAO Worldwide regulations for mycotoxin in food and feed 2003 <http://www.fao.org/3/y5499e/y5499e00.htm>  
 Hozzáférs / Acquired 18.01.2010
- [50] Codex Alimentarius Commission, (2019) General Standard for Contaminants and Toxins in Food and feed, CXS 193-1995, last amendment 2019, available at [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS\\_193e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS_193e.pdf) (accessed December 2019) Hozzáférs / Acquired 12.10.2019
- [51] CAC Meetings Archives <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/meetings/archives/en/>  
 Hozzáférs / Acquired 05.12.2019
- [52] US FDA. (2000) Guidance for Industry: Action Levels for Poisonous or Deleterious Substances in Human Food and Animal Feed, Docket Number: FDA-1998-N-0050 Available at <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance-industry-action-levels-poisonous-or-deleterious-substances-human-food-and-animal-feed> Hozzáférs / Acquired 16.09.2019
- [53] US FDA. (2010) Guidance for Industry and FDA: Advisory Levels for Deoxynivalenol (DON) in Finished Wheat Products for Human Consumption and Grains and Grain By-Products used for Animal Feed. Available at <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance-industry-and-fda-advisory-levels-deoxynivalenol-don-finished-wheat-products-human>  
 Hozzáférs / Acquired 05.12.2019
- [54] US FDA. (2001) Guidance for Industry: Fumonisin Levels in Human Foods and Animal Feeds, Docket Number: FDA-2013-S-0610, <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance-industry-fumonisin-levels-human-foods-and-animal-feeds>  
 Hozzáférs / Acquired 12.10.2019
- [55] US FDA. (2005) CPG Sec.510.150 Apple Juice, Apple Juice Concentrates, and Apple Juice Products - Adulteration with Patulin. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/cpg-sec510150-apple-juice-apple-juice-concentrates-and-apple-juice-products-adulteration-patulin>  
 Hozzáférs / Acquired 17.12.2019
- [56] Cucullu, A. F., Lee, L. S., Mayne, R. Y., and Goldblatt, L. A. (1986) Determination of aflatoxin in individual peanuts and peanut sections, J. Am. Oil Chem. Soc., 43, 89-92.
- [57] Shotwell, O. L., Goulden, M. L., Botast, R. J., and Hasseltine, C. W. (1975) Mycotoxins in hot spots in grains. 1. Aflatoxin and zearalenone occurrence in stored corn, Cereal Chem., 52, 687-692.
- [58] Whitaker, T. B. and Wiser, E. H. (1969) Theoretical investigations into the accuracy of sampling shelled peanuts for aflatoxin. J. Am. Oil Chem. Soc. 46, 377-379.
- [59] Johansson, A. S., Whitaker, T. B., Hagler, Jr., W. M., Giesbrecht, F. G., and Young, J. H. (2000) Testing shelled corn for aflatoxin, Part II: Modeling the distribution of aflatoxin test results. J. Assoc. Off. Anal. Chem., Int., 83, 1270-1278.
- [60] Whitaker, T. B. and Dickens, J. W., Monroe, R. J., and Wiser, E. H. (1972) Comparison of the observed distribution of aflatoxin in shelled peanuts to the negative binomial distribution. J. Am. Oil Chem. Soc. 49, 590-593.
- [61] Whitaker, T.B., Doko, B., Maestroni, B.M., Slate, A.B., Ogunbanwo, B.F. (2007) Evaluating the performance of sampling plans to detect fumonisin B1 in maize lots marketed in Nigeria. J AOAC Int. 90, 1050-1059.
- [62] Whitaker, T. B., Slate, A.B. Nowicki, T.W., Giesbrecht, F. G. (2015) Variability and distribution among sample test results when sampling unprocessed wheat lots for ochratoxin A World Mycotoxin Journal, 8, 511-524.
- [63] Vargas, E.A., Whitaker, T.B., Santos, E.A., Slate, A.B., Lima, F.B., Franca, R.C.A. (2004) Testing green coffee for ochratoxin A, Part I: estimation of variance components, J. Assoc. Off. Anal. Chem., Int., 87, 884-891.
- [64] Vargas, E.A., Whitaker, T.B., Santos, E.A., Slate, A.B., Lima, F.B., Franca, R.C.A. (2005) Testing green coffee for ochratoxin A, Part II: observed distribution of ochratoxin A test results, J. Assoc. Off. Anal. Chem., Int., 88, 780-787.
- [65] Whitaker, T.B., Trucksess, M.W., Weaver, C.M., Slate, A.B. (2009) Sampling and analytical variability associated with the determination of aflatoxin and ochratoxin A in bulk lots of powdered ginger marketed in 1-lb bags. J. Anal. Bioanal. Chem., 395, 1291-1299.
- [66] FAO. (2014) Mycotoxin sampling tool User Guide V.1.1 pp. 62, available at <http://tools.fstools.org/mycotoxins/Documents/User-Guide.pdf>  
 Hozzáférs / Acquired 05.03.2018
- [67] Reiter E.V., Dutton M.F., Agus A, Nordkvist E, Mwanza M.F., Njobeh P.B., Prawano D., Häggblom P., Razzazi-Fazeli E., Zentek J., Andersson MG. (2011) Uncertainty from sampling in measurements of aflatoxins in animal feedingstuffs: application of the Eurachem/CITAC guidelines. Analyst. 136: 4059-4069.
- [68] OzAy, G., Ferda Sevhan F., Yilmaz, A., Whitaker, T.B., Slate, A.B., Giesbrecht, F.G. (2007) Sampling hazelnuts for aflatoxin: effect of sample size and accept/reject limit on reducing the risk of misclassifying lots, J. AOAC, 90, 1028-35.
- [69] Whitaker, T. B. and Wiser, E. H. (1969) Theoretical investigations into the accuracy of sampling shelled peanuts for aflatoxin. J. Am. Oil Chem. Soc. 46:377-379.
- [70] Velasco J, Morris S.L. (1976) Use of water slurries in aflatoxin analysis. J. Agric Food Chem. 24:86-88.
- [71] Whitaker T.B, Dowell, F.E., Hagler Jr., W.M., Geisbrecht, F.G., Yu, J. (1994) Variability associated with sampling J. AOAC, 77, 107-116.
- [72] Esbensen, K.H, Thix, N, Claudia Paoletti, C. (2015) Representative Sampling for Food and Feed Materials: A Critical Need for Food/Feed Safety, J. AOAC Int. 98, 249-251.
- [73] Miraglia M, De Santis B, Minardi V, Debenach F, Brera C. (2005) The role of sampling in mycotoxin contamination: an holistic view. Food Addit Contam. A. 22, 31-36.
- [74] Cheli, F., Campagnoli, A., Pinotti, L., Fusi, E., Dell'Orto, V. (2009) Sampling feed for mycotoxins: acquiring knowledge from food. Ital. J. Anim. Sci. 8, 5-22.
- [75] Casado, M.R., Parsons, D.J., Weightman, R.M., Magana, N., Origgi, S. (2009) Modelling a two-dimensional spatial distribution of mycotoxin concentration in bulk commodities to design effective and efficient sample selection strategies. Food Addit Contam A, 26, 1298-1305.
- [76] Andersson, M.G., Reiter, E.V., Lindqvist, P.A., Razzazi-Fazeli, E., Häggblom, P. (2011) Comparison of manual and automatic sampling for monitoring ochratoxin A in barley grain, Food Addit Contam A, 28, 1066-1075.
- [77] EPC. Commission Regulation (EC) No 401/2006 of 23 February 2006 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of the levels of mycotoxins in foodstuffs. OJ. L70, 12-34. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A02006R0401-20140701>  
 Hozzáférs / Acquired 13.11.2012
- [78] EPC. Commission Regulation (EU) No 178/2010 of 2 March 2010 amending Regulation (EC) No 401/2006 as regards groundnuts (peanuts), other oilseeds, tree nuts, apricot kernels, liquorice and vegetable oil, OJ L. 52 .33-43.
- [79] EC. (2010) Guidance document for competent authorities for the control of compliance with EU Legislation on Aflatoxins, 2010. pp. 88. [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs\\_contaminants\\_sampling\\_analysis\\_guidance-2010\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs_contaminants_sampling_analysis_guidance-2010_en.pdf)  
 Hozzáférs / Acquired 12.11.2012
- [80] Association of American Feed Control Officials. (2015) GOOD Samples, 81 pp. <https://www.aafco.org/Portals/0/SiteContent/Publications/GOODSamples.pdf>  
 Hozzáférs / Acquired 12.05.2018
- [81] Codex Alimentarius Commission (CAC). (2004) CAC GL 50/2004 General guidelines on sampling. [http://www.fao.org/uploads/media/Codex\\_2004\\_sampling\\_CAC\\_GL\\_50.pdf](http://www.fao.org/uploads/media/Codex_2004_sampling_CAC_GL_50.pdf)  
 Hozzáférs / Acquired 12.11.2012
- [82] Gy. M. (1982) Sampling of Particular Materials: Theory and Practice; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 153 pp.
- [83] Piedade F.S, Fonseca H., Eduardo M. Glória, E.M., Calori-Domingues, M.A., Piedade, S.M.S., Décio Barbin, D. (2002) Distribution of aflatoxins in contaminated corn fractions segregated by size, Braz. J. Microbiol. 33.1 <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822002000100002>  
 Hozzáférs / Acquired 12.11.2012
- [84] Association of American Feed Control Officials. (2018) GOOD Test Portions: guidance

- on obtaining defensible test portions, 78 pp [https://www.aafco.org/Portals/0/SiteContent/Publications/GoodTP\\_final\\_web.pdf?v3](https://www.aafco.org/Portals/0/SiteContent/Publications/GoodTP_final_web.pdf?v3) Hozzáférés / Aquired 06.06.2019
- [85] Dorner, J.W., Cole R.J. (1993) Variability among peanut subsamples prepared for aflatoxin analysis with four mills. *J AOAC Int.* 76, 983–987.
- [86] Hallier, A., Celette, F., Coutarel, J., David, C. (2013) A contribution to reduce sampling variability in the evaluation of deoxynivalenol contamination of organic wheat grain, *Food Addit Contam A*, 30, 2159–2164.
- [87] Reiter, E., Zentek, J., Razzazi, E. (2009) Review on sample preparation strategies and methods used for the analysis of aflatoxins in food and feed, *Mol. Nutr. Food Res.* 53, 508–524.
- [88] Spanjer, M.C., Scholten, J.M., Kastrup, S., Jorissen, U., Schatzki, T.F., & Toyofuku, N. (2006) Sample comminution for mycotoxin analysis: Dry milling or slurry mixing? *Food Addit Contam A*. 23, 73–83. <http://dx.doi.org/10.1080/02652030500260439> Hozzáférés / Aquired 07.10.2017
- [89] Whitaker, T.B., Dickens, J.W. and Monroe, R.J., (1980) A water slurry method of extracting aflatoxin from peanuts. *J Am Oil Chem Soc* 57: 269-272.
- [90] Schatzki, T.F., Toyofuku, N., (2003) Sample preparation and presampling of pistachios. *J Agr. Food Chem.* 51:6068-6072.
- [91] Berthiller, F., B. Cramer, B., Iha, M.H. R., Kraska, R., Lattanzio, V.M.T., MacDonald, S., Malone, R.J., Maragos, C., Solfrizzo, M., Stranska-Zachariasova, J. Stroka, J., Tittlemier, S.A. (2018) Developments in mycotoxin analysis: an update for 2016-2017, *World Mycotoxin Journal*, 11, 5-31.
- [92] Tittlemier, S.A., Cramer, B., Dall'Asta, C., Iha, M.H., Lattanzio, V.M.T., Malone, R.J., Maragos, C., Solfrizzo, M., Stranska-Zachariasova, M., Stroka, J. (2019) Developments in mycotoxin analysis: an update for 2017-2018 *World Mycotoxin Journal*, 12, 3-29.
- [93] Miklós G., Cserne Angeli Cs., Ambrus, Á., Nagy, A., Kardos, V., Zentai, A., Kata Kerekes, K., Farkas, Zs., Ákos Józwiak, Á., Bartók, T. (2020) Detection of aflatoxins in different matrices and food-chain positions. *Frontiers in Microbiology*, Submitted for publication.
- [94] Proficiency Testing Programmes MPZ UKZUZ – Determination of Mycotoxins in Feedstuffs and Feed Results in the Year 2017. <http://eagri.cz/public/web/en/ukzuz/portal/laboratories/proficiency-testing/proficiency-testing-programmes-ukzuz.html> Hozzáférés / Aquired 12.11.2019
- [95] Turner, N.W., Subrahmanyamb, S., and Piletsky, A.S. (2009). Analytical methods for determination of mycotoxins: A review. *Analytica Chimica Acta.* 632, 168–180.
- [96] Berthiller, F., Brera, C., Iha, M.H., Kraska, R., Lattanzio, V.M.T., MacDonald, S. (2017). Developments in mycotoxin analysis: an update 2015-2016. *World Mycotoxin J.* 10: 5-29.
- [97] Yao, H., Hruska, Z., and Diana Di Mavungu, J. (2015) Developments in detection and determination of aflatoxins. *World Mycotoxin J.* 8: 181-191.
- [98] Anfossi, L., Giovannoli, C., Baggiani, C., (2016). Mycotoxin detection. *Curr. Op. Biotech.* 37: 120-126. doi: 10.1016/j.copbio.2015.11.005
- [99] Nolan, P., Auer, S., Spehar, A., Elliott, T.C., and Campbell, K. (2019). Current trends in rapid tests for mycotoxins. *Food Addit. Contam. A-*. 36: 800-814. doi: 0.1080/19440049.2019.1595171
- [100] Szeitz-Szabó M., Bíró L, Gy. Bíró, Gy., and J. Sali, J. Dietary Survey in Hungary, (2009) Part I. *Macronutrients, Alcohol, Caffeine, Fibre.* 2011. *Acta Alimentaria*, Vol. 40 (1), pp. 142–152.
- [101] Orvosoktól betegeknek hitelesen: [https://www.webbeteg.hu/cikkek/fertozo\\_betegseg/108/hepatitis-b](https://www.webbeteg.hu/cikkek/fertozo_betegseg/108/hepatitis-b) (accessed December 2019) Hozzáférés / Aquired 07.01.2020
- [102] Vírusos majbetegek Országos Szövetsége. <http://vimor.hu/cikkek/49/hepatitis-b-virus> Hozzáférés / Aquired 08.12.2019)
- [103] Kussak, A., Andersson, B. & Andersson, K. (1995) Determination of aflatoxins in airborne dust from feed factories by automated immunoaffinity column clean up and liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, 708, 55–60.
- [104] Lafontaine, M., Delsaut, P., Morelle, Y. & Taiclet, A. (1994) Aflatoxins: Sampling and analysis in animal feed production plant. *Cahiers Notes documentaires*, 156, 297–305 (in French)
- [105] Atrup, J.L., Schmidt, J., Seremet, T. & Atrup, H. (1993) Exposure to aflatoxin B in animal feed production plant workers. *Environ. Health Perspect.*, 99, 195–197.
- [106] Ghosh, S.K., Desai, M.R., Pandya, G.L. & Venkaiah, K. (1997) Airborne aflatoxin in the grain processing industries in India. *Am. ind. Hyg. Assoc. J.*, 58, 583–586.
- [108] Szeitzné Sz. M., Hámos A., Cseh J., Ambrus Á., (2009) A fuzáriumtoxin szennyezettség I. *Magyar Mezőgazdaság* 64, 18-22.
- [109] Szeitzné Sz. M., Hámos A., Cseh J., Ambrus Á., (2009) A fuzáriumtoxin szennyezettség II. *Magyar Mezőgazdaság* 64, 33-42.
- [109] Mesterházy, Á., Tóth, B., Szieberth, D. (2019) Toxintermelő gombák okozta növénybetegségek búzában és kukoricában. In: Szieberth D. (Ed.) *Magyar Kukoricaklub, Kukorica Barométer, Különszám 2019.* 72 oldal
- [110] Mesterházy, Á., Bartók, T., Lamber, C. (2003) Influence of wheat cultivar, species of *Fusarium*, and isolate aggressiveness on the Efficacy of fungicide control of *Fusarium* head Blight. *Plant Disease*, 87. 1107-1115.
- [111] Mesterházy Á., Lemmens, M., Reid, M.L. (2012) Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. in maize – a review. *Plant Breeding* 131, 1–19.
- [112] Mesterházy, Á., Varga, M., György, A., Lehoczki-Krsjak, S, Tóth, B. (2018) The role of adapted and non-adapted resistance sources in breeding resistance of winter wheat to *Fusarium* head blight and deoxynivalenol contamination. *World Mycotoxin Journal* 11, 539-557.
- [113] Szabó, B., Tóth, B., Tóth-Toldiné, É., Varga, M., Kovács, N., Varga, J., Kocsube, S., Palagyi, A., Bagi, F., Budakov, D., Stojšin, V., Sanja Lazic, S., Bodroža-Solarov, M., 5, Radmilo Čolović, R., Bekavac, G., Purar, B., Djordje Jocković, D., Mesterházy, Á. A new concept to secure food safety standards against *Fusarium* Species and *Aspergillus Flavus* and their toxins in maize. *Toxins* 2018, 10, 372; doi:10.3390/toxins10090372
- [114] NÉBIH: Gabonaalapú élelmiszerek fuzárium toxin szennyezettségének csökkentési lehetőségei [https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21384/Fuzarium-korr\\_za-k\\_0803.pdf/a86117cd-5734-4559-b46b-c22ca5ac3f23](https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21384/Fuzarium-korr_za-k_0803.pdf/a86117cd-5734-4559-b46b-c22ca5ac3f23) Hozzáférés / Aquired 07.01.2020
- [115] Mesterházy, Á. (2020) A kukorica csőpenész gombák és toxinok elleni ellenállósága: miért és hogyan vizsgáljuk? *Agronapló 2020 JANUÁR MA toxinvizsgálatok (1).pdf*
- [116] Mesterházy, Á., Varga, M., Tóth, B., Kótai, C., Bartók, T., Véha, A., Ács, K. Vágvölgyi, C., Lehoczki-Krsjak, S. (2017) Reduction of deoxynivalenol (DON) contamination by improved fungicide use in wheat. Part 2. Farm scale tests with different nozzle types and updating the integrated approach. *Eur J Plant Pathol* DOI 10.1007/s10658-017-1347-x
- [117] Ambrus Á., Horváth Zs., Farkas Zs., Cseh J., Petrova S., Dimitrov P., Duleva V., Rangelova L., Chikova-Iscener E., Ovaskainen M-L., Pakkala H., Heinemeyer G., Lindtner O., Schweter A., Antonia Trichopoulou, Naska A., Sekula W., Guiomar S., Lopes C., Torres D., (2013) Pilot study in the view of a Pan-European dietary survey - adolescents, adults and elderly. Available online: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2013.EN-508/supinfo> Hozzáférés / Aquired 16.03.2014
- [118] EFSA. (2014) Guidance on the EU Menu methodology. *EFSA Journal* 2014;12(12):3944, 77 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3944

The average mycotoxin concentration values given in the Hungarian county maps of Figures 5, 6 and 7 were taken with the characters of the number plots (integer and decimal values) published in the source work with the kind permission of the data owner.

(The Editor)



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

Guzel Alkhamova<sup>1</sup>, Aleksandr Lukin<sup>1</sup>

Érkezett: 2019. december – Elfogadva: 2020. február

## „Vörös túró” etnikai funkcionális termék gyártási technológiájának kutatása és fejlesztése

**KULCSSZAVAK:** „vörös túró”, funkcionális termék, szteviozid, új technológia, érzékszervi jellemzők

### 1. ÖSSZEFOGLALÁS

A „vörös túró” gyártásának technológiája mély gyökerekkel rendelkezik a türk népek múltjában. Krémes karamell aromájával régóta csemegének számít. A türk népek a „vörös túró” teljes tej és egy erjesztőszer keverékének hosszú ideig tartó forralásával állították elő, hogy egy alvadékot kapjanak, amelyhez cukrot és vajot adtak. A kutatás célja egy új technológia kidolgozása a „vörös túró” etnikai funkcionális termék előállítására. Az új túrótermék kifejlesztéséhez sovány tejet, erjesztőszert és szteviozid típusú édesítőszert alkalmaztunk.

### 2. Bevezetés

A funkcionális fehérjetartalmú ételek legalkalmasabb alapanyagai a tejtermékek, különösen az alacsony zsírtartalmú túró és túrótermékek. A túróban található fehérje teljes aminosav-összetételű és könnyen emészthető [1].

Az alacsony zsírtartalmú tejtermékek termelési volumene és fogyasztása növekedő tendenciát mutat külföldön és hazánkban (Oroszországban - a szerk.) egyaránt. A vezető, külföldi tejipari vállalatok sajtot, sajtszerű és gélesztett termékeket állítanak elő sovány tejből, íróból és savóból, különféle élelmiszer-ízesítők felhasználásával. Ezek a termékek megfelelő érzékszervi jellemzőkkel és biológiailag értékes tejkomponensek (fehérjék, szénhidrátok, esszenciális aminosavak, makro- és mikroelemek) kedvező kombinációjával rendelkeznek. A biológiai-lag aktív anyagot tartalmazó összetétel teszi ezeket a termékeket a kiegyensúlyozott étrend előnyös kiegészítőivé a különféle korosztályú fogyasztók számára [2], [3].

Az édes fermentált tejtermékek előállítása során az emberek számára biztonságos természetes édesítőszereket kell alkalmazni. A szakirodalom áttanulmányozása után a szteviozidot választottuk természetes, alacsony kalóriatartalmú édesítőszerként, amelyet sztívia leveleiből (*Stevia rebaudiana Bertoni*, Compositae család) extrahálnak [4].

Az édesítőszer hőkezelést is magába foglaló felhasználásának mérlegelésekor fontos tényező azok hőállósága. A vizes szteviozid-oldat édessége nem változik, ha azt 2 órán át 95 °C-on tartjuk. 8 órás 95 °C-os hőntartás esetén az édes íz kissé csökken. Közismert tény, hogy a sztívia édesítőszer a gyakorlati felhasználás során nem bomlanak le [5].

A szteviozid savas és lúgos oldatokban egyaránt stabil. A 0,02% szteviozidot tartalmazó 3 feletti pH-jú savas oldat nem mutat jelentős bomlást 95 °C-on 1 óra alatt, de a 12%-os pH = 2 szteviozid-oldat ilyen körülmények között már lebomlik [6].

Fujita és Edahiro japán tudósok kutatási eredményei szerint a szteviozidok a pH 3–9 tartományban 100 °C-on 1 órán keresztül stabilak maradnak. Erősen lúgos oldatban a sztívia kivonat szteviolbiozidra és rebaudiozidra bomlik, így az édes íz intenzitása csökken [7].

A jelen munka célja egy alacsony zsírtartalmú és alacsony kalóriatartalmú etnikai termék technológiájának kifejlesztése olyan növényi eredetű funkcionális összetevők felhasználásával, amelyek megfelelnek az egészséges táplálkozás alapelveinek. Fehérjetartalmú ételekhez a legmegfelelőbb alapanyag a túró. A szteviozidok alkalmazása a „vörös túró” nevű új fermentált tejtermék receptjében csökkenti a késztermék kalóriatartalmát és bővíti a funkcionális tejtermékek kínálatát.

<sup>1</sup> Dél-uráli Állami Egyetem (nemzeti kutatóegyetem), Cseljabinszk, Oroszországi Föderáció



### 3. Anyagok és módszerek

#### 3.1. Anyagok

Kutatásunk során a következő nyersanyagokkal dolgoztunk:

- természetes tehéntejből szeparált sovány tej;
- alacsony zsírtartalmú túró;
- túrótermékek modellmintái, különböző arányú alkotóelemekkel;
- a kifejlesztett „vörös túró” túrótermék kész mintái (sztevioziddal, szacharózzal).

#### 3.2. Módszerek

A termék nedvesség- és szárazanyag-tartalmát a teszt-termék mintájának állandó hőmérsékleten történő szárításával határoztuk meg.

A titrálható savtartalmat a termékben található savak nátrium-hidroxid-oldattal történő semlegesítésével határoztuk meg fenolftalein indikátor jelenlétében.

A zsír tömeghányadát úgy határoztuk meg, hogy a zsírt a terméktől tömény kénsav és izoamil-alkohol segítségével elválasztottuk, majd centrifugáltuk, és a felszabadult zsír térfogatát a butirométer beosztott részében mértük.

A fehérje tömeghányadát az összes nitrogén tömeghányadának Kjeldahl-módszerrel történő mérésével, majd a fehérje tömeghányadának kiszámításával határoztuk meg.

A cukor tömeghányadát az aldehidcsoportot tartalmazó redukáló cukrok oxidációjával határoztuk meg, jó d felhasználásával lúgos közegben. A szacharóz tömeghányadát a bevitt és fel nem használt jó mennyisége közötti különbségből számoltuk ki, melyet nátrium-tioszulfáttal történő titrással határoztunk meg.

A nyersanyagot vizuálisan értékeltük olyan érzékszervi jellemzők szempontjából, mint a megjelenés, a szín és az állag. A kapott fermentált tejterméket érzékszervi tulajdonságok tekintetében 1-től 5-ig terjedő skálán értékeltük [8].

Minden mérést három ismétlésben végeztünk. A statisztikai elemzést a Microsoft Excel XP és a Statistica 8.0 szoftvercsomag segítségével végeztük. Az adatok statisztikai hibája nem haladta meg az 5%-ot (95%-os konfidenciaszinten).

#### 4. Eredmények és értékelésük

Az alacsony zsírtartalmú túró savas eljárással állítottuk elő.

A **pasztörözési mód** kiválasztása az alacsony zsírtartalmú túrók előállításánál általánosan elfogadott módszerek alapján történt. A következő hőkezelési módokat próbáltuk ki:  $(72 \pm 2)$ ,  $(78 \pm 2)$ ,  $(84 \pm 2)$  °C, 20-30 másodperces hőntartás.

A hőkezelési intenzitás növekedését az alvadék nedvességtartalmának és a termék tényleges hozamának növekedése kísérte. Ugyanakkor a késztermék állaga morzsalékos lett.

A pasztörözési hőmérsékletet végül  $(72 \pm 2)$  °C-ra állítottuk be, 20-30 másodperces hőntartással.

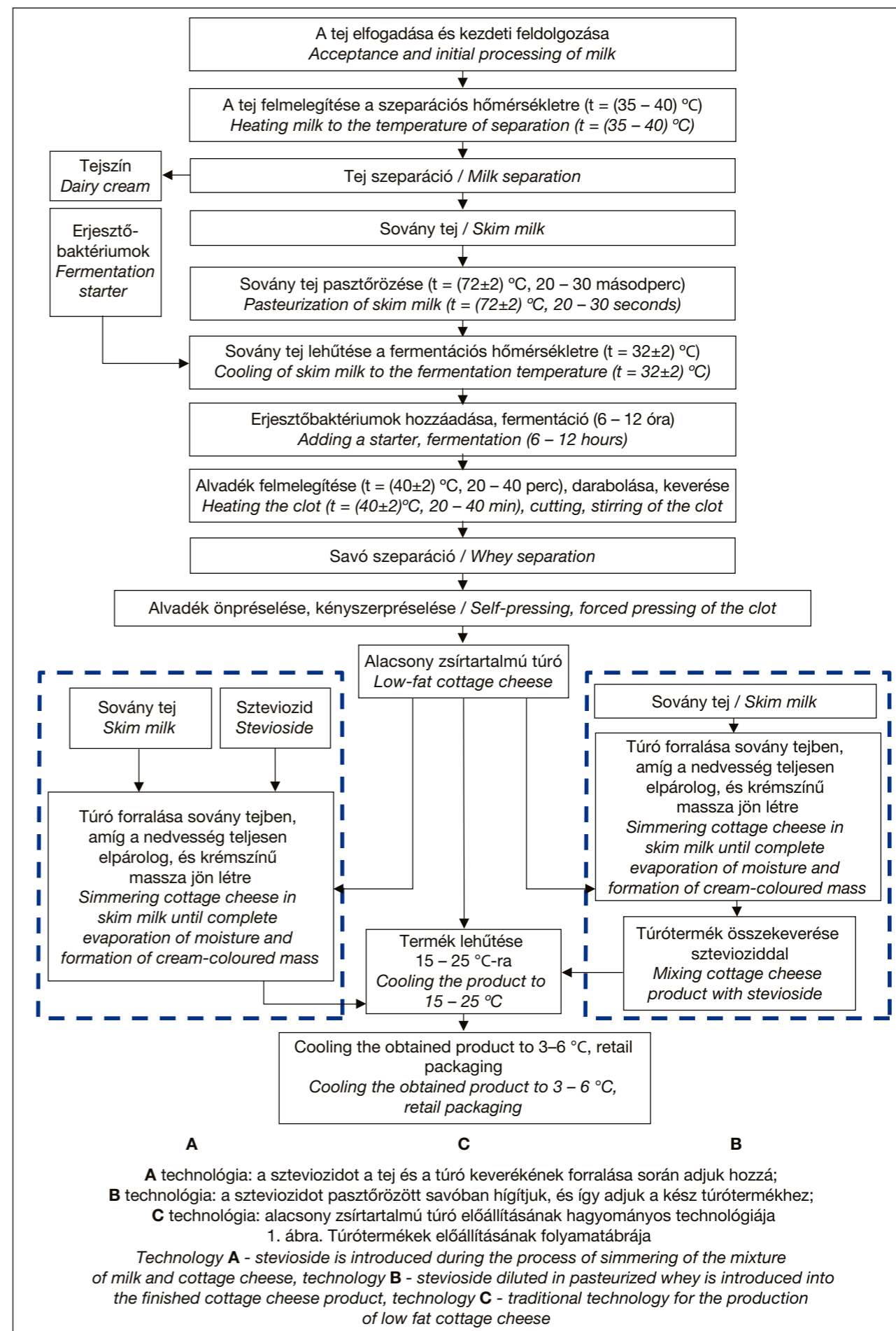
A **tejfermentáló szer típusát** és a fermentációs hőmérsékletet is kiválasztottuk. Tanulmányoztuk az alvadék feldolgozásának paramétereit és a túrótermék minőségére gyakorolt hatását, nevezetesen az aktív savasságot az alvadék darabolásakor, valamint az alvadék melegítésének sebességét és hőmérsékletét [9].

Kétféle direkt savanyító kultúrát választottunk a túrótermék előállításához: LAT CW LT Lactinát (*Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, *Str. thermophilus*) és F-DVS CC-06-ot (*Lactococcus lactis subsp. cremoris* and *Lactococcus lactis subsp.*). A  $(28 \pm 2)$ ,  $(32 \pm 2)$  és  $(36 \pm 2)$  °C hőmérsékleteket választottuk [10].

Az eredmények elemzése során a következőket állapítottuk meg:

- Az F-DVS CC-06 kultúra aktívabb volt a LAT CW LT Lactin-nal összehasonlítva. Az erjesztési folyamat során a savasság növekedését 0,64%-kal felgyorsította, de az alvadék érzékszervi tulajdonságai romlottak;
- Az erjesztési hőmérséklet  $(28 \pm 2)$ -ről  $(32 \pm 2)$  °C-ra növelése a savasság növekedésének 3,74%-os gyorsulásához vezetett, továbbá a rögök szinergikus tulajdonságainak 1,2-szeres növekedéséhez, és az alvadék nedvességtartalmának 7,6%-os csökkenéséhez;
- Az erjesztési hőmérséklet  $(32 \pm 2)$  °C fölé növelése az alvadék érzékszervi tulajdonságainak romlásához vezetett,  $(32 \pm 2)$  °C-nál alacsonyabb hőmérséklet esetén pedig a fermentációs folyamat 1,5 órával lelassult. Ennélfogva az ajánlott savanyító kultúra a LAT CW LT Lactina, az erjesztési hőmérséklet pedig  $(32 \pm 2)$  °C.

Tanulmányoztuk **az alvadék feldolgozási paramétereinek hatását a túrótermék minőségére**. A tej erjesztési folyamatának végén és az aktív savasság értékének meghatározásához az alvadék darabolásakor, a tesztmintákat a következő aktív savasság-értékekig erjesztettük:  $\text{pH } 4,86 \pm 0,2$ ;  $4,80 \pm 0,2$ ;  $4,74 \pm 0,2$ ;  $4,70 \pm 0,2$  és  $4,64 \pm 0,2$ . Az eredmények elemzése azt mutatta, hogy amikor a feldarabolt alvadék aktív savassága  $\text{pH } 4,86 \pm 0,2$  és  $4,80 \pm 0,2$  volt,



1. ábra. Túrótermékek előállításának folyamatábrája  
Figure 1. Flowchart Illustrating Production of Cottage Cheese Products

hevítés közben kevésbé sűrűsödött, íze és illata nem volt eléggé kifejezett. pH  $4,64 \pm 0,2$  aktív savasság esetén a termék állaga kifejezetten gumiszerű volt, íze pedig túl savanyú. Az alvadék optimális aktív savasság értékét daraboláskor a pH 4,70–4,74 tartományban állapítottuk meg.

A savó elválasztásának felgyorsítása érdekében az alvadékat késekkel vízszintesen és függőlegesen 20 mm élhosszúságú kockákra daraboltuk, majd 30-60 percre állni hagytuk. A feldarabolt alvadékat a szinerézis folyamatának felgyorsítása érdekében 15-20 percig 36–38 °C-re melegítettük.

Az elválasztott savót a fürdőből egy összekötő csövön keresztül leengedtük, és egy külön tartályba gyűjtöttük. A kapott alvadékat Mylar zsákokban hűtődobba helyeztük préselés és hűtés céljából.

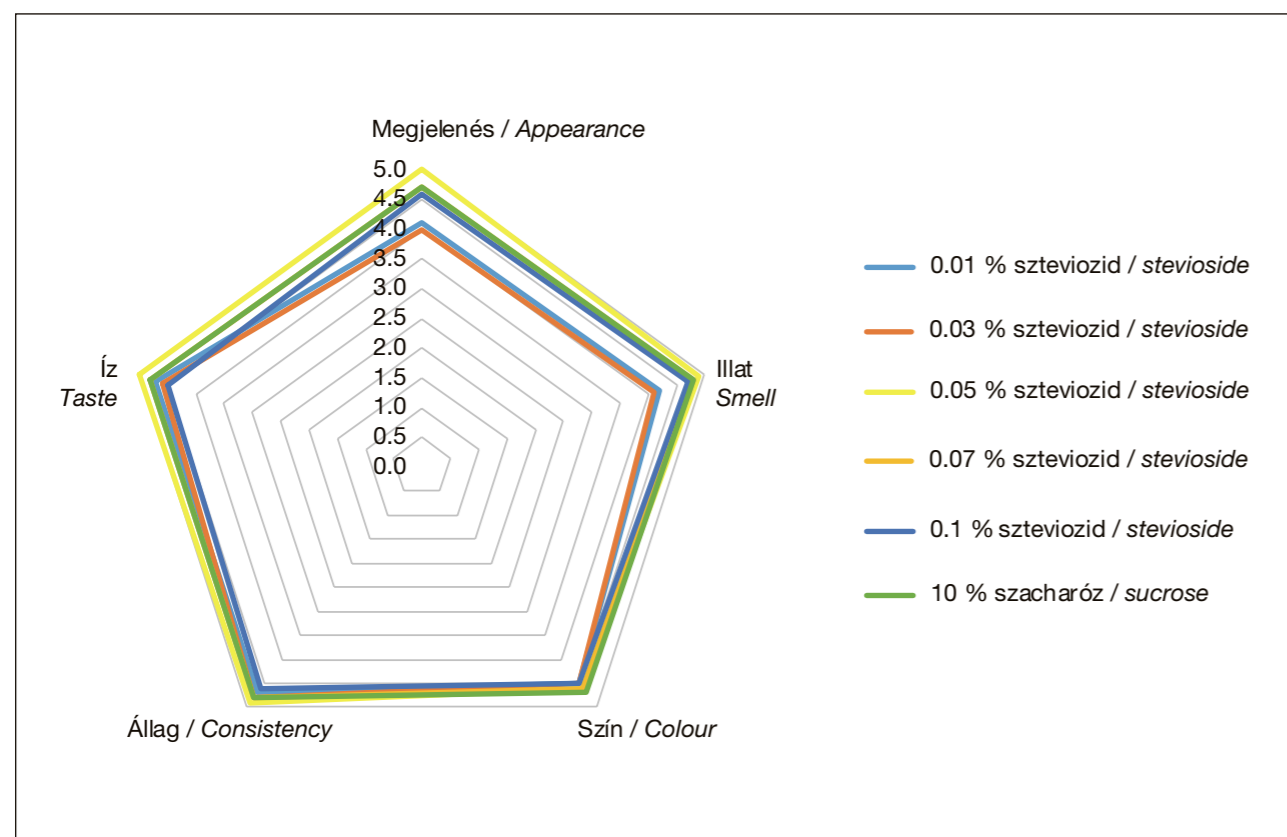
A kapott alacsony zsírtartalmú túró sovány tejben történő **hőkezelési módjait** is kipróbáltuk. A forralási hőmérséklethez közeli hőfokon végzett hőkezelés a „vörös túróra” jellemző termék krémszínét, karamellizét és a karamelizált tej szagát eredményezi. A hőkezelést 90, 95 és 99 °C-on végeztük. A túró 95 °C-os hőmérsékleten történő hőkezelése 50%-kal csökkentette a leégés valószínűségét a készülék falán, ugyanakkor a hőkezelés ideje 20–40%-kal 3,5–4 órára nőtt. A vörös túró érzékszervi minősége lényegében változatlan maradt.

Ha a forralást 90 °C-os vagy annál alacsonyabb hőmérsékleten végeztük, a forralás időtartama 6–8 órára nőtt. A késztermék kemény, szemcsés állagú lett, egyenetlen színű és magas nedvességtartalmú, ami az érzékszervi tulajdonságokat drámaian befolyásolja. A leégés valószínűsége ebben az esetben a minimumra csökkent.

A hőkezelés elsődleges hatása a termék nedvességtartalmának csökkentése a termék felületéről, ami lehetővé teszi a hőkezelés időtartamának 10–15%-kal és a forralási hőmérséklet 1–2 °C-kal való csökkentését.

Így a hőkezelés időtartamának csökkentése és a termék a hőcserélő felületeken történő leégésének az elkerülése érdekében a következő forralási módot javasoljuk:

- Az első 1-2 óra alatt a hőmérsékletet tartsuk 95 °C-on, a keverő forgási sebessége legyen 12-24  $\text{min}^{-1}$  és az elszívás legyen minimális a késztermék jellegzetes ízének, színének és állagának eléréséhez;
- A hátralévő idő alatt csökkentjük a hőmérsékletet 92 °C-ra, a keverő sebességét növeljük 36  $\text{min}^{-1}$ -re és az elszívás sebességét állítsuk maximálisra, hogy biztosítsuk a maradék nedvesség eltávolítását a termékből.



2. ábra. Sztevioziddal és szacharózzal készült túrótermék vizsgálati minták érzékszervi jellemzői  
Figure 2. Profilograms of Organoleptic Characteristics of Test Samples of Cottage Cheese Products with Stevioside and Sucrose

Az alvadék sovány tejben, 90–100 °C-os hőmérsékleten történő forralása során végbemegy a laktóz izomerizációja (laktulóz képződése), és kölcsönhatása a fehérjék aminos csoportjával (melanoidin képződési reakció, Maillard-reakció). Ennek a kölcsönhatásnak a végtermékei barna pigmentek (melanoidinek), amelyek a késztermék gazdag krémszínét adják [11]. Szintén végbemegy a sovány tej kazein- és savófehérjéinek teljes kicsapódása, miközben a fehérjék tömeghányada a késztermékben növekszik. Tehát a tejfehérjék magas hőmérsékleten történő koagulációja az alvadék forralása során növeli a termék hozamát és biológiai értékét, mivel a nyersanyag összes fehérjekomponense maximálisan hasznosul.

Az elvégzett kutatás alapján kifejlesztettük a „vörös túró” erjesztett tejtermék gyártási technológiáját sovány tej felhasználásával. A túrótermékek előállításának sovány tejből történő előállításának folyamatábráját az 1. ábra mutatja be.

A túrótermékek vizsgálati mintáinak előállításához a következő alapanyagokat használtuk: természetes tehéntejből szeparált sovány tej, amelynek savassága nem haladja meg a 19 °T-ot; közvetlen felhasználású száraz savanyító kultúrák – LAT CW LT Lactina (*Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, *Str. termophilus*), szacharóz, szteviozid.

Egy természetes édesítőszer, szteviozidot használtunk ahhoz, hogy a kifejlesztett túróterméket édesítsük és kalóriatartalmát csökkentjük. A szteviozidot 0,01; 0,03; 0,05; 0,07 és 0,1 tömegszázalék mennyiségben adtuk a „vörös túró” késztermékhez. Kontrollmintaként „vörös túró” szacharózzal (a késztermék 10 tömegszázaléka) alkalmaztunk.

A sztevioziddal és szacharózzal készült túrótermék vizsgálati mintáinak érzékszervi jellemzőit a 2. ábra mutatja be.

A vizsgált minták érzékszervi értékeléséhez 1-től 5-ig terjedő osztályozási skálát használtunk, a fő érzékszervi mutatókat szakértői értékelés útján határoztuk meg.

A 2. ábra diagramjai azt mutatják, hogy a 0,05% szteviozidot tartalmazó vizsgálati minta rendelkezett a legjobb érzékszervi tulajdonságokkal. Kevesebb mint 0,05% szteviozid hozzáadása nem biztosítja a termék kívánt ízét, míg a 0,05%-nál nagyobb koncentráció negatívan befolyásolja annak érzékszervi tulajdonságait, túlzott édességet okozva enyhén kesernyész ízhatással. A szteviozid édesítőszerként történő felhasználása javíthatja a túrótermék szinergetikus tulajdonságait.

Egy termék érzékszervi tulajdonságai sokkal nagyobb mértékben befolyásolják a fogyasztók választását, mint a kémiai összetétel és a tápérték, miközben végső soron megteremtik a keresletet [12].

A szteviozidot különböző koncentrációkban tartalmazó „vörös túró” termékek érzékszervi tulajdonságait az 1. táblázat tartalmazza. A termék megjelenését a 3. ábra mutatja.

A kapott adatok alapján kifejlesztettük a szteviozidot tartalmazó „vörös túró” termék receptjét (2. táblázat).

A 3. táblázat ismerteti a kapott túrótermék fizikai és kémiai jellemzőit.



3. ábra A termék megjelenése  
Figure 3. The appearance of the product

A „vörös túró” kifejlesztett mintái teljes mértékben megfelelnek az Orosz Föderáció tagjaira vonatkozó\* vámunió tej és tejtermékek biztonságára vonatkozó műszaki előírásának (TR CU 033/2013).

A szteviozidot tartalmazó „vörös túró” termék magas fehérjetartalma 22,9%, ami 4,9%-kal több, mint a hagyományos technológiával készült túrótermékeké. A szteviozidot tartalmazó „vörös túró” 100 grammjának energiatartalma 136 kcal (569 MJ – a szerk.), azaz 32 kcal-val (134 MJ – a szerk.) kevesebb, mint a szacharózt tartalmazó túróterméké.

#### 5. Következtetések

A „vörös túró” túrótermék előállításának új technológiáját elsőként fejlesztettük ki és teszteltük. Az új túrótermék előállításához sovány tejet és erjesztőszert használtunk, cukor helyett pedig szteviozidot alkalmaztunk. Ennek a népi hagyományokon alapuló terméknek a fent ismertetett gyártási technológiája lehetővé teszi egy alacsony zsír- és kalóriatartalmú túróféleség előállítását.

1. táblázat. Érzékszervi jellemzők  
Table 1. Organoleptic Characteristics

Jellemző Indicator	„vörös túró” minták különböző szteviozid koncentrációkkal “Red Cottage Cheese” Samples with Stevioside in Different Concentrations				
	0.01%	0.03%	0.05%	0.07%	0.1%
Szín / Colour	világosbarna / light brown			sötét krémszínű / dark cream	
Íz és illat Taste and Smell	nem édes / not sweet		édes / sweet	édes / sweet	nagyon édes very sweet
	savanyú tej, karamell / sour milk, caramel			savanyú tej kis keserű ízzel sour milk with a touch of bitterness	
Állag / Texture	morzsás / crumbly				

2. táblázat. A szteviozidot tartalmazó „vörös túró” termék receptje  
Table 2. Formula of “Red Cottage Cheese” Product with Stevioside

Összetevő / Ingredients	Tömeg, kg / Weight, kg
Alacsony zsírtartalmú túró / Low-fat cottage cheese	999.5
Szteviozid, kg / Stevioside, kg	0.5
Összesen / Total	1000
Sovány tej / Skim milk	2000
Hozam / Yield	1256±10

3. táblázat. A túrótermék fizikai és kémiai jellemzői  
Table 3. Physical and Chemical Indicators of Cottage Cheese Product

Jellemző Indicator	„vörös túró” / “Red Cottage Cheese”	
	Sztevioziddal / With stevioside	Szacharózzal / With sucrose
Titrálható savasság, °T / Titratable acidity, °T	170 ± 2.14*	185 ± 3.01*
Zsír tömeghányad, % / Mass fraction of fat, %	0.5 ± 0.002*	0.5 ± 0.002*
Fehérje tömeghányad, % / Mass fraction of protein, %	22.9 ± 0.05*	22.7 ± 0.03*
Nedvesség tömeghányad, % / Mass fraction of moisture, %	65.0 ± 0.07*	58.0 ± 0.08*
Összes cukor tömeghányad, % / Mass fraction of total sugar, %	10.5 ± 0.04*	19.5 ± 0.03*
MSNF tömeghányad, % / Mass fraction of MSNF, %	34.5 ± 0.09*	41.5 ± 0.08*
Energiatartalom, kcal / Energy value, kcal	136	168

Megjegyzés: A \* statisztikailag szignifikáns különbséget jelez a p < 0,05 szinten  
Note: \* denotes statistically significant difference at p < 0.05 level

Meghatároztuk a túrótermék előállításához legmegfelelőbb technológiai módszereket.

Elvégeztük a túrótermékek minőségi értékelését, valamint fizikai és kémiai vizsgálatát. A kapott alacsony kalóriatartalmú „vörös túró” termék morzsás szerkezetű, egyenetlen felületű, különálló tejfehérje-részecskékből áll. A termék savanyú tej és karamell ízű, karamellizált tej illatú. A kapott termék magas fehérjetartalma 22,9%, ami 4,9%-kal több, mint a hagyományos technológiával készült túrótermékeké. A szteviozidot tartalmazó „vörös túró” 100 grammjának energiatartalma 136 kcal (569 MJ – A Szerk.), azaz 32 kcal-val (134 MJ-lal – A Szerk.) kevesebb, mint a répacukorral készült terméké.

#### 6. Köszönetnyilvánítás

A munkát az Oroszországi Föderáció 211. sz. törvénye támogatta, szerződésszám: 02.A03.21.0011.

# VERDER

## A Verder Hungary Kft. a Verder Scientific üzletág cégei készülékeit és szolgáltatásait kínálja felhasználóinak

**CARBOLITE**  
**GERO** 30-3000°C



**Carbolite Gero cég termikus mintaelőkészítők:** szárítószekrények, kemencék, stb.  
További részletes információ elérhető a magyar honlapon:

[www.carbolite-gero.hu](http://www.carbolite-gero.hu)



**Retsch**

**Retsch cég mechanikai mintaelőkészítők:** aprítók, darálók, malmok, szitarázók, stb.  
További részletes információ elérhető a magyar honlapon:

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



**Microtrac MRB cég szemcseméret/alak analizátorai:**  
További részletes információ elérhető a magyar honlapon:

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

**Verder Hungary Kft.**

1117 Budapest, Budafoki út 187-189.

info@verder.hu / +36-1-920-07-28

<https://www.verderliquids.com/hu/hu/laboreszkoezok>

Guzel Alkhamova<sup>1</sup>, Aleksandr Lukin<sup>1</sup>

Received: December 2019 – Accepted: February 2020

# Research and Development of Production Technology for Ethnic Functional Product «Red Cottage Cheese»

**KEYWORDS:** “red cottage cheese”, functional product, stevioside, new technology, organoleptic characteristics

## 1. SUMMARY

The technology of “Red Cottage Cheese” production is deeply rooted in the past of the Turkic people. “Red Cottage Cheese”, with its creamy caramel flavor, has long been considered a delicacy. The Turkic people cooked “Red Cottage Cheese” by a long-term simmering of the mixture of whole milk and a fermentation agent in order to obtain a curd clot, and then adding sugar and butter.

The aim of the research is to develop a new technology for the production of the ethnic functional product “Red Cottage Cheese”. To develop this new cottage cheese product, we used skim milk, fermentation agent, and stevioside.

## 2. Introduction

The most suitable basis for functional protein foods are dairy products, in particular low-fat cottage cheese and cottage cheese products. The protein contained in cottage cheese possesses a complete amino acid composition and is easily digested [1].

Production volumes and consumption of low-fat dairy products tends to increase both abroad and in our country. Leading foreign companies produce cheeses, cheese-like and gelled products from skim milk, buttermilk and whey, using various food flavorings. These products possess satisfactory organoleptic characteristics and a good combination of biologically valuable milk components: proteins, carbohydrates, essential amino acids, macro- and microelements. Biologically active substances in the composition make these products a good supplement in a balanced diet for people of different age groups [2], [3].

Production of sweet fermented dairy products should involve the usage of natural sweeteners, which are safe for man. Having analysed the literature, we selected stevioside as a natural low-calorie sweetener, extracted from Stevia leaves (*Stevia rebaudiana Bertoni*, Compositae family) [4].

An important factor when considering using sweeteners in cooking involving heat treatment is their heat resistance. The sweetness of an aqueous stevioside solution doesn't change when heated to 95 °C for 2 hours. When heated to 95 °C for 8 hours, the sweetness slightly drops. It is a well-known fact that stevia sweeteners do not decompose in practical use [5].

Stevioside is stable in acidic and alkaline solutions. An acidic solution containing 0.02% stevioside in a pH > 3 at 95 °C for 1 hour does not show a significant deterioration, and a 12% stevioside solution at pH = 2 decomposes under these conditions [6].

According to the results of studies by Japanese scientists Fujita and Edahiro (1979), stevioside is stable in the pH range of 3–9 at 100 °C for 1 hour. In a strongly alkaline solution, stevia extract decomposes into steviolbioside and Rebaudioside, thus, the sweetness intensity decreases [7].

The aim of this work is to develop the technology of a low-fat and low-calorie ethnic product using functional ingredients of plant origin that meet the principles of good nutrition. Cottage cheese is the most suitable basis for protein foods. The use of stevioside in the formula of the new fermented dairy product „Red Cottage Cheese” will reduce the calorie content

of the finished product and expand the functional dairy products range.

## 3. Materials and methods

### 3.1. Materials

The following served as the object of the research:

- skim milk separated from natural cow's milk;
- low-fat cottage cheese;
- model samples of cottage cheese products with different proportions of components;
- ready samples of the developed cottage cheese product “Red Cottage Cheese” (with stevioside, with sucrose).

### 3.2. Methods

The mass fraction of moisture and dry matter in the product was determined by drying a sample of the test product at a constant temperature.

Titrate acidity was determined by neutralizing acids contained in the product with sodium hydroxide solution in the presence of a phenolphthalein indicator.

The mass fraction of fat was determined by isolating fat from the product under the action of concentrated sulfuric acid and isoamyl alcohol, followed by centrifugation and measuring the volume of the released fat in the graduated part of the butyrometer.

The mass fraction of protein was determined by measuring the mass fraction of total nitrogen using the Kjeldahl method subsequently determining the mass fraction of protein.

The mass fraction of sugar was determined by oxidation of reductive sugars containing an aldehyde group, using iodine in an alkaline medium. The mass fraction of sucrose was determined by the difference between the amount of taken and unspent iodine, determined by titration with sodium thiosulfate.

The raw material was evaluated visually for such organoleptic characteristics as appearance, color, and consistency. The obtained fermented dairy products were evaluated for organoleptics using a 1 to 5 scale [8].

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

## 4. Results and discussions

Low-fat cottage cheese was produced through an acidic process.

The choice of **pasteurization modes** was based on the modes generally accepted in the production of low-fat cottage cheese. We considered the following modes: (72±2), (78±2), (84±2) °C, 20-30 seconds holding time.

An increase in the heat treatment intensity was accompanied by an increase in the mass fraction of moisture in the curd clot, as well as the actual yield of the product. But at the same time the consistency of the finished product became crumbly.

The pasteurization mode of (72±2) °C with holding time of 20-30 seconds was set.

We also made choice of **the type of milk fermentation agent** and fermentation temperature. We studied the parameters of the clot processing and the effect on the quality of the cottage cheese product, namely active acidity when cutting the clot, speed and temperature of the clot heating [9].

Direct starter cultures of two types were selected to produce the cottage cheese product: LAT CW LT Lactina (*Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, *Str. thermophilus*) and F-DVS CC-06 (*Lactococcus lactis subsp. cremoris* and *Lactococcus lactis subsp.*). The temperatures of (28±2), (32±2), (36±2) °C were chosen [10].

The analysis of the results revealed the following:

- F-DVS CC-06 was more active in comparison with LAT CW LT Lactina, it accelerated the increase in acidity in the process of fermentation by 0.64%, but the organoleptic characteristics of the curd clot deteriorated;
- increasing the fermentation temperature from (28±2) to (32±2) °C led to an acceleration of the increase in acidity by 3.74%, an increase in the synergistic properties of clots by 1.2 times, a decrease in the mass fraction of moisture in the curd clot by 7.6%.
- increasing the fermentation temperature higher than (32±2) °C led to the deterioration of the organoleptic characteristics of the curd clot, and at the temperature lower than (32±2) °C the fermentation process slowed down by 1.5 hours. Thus, the recommended starter culture is LAT CW LT Lactina, fermentation temperature – (32±2) °C.

We studied **the effect of the clot processing parameters on the quality of the cottage cheese product**. To state the end of the milk fermentation process and the value of active acidity when cut-

<sup>1</sup> South Ural State University (national research university), Chelyabinsk, Russian Federation

ting a clot, test samples were fermented to the following active acidity values:  $4.86 \pm 0.2$ ;  $4.80 \pm 0.2$ ;  $4.74 \pm 0.2$ ;  $4.70 \pm 0.2$ ;  $4.64 \pm 0.2$  pH units. The analysis of the results showed that when the cut clot had an active acidity of  $4.86 \pm 0.2$  and  $4.80 \pm 0.2$  pH units, it thickened poorly during heating, the taste and smell were not pronounced enough. At the active acidity of  $4.64 \pm 0.2$  pH units, the product acquired a pronounced rubbery texture and an overly sour taste. The optimum active acidity value of the clot during cutting was established to be 4.70-4.74 pH units.

To accelerate separation of whey, the clot was cut horizontally and vertically with knives into cubes with an edge size of 20 mm and then left for 30-60 minutes. The cut clot was heated to 36-38 °C during 15-20 minutes to accelerate the syneresis process.

The separated whey was drained from the bath through the connecting tube and collected in a separate container. The obtained clot in Mylar bags was put into a cooler drum for pressing and cooling.

The **modes of simmering** of the obtained low-fat cottage cheese in skim milk were also studied. Simmering gives the product a cream color, caramel taste and smell of baked milk, characteristic of "Red Cottage Cheese". Simmering was carried out at 90 °C, 95 °C, 99 °C. Simmering of cottage cheese at a temperature of 95 °C reduces the likelihood of burn-ins on the apparatus walls by 50%, while the time of heat treatment increases by 20-40% to 3.5-4.0 hours. The quality of red cottage cheese remains almost at the same level.

When simmering is carried out at the temperature of 90 °C and below, the duration of simmering increases to 6-8 hours. The finished product has a stiff, granular consistency, uneven color and high moisture content, which dramatically affects its sensorial characteristics. The likelihood of burn-ins in this case is reduced to minimum.

An important factor in simmering is removal of the moisture from the product surface, which allows to reduce the time of heat treatment to 10-15% and lower the boiling temperature by 1-2 °C.

Thus, in order to reduce the time of heat treatment and avoid burning the product to heat-exchange surfaces, we recommend the following mode of simmering:

- Maintain the temperature of 95 °C during first 1-2 hours, the mixer rotation frequency of  $12-24 \text{ min}^{-1}$  and a minimum exhaust hood capacity to obtain a characteristic taste, color and texture of the finished product;
- In the remaining time reduce the temperature to 92 °C, increase the mixer frequency to  $36 \text{ min}^{-1}$  and the capacity of the exhaust hood to the full, to ensure the removal of the remaining excess moisture from the product.

During simmering of the curd clot in skim milk at the temperature of 90-100 °C, there occurs isomerization of lactose (formation of lactulose) and its interaction with amino groups of proteins (melanoidin formation reaction, Maillard reaction). The final product of this interaction is brown pigments – melanoidins, which give the finished product a rich cream color [11]. There also takes place a complete precipitation of casein and whey proteins of skim milk, while the mass fraction of proteins in the finished product increases. Thus, the high-temperature coagulation of milk proteins during simmering of a curd clot increases the yield of the product and its biological value due to the maximum use of all protein components of the raw material.

Based on the conducted research, we developed the production technology of the fermented dairy product "Red Cottage Cheese" with the use of skim milk. A flowchart illustrating the production of cottage cheese products from skim milk is given in **Figure 1**.

The following raw materials were used to obtain test samples of cottage cheese products: skim milk separated from natural cow's milk, with acidity not higher than 19 °T; dry starter cultures of direct application – LAT CW LT Lactina (*Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, *Str. termophilus*), sucrose, stevioside.

A natural sweetener, stevioside, was used to give a sweet taste to the developed cottage cheese product and reduce its calorie content. Stevioside was introduced into the "Red Cottage Cheese" base in the amount of 0.01; 0.03; 0.05; 0.07; 0.1% by weight of the finished product. "Red Cottage Cheese" with sucrose (10% by weight of the finished product) was used as a control sample.

Profilograms of organoleptic characteristics of test samples of cottage cheese products with stevioside and sucrose are given in **Figure 2**.

For the organoleptic evaluation of the samples under study a 1 to 5 rating scale was used, main organoleptic indicators had been determined through an expert evaluation.

The diagrams given above show that the test sample with 0.05% stevioside has the best organoleptic characteristics. The introduction of less than 0.05% stevioside does not give the product the desired taste, while the concentration greater than 0.05% negatively affects its organoleptic characteristics, giving the product an excessive sweetness with a touch of bitterness. The use of stevioside as a sweetener can improve the synergistic characteristics of the cottage cheese product.

The organoleptics of a product affect consumers' choice to a much greater extent than chemical composition and nutritional value, and ultimately create the demand for it [12].

The organoleptic characteristics of "Red Cottage Cheese" samples with stevioside in different concentrations are given in **Table 1**. The appearance of the product is shown in **Figure 3**.

Considering the obtained data, we developed the formula of "Red Cottage Cheese" product with stevioside (**Table 2**).

**Table 3** describes the physical and chemical indicators of the obtained cottage cheese product.

The developed samples of "Red Cottage Cheese" fully comply with the regulatory requirements of Technical Regulations of the Customs Union "On the safety of milk and dairy products" (TR CU 033/2013).

The "Red Cottage Cheese" product with stevioside has a high protein content of 22.9%, which is by 4.9% more compared to the cottage cheese product of the traditional technology. The energy value of 100 g of the "Red Cottage Cheese" with stevioside is 136 kcal (569 MJ – *The Editor*), i.e. 32 kcal (134 MJ – *The Editor*) less compared to the cottage cheese product with sucrose.

## 5. Conclusions

We were first to develop and test the new technology for production of the cottage cheese product "Red Cottage Cheese". To obtain the new cottage cheese product, we used skim milk, fermentation agent, and introduced stevioside instead of sugar. The described production technology of this ethnic product allows to obtain cottage cheese of low fat and calorie content.

We established the most suitable technological modes for the production of the cottage cheese product.

The cottage cheese products were subject to quality evaluation and physical and chemical study. The obtained low-calorie "Red Cottage Cheese" product is crumbly, with an uneven surface and distinct particles of milk protein. The product has a sour-milk, caramel taste and smell of baked milk. The obtained product has a high protein content of 22.9%, which is 4.9% more compared to the cottage cheese product of the traditional technology. The energy value of 100 g of cottage cheese product "Red Cottage Cheese" with stevioside is 136 kcal (569 MJ – *The Editor*).

## 6. Acknowledgement

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

## 7. References

- [1] Petrov, A.N., Grigorov, U.G., Kozlovskaja, S.G., Ganina, V.I. (2001): Gerodietičeskie produkty funkcional'nogo pitaniâ [Products for elderly people functional nutrition]. Moscow: Kolos Press [in Russian].
- [2] Tihomirova, N.A. (2001): Tehnologiiâ produktov lečebnoprofilaktičeskogo pitaniâ. Učebnoe posobie [Technology of therapeutic and prophylactic nutrition. Study guide]. Moscow: MSUFB [in Russian].
- [3] Tutelian, V.A., Kniazev, V.A. (2000): Realizaciâ koncepcii gosudarstvennoj politiki zdorovogo pitaniâ naseleniâ Rossii: naučnoe obespečeni [Implementation of the concept of state politics of healthy nutrition of the population of Russia: scientific support]. *Issues Nutrition*, 69(3), 4-7 [in Russian].
- [4] Leonova, S., Chernenkova, A., Nikiforova, T. (2016): Optimization of the dosage of stevioside in the compounding of dry biscuits. *Technology and merchandising of the innovative foodstuff*, 6(41), 58-63.
- [5] Ashwell, M. (2015): Stevia, nature's zero-calorie sustainable sweetener: A new player in the fight against obesity. *Nutr. Today*, 50, 129-34.
- [6] Weststrate, J.A., Van Poppel, G., Vershuren, P.M. (2002): Functional Foods, trends and future. *British J. Nutrition*, 88, 233-235.
- [7] Mizutani, K., Tanaka, O. (2001): Use of Stevia rebaudiana sweeteners in Japan. The Genus Stevia. – CRC Press.
- [8] Skurikhin, I.M., Tutelian, V.A. (1998): Guide to methods for analyzing food quality and safety, Medicine, 342 pp.
- [9] Bylund, G. (1995): *Dairy Processing Handbook*. Tetra Pak Processing Systems AB S-221 86 Lund, Sweden. p. 436.
- [10] Kozlov, S.G. (2004): Proektirovanie strukturirovannyh produktov složnogo syr'evogo sostava [Design of structured products complicated raw composition]. *Food Ind.*, 8, 74-75 [in Russian].
- [11] Surmacka Szczesniak, A. (2002): Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13, 215-225.
- [12] Tratnik, L., Mioković, G., Banović, M. (1995): Sensory properties and acceptability of cottage cheese. *Mljekarstvo*, 45, 223-32.

Zurbó Zsófia<sup>1</sup>, Csapó János<sup>1,2</sup>

Érkezett: 2019. december – Elfogadva: 2020. március

## Prebiotikumok előállítása a laktóz-almasav és a laktóz-citromsav reakciójával

**KULCSSZAVAK:** laktóz, almasav, citromsav, prebiotikum, cukor-meghatározás, enzimes bontás

### 1. ÖSSZEFOGLALÁS

A prebiotikumok olyan emészthetetlen élelmiszer komponensek, amelyek a vastagbélbe jutva a bifidobaktériumok és a laktobacillusok számára tápanyagul szolgálnak. A diétás rostok és az oligoszacharidok tipikus prebiotikumok, ezért kísérleteink során prebiotikumokat állítottunk elő a laktóz, az almasav, valamint a citromsav megfelelő koncentrációban és megfelelő ideig, optimális hőmérsékleten végzett reakciójával. Meghatároztuk a reakció ideális paramétereit, mértük a kiindulási anyagok fogyását és a végtermék koncentrációjának növekedését, sósavas hidrolízist követően elemeztük a hidrolizált prebiotikum összescukor-tartalmát. In vitro kísérletekkel bizonyítottuk, hogy az általunk előállított végtermék ellenáll a szénhidrátbontó enzimeknek (ez egy prebiotikum esetében alapkövetelmény), hogy végül a vastagbélbe jutva tápanyagul szolgáljon az ott élő probiotikus baktériumok számára.

### 2. Bevezetés

A probiotikumok nemzetközi nevezéktana (probiotikum, prebiotikum és szinbiotikum) a 20. század utolsó két évtizedében alakult ki, miközben a készítmények összetevőik tekintetében is egységessé váltak.

*Probiotikumoknak* nevezzük mindazokat a bélbaktériumokat, amelyek jótékony hatással vannak a gazdaszervezet egészségi állapotára. Azokat a természetes tápanyagokat, amelyek jellemzően a probiotikumok kizárólagos tápanyagai – ennél fogva elősegítik azok elszaporodását, túlsúlyba kerülését – *Prebiotikumoknak* nevezzük.

A *szinbiotikum* kifejezés a pro- és prebiotikumok együttesét jelenti. A szinbiotikus élelmiszerekben az előbb említett két előnyös tényező hatása összeadódik, hatásuk szinergistává válik. Ebből eredően például szinbiotikusak azok a tejtermékek, amelyek készítéséhez nemcsak probiotikumokat, hanem egy vagy több prebiotikumot is felhasználtak.

A prebiotikumok (korábbi nevükön bifidus-, vagy bifidogén-faktorok) 2-9 egyszerű cukorból (monosza-

charidból) felépülő oligoszacharidok. A gyomorban és a vékonybélben nem metabolizálódnak, így vízben oldódó diétás rostokként emésztetlenül jutnak el a vastagbélbe. A diétásrost-funkció mellett igazi értékük abban rejlik, hogy a probiotikumok kizárólagos táplálékait képezik. Mivel a vastagbélben már kevés az emészthető táplálékmaradvány, ott a mikroflóra számára relatív táplálékhiány áll fenn. Az elfogyasztott prebiotikum azonban elősegíti a humánbarát probiotikumok elszaporodását [1].

A prebiotikumok természetes állapotukban számos élelmiszerben előfordulnak. Gazdag forrásai például a csicsóka- és a cikóriagyökér, de megtalálhatók a vöröshagymában, a fokhagymában, a póréhagymában, az articsókában, a zabpehelyben, a búzában, a banánban, a tejben és az érett sajtokban is. A probiotikus hatású készítmények gyártásánál jellemzően az ipari technológiával előállított tiszta készítményeket használják fel, amelyeket 40-95% hatóanyag-koncentrációjú folyékony sűrítmenyek vagy porok formájában hoznak forgalomba. A természetes ipari koncentrátumok – aszerint, hogy milyen típusú monoszacharidokból épülnek fel – lehetnek például galakto-, frukto-, malto- vagy xylo-oligoszacharidok.

A kép illusztráció / Picture is for illustration only

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszer-tudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszerteknológiai Intézet

<sup>2</sup> Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Campus

1995-ben több mint 80 ezer tonna prebiotikumot állítottak elő világszerte, de a termelés ma már 200 ezer tonna körül van. A világtermelés növekedése azt jelzi, hogy a probiotikus élelmiszerek iránti érdeklődés folyamatosan növekszik. A termelt mennyiség mintegy 40%-a galakto-oligoszacharid (például laktulóz), amelynek alapanyaga a tejcukor [2, 3, 4].

A prebiotikumok tehát nem emészthető poliszacharidok és oligoszacharidok. Eljutva a vastagbélbe gátolják a *Salmonella* és az *Escherichia coli* szaporodását, ugyanakkor elősegítik a bifido- és a tejsavbaktériumok szaporodását. A „prebiotikus” elnevezés 1995-ből származik [5]. Egy tápanyag prebiotikus hatásának több feltétele van [6], amelyek közül a legfontosabbak:

- Ellenállási képesség a gyomorsavnak és a pepszin emésztő hatásának;
- Tápanyagszolgáltatási képesség a bélrendszer hasznos mikroflórája részére, amelyek anyagcsere-termékei hozzájárulnak a probiotikumot fogyasztó ember egészségi állapotának, közérzetének javításához.

Ezeknek a kritériumoknak számos élelmiszer komponens megfelel, úgy mint az inulin, a fruktooligoszacharidok (FOS), a galaktooligoszacharidok (GOS), a laktulóz és a ploidextróz. Az izomaltol oligoszacharidokat (IMO), a xylooligoszacharidokat (XOS) és a laktitolt a potenciólis prebiotikum csoportba sorolták [7].

A prebiotikumok sokféle élelmiszerben előfordulnak. A cikória gyökere például inulin eredetű fruktooligoszacharidokat, a búzakarpa pedig arabinoxilooligoszacharidokat (AOXS) és xilooligoszacharidokat (XOS) tartalmaz. Ezeket az anyagokat a probiotikus hatású készítmények gyártásánál széles körben alkalmazzák [8, 9, 10].

A mannitol, a maltodextrin, a raffinóz, a laktulóz és a szorbitol ugyancsak egészségvédő hatással rendelkező prebiotikumok [11, 12, 13]. A rezisztens keményítőben gazdag magokat is prebiotikumoknak tartják; ezek nem emészthetők meg, ezért nem szívódnak fel a vékonybélben, ám a vastagbélbe jutva annak mikroflórája a fermentáció során hasznosítani tudja azokat, miközben rövid szénláncú zsírsavak (SCFA [*Small Chain Fatty Acid*], például propionsav, vajsav, valeriansav, kapronsav) keletkeznek. Ezek a zsírsavak a vastagbélben a pH csökkentése révén visszaszorítják a rothasztó, mérgeanyagokat termelő baktériumok szaporodását [14].

A rozs  $\beta$ -glükánjához hasonló fermentálható diétás rostok, valamint a lenmag és a görögcséna gumi-szerű poliszacharidjai ugyancsak prebiotikumnak tekinthetők, és szintén a rövid szénláncú zsírsavak előállításának alapanyagai, ezért egészségvédő hatással rendelkeznek. Prebiotikumoknak tekinthetők az élesztősejtek sejtfalában nagyobb mennyiségben található mannátok is [15].

Napjainkban az alultápláltság, a dohányzás és az alkoholisztikus hatására jelentős a megbetegedések és a halálozások száma. Korunkra jellemző betegségek a krónikus elhízás, a gyomor- és bélrendszeri panaszok, a cukorbetegség, a szív és érrendszeri megbetegedések, a rák és a degeneratív elváltozások, amelyek száma az utóbbi időben jelentősen nőtt. Ezeknek a betegségeknek a megelőzésére vagy tüneteik mérséklésére az élelmiszerfogyasztók egyre nagyobb számban fordulnak az egészségvédő, prebiotikumokat is tartalmazó élelmiszerek felé, amelyekről életminőségük jelentős javulását várják.

A fogyasztók jelentős hányada a szénhidrátszegény, magas rost- és fehérjetartalmú élelmiszereket keresi, amellyel párhuzamosan megnőtt az érdeklődés a prebiotikus élelmiszerek iránt is. Jó példának számítanak minderre a feketeribizli levélkivonat-port, laktoferrint és luteint tartalmazó élelmiszertípusok, amelyeket világszerte nagy mennyiségben állítanak elő. Ezek a készítmények szignifikánsan növelik a bifidobaktériumok és a laktobacillusok mennyiségét, és jelentősen visszaszorítják a bakteroideszek és a klosztridiumok számát a vastagbélben. Ezen túlmenően csökkentik a  $\beta$ -glükuronidáz, és növelik a  $\beta$ -galaktozidáz enzimek aktivitását a vékonybélben, ilyen módon elősegítve például a laktóz emésztését a laktázhiányos egyéneknél [16].

A búzacsíra-kiegészítés hatására 20 nap után szignifikánsan csökkent a vastagbél tartalmának pH-ja, a clostridium-populáció száma, és szignifikánsan nőtt a laktobacillus-ok és a bifidobaktériumok mennyisége, miközben az ilyen típusú készítményt fogyasztók életminősége jelentősen javult [17]. Az arabgumiról (gumiarábikum) megállapították, hogy a szisztolés vérnyomásban és a diabéteszes veseelégtelenségben szenvedők esetében csökkentette a betegségekkel kapcsolatba hozható panaszokat [18]. Megállapították, hogy 8-12 héten keresztül napi 25 g gumiarábikum készítmény elfogyasztása jó hatással volt a cukorbeteg állapotára, és jelentősen csökkentette a szisztolés vérnyomást [19].

Munkacsoportunk korábban [2, 3, 4] elvégezte a tejsavbaktériumok által termelt exopoliszacharidok és oligoszacharidok szerkezeti és mennyiségi analízisét. Jelen dolgozatunkban azon kísérleteink eredményeiről számolunk be, amelyek során a laktóz, valamint az almasav és a citromsav reakciójának segítségével prebiotikumokat állítottunk elő. Munkánk során alapnak tekintettük a [20] valamint [21] forrásokban megtalálható szabadalmi leírást, amelyben a szénhidrátok és a dikarbonsavak közti észterkötések létrehozásával felületaktív anyagokat kívántak előállítani, illetve ezen reakciók mechanizmusát tanulmányozták. A szerzők a módszert sikerrel próbálták ki cukoralkoholok, cukrok, oligoszacharidok és polisacharidok esetében is [20, 21].

### 3. Célkitűzés

A szakirodalom eredményeire, valamint saját korábbi kutatásainkra támaszkodva olyan prebiotikumok előállítását tűztük ki célul, amelynek során a laktóz és az almasav, valamint a laktóz és a citromsav között hoztunk létre olyan kötések, amelyek az ember gyomrában és bélrendszerének elülső szakaszában ellenállnak a savas közegnek és a szénhidrátbontó enzimek támadásának, eljutnak a vastagbélbe, ahol azután táplálékul szolgálnak az ott megtelepedett probiotikus mikroorganizmusoknak. Célunk volt meghatározni a reakció optimális paramétereit, a hőmérsékletet, az időt és a reagáló anyagok koncentrációját, mérni a kiindulási anyagok fogyását és a végtermék koncentrációjának növekedését, sósavas hidrolízist követően elemezni a hidrolizált prebiotikum összecukor-tartalmát. In vitro kísérletekkel bebizonyítottuk, hogy az általunk előállított végtermék ellenáll a szénhidrátbontó enzimeknek, amely alapkövetelmény egy prebiotikum esetében.

### 4. Anyag és módszer

#### 4.1. Felhasznált anyagok, alkalmazott analitikai módszerek

Kísérleteinket gyógyszerkönyvi minőségű laktózzal, citromsavval és almasavval végeztük. Az általunk felhasznált almasav 99,5%-os tisztaságú volt, amely kevesebb, mint 1% fumársavat, és kevesebb, mint 0,05% malonsavat tartalmazott. Az E296 E-számú almasav minőségi bizonyítványa a <http://bbbb.hu/spec/almasav.jpg> linkről letölthető. Az általunk felhasznált anyag megfelel az USA, az EU és a Magyar Gyógyszerkönyv minőségi követelményének, valamint az EU és a Magyar Élelmiszerkönyv 1-2-89/107 sz. előírásainak.

A kísérleteinkhez használt citromsav ugyancsak étkezési, sőt gyógyszerkönyvi minőségű citromsav-monohidrát (E330) volt, amelynek minőségi bizonyítványa a <http://www.bbbb.hu/spec/Citrom.jpg>, biztonságtechnikai adatlapja pedig a <http://www.bbbb.hu/spec/citrombirt.jpg> linkről tölthető le. CAS száma 5949-29-1, EU száma 201-069-1. A minőségi bizonyítvány szerint citromsav-monohidrát tartalma közel 100%, víztartalma maximum 8,8%, oxálsav tartalma pedig kevesebb, mint 100 mg/kg. Minden paraméterében megfelel az EU és a Magyar Élelmiszerkönyv előírásainak.

A kísérletekhez használt laktóz 99,7%-os tisztaságú, étkezési minőségű, finomra porított, szarvasmarha tejből elkülönített, porlasztva szárítással előállított D(+)-laktóz 1-hidrát volt. Minősége megfelelt a Ph.Eur 8.0 minőségi előírásnak.

#### 4.2. Alkalmazott analitikai módszerek

A laktóz és az almasav, valamint a citromsav reakciójának nyomon követésére a laktóztartalom mérését választottuk. A probiotikumok képződési reakcióját a

laktóz mennyiségének csökkenéséből tudtuk követni. A tejcukor a redukáló diszacharidok csoportjába tartozik, ezért jelenlétében működik a Fehling-reakció. Ha azonban a laktóz szabad glikozidos hidroxil csoportja kötésbe kerül, akkor a cukormolekula a továbbiakban nem adja a redukáló cukrokra jellemző reakciót. A reakció során a cukor aldehidcsoportjának hatására a  $\text{Cu}^{2+}$ -ionokból  $\text{Cu}^+$ -ionok keletkeznek. A  $\text{Cu}^+$ -ionok mennyiségét meghatározva a cukor mennyisége analitikai pontossággal meghatározható. A vizsgálati eljárás során 2 g mintát mértünk be egy 100 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba, hozzáadtunk 50 cm<sup>3</sup> vizet, és egy órán át rázógéppel ráztattuk. A cukor meghatározását zavaró anyagok eltávolítására 20-20 cm<sup>3</sup> Carrez I- és II-oldatot adtunk az oldathoz. A mérőlombikot ezt követően 80%-os etanollal jelre töltöttük, összeráztuk, tartalmát szűrőpapíron leszűrtük. A szűrletből kivettünk 20 cm<sup>3</sup>-t, amelyből az etanol fő tömegét elpárologtattuk, a bepárlási maradékot pedig kb. 50 °C hőmérsékletű desztillált vízzel egy 20 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba átmostuk, majd lehűlés után jelre töltöttük. Ezt az oldatot használtuk a későbbiekben a redukáló cukortartalom meghatározásához.

Az így előkészített oldatból 5 cm<sup>3</sup>-t vettünk ki egy 100 cm<sup>3</sup>-es Erlenmeyer-lombikba, hozzáadtunk 5 cm<sup>3</sup> Luff-Schoorl-reagenst, pár darab horzsakövet, majd szabad láng felett rázogattuk 2 percen belül forrásba hoztuk, 10 percig forraltuk, azt követően pedig azonnal lehűtöttük. A kivált réz(II)-oxidot jodometriásan, 0,1 mol/l koncentrációjú nátrium-tioszulfát oldattal megtitráltuk. A tejcukor mennyiségét a titrálószert fogásából számítottuk ki.

#### 4.3. Az almasav, a citromsav és a laktóz közötti reakciók tervezése

A gyógyszerári minőségű laktózhoz első lépésben 20% citromsavat, második lépésben 20% almasavat kevertünk. Áttanulmányozva a rendelkezésre álló szakirodalmat és szabadalmakat megállapítottuk, hogy a legtöbb reakciót 130-180 °C között végezték. Kísérleteinkhez ezért 170 °C reakció-hőmérsékletet választottunk. A mintákat dörzsmozsárban összekevertük, biztosítva a minták megfelelő homogenitását. Ezt követően kb. 10-10 gramm mintát különböző üvegedényekbe szétosztva 5-10-20-30-40-50-60 percig végeztük azok hőkezelését, majd lehűlés után elvégeztük a minták laktóztartalmának meghatározását.

A következő kísérletben a hőmérséklet hatását vizsgáltuk a citromsav, az almasav és a laktóz közötti reakcióra. A 20% citromsavat, 20% almasavat, valamint 80% laktózt tartalmazó mintákat első kísérletben 130 °C-on, a második kísérletben 140 °C-on, a harmadik kísérletben 150 °C-on, a negyedik kísérletben 160 °C-on, az ötödik kísérletben pedig 170 °C-on egyaránt 30 percig kezeltük. Lehűlés után egyenként elvégeztük a minták laktóztartalmának meghatározását. A visszamaradó laktóz mennyiségét a reakciótermék 100 grammjában mérhető arányban (tömegszázalék) adtuk meg.

#### 4.4. Eredmények és értékelésük

##### 4.4.1. A 170 °C-on végzett hőkezelés idejének hatása a laktóz és a karbonsavak közötti reakcióra

Az **1. táblázat** a 170 °C-os hőkezelés idejének hatását mutatja be a laktóz és a citromsav közötti reakcióra.

20% citromsavat adva a laktózhoz, a hőkezelést pedig 170 °C-on különböző ideig végezve megállapítottuk, hogy hőkezelés hatására a kiinduló fehér színű keverék 5 perc alatt megsárgult, 10 perc alatt megbarnult és felhólyagzott. Ezt követően pedig csak a keverék színe mélyült, látszólagos térfogata gyakorlatilag változatlan maradt.

A laktóz és az almasav közötti reakcióban 170 °C-on a hőkezelés idejének hatását a **2. táblázat** mutatja be.

20% almasavat adva a laktózhoz, a hőkezelést pedig a citromsavhoz hasonlóan különböző ideig végezve megállapítottuk, hogy a minták színe 5 perc alatt alig változott, 10 perc alatt kissé megsárgult, 20 perc alatt sárgásbarnává vált, majd folyamatosan duzzadt, az utolsó mintánál pedig a reakciókeverék színe sötétbarnává változott.

A citromsavval és az almasavval végrehajtott reakciókból visszamaradó laktóz-mennyiségeket grafikusan az **1. ábrán** mutatjuk be.

##### 4.4.2. Az azonos ideig különböző hőmérsékleten végzett hőkezelés hatása a laktóz és a karbonsavak közötti reakcióra

A **3. táblázat** a különböző hőmérsékleten azonos időtartam alatt (30 percig) végzett hőkezelés hatását mutatja a laktóz és a citromsav, valamint a laktóz és az almasav közötti reakció esetében.

1. táblázat. A 170 °C-on végzett hőkezelés idejének hatása a laktóz és a citromsav közötti reakcióra  
Table 1. Effect of heat treatment time at 170 °C on the reaction between lactose and citric acid

Minta jelzése Sample ID	Minta (reakciókeverék) Sample (reaction mixture)	Hőkezelés ideje (perc) Heat treatment time (min)	Maradék laktóz (%) Residual lactose (%)
M1	80 g laktóz + 20 g citromsav 80 g lactose + 20 g citric acid	5	73.6
M2	80 g laktóz + 20 g citromsav 80 g lactose + 20 g citric acid	10	63.4
M3	80 g laktóz + 20 g citromsav 80 g lactose + 20 g citric acid	20	48.4
M4	80 g laktóz + 20 g citromsav 80 g lactose + 20 g citric acid	30	35.4
M5	80 g laktóz + 20 g citromsav 80 g lactose + 20 g citric acid	40	21.9
M6	80 g laktóz + 20 g citromsav 80 g lactose + 20 g citric acid	50	12.3
M7	80 g laktóz + 20 g citromsav 80 g lactose + 20 g citric acid	60	7.1

2. táblázat. A 170 °C-on végzett hőkezelés idejének hatása a laktóz és az almasav közötti reakcióra  
Table 2. Effect of heat treatment time at 170 °C on the reaction between lactose and malic acid

Minta jelzése Sample ID	Minta Sample	Hőkezelés ideje (perc) Heat treatment time (min)	Laktóz (%) Lactose (%)
M8	80 g laktóz + 20 g almasav 80 g lactose + 20 g malic acid	5	70.6
M9	80 g laktóz + 20 g almasav 80 g lactose + 20 g malic acid	10	68.3
M10	80 g laktóz + 20 g almasav 80 g lactose + 20 g malic acid	20	52.1
M11	80 g laktóz + 20 g almasav 80 g lactose + 20 g malic acid	30	33.4
M12	80 g laktóz + 20 g almasav 80 g lactose + 20 g malic acid	40	25.3
M13	80 g laktóz + 20 g almasav 80 g lactose + 20 g malic acid	50	19.2
M14	80 g laktóz + 20 g almasav 80 g lactose + 20 g malic acid	60	16.4

A 130 °C-on fél óráig történő hőkezelés hatására a minták fehér színüket gyakorlatilag megtartották, 140 °C-on mind a citromsavat, mind az almasavat tartalmazó minták megsárgultak, 150 °C-on a sárgulás mindkét karbonsavnál tovább fokozódott, 160 °C-on a citromsavas és az almasavas minta is erőteljesen megbarnult, míg a 170 °C-on fél órán át végzett hőkezelésnél a citromsavas minta egy barna masszává állt össze. Az almasavas minta szintén barnára változott, a barna elszíneződés azonban a többi mintához képest világosabb maradt.

A különböző hőmérsékleteken 30 perc alatt végrehajtott reakciókban visszamaradó laktóz százalékos arányát a **2. ábra** szemlélteti.

#### 4.5. Következtetések

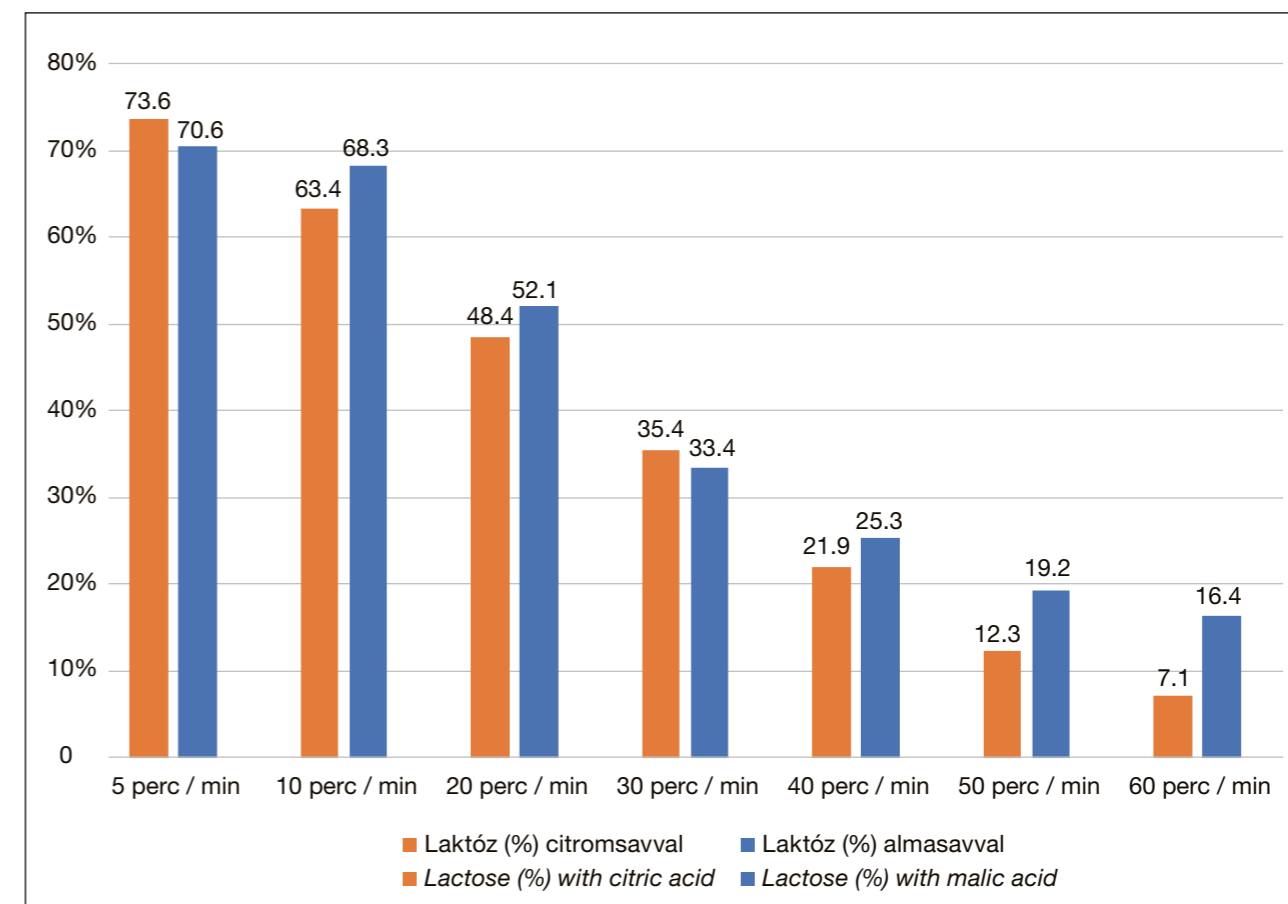
##### 4.5.1. Idő- és hőmérsékletfüggés

A laktóztartalom meghatározásával sikerült megállapítani, hogy az eredetileg 80% laktózt tartalmazó keverékből hány százalék alakult át valamilyen oligomerré vagy polimerré. Amennyiben a hőkezelés során a laktózkoncentrációja jelentős mértékben csökkent, úgy az alkalmazott hidroxikarbonsavak vélhetően különböző lánc hosszúságú molekulákat létrehozva reagáltak a laktózzal.

A 24 mintából elvégezve a laktóztartalom meghatározást a következő eredményeket kaptuk. Az első kísérletben 80 g laktózhoz 20 g citromsavat, a második kísérletben 80 g laktózhoz 20 g almasavat kevertünk, majd elvégeztük a hőkezelést 170 °C-on, rendre 5, 10, 20, 30, 40, 50 és 60 percig. Egy ezt követő kísérletben a hőmérsékletfüggést vizsgáltuk, amelynek során az előzőekben felsorolt mintákat (citromsavas, illetve almasavas) 30 percig 130, 140, 150, 160 és 170 °C-on kezeltük. Ebben a kísérletsorozatban arra kívántunk választ kapni, hogy melyik az az optimális hőmérséklet, amelynek alkalmazásával a laktóz és a hozzákevert karbonsavak között lejátszódó reakció során a legtöbb oligomert, polimert sikerül előállítani.

Kísérleteinkhez 20% eritritet és 80% laktózt tartalmazó kontrollminta-keveréket állítottunk össze annak érdekében, hogy a 30 percig tartó, 170 °C-os hőkezelés során megállapíthassuk, hogy – mivel a laktóz az eritrittel nem reagál – milyen mértékű a tejcukor hőbomlása. A hőkezelés során a keverék laktóztartalmát 79,1%-nak találtuk.

A laktóz citromsavval 5 percig történő hőkezelése után annak mennyisége 73,6%-ra, 60 percig történő hőkezelés után pedig 7,1%-ra csökkent. Ezek alapján úgy véljük, hogy a citromsavos hőkezelés során a laktóz kb. 93%-a valamiféle oligomer vagy polimer vegyületté alakult át.



1. ábra. A citromsavval és az almasavval különböző időtartam alatt végrehajtott reakciókból visszamaradó tejsav mennyisége  
Figure 1. Amount of residual lactose after reaction with citric acid and malic acid over different periods of time



A második kísérletben az 5 percen keresztül hőkezelt, almasavat tartalmazó minta laktóz tartalmát 70,6%-nak, a 60 perces kezelés utáni laktózmaradékot pedig 16,4%-nak mértük. 60 perc alatt a laktóz 83-84%-a alakult át reakciótermékké. Kísérleti eredményeink alapján úgy gondoljuk, hogy úgy az almasav, mint a citromsav laktózzal való reagálásával oligomerek vagy polimerek előállítására van lehetőség.

A reakció hőmérsékletfüggésével kapcsolatban a következő eredményeket kaptuk. A citromsavas mintát 130 °C-on 30 percig hőkezelve a laktózból csupán mintegy 1-2% mennyiség alakult át a kívánt reakciótermékké. Ugyanebből a mintából a 170 °C-os hőkezelés után viszont csak 16,4% laktózt tudunk visszanyerni, tehát a laktóz több mint 80%-a oligomerré vagy polimerré alakult át. Almasavval 130 °C-on megismételve a kísérletet a laktóz mintegy 30%-a alakult át 30 perc alatt. Szintén 30 perc alatt 170 °C-on a laktóz tömegének 70%-a lépett reakcióba az almasavval.

A második kísérletből le lehet vonni azt a következtetést, hogy magasabb hőmérsékleten a citromsav és az almasav is megfelelő partnernek bizonyult laktóz oligomerek vagy polimerek kialakítására. A 130 °C-os hőmérséklet kevésnek tűnik, ezért inkább a 160-170 °C-on 30 percig, esetleg 150-160 °C-on 1 órán át végzett hőkezelést javasoljuk az ideális oligomer-és polimer-kihozatal érdekében. Az eritrittel végzett

kontrollminta-kísérletből kiderült, hogy az alkalmazott hőmérsékleti viszonyok és időtartam mellett a laktóz nem bomlott el, hiszen a mintához kevert tej-cukrot szinte teljes egészében visszanyertük.

#### 4.5.2. Az előállított prebiotikum cukortartalmának meghatározása sósavas hidrolízis után

A kapott reakciótermékekből sósavas hidrolízissel kísértük meg a laktóz kémiai kötéseiből történő felszabadítását. Hipotézisünk az volt, hogy a hidrolízist követő cukormeghatározás eredményeiből majd látni lehet, hogy a laktóz csakugyan beépült-e a nem redukáló hatású polimerekbe, vagy esetleg más – nem várt – kémiai átalakulás ment végbe a reakció során. A sósavas hidrolízist követően az összes cukortartalom-meghatározás kedvező eredményt hozott. Annál a mintánál, amelyet 170 °C-on 60 percig 20% citromsav jelenlétében hőkezeltünk, a maradék laktóztartalom 7,1% volt, amely a sósavas hidrolízist követően összescukor-tartalomban mérve 46,3%-ra nőtt. A 20% almasavval 170 °C-on 60 percig végzett hőkezelést követően a maradék laktóztartalom összes cukorban kifejezve a sósavas hidrolízist követően 16,4%-ról 51,2%-ra emelkedett. A 170 °C-on 30 percig végzett hőkezelést követően 20% citromsav jelenlétében a maradék laktóztartalom összes cukorban kifejezve 16,4%-ról 54,9%-ra, almasav esetében pedig 25,5%-ról 53,8%-ra nőtt.

3. táblázat. A különböző hőmérsékleten 30 percig végzett hőkezelés hatása a laktóz, a citromsav és az almasav közötti reakcióra

Table 3. Effect of heat treatment at different temperatures for 30 minutes on the reaction between lactose and citric acid and between lactose and malic acid

Minta jelzése Sample ID	Minta Sample	Hőmérséklet (°C) Temperature (°C)	Laktóz (%) Lactose (%)
M15	80 g laktóz + 20 g citromsav 80 g lactose + 20 g citric acid	130	78.2
M16	80 g laktóz + 20 g almasav 80 g lactose + 20 g malic acid	130	56.8
M17	80 g laktóz + 20 g citromsav 80 g lactose + 20 g citric acid	140	48.1
M18	80 g laktóz + 20 g almasav 80 g lactose + 20 g malic acid	140	55.4
M19	80 g laktóz + 20 g citromsav 80 g lactose + 20 g citric acid	150	33.4
M20	80 g laktóz + 20 g almasav 80 g lactose + 20 g malic acid	150	38.3
M21	80 g laktóz + 20 g citromsav 80 g lactose + 20 g citric acid	160	25.6
M22	80 g laktóz + 20 g almasav 80 g lactose + 20 g malic acid	160	29.7
M23	80 g laktóz + 20 g citromsav 80 g lactose + 20 g citric acid	170	16.4
M24	80 g laktóz + 20 g almasav 80 g lactose + 20 g malic acid	170	25.5

Mérési eredményeinkből az következik, hogy a hőkezeléses reakciók alatt a tejcukor legnagyobb része nem bomlott el, hanem olyan oligomerré vagy polimerré alakult át, amely a Fehling-reakciót csak minimális mértékben adja. Amikor azonban az oligomereket, illetve a polimereket sósavas hidrolízissel mono- esetleg diszacharidokká alakítottuk át, akkor a keletkezett cukorszerű anyagok (valószínűleg nagyobb részben glükóz és galaktóz, kisebb részben laktóz) adták a Fehling-reakciót, és összes cukorként voltak meghatározhatók.

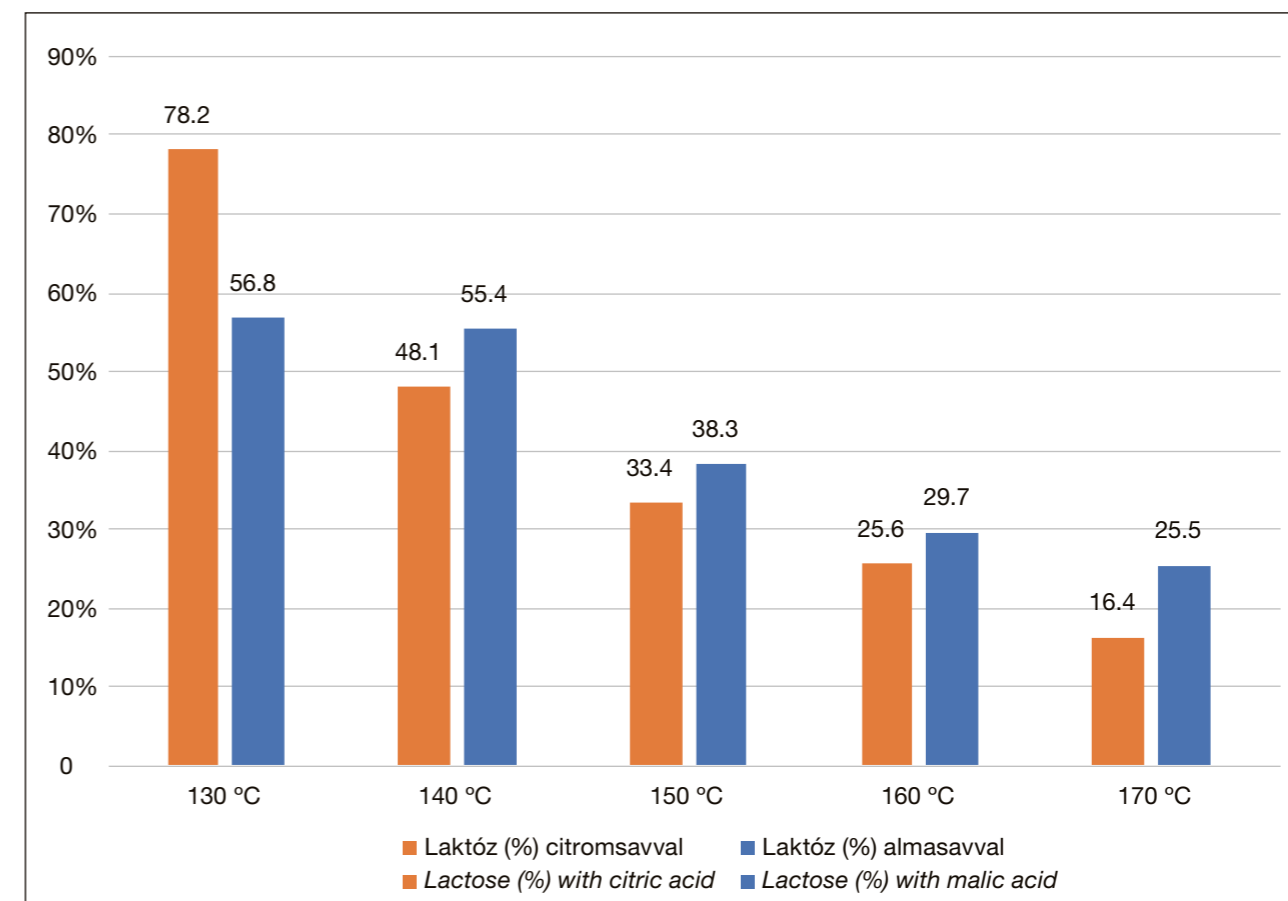
#### 4.5.3. Az előállított prebiotikum amiláz enzimmel történő kezelése

A hőkezeléses reakciók során nyert termékeket egy másik kísérletsorozatban *amilázzal* is hidrolizáltuk, modellezve a bél elülső szakaszában lejátszódó reakciókat. Az *amilázzal* történő hidrolízist követően az összescukor-tartalom gyakorlatilag nem változott. Ebből az következik, hogy az *amiláz* a diszacharid laktózzal nem lépett természetes reakcióba, de a kísérleteinkben előállított oligo- és a poliszacharid származékokat sem volt képes hasítani. Így a kísérleteinkben előállított, egyelőre nem azonosított, feltételezhetően oligomer és/vagy polimer termék rendelkezik azokkal a tulajdonságokkal, amelyek a prebiotikus hatás alapfeltételei. Vagyis az emberi

bélcsatorna elülső szakaszában nem bomlik le, nagy valószínűséggel eljut a vastagbélbe, ahol táplálékul szolgálhat az ott élő probiotikumoknak.

#### 5. Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VE-KOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.



2. ábra. A citromsavval és az almasavval különböző hőmérsékleteken végrehajtott reakciókból visszamaradó tejsav mennyisége  
Figure 2. Amount of residual lactose after reaction with citric acid and malic acid under different temperatures

# Preparation of prebiotics by lactose-malic acid and lactose-citric acid reaction

**KEYWORDS:** lactose, malic acid, citric acid, prebiotics, sugar determination, enzymatic degradation

## 1. SUMMARY

Prebiotics are indigestible food components that serve as nutrients for bifidobacteria and lactobacilli in the colon. Dietary fiber and oligosaccharides are typical prebiotics, therefore, prebiotics were prepared in our experiments by reacting lactose with malic acid and citric acid at the right concentration and for the right length of time at the optimal temperature. The ideal parameters of the reaction were determined, as well as the consumption of the starting materials and the increase in the concentration of the final product, and the total sugar content of the hydrolyzed prebiotic after hydrochloric acid hydrolysis. In vitro experiments have shown that the final product prepared by us is resistant to carbohydrate degrading enzymes (which is a basic requirement for a prebiotic) and thus can serve as a nutrient for the probiotic bacteria living in the colon.

## 2. Introduction

The international nomenclature of probiotics (probiotics, prebiotics and synbiotics) developed in the last two decades of the 20<sup>th</sup> century, while the formulations of the products have also become uniform in terms of their ingredients.

*Probiotics* are all intestinal bacteria that have a beneficial effect on the health of the host. Natural nutrients, which are typically the exclusive nutrients of probiotics, and hence promote their proliferation and preponderance, are called *Prebiotics*.

The term *synbiotics* means the sum total of probiotics and prebiotics. In synbiotic foods, the effects of the two aforementioned beneficial factors are added together, and their effects become synergistic. As a result, for example, dairy products that have been prepared using not only probiotics but also one or more prebiotics are synbiotic.

Prebiotics (formerly known as bifidus or bifidogenic factors) are oligosaccharides composed of 2-9 simple sugar units (monosaccharides). They are not metabolized in the stomach and small intestine,

thus they reach the colon undigested as water-soluble dietary fiber. In addition to the dietary fiber function, their real value lies in the fact that they are the exclusive foods of probiotics. Since there is little digestible food residue in the colon, there is a relative lack of food for the microflora. However, the ingestion of prebiotics promotes the proliferation of human-friendly probiotics [1].

In their natural state, prebiotics are found in many foods. Their rich sources include Jerusalem artichoke and chicory roots, but can also be found in onions, garlic, leeks, artichokes, oatmeal, wheat, bananas, milk and ripe cheeses. During the manufacture of formulations with a probiotic effect, pure products prepared by industrial technologies are typically used, which are marketed as liquid concentrates or powders with an active ingredient concentration of 40-95%. Natural industrial concentrates can be, for example, galacto-, fructo-, malto- or xylooligosaccharides, depending on the type of monosaccharide they are composed of. In 1995, more than 80,000 tonnes of prebiotics were produced worldwide, but production has increased to around 200,000 tonnes by now. The increase in world production indicates that interest in probiotic

foods has been increasing steadily. About 40% of the amount produced is galacto-oligosaccharide (e.g. lactulose), the raw material of which is lactose [2, 3, 4].

Thus prebiotics are indigestible polysaccharides and oligosaccharides. Reaching the colon, they inhibit the growth of *Salmonella* and *Escherichia coli*, while at the same time promoting the growth of bifido- and lactic acid bacteria. The name „prebiotic” comes from 1995 [5]. There are several conditions for the prebiotic effect of a nutrient [6], the most important of which are:

- Resistance to gastric acid and the digestive effect of pepsin;
- The ability to serve as a nutrient to the beneficial microflora of the intestinal tract, the metabolic products of which contribute to the improvement of the health and well-being of the person consuming the probiotic.

Many food components met these criteria, such as inulin, fructooligosaccharides (FOS), galactooligosaccharides (GOS), lactulose and polydextrose. Isomaltol oligosaccharides (IMO), xylooligosaccharides (XOS) and lactitol have been classified as potential prebiotics [7].

Prebiotics are found in a wide variety of foods. For example, chicory root contains fructooligosaccharides of inulin origin, while wheat bran contains arabinoxylooligosaccharides (AOXS) and xylooligosaccharides (XOS). These substances are widely used in the manufacture of probiotic products [8, 9, 10].

Mannitol, maltodextrin, raffinose, lactulose and sorbitol are also prebiotics with health-protective effects [11, 12, 13]. Seeds rich in resistant starch are also considered prebiotics; they are not digested and are therefore not absorbed in the small intestine, but once in the colon, its microflora can utilize them during fermentation while short chain fatty acids (SCFA, such as propionic acid, butyric acid, valeric acid, caproic acid) are produced. These fatty acids inhibit the growth of putrefactive, toxin-producing bacteria in the colon by lowering the pH [14].

Fermentable dietary fibers similar to the  $\beta$ -glucan of rye, as well as the gum-like polysaccharides of flaxseed and fenugreek can also be considered prebiotics and are also raw materials for the production of short chain fatty acids, and so they have a health-protective effect. Mannates present in large amounts in the cell wall of yeast cells can also be considered prebiotics [15].

Today, the number of sick people and deaths due to malnutrition, smoking and alcoholism is significant. Diseases typical of our time include chronic obesity,

gastrointestinal problems, diabetes, cardiovascular diseases, cancer and degenerative lesions, the number of which has increased significantly in recent times. To prevent these diseases or reduce their symptoms, food consumers are increasingly turning to health-protective foods that also contain prebiotics, from which they expect a significant improvement in their quality of life.

A significant proportion of consumers are looking for low-carb, high-fiber and high-protein foods, which has been accompanied by a growing interest in prebiotic foods. Good examples of this are food types containing blackcurrant leaf extract powder, lactoferrin and lutein, which are produced in large quantities all over the world. These products significantly increase the amount of bifidobacteria and lactobacilli, and also significantly reduce the number of *Bacteroides* and *Clostridium* species in the colon. In addition, they reduce the activity of  $\beta$ -glucuronidase enzymes and increase the activity of  $\beta$ -galactosidase enzymes in the small intestine, thus promoting, for example, the digestion of lactose in lactase-deficient individuals [16].

Wheat germ supplementation resulted, after 20 days, in a significant lowering of the pH of the colon and the size of the clostridium population, and a significant increase in the number of lactobacilli and bifidobacteria, while also significantly improving the quality of life of the consumers of this type of product [17]. Gum arabic was found to reduce disease-related symptoms in patients with systolic blood pressure or diabetic renal failure [18]. It was also found that consumption of 25 g of gum arabic product per day for 8-12 weeks had a beneficial effect on the condition of diabetic patients and significantly reduced systolic blood pressure [19].

Our group previously performed the structural and quantitative analysis of epoxypolysaccharides and oligosaccharides produced by lactic acid bacteria [2, 3, 4]. In the present paper, we report the results of our experiments in which prebiotics were prepared by the reaction of lactose with malic acid and citric acid. In the course of our work, the patent description found in sources [20] and [21] was considered as a starting point, in which it was sought to produce surfactants by forming ester bonds between carbohydrates and dicarboxylic acids, and the mechanism of these reactions was studied. The method was successfully tested by the authors in the case of sugar alcohols, sugars, oligosaccharides and polysaccharides as well [20, 21].

## 3. Objective

Based on the literature and our own previous research, our objective was to produce prebiotics in which bonds were created between lactose and malic acid and between lactose and citric acid that resist the acidic medium and the attack of

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

<sup>2</sup> Sapientia Hungarian University of Transylvania, Miercurea Ciuc Campus

carbohydrate-degrading enzymes in the human stomach and the anterior part of the intestinal tract, reach the colon, where then they serve as nutrients for the probiotic microorganisms. Our aim was to determine the optimal parameters of the reaction, such as temperature, time and the concentration of the reactants, to measure the loss of starting materials and the increase in the concentration of the final product, and to analyze the total sugar content of the hydrolyzed prebiotic after hydrochloric acid hydrolysis. It was demonstrated in *in vitro* experiments that the final product prepared by us is resistant to carbohydrate-degrading enzymes, which is a basic requirement for prebiotics.

#### 4. Materials and methods

##### 4.1. Materials used, analytical methods applied

Our experiments were performed using pharmacopoeia grade lactose, citric acid and malic acid. The purity of the malic acid used by us was 99.5%, containing less than 1% fumaric acid and less than 0.05% malonic acid. The certificate of analysis of malic acid (E number: E296) can be downloaded from the link <http://bbbb.hu/spec/almasav.jpg>. The material used by us meets the quality requirements of the US, European and Hungarian pharmacopoeias, as well as the specifications (no. 1-2-89/107) of the EU and Hungarian Food Codexes.

The citric acid used for our experiments was also of food and pharmacopoeia quality citric acid monohydrate (E330), the certificate of analysis of which and MSDS can be downloaded from the links <http://www.bbbb.hu/spec/Citrom.jpg> and <http://www.bbbb.hu/spec/citrombizt.jpg>, respectively. Its CAS no. is 5949-29-1, EU no. is 201-069-1. According to the certificate of analysis, its citric acid monohydrate content is close to 100%, water content is no more than 8.8%, and the oxalic acid content is less than 100 mg/kg. All of the parameters meet the requirements of the EU and Hungarian Food Codexes.

The lactose used in the experiments was 99.7% purity, food grade, finely powdered D(+)-lactose monohydrate isolated from bovine milk and spray dried. Its quality met the quality requirements of Ph.Eur 8.0.

##### 4.2. Analytical methods applied

To monitor the reaction of lactose with malic acid and citric acid, the measurement of the lactose content was selected. The formation reaction of probiotics can be followed by monitoring the decrease in the amount of lactose. Lactose belongs to the group of reducing disaccharides, therefore, it exhibits the Fehling reaction. However, if the free glycosidic hydroxyl group of lactose forms a bond, then the sugar molecule will no longer participate in the

reaction characteristic of reducing sugars. During the reaction, because of the aldehyde group of the sugar,  $\text{Cu}^+$  ions are produced from the  $\text{Cu}^{2+}$  ions. By determining the amount of  $\text{Cu}^+$  ions, the amount of sugar can be determined with analytical accuracy. During the analytical procedure, 2 g of the sample was placed in a 100  $\text{cm}^3$  volumetric flask, 50  $\text{cm}^3$  of water was added, and the mixture was shaken on a shaker for one hour. To remove substances that interfere with the determination of sugar, 20  $\text{cm}^3$  each of Carrez I and II solutions were added to the solution. The volumetric flask was then filled to mark with 80% ethanol, it was shaken and filtered through filter paper. 20  $\text{cm}^3$  of the filtrate was taken, from which the majority of the ethanol was evaporated, the evaporation residue was washed into a 20  $\text{cm}^3$  volumetric flask using distilled water at ca. 50 °C, it was allowed to cool and then filled to mark. This solution was later used to determine the reducing sugar content.

5  $\text{cm}^3$  of the solution thus prepared was placed in a 100  $\text{cm}^3$  Erlenmeyer flask, 5  $\text{cm}^3$  of Luff-Schoorl reagent was added and a few pieces of boiling stone, it was brought to a boil within 2 minutes by shaking over a free flame, boiled for 10 minutes, and then it was cooled down immediately. The precipitated copper(I) oxide was titrated iodometrically with 0.1 M sodium thiosulfate solution. The amount of lactose was calculated from the consumption of the titrant.

##### 4.3. Design of the reactions between malic acid, citric acid and lactose

To the pharmacy grade lactose, 20% citric acid was added in the first step, then 20% malic acid in the second step. After reviewing the available literature and the patents, it was found that most of the reactions were carried out at 130-180 °C. Therefore, a reaction temperature of 170 °C was chosen for our experiments. The samples were mixed in a mortar to ensure adequate homogeneity of the samples. Following this, approximately 10 g each of the sample was placed in glass flasks and heat treated for 5, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 minutes, and the lactose content of the samples was determined after cooling.

In the next experiment, the effect of the temperature on the reaction between citric acid and lactose and between malic acid and lactose was investigated. The samples containing 20% citric acid or 20% malic acid and 80% lactose were treated for 30 minutes at 130 °C in the first experiment, at 140 °C in the second experiment, at 150 °C in the third experiment, at 160 °C in the fourth experiment and at 170 °C in the fifth experiment. After cooling, the lactose content of the samples was determined in each case. The amount of residual lactose was given relative to 100 g of the reaction product (weight percent).

#### 4.4. Results and their evaluation

##### 4.4.1. Effect of the heat treatment time at 170 °C on the reaction between lactose and carboxylic acids

**Table 1** shows the effect of heat treatment time at 170 °C on the reaction between lactose and citric acid.

By adding 20% citric acid to lactose and performing heat treatment at 170 °C for various periods of time it was found that upon heat treatment the starting white mixture turned yellow within 5 minutes, and within 10 minutes it turned brown and exhibited blisters. Following this, only the color of the mixture became deeper, its apparent volume remained virtually unchanged.

**Table 2** shows the effect of heat treatment time at 170 °C between lactose and malic acid.

By adding 20% malic acid to lactose and performing heat treatment for various periods of time, similarly to the case with citric acid, it was found that the color of the samples hardly changed at all in the first 5 minutes, they turned slightly yellow within 10 minutes, yellowish brown within 20 minutes, then swelled continuously, and the color of the last sample changed to dark brown.

The residual amounts of lactose in the reactions with citric acid and malic acid are shown graphically in **Figure 1**.

##### 4.4.2. Effect of heat treatment at different temperatures for the same time on the reaction between lactose and carboxylic acids

**Table 3** shows the effect of heat treatment at different temperatures for the same period of time (30 minutes) on the reaction between lactose and citric acid and between lactose and malic acid.

After heat treatment at 130 °C for 30 minutes, the samples practically retained their white color, at 140 °C samples containing either citric acid or malic acid turned yellow, at 150 °C the yellowing increased further for both carboxylic acids, at 160 °C both the citric acid and malic acid samples turned strongly brown, while upon heat treatment at 170 °C for 30 minutes, the citric acid sample formed a brown mass. The malic acid sample also turned brown, but the brown discoloration remained lighter compared to the other samples.

The percentages of residual lactose after reactions carried out at different temperatures for 30 minutes are shown in **Figure 2**.

#### 4.5. Conclusions

##### 4.5.1. Time and temperature dependence

By determining the lactose content, it was possible to determine what percentage of the mixture that originally contained 80% lactose was converted to some kind of oligomer or polymer. If the lactose concentration decreased significantly during the heat treatment, the hydroxycarboxylic acids used presumably reacted with lactose to form molecules of different chain lengths.

The lactose contents of the 24 samples were determined to obtain the following results. In the first experiment, 20 g of citric acid was mixed with 80 g of lactose, in the second experiment, 20 g of malic acid was mixed with 80 g of lactose, and then heat treatment was performed at 170 °C for 5, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 minutes. In a subsequent experiment, the temperature dependence was investigated, and during this the samples listed above (with citric acid or malic acid) were treated for 30 minutes at 130, 140, 150, 160 and 170 °C. In this series of experiments we wanted to find out what the optimal temperature was at which the reaction between lactose and the added carboxylic acid produces the most oligomers and polymers.

For our experiments, a control sample mixture containing 20% erythritol and 80% lactose was prepared in order to determine the thermal decomposition of lactose during heat treatment at 170 °C for 30 minutes, as lactose does not react with erythritol. After the heat treatment, the lactose content of the mixture was found to be 79.1%.

After the heat treatment of lactose with citric acid for 5 minutes, the amount of lactose decreased to 73.6%, and after 60 minutes it decreased to 7.1%. Based on this, it is believed that during the heat treatment with citric acid, approximately 93% of the lactose was converted to some type of oligomeric or polymeric compound.

In the second experiment, the lactose content of the sample with malic acid, treated for 5 minutes, was measured to be 70.6%, and the residual lactose after 60 minutes of treatment was measured to be 16.4%. After 60 minutes, 83-84% of the lactose was converted to a reaction product. Based on our experimental results, it is believed that oligomers and polymers can be prepared by the reaction of lactose with both malic acid and citric acid.

Regarding the temperature dependence of the reaction, the following results were obtained. By the heat treatment of the citric acid sample at 130 °C for 30 minutes, only about 1-2% of the lactose was converted to the desired reaction products. However, only 16.4% of the lactose could be recovered from the same sample after heat treatment at 170 °C, so

that more than 80% of the lactose was converted to oligomers or polymers. Repeating the experiment with malic acid at 130 °C, about 30% of the lactose was converted in 30 minutes. Over the same period of time, 70% of the lactose reacted with malic acid at 170 °C.

From the second experiment, it can be concluded that at higher temperatures, both citric acid and malic acid proved to be suitable partners for the formation of lactose oligomers and polymers. The temperature of 130 °C appears to be too low, so heat treatment at 160-170 °C for 30 minutes, or possibly at 150-160 °C for 1 hour is recommended for ideal oligomer and polymer yields. The control sample experiment with erythritol showed that under the applied temperature conditions and duration, the lactose did not decompose, since almost all of the lactose mixed with the sample was recovered.

#### 4.5.2. Determination of the sugar content of the prepared prebiotic after hydrolysis with hydrochloric acid

From the obtained reaction products, the release of lactose from the chemical bonds was attempted by hydrolysis with hydrochloric acid. Our hypothesis was that the results of sugar determination after hydrolysis would show whether lactose was indeed incorporated in the non-reducing polymers or whether other unexpected chemical transformations took place during the reaction. Following hydrochloric acid hydrolysis, the total sugar content determination yielded favorable results. For the sample heat treated at 170 °C for 60 minutes in the presence of 20% citric acid, the residual lactose content was 7.1%, which increased to 46.3% as measured by total sugar content after hydrochloric acid hydrolysis. After heat treatment with 20% malic acid at 170 °C for 60 minutes, the residual lactose content expressed as total sugars increased from 16.4% to 51.2% after hydrochloric acid hydrolysis. After heat treatment at 170 °C for 30 minutes in the presence of 20% citric acid, the residual lactose content expressed as total sugars increased from 16.4% to 54.9%, while in the case of malic acid it increased from 25.5% to 53.8%.

It follows from our measurement results that during the heat treatment reactions most of the lactose did not decompose but was converted to oligomers and polymers that give the Fehling reaction only to a minimal extent. However, when the oligomers and polymers were converted to mono- or disaccharides by hydrochloric acid hydrolysis, the resulting sugar-like substances (probably mostly glucose and galactose and, to a lesser extent, lactose) gave the Fehling reaction and could be determined as total sugars.

#### 4.5.3. Treatment of the prebiotic produced with amylase

In another series of experiments, the products obtained in the heat treatment reactions were also hydrolyzed with amylase, modeling the reactions that take place in the anterior intestinal tract. Following hydrolysis with amylase, the total sugar content remained virtually unchanged. It follows that a natural reaction did not take place between the amylase and the disaccharide lactose, and it was also unable to cleave the oligo- and polysaccharide derivatives produced in our experiments. Thus, the as-yet-unidentified, presumably oligomeric and/or polymeric product prepared in our experiments possesses the properties that are the basic prerequisites of a probiotic effect. That is, it does not break down in the anterior part of the human intestinal tract, it most likely reaches the colon, where it can serve as a nutrient for the probiotics that live there.

### 5. Acknowledgement

This publication was supported by the project EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008. The project was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund.

### 6. References

- [1] Csapó J., Albert Cs., Csapóné Kiss Zs. (2016): *Funkcionális élelmiszerek*. Scientia Kiadó, Kolozsvár. 1-180.
- [2] Csapó J., Salamon R. V., Salamon Sz., Toró Sz., Csapó-Kiss Zs. (2014): Structural and quantitative analysis of exopolysaccharides produced by lactobacillus. I. Basic information, isolation, quantitative determination, molecular mass and monosaccharide composition. *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria* 7 5-20.
- [3] Csapó J., Salamon R. V., Salamon Sz., Toró Sz., Csapó-Kiss Zs. (2014): Structural and quantitative analysis of exopolysaccharides produced by lactobacillus. II. The connection status-, configuration-, phosphorous content-, modification-, structure of monosaccharides, exopolysaccharides in yogurt, galactooligosaccharides. *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria* 7 21-44.
- [4] Csapó J., Vargáné Visi É., Salamon R. V., Salamon Sz., Csapóné Kiss Zs. (2014): Tejsavbaktériumok által termelt exopoliszacharidok és oligoszacharidok szerkezeti és mennyiségi analízise. (Structural and quantitative analysis of exopolysaccharides and oligosaccharides produced by lactic acid bacteria). *Tejgazdaság* 74 3-17.

- [5] Gibson G. R., Roberfroid M. B. (1995): Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition* 125 1401-1412.
- [6] Gibson G. R., Probert H. M., Loo J. V., Rastall R. A., Roberfroid M. B. (2004): Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews* 17 259-275.
- [7] Sadler M., Stowell J. D. (2012): Chapter 4. Calorie control and weight management. . 77-90. In: O'Donnell K., Kearsley, M.W. (eds) *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*. Blackwell Publishing Ltd, 1-490.
- [8] Sabater-Molina M, Larque E., Torrella F., Zamora S. (2009): Dietary fructooligosaccharides and potential benefits on health. *Journal of Physiology and Biochemistry* 65 315-328.
- [9] Femia A. P., Salvadori M., Broekaert W. F., Francois I. E. J. A., Delcour J. A. (2010): Arabinoxylan-oligosaccharides (AXOS) reduce preneoplastic lesions in the colon of rats treated with 1,2-dimethylhydrazine (DMH). *European Journal of Nutrition* 49 127-132.
- [10] Xu B., Wang Y., Li J., Lin Q. (2009): Effect of prebiotic xylooligosaccharides on growth performances and digestive enzyme activities of allogynogenetic crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). *Fish Physiology and Biochemistry* 35 351-357.
- [11] Yeo S. K., Liong M. T. (2010): Effect of prebiotics on viability and growth characteristics of probiotics in soymilk. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90 267-275.
- [12] Vamanu E., Vamanu A. (2010): The influence of prebiotics on bacteriocin synthesis using the strain *Lactobacillus paracasei* CMGB16. *African Journal of Microbiology Research* 4 534-537.
- [13] Mandal V., Sen S. K., Mandal N. C. (2009): Effect of prebiotics on bacteriocin production and cholesterol lowering activity of *Pediococcus acidilactici* LAB 5. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 25.1837-1841.
- [14] Vaidya R. H., Sheth M. K. (2010): Processing and storage of Indian cereal and cereal products alters its resistant starch content. *Journal of Food Science and Technology* 48 622-627.
- [15] Lin B., Gong J., Wang Q., Cui S., Yu H., Huang B. (2011): In vitro assessment of the effects of dietary fibers on microbial fermentation and communities from large intestinal digesta of pigs. *Food Hydrocolloids* 25 180-188.
- [16] Molan A-L., Liu Z., Kruger M. (2010): The ability of blackcurrant to positively modulate key markers of gastrointestinal function in rats. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 26 1735-1743.
- [17] Matteuzzi D., Swennen E., Rossi M., Hartman T., Lebet V. (2004): Prebiotic effects of a wheat germ preparation in human healthy subjects. *Food Microbiology* 21 119-124.
- [18] Glover D. A., Ushida K., Phillips A. O., Riley S. G. (2009): Acacia (sen) SUPERGUM™ (Gum arabic): an evaluation of potential health benefits in human subjects. *Food Hydrocolloids* 23 2410-2415.
- [19] Phillips A. O., Phillips G. O. (2011): Biofunctional behavior and health benefits of a specific gum arabic. *Food Hydrocolloids* 25 165-169.
- [20] Gaertner V. R., Doerr E. L. (1956): Carbohydrate esters of carboxylic acids and methods of preparing same. United States Patent No. 579,719.
- [21] Antrim R. L., Barresi F. W., McPherson R., Wang J. I. (2003): Dextrinized, saccharide-derivatized oligosaccharides. United States Patent No. 10/601,912.



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

Bekő Dóra<sup>1</sup>, Póti Péter<sup>1</sup>, Bárdos László<sup>1</sup>, Sramek Ágnes<sup>1</sup>, Pajor Ferenc<sup>1</sup>

Érkezett: 2019. október – Elfogadva: 2020. április

## Tőgyegészségügyi vizsgálatok egy hazai magyartarka kisgazdaságban; élelmiszerbiztonsági összefüggések

**KULCSSZAVAK:** nyers tehéntej, tejhigiénia, mastitis (tőgygyulladás), tej-mikrobiológia, szomatikus sejtszám, élelmiszerbiztonság

### 1. ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálat egy Pest megyei kisgazdaságban történt, ahol magyartarka teheneket (n=20) tartanak. A teheneket naponta kétszer fejték egy három állásos fejőházban. Az állományból hasonló laktáció szakaszú és életkorú teheneket választottak ki (n=14), amelyektől a laktáció elején, közepén és végén a fejés elején a tőgynegyedekből (összesen 168 minta), majd a kifejt tőgyből (42 minta) gyűjtöttek tejmintákat. A tejmintákból (n=42) beltartalmi értékeket, szomatikus sejtszámot, valamint a tőgynegyedekből származó mintákból tőgypatogén baktériumokat határoztak meg. A patogén baktériumfajok típusa (kis- vagy nagyhatású fajok) és tőgynegyedenkénti előfordulásuk szerint a 42 tejmintát négy csoportba osztották:

- 1 – mind a négy tőgynegyed negatív;
- 2 – egy tőgynegyedben mutattak ki kishatású (minor) patogén baktériumfajokat;
- 3 – kettő-négy tőgynegyedben mutattak ki minor patogén baktériumfajokat;
- 4 – az esetszámtól függetlenül nagyhatású baktériumfajokat mutattak ki.

Megállapították, hogy a vizsgált időszakban az átlagos szomatikus sejtszám 123 ezer sejt/ml volt, valamint a tejminták 31%-ából (52 db) lehetett kimutatni tőgypatogén fajokat. Vizsgálatuk során a leggyakoribb kishatású kórokozó a koaguláz-negatív *Staphylococcus* (CNS) volt, ami a pozitív minták kétharmadában (33 db) volt jelen. A nagyhatású tőgypatogének közül a *Streptococcus uberis* (13 db), valamint a *Staphylococcus aureus* (2 db) tőgypatogéneket tudták kimutatni a 168 mintából. A nagyhatású patogén baktériumfajok akár egy tőgynegyedből történő kimutatása is nagy hatással volt az átlagos szomatikus sejtszámmra, jelentősen megnövelte azt a magyartarka tehenek tejében. A patogén és romlást okozó baktériumok elpusztítása nemcsak élelmiszerbiztonsági szempontok miatt fontos, hanem a minőségi termékek előállítására végett is kiemelkedő jelentőségű. Eredményeik szerint megfelelő higiénia mellett kisgazdaságokban is lehet kis szomatikus sejtszámú és kedvező minőségű tejet termelni.

### 2. Bevezetés

A tejtermelő gazdaságokban a mai napig nagy problémát jelent a tejelő tehenek tőgygyulladása, mivel ez az egyik leggyakoribb és nagy költségekkel járó betegség, így jelentős veszteség a csökkent tejár-bevétel, a selejtezés és a kezelés (pl. antibiotikum-kúra) költsége, ill. az emiatti tejmegsemmisítés tehertétele [4, 11, 16].

Hazai vizsgálatok alapján Magyarországon, telepi szinten körülbelül 106 USD (28-34 ezer Ft – Az USD árfolyama jelenleg 320 Ft körül van. A szerk.) tehenenkénti átlagos tőgyegészségügyi veszteséggel lehet számolni. Ez egy 1000 tehenet tartó telepen elérheti az évi 30 millió Ft-ot [15].

Tőgygyulladás (mastitis) kialakulásának hátterében általában valamilyen tőgypatogén baktérium

<sup>1</sup> SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar

áll, amely a tőgygyulladásokba kerülve elszaporodik és károsítja a szöveteket. Ha a betegség kezdetén sem a tőgygyulladás nem tapasztalható elváltozás, sem az általa termelt tej szomatikus sejtszámának növekedése nem következik be, akkor a gyulladás a szubklinikai szakaszban van. Ha *klinikai* tőgygyulladásról beszélünk, akkor megfigyelhető a tőgygyulladás hőmérsékletének emelkedése, pirossá, duzzadtá, keménnyé és érzékenyvé válik, emellett a tőgygyulladásból kinyert tejben pelyhek, csomók találhatóak, illetve a tej konzisztenciája vízszerű.

A tőgygyulladást okozó baktériumokat két csoportba sorolják, egyik az úgynevezett nagyhatású (major) tőgygyulladást, a másik csoportot az ún. kishatású (minor) tőgygyulladást okozó baktériumok képezik [2]. A nagyhatású (major) tőgygyulladást okozó baktériumok közé sorolható a *Staphylococcus aureus*, a *Streptococcus uberis*, a *Streptococcus dysgalactiae* és az Enterobaktériumok (pl. *E. coli*). Ezek a veszélyes kórokozók a klinikai tőgygyulladás leggyakoribb kórokozói [1, 3, 12, 14]. A leggyakoribb minor tőgygyulladást okozó baktériumok a koaguláz- negatív *Staphylococcus* (röviden CNS), ill. a *Corynebacterium spp.* [19].

A szubklinikai tőgygyulladást leggyakrabban e kishatású kórokozók okozzák [9]. Mindezek alapján jól látszik, hogy a tej, ill. az abból készült tejtermékek biztonságának fontos kérdése az állatállomány higiéniai hátterének biztosítása, annak ellenőrzése. Jól ismert, hogy a kedvezőtlen minőségű tej (tőgygyulladást okozó baktériumok jelenléte, megnövekedett szomatikus sejtszám) feldolgozhatósága nagymértékben csökken [21]. A különböző káros mikroorganizmusok elpusztítása a tej pasztörizálásával érhető el. Különböző hőkezeléseket az élelmiszer-biztonsági szemponton túl elsősorban a biztonságosabb gyártás kivitelezése céljából alkalmazzák [10].

A magyartarka szarvasmarha a hegyitarka fajtacsoportba tartozik, amely a kistenyésztés körülmények között is beilleszthető. A magyartarka tehén súlya 600-700 kg, a bikái pedig 900-1300 kg közötti [22]. A fajta tejtermelése 5000-5500 kg, 3,9-4,1% zsírtartalommal [5]. Hazai szerzők [22] szerint a termelt tej tekintetében a magyartarkát a világfajták között a közepes teljesítményű fajták közé soroljuk. A fent említett tulajdonságok mellett a magyartarka kiváló genetikai alapokkal rendelkezik és a tenyésztők szakmai felkészültségével és elhivatottságával minden feltétel adott ahhoz, hogy a fajta a jövő kihívásainak nyertese legyen [6]. A tőgygyulladás előfordulási, gyakorisági aránya eltérő és jelentős eltéréseket mutat a kis, közepes és nagy gazdaságokban, valamint különbségek vannak fajtánként is. A nagy tejhozamú fajtákban akár 40%-os az előfordulás, míg a kis családi gazdaságokban (pl. magyar tarka esetében) kisebb (10-20%) a mastitis gyakorisága [13]. A többségben lévő holstein fríz teheneken végzett korábbi vizsgálatokban rámutattak a tőgygyulladás bakteriális szempontból történő értékelésének fontosságára, ezzel szemben a magyartarka fajtában a

tőgygyulladás baktériumok előfordulási arányairól, a baktériumoknak a tej szomatikus sejtszámra gyakorolt hatásáról kevés adat áll rendelkezésre.

### 3. Anyag és módszer

A vizsgálatok helyszíne egy Pest megyei (Törtel) családi gazdaság volt. A vizsgálat során gazdaságban tejlő magyartarka fajtájú teheneket (n=20) fejtek. A tehenek elhelyezésére egy 2008-ban épült 19 férőhelyes, valamint 2013-ban épült 9 férőhelyes, pihenőboxos istálló áll rendelkezésre. A tehenek fejése naponta kétszer, egy 3 állásos DeLaval fejőházban történik. A tehenek *ad libitum* lucernaszenát, réti szénát, valamint lucernaszenázást kaptak, illetve tavasztól ősz végéig a legelőre is kijárhatnak. A gazdaságban 30 ha legelő áll rendelkezésre, ebből 5 ha ősgyep, 25 ha telepített gyep. Emellett a termelő tehenek abrak-kiegészítést is kaptak darált formában (20-20%: kukorica, búza, napraforgó, árpa, tritikálé).

A vizsgálatba n=14 hasonló laktáció szakaszú és életkorú, valamint a vizsgálat alatt klinikai tőgygyulladás jeleit nem mutató teheneket választottunk ki, amelyekből a laktáció elején, közepén és végén, a fejés elején, a tőgygyulladásból külön-külön – összesen 168 mintát –, majd a teljesen kifejt tőgyből összesen 42 egyedi tejmintát gyűjtöttünk. A vizsgálatban a tőgygyulladás baktériumok típusának és előfordulási arányának összefüggéseit értékeltük az egyedi szomatikus sejtszámértékekkel, ezért nem vettünk tőgygyulladásmentes tejmintákat szomatikus sejtszám meghatározása céljából. A mintavételezést a befajás időpontokat követve végeztük, a vizsgálat időszakában két reggeli és egy esti fejéskor.

A mintavételek előtt a kiválasztott tehenek tőgybimbóját meleg vizes törülközővel, majd fejés előtti fertőtlenítő-kendővel kezeltük, a tőgybimbó felületén megtalálható bakteriális szennyeződések eltávolítása végett. Az első tejsugarak kifejezése után tőgygyulladásmentes teheneként egy 10 ml-es tégelybe, valamint a fejés után a kifejt tőgyből tehenenként egy 50 ml-es tégelybe egyedi tejmintákat gyűjtöttünk. A 10 ml-es tejmintákból felületi szélesztési módszerrel a tőgygyulladást előidéző baktériumfajok [többek közt CNS (koaguláz-negatív *Staphylococcusok*); *Corynebacterium sp.*; *Staphylococcus aureus*; *Streptococcus uberis*] kimutatását végeztük el az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. gödöllői laboratóriumában. Az 50 ml-es tejmintából tejszírt, tejfehérjét, tejcukrot, pH-értéket, elektromos vezetőképességet mértünk és szomatikus sejtszámot határoztunk meg. A tej összetételének (szárazanyag, tejfehérje, tejszír, tejcukor) vizsgálatát LactoScope™ készülékkel (Delta Instruments Ltd., Netherlands) végeztük. A tej pH-értékét és elektromos vezetőképességét (EC600, Extech Instruments Ltd., USA) műszerrel mértük. A szomatikus sejtszámot MT-05 típusú szomatikus sejtszámmérő eszközzel határoztuk meg. A három mintavétel időszakában a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. Nyerstej Minősítő Laboratóriuma

(Budapest) által vizsgált elegyitejek összes mikroba-szám adatait is felhasználtuk.

A tőgygyulladás baktériumfajok típusának (kis- vagy nagyhatású fajok) és tőgygyulladásmentes tehenek egyedi tejminták (42 minta) szomatikus sejtszámának alakulására. A kimutatott tőgygyulladás baktériumfajok típusa és előfordulása szerint négy kategóriát alakítottunk ki:

1. Mind a négy tőgygyulladás negatív, azaz nem mutattunk ki semmilyen tőgygyulladás baktériumfajt,
2. Egy tőgygyulladásban mutattunk ki kishatású (minor) tőgygyulladás baktériumfajt,
3. Kettő, három vagy négy tőgygyulladásban mutattunk ki kishatású (minor) tőgygyulladás baktériumfajokat,
4. Esetszámtól függetlenül nagyhatású tőgygyulladás baktériumfajokat mutattunk ki.

Az adatok statisztikai kiértékelését az SPSS 23.0 programcsomaggal végeztük (normalitás és homogenitás vizsgálat). Az adatok normalitás vizsgálatát Kolmogorov-Smirnov teszttel végeztük el. Megállapítottuk, hogy a szomatikus sejtszámértékek nem mutattak normáloszlást, ezért ezeket az adatokat logaritmizáltuk a további statisztikai vizsgálatok elvégzése érdekében. Majd parametrikus tesztekkel végeztünk a vizsgálatuk során. A tőgygyulladás baktériumok alapján kialakított csoportok között ANOVA és Chi<sup>2</sup> tesztet végeztünk. A csoportok közötti elemszám-különbség miatt a Tukey post hoc tesztet alkalmaztuk.

### 4. Eredmények

A tejminták beltartalmi értékeit, az elektromos vezetőképességet, pH-t, szomatikus sejtszámot, valamint az elegyitej összcsíraszámát az **1. táblázatban** foglaltuk össze.

1. táblázat. Beltartalmi értékek, elektromos vezetőképesség, pH, szomatikus sejtszám és összcsíraszám alakulása a mérések során  
Table 1. Mean values of the chemical composition, conductivity, pH, somatic cell number and total plate count parameters during sampling period

Mért jellemzők Measured characteristics	1. mérés Measure 1.	2. mérés Measure 2.	3. mérés Measure 3.	Átlag Average
Zsír % / Fat %	3.75±1.26	3.97±1.26	3.59±1.20	3.77±1.05
Fehérje % / Protein %	3.09±0.25	3.21±0.24	3.31±0.30	3.20±0.27
Tejcukor % / Lactose %	4.97±0.18	4.84±0.18	4.75±0.17	4.86±0.20
Szárazanyag % / Dry material %	10.96±0.84	10.96±0.85	10.76±0.73	10.88±0.79
Elektromos vezetőképesség mS/cm Electrical conduction mS/cm	4.79±0.29	4.97±0.38	5.23±0.28	4.99±0.36
pH	6.67±0.05	6.62±0.05	6.65±0.04	6.65±0.05
Szomatikus sejtszám ezer sejt/ml Somatic cell count thousand cells/ml	82.00±12.07	171.00±368.34	116.69±28.60	122.39±209.46
Összes csíraszám ezer sejt/ml Total mesophilic germ count thousand cells/ml	12	13	9	11.33±2.08

Több szerző [17] szerint a tej beltartalmi értékei és mikrobiológiai állapota döntően befolyásolja a tej feldolgozhatóságát és az ebből származó termékek minőségét. A mikrobiológiai minőség esetén a szomatikus sejtszám és a mikrobaszám szigorú kritérium, hiszen ezek a paraméterek nagy hatással vannak a nyers tej feldolgozhatóságára. A 853/2004/EK rendelet III. melléklet, IX. szakasz, III. fejezetének [23] nyers tejjel vonatkozó kritériumai szerint, a nyers tehéntej megengedhető legmagasabb összcsíraszám 100 000 sejt/ml, valamint szomatikus sejtszáma nem haladhatja meg a 400 000 sejt/ml-t. Eredményeinkből megállapítható, hogy mindhárom mérés során a nyerstej-minták megfeleltek a fenti követelményeknek, sőt a vizsgálat során mért szomatikus sejtszám és az összes csíraszám-érték kedvező volt. Ez előnyös a tej feldolgozása során, mivel a nagy összcsíraszámú tejből alapvetően jó minőségű tejtermékek nem, vagy csak bonyolult technológiai lépések sorozatával állíthatók elő.

A tejminták tőgygyulladás baktériumok előfordulásának számát és arányát a **2. táblázat** foglalja össze.

A vizsgálatunk során 116 negatív mintát találtunk, amelyek átlagos aránya közel 70% volt. Egyébiránt azt tapasztaltuk, hogy a laktáció előrehaladtával a pozitív minták száma és aránya megnövekedett, a kezdeti 23%-ról (13 db) 39%-ra (22 db). A vizsgált időszakra vetített átlag 31% volt. Az eredményül kapott arány kedvező, összehasonlítva olyan, korábbi eredményekkel [8], ahol a szerzők csehtarka állományban végzett vizsgálataikban a pozitív minták aránya 27% volt. Ugyanebben a vizsgálatban a holstein fríz állományból származó tejminták 42%-a volt pozitív. Más szerzők [18] hasonló 33,5%, megint mások [7] ennél nagyobb értékeket találtak (61-78%).

Veszélyes tőgygyulladás baktériumokat, mint pl. *S. uberis* és *S. aureus* csak 16 mintából mutattunk ki. Nagyhatású tőgygyulladás baktériumok közül 13 mintában volt jelen a *Streptococcus uberis*, ez a pozitív minták egynegyedét jelentette. Amíg két mintában volt jelen a

*Staphylococcus aureus* (3,8%). Egy minta esetében mindkét nagyhatású kórokozó jelen volt, ez az összes pozitív mintának 1,9%-a. Az összes nagyhatású tőgypatogén a pozitív mintákon belül 30,8%-ot, a 168 mintához viszonyítva pedig 9,5%-ot tett ki. Korábbi vizsgálatokban is a *Streptococcus uberis* és a *Staphylococcus aureus* tőgypatogén baktériumokat mutatták ki a szerzők [8]. Ezen tőgypatogén baktériumok élelmiszer-biztonsági kockázatot jelentenek, a kórokozók elpusztítása céljából fontos a megfelelő hőkezelési eljárás alkalmazása.

Vizsgálataink eredményei szerint a leggyakoribb kishatású tőgypatogén baktérium a koaguláz-negatív *Staphylococcus* (CNS) volt, hasonlóan a korábbi vizsgálatokhoz [8, 9]. Ez a kórokozó 33 mintában volt jelen, ami a pozitív minták 63,5%-át jelentette és az összes mintának 19,6%-át tette ki. Továbbá 3 mintában egyéb, kisebb jelentőségű kórokozót találtunk (5,7%).

További vizsgálatunkban a 14 tehéntől 3 alkalommal vett tejmintát 4 csoportra bontottuk a kimutatott tőgypatogén baktériumfajok típusa (minor vs. major) és tőgynegyedenkénti előfordulása alapján. A különböző tőgypatogén baktérium-kategóriák és a tej szomatikus sejtszáma között kerestünk összefüggéseket. Az eredményeket a 3. táblázat foglalja össze. A táblázat alapján a negatív mintákban, valamint a kishatású (minor) tőgypatogén baktériumok előfordulása esetén a tehéntej szomatikus sejtszámban, ill. a 100 ezer sejt feletti minták arányában nem volt eltérés. Legkevesebb szomatikus sejtszámot (4,92, 4,92 és 4,90 log db/ml) az 1, a 2 és a 3 csoportokba került tehének tejmintáiban mértünk. 0, 1, illetve 2-4 tőgynegyedben voltak kimutatható minor tőgypatogén baktériumok. A 100 ezer feletti szomatikus sejt-

számú minták aránya is alacsony volt, 21-30% között változott. Amennyiben a tehenektől vett tejmintákból kimutatható volt nagyhatású (major) tőgypatogén baktériumfaj (4. csoport), az jelentősen megnövelte a tej szomatikus sejtszámát (5,15 log db/ml), valamint a 100 ezer sejt feletti minták arányát (60%).

A fentebb leírtakból következik, hogy a kishatású tőgypatogének normál tartási, takarmányozási és higiéniai viszonyok mellett a magyartarka esetében nem okoznak számottevő állategészségügyi kockázatot, illetve gazdasági kárt, viszont kedvezőtlen körülmények hatására fogékonyabbá tehetik a tőgyet a nagyhatású tőgypatogén baktériumok elszaporodása iránt. A patogén és romlást okozó baktériumokat tartalmazó tejből jó minőségű termék nem állítható elő. Ezért az egészségügyi és ezen keresztül az élelmiszerbiztonsági kockázatokat a feldolgozók jellemző módon pasztörözéssel csökkentik. A pasztörözést azonban úgy kell végezni, hogy az alkalmazott hőkezeléssel a tej eredeti jellege és tulajdonságai jelentősen ne változzanak. Ez a tejfeldolgozási technológia szigorú felügyeletét követeli meg.

A 4. táblázatban a nagyhatású tőgypatogén előfordulása előtti minták állapotát mutatjuk be. Az általunk vizsgált állomány főleg a takarmányok jellege miatt nem minősült organikus (bio) gazdaságnak, de összehasonlításként megemlíthető, hogy a szintén kisebb állományokat tartó európai organikus farmokban a tőgyegészségügyi állapot kedvezőbb a nagyüzemenél a diagnózis, a kezelés és annak hatékonysága területén is. Bár az összehasonlítás kritériumai nem teljesen azonosak, ez is rámutat arra, hogy gazdasági szempontból is megtérül, ha az állattartók kiemelt figyelmet szentelnek az állatok egészségi állapotára [20].

2. táblázat. A három mérés időszakában előforduló tőgypatogén baktériumok\*  
Table 2. Presence of udder pathogen bacteria at the three sampling period\*

Baktériumfajok Bacterial species	1. mérés Measure 1.		2. mérés Measure 2.		3. mérés Measure 3.		Összesen Total	
	db	%	db	%	db	%	db	%
Negatív / Negative	43	77	39	70	34	61	116	69
Pozitív / Positive	13	23	17	30	22	39	52	31
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0	2	9.1 (3.5)	2	3.8 (1.2)
<i>Streptococcus uberis</i>	2	15.3 (3.5)	5	29.3 (8.8)	6	27.2 (10.6)	13	25 (7.7)
<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus uberis</i>	0	0	0	0	1	4.5 (1.8)	1	1.9 (0.6)
Összes nagyhatású tőgypatogén baktérium All high potency udder pathogenic bacteria	2	15.3 (3.5)	5	29.4 (8.9)	9	40.9 (16)	16	30.8 (9.5)
CNS	10	77 (17.8)	10	58.7 (17.8)	13	59.1 (23)	33	63.5 (19.6)
Egyéb kórokozók Other pathogenes	1	7.7 (1.7)	2	11.7 (3.5)	0	0	3	5.7 (1.8)

\*A zárójeles értékek az összes mintaszámra vetített arányt mutatják.

\*The numbers in brackets concern to the total values of sample

CNS= koaguláz-negatív *Staphylococcus* / CNS= Coagulase-negative *Staphylococcus*

Az olyan tejmintákban, amelyekben nem fordult elő minor tőgypatogén baktérium, a későbbi mintavétel során kisebb arányban találtunk nagyhatású tőgypatogén baktériumot. Amennyiben azonban az előző mintavétel során vett mintákban kishatású tőgypatogén baktériumok voltak jelen, úgy a következő mintavételkor már nagyobb arányban találtunk nagyhatású kórokozót is. Bár a kishatású tőgypatogének nem okoznak nagymérvű tejhigiéniai és egészségügyi kockázatot, de növelhetik az esélyét a későbbi nagyhatású tőgypatogén baktériumok megjelenésének, elszaporodásának, és növelhetik a tőgyegészségügyi kezelések költségét és az alapanyag élelmiszer-biztonsági kockázatát.

## 5. Következtetések

Eredményeink alapján a negatív minták esetében, valamint a kishatású tőgypatogén baktériumok előfordulásakor mértük a legkisebb szomatikus sejtszám-értékeket. Ha azonban nagyhatású tőgypatogén baktériumfajokat is kimutattunk, azokkal párhuzamosan a tejminták szomatikus sejtszáma ugrásszerűen megemelkedett. A fakultatív tőgypatogén baktériumok jelenléte a tőgyegészség romlását

3. táblázat. Tőgypatogén baktériumok előfordulásának és típusának hatása a tej szomatikus sejtszámára  
Table 3. Effect of numbers and type of udder pathogenic bacteria on the somatic cell counts

Kategória Category	n	Átlag (log db/ml) Average (log db/ml)	Szórás Standard deviation	100 ezer feletti sejt/ ml arány (%) Above 100 thousands cell/ml ratio (%)
1	14	4.92a	0.1	21a
2	10	4.92	0.13	30a
3	8	4.9	0.09	25a
4	10	5.15b	0.38	60b

Magyarázat: 1: negatív; 2: minor tőgypatogén egy tőgynegyedben; 3: minor tőgypatogén 2-4 tőgynegyedben; 4: major tőgypatogén; ab=P <0,05

Explanation: 1: negative; 2: minor pathogen in one quarter; 3: minor pathogen in 2 or 4 quarters; 4: major pathogens; ab=P<0.05

4. táblázat. Nagyhatású tőgypatogének előfordulása a korábbi bakteriológiai eredmény alapján  
Table 4. Major udder pathogen pattern (%) in relation to results of previous bacteriology investigation

Kód / Code	%	95% konfidencia intervallum (%) 95% range of confidence (%)
0	36	24-46
1	64	54-74
P	<0.001	

Megjegyzés: 0= az előző mintavételnél nem volt tőgypatogén baktérium a mintában; 1= az előző mintavételnél volt kishatású tőgypatogén baktérium a mintában.

Remark: 0= no udder pathogenic bacterium in the previous sample; 1= there were minor pathogens in the previous sample.

Dóra Bekő<sup>1</sup>, Péter Póti<sup>1</sup>, László Bárdos<sup>1</sup>, Ágnes Sramek<sup>1</sup>, Ferenc Pajor<sup>1</sup>

Received: October 2019 – Accepted: April 2020

## Udder health investigations in a Hungarian Fleckvieh small-scale herd, related to food safety

**KEYWORDS:** raw cow milk, milk hygiene, mastitis, milk microbiology, somatic cell number, food safety

### 1. SUMMARY

Data about the presence of pathogenic bacteria in the udders of Hungarian Fleckvieh cows and about their milk quality parameters is fairly lacking. The aim of this research was to evaluate the prevalence of mastitis pathogens in Hungarian Fleckvieh milk. This study was carried out in a small-scale (n=20) dairy farm in Pest county, Hungary. The cows were milked twice a day in a milking parlor with three stalls. Milk samples were taken from cows at similar stages of lactation and of similar age (n=14) three times during the lactation (beginning, midpoint and end of lactation) from udder quarters (n=168) at the beginning of milking for analyzing pathogenic udder bacteria, and from fully milked udders (n=42) for analyzing milk composition and somatic cell count. The 42 milk samples were divided into four groups by the type (minor or major) and prevalence of the pathogenic bacteria by udder quarter:

- 1 – all four udder quarters negative;
- 2 – minor pathogenic bacterial species in one udder quarter;
- 3 – minor pathogenic bacterial species in two, three or four udder quarters;
- 4 – major pathogenic bacterial species detected regardless of the case count.

It was determined that the mean somatic cell count was 123 thousand cells/ml, moreover pathogenic udder bacterial species have been found in 31% (n=52) of the milk samples. In the investigation the mastitis pathogen most frequently encountered was coagulase-negative *Staphylococcus* (CNS), which was present in two thirds of the positive samples (n=33). Of the major udder pathogens, *Streptococcus uberis* (n=13) and *Staphylococcus aureus* (n=2) were detected in the 168 samples. When major pathogenic bacterial species were detected even in one udder quarter, it significantly affected the mean somatic cell count of the milk of Fleckvieh cows. The elimination of pathogenic and spoilage bacteria is important not only from a food safety point of view, but it is also of paramount importance for the production of high quality milk products. Based on our results, milk with a low somatic cell count and of favorable quality can be produced when compliance with appropriate hygienic practice is ensured under small-scale farm management conditions.

### 2. Introduction

To date, mastitis in dairy cows is a major problem in dairy farms, as it is one of the most common and costly diseases, resulting in significant losses due to reduced income from the sale of milk, the cost of culling and treatment (e.g. courses of antibiotics), or the burden of milk dumping because of it [4, 11, 16].

Based on domestic studies, in Hungary the average udder health loss per cow is approximately USD 105.9 (HUF 28,000-29,000 – Today this sum is approximately 34,000 HUF. The Editor.). On a farm with 1,000 cows, this could be as much as HUF 30 million per year [15].

The development of mastitis is usually caused by some kind of pathogenic udder bacterium that multiplies and damages the tissues when entering the udder quarters. If, at the onset of the disease, there is no change in the udder quarter and there is no increase in the somatic cell count of the milk produced by it, then the inflammation is in the subclinical stage. When we are talking about a *clinical* mastitis, an increase in the temperature of the udder quarter can be observed, it becomes red, swollen, hard and sensitive and, in addition, the milk extracted from the udder quarter contains flakes or lumps, and the consistency of the milk becomes water-like.

Bacteria that cause mastitis are divided into two groups, one of which is the so-called major udder pathogens, while the other group is the so-called minor udder pathogenic bacteria [2]. Major udder pathogens include *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae* and Enterobacteria (e.g., *E. coli*). These dangerous pathogens are the most common causes of clinical mastitis [1, 3, 12, 14]. The most common udder pathogens are coagulase-negative *Staphylococcus* (CNS, in short) and *Corynebacterium* spp. [19].

Subclinical mastitis is most often caused by these minor pathogens [9]. Based on all this, it is clear that providing the hygiene background of the livestock and its control are important issues from the point of view of the safety of milk and the dairy products made from it. It is well known that the processability of poor quality milk (presence of udder pathogenic bacteria, increased somatic cell count) is greatly reduced [21]. The destruction of various harmful microorganisms can be achieved by the pasteurization of milk. In addition to food safety considerations, various heat treatments are also used to achieve safer production [10].

The Fleckvieh is a breed of cattle originating from cross-breeding of Central European stocks with Simmental cattle, and it can be integrated into small farm conditions. The weight of the Fleckvieh cow is 600-700 kg, and that of the bull is 900-1,300 kg [22]. Annual milk production of the breed is 5,000-5,500 kg, with a fat content of 3.9 to 4.1% [5]. According to Hungarian authors [22], in terms of the amount of milk produced, Fleckvieh is classified as a medium-performing breed among all world breeds. In addition to the above-mentioned traits, the Fleckvieh has excellent genetic characteristics, and with the professionalism and commitment of the breeders, all the conditions are in place for the breed to be the winner of the challenges of the future [6]. The incidence and frequency of mastitis vary and show significant differences in small, medium and large farms, and there are also differences between the breeds. In high yielding breeds, the incidence is as high as 40%, while in small family farms (e.g., in the case of the Fleckvieh) mastitis occurs less frequently (10-20%) [13]. Previous studies, using the majority Holstein

Friesian cows, have shown the importance of evaluating udder health from a bacterial point of view, whereas very little data are available on the prevalence of udder pathogenic bacteria in the Fleckvieh breed and on the effect of the bacteria on the somatic cell count.

### 3. Materials and methods

The location of the study was a family farm in Pest county (Törtel). In the course of the investigation, Fleckvieh cows (n=20) were milked on the farm. There were two barns to accommodate the cows: one with 19 stalls, built in 2008, the other one with 9 stalls, built in 2013. The cows were milked twice a day, in a DeLaval milking parlor with 3 stalls. The cows were fed alfalfa hay, meadow hay and alfalfa haylage *ad libitum*, and could also graze from spring to late autumn. The farm has 30 hectares of pasture, 5 hectares of which is native grassland and 25 hectares is planted grassland. In addition, dairy cows also received feed supplements in a ground form (20% each of corn, wheat, sunflower, barley and triticale).

Cows (n=14) with similar lactation stages and ages, and not showing the signs of clinical mastitis during the investigation were selected for the study, from which a total of 168 samples were collected at the beginning, middle and end of the lactation period, from the udder quarters separately, with an additional 42 individual milk samples collected from fully milked udders. In the study, the correlations between the types and incidence of udder pathogenic bacteria were evaluated using the individual somatic cell count values, therefore, milk samples were not taken from each udder quarter to determine the somatic cell count. Sampling was performed by following the milking times, during the two morning and one evening milking in the course of the study period.

Prior to sampling, the teats of the selected cows were treated with a warm water cloth and then, before milking, with a disinfectant wipe to remove bacterial contaminants from the teat surfaces. After draining the first jet of milk, individual milk samples were collected from each udder quarter in 10 ml jars and from each milked udder in a 50 ml jar for each cow after milking. Bacterial species causing mastitis [including CNS (coagulase-negative *Staphylococcus*); *Corynebacterium* sp.; *Staphylococcus aureus*; *Streptococcus uberis*] were detected in the 10 ml samples by the surface spreading method in the Gödöllő laboratory of the Animal Breeding Performance Testing Kft. In the 50 ml milk samples, milk fat, milk protein, lactose, pH value and electrical conductivity were measured, and the somatic cell count was determined. The composition of milk (dry matter, milk protein, milk fat, lactose) was analyzed using a LactoScope™ (Delta Instruments Ltd., Netherlands) instrument. The pH value and electrical conductivity of milk were measured by an EC600 (Extech Instruments Ltd., USA) instrument. Somatic cell count

<sup>1</sup> Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences



was determined using an MT-05 somatic cell count device. During the three sampling periods, the total plate count data of the Budapest Raw Milk Qualification Laboratory of the Hungarian Milk Research Institute Kft. were also used.

The effect of the type of udder pathogenic bacterial species (minor or major species) and their incidence by udder quarter on the somatic cell count of the individual milk samples (n=42) of the cows were evaluated. Four categories were defined according to the type and occurrence of the udder pathogenic bacterial species detected:

1. All four udder quarters are negative, i.e., no udder pathogenic bacterial species were detected,
2. A minor udder pathogenic bacterial species was detected in one udder quarter,
3. Minor udder pathogenic bacterial species were detected in two, three or four udder quarters,
4. Major udder pathogenic bacterial species were detected, regardless of the case count.

Statistical evaluation of the data was performed with the SPSS 23.0 software package (normality and homogeneity test). The normality analysis of the data was carried out using the Kolmogorov-Smirnov test. It was found that somatic cell count values did not show a normal distribution, so these data were logarithmized in order to be able to perform further statistical studies. Then parametric tests were performed during their study. ANOVA and Chi<sup>2</sup> tests were performed between the groups formed on the basis of udder pathogenic bacteria. Due to the difference in the number of items between the groups, the Tukey post hoc test was used.

#### 4. Results

The nutritional value, electrical conductivity, pH, somatic cell count and the total plate count of the mixed milk are summarized in **Table 1**.

According to several authors [17], the nutritional values of milk and its microbiological condition have a decisive influence on the processability of milk and the dairy products made from it. In the case of microbiological quality, somatic cell count and plate are strict criteria, as these parameters have a large impact on the processability of raw milk. According to the criteria of Chapter I of Section IX of Annex III of Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council for raw milk, the maximum total plate count of raw cow's milk shall not exceed 100,000 cells/ml, and the somatic cell count shall not exceed 400,000 cells/ml. Our results show that, during all three measurements, the raw milk samples met the above requirements, moreover, the somatic cell count and total plate count values measured in

the course of the study were favorable. This is advantageous in the processing of milk, since good quality dairy products basically cannot be produced from milk with a high total plate count, or only with a series of complicated technological steps.

The number and proportion of udder pathogenic bacteria in the milk samples are summarized in **Table 2**.

In our study, 116 negative samples were found, the average rate of which was thus nearly 70%. Furthermore, it was found that the number and proportion of positive samples increased from the initial 23% (n=13) to 39% (n=22) as lactation progressed. The average value for the period investigated was 31%. The resulting ratio is favorable compared to previous results [8], where the proportion of positive samples was 27% in a study carried out by the authors with Czech Fleckvieh cows. In the same study, 42% of milk samples from a Holstein Friesian herd were positive. Some authors found similar (33.5%) values [18], while others [7] found higher values (61-78%).

Dangerous udder pathogens such as *S. uberis* and *S. aureus* were detected only in 16 samples. Of major udder pathogenic bacteria, *Streptococcus uberis* was present in 13 samples, representing a quarter of the positive samples. *Staphylococcus aureus* was present in two samples (3.8%). Both major pathogens were present in one sample, representing 1.9% of all positive samples. The total major udder pathogens accounted for 30.8% of the positive samples and 9.5% of the 168 total samples. In previous studies, it was also the *Streptococcus uberis* and *Staphylococcus aureus* udder pathogenic bacteria that were detected by the authors [8]. These udder pathogenic bacteria pose a food safety risk, so it is important to use an appropriate heat treatment procedure to kill the pathogens.

According to the results of our investigations, the most common minor udder pathogenic bacterium was coagulase-negative *Staphylococcus* (CNS), similarly to previous studies [8, 9]. This pathogen was present in 33 samples, representing 63.5% of the positive samples and 19.6% of the total samples. In addition, other pathogens of less significance were found in 3 samples (5.7%).

In our further study, milk samples taken three times from 14 cows were divided into 4 groups based on the type of udder pathogenic bacterial species detected (minor vs. major) and their occurrence by udder quarter. Correlations were sought between the different udder pathogenic bacterium categories and the somatic cell count of the milk. The results are summarized in **Table 3**. According to the table, in the negative samples and in the case of the presence of minor udder pathogenic bacteria, there was no difference in the somatic cell count of cow's milk or in the proportion of samples with a cell count exceeding 100,000. The lowest somatic cell counts (4.92, 4.92

and 4.90 log/ml) were measured in the milk samples classified as belonging to groups 1, 2 and 3. Minor udder pathogenic bacteria could be detected in 0, 1 or 2-4 udder quarters. The proportion of samples with a somatic cell count exceeding 100,000 was also low, ranging from 21 to 30%. If a major udder pathogenic bacterial species could be detected in a sample taken from the cows (Group 4), the somatic cell count of the milk (5.15 log/ml) and the proportion of samples with a cell count exceeding 100,000 (60%) were significantly increased.

It follows from the above that, under normal housing, feeding and hygiene conditions, no significant animal health risk is posed or economic damages caused by minor udder pathogens in the case of Fleckvieh cows, however, under unfavorable conditions, they may make the udder more susceptible to the growth of major udder pathogenic bacteria. Good quality product cannot be prepared from milk that contains pathogenic or spoilage bacteria. Therefore, the risk to health and thus to food safety are typically reduced by processors through pasteurization. However, pasteurization must be carried out in such a way that the heat treatment applied does not significantly alter the original nature and characteristics of the milk. This requires strict supervision of the milk processing technology.

**Table 4** shows the condition of the samples before the occurrence of major udder pathogens. The livestock examined by us did not qualify as an organic farm mainly due to the nature of the feed, but by way of comparison, it can be stated that in European organic farms that also have smaller herds, udder health conditions are more favorable than those in large plants, both in terms of diagnosis, treatment and its effectiveness. Although the criteria for comparison are not exactly the same, it still shows that it pays off economically as well if particular attention is paid by livestock keepers to the health of the animals [20].

In the milk samples in which no minor udder pathogenic bacteria were present, a smaller proportion of major pathogenic bacteria was found during the subsequent sampling. However, if minor udder pathogenic bacteria were present in the samples taken previously, then a higher proportion of major pathogens were found during the subsequent sampling. Although no significant dairy hygiene and health risk is posed by minor udder pathogens, they can increase the chances of subsequent appearance and growth of major udder pathogenic bacteria, as well as the cost of udder health treatments and the food safety risk of the raw material.

#### 5. Conclusions

Based on our results it can be stated that the lowest somatic cell count values were measured in the case of negative samples and in the presence of minor ud-

der pathogenic bacteria. However, when major udder pathogenic bacterial species were also detected, the somatic cell count of the milk samples increased dramatically in parallel. The presence of facultative udder pathogenic bacteria means a deterioration in udder health, as it can make the udder more susceptible and major udder pathogenic bacteria, which can also cause severe udder diseases, can more easily proliferate. Such milk lots significantly impair the financial performance of dairy farms, make it more difficult, or even impossible, to process raw milk in the food industry, and they pose a food safety risk to the consumers of the milk and dairy products.

#### 6. Acknowledgement

This publication was supported by the project EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008. The project was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund.

#### 7. References

- [1] Barkema, H.W., Schukken, Y.H., Zadoks, R.N. (2006): Invited review: The role of cow, pathogen, and treatment regimen in the therapeutic success of bovine *Staphylococcus aureus* mastitis. *J. Dairy Sci.*, 89. p. 1877-1895.
- [2] Biró G. (2014): Élelmiszer- higiénia, Tőgygyulladást okozó, kórokozó baktériumok [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011\\_0001\\_533\\_ElelmiszerHigienia/ch02s05.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_533_ElelmiszerHigienia/ch02s05.html) (utolsó letöltés: 2016. 10. 26.)
- [3] Breen, J.E., Green, M.J., Bradley, A.J. (2009): Quarter and cow risk factors associated with the occurrence of clinical mastitis in dairy cows in the United Kingdom. *J. Dairy Sci.*, 92. p. 2551-2561.
- [4] Halasa, T., Huijps, K., Østerås, O., Hogeveen, H. (2007): Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *Vet. Q.*, 29. p. 18-31.
- [5] Holló I., Szabó F. (2011): Szarvasmarhatechnológia [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0059\\_szarvasmarha\\_tenyesztetes/ch04.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0059_szarvasmarha_tenyesztetes/ch04.html) (utolsó letöltés: 2016. 10. 28.)
- [6] Húth B. (2016): A magyartarka tenyésztők válasza napjaink kihívásaira. In: *Kistermelők Lapja*, 11. p. 16 - 17.
- [7] Kalmus, P., Aasmäe, B., Kärssin, A., Orro, T. Kask, K. (2011): Udder pathogens and their resistance to antimicrobial agents in dairy cows in Estonia. *Acta Vet. Scand.*, 53. p. 1-7.
- [8] Klimesova-Vyletelova, M., Dufek, A., Nemeczkova, I., Horacek, J., Ponizil, A., Nejeschlebova, L. (2014): *Staphylococcus aureus* and other pathogens in relation to breed of cattle and somatic cell count. *Bulg. J. Agri. Sci.*, 20. p. 1477-1482.

- [9] Koivula, M., Pitkälä, A., Pyörälä, S., Mäntysari, E.A. (2007): Distribution of bacteria and seasonal and regional effects in a new database for mastitis pathogens in Finland. *Acta Agric. Scand. A Anim. Sci.*, 57. p. 89–96.
- [10] Korzenszky P., Kovács Á, Meixner R., Pettó Cs. (2017): A tej hőkezelésének élelmiszer-biztonsági és energetikai vizsgálata. *Élelmiszervizsg. Közl.*, 63. 3. p. 1680-1691.
- [11] Kovács P., Tibold J., Ózsvári L. (2015): A *Staphylococcus aureus* tőgygyulladás elleni védekezés egy nagyüzemi holstein-fríz állományban és a fertőzés gazdasági hatásai. *Magy. Áo. Lapja*, 137. p. 707-718.
- [12] Levison, L.J., Miller-Cushon, E.K., Tucker, A.L., Bergeron, R., Leslie, K.E., Barkema, H.W., Devries, T.J. (2016): Incidence rate of pathogen-specific clinical mastitis on conventional and organic Canadian dairy farms. *J. Dairy Sci.*, 99. p. 1341–1350.
- [13] Németh A., Sensen M.: Tőgygyulladás gyógyítása csírákkal *Biokultúra* 2013/3 [www.biokontroll.hu/tgygyulladas-gyogytasa-csirakkal](http://www.biokontroll.hu/tgygyulladas-gyogytasa-csirakkal)
- [14] Olde Riekerink, R.G., Barkema, H.W., Kelton, D.F., Scholl, D.T. (2009): Incidence rate of clinical mastitis on Canadian dairy farms. *J. Dairy Sci.*, 91. p. 1366–1377.
- [15] Ózsvári L., György K., Illés B.Cs., Bíró O. (2003): A tőgygyulladás által okozott gazdasági veszteségek számszerűsítése egy nagyüzemi holstein-fríz tehenészetben. *Magy. Áo. Lapja*, 125. p. 273-279.
- [16] Ózsvári L., Muntyán J., Filipisz I. (2016): A staphylococcusok és az *E. coli* által okozott tőgygyulladás elleni vakcinás védekezés termelési tapasztalatai és gazdasági megtérülése egy hazai nagyüzemi holstein-fríz tehenészetben. *Magy. Áo. Lapja*, 138. p. 195-206.
- [17] Peles F., Máthéné Sz.Zs., Béri B., Szabó A. (2008): A tartástechnológia hatása a nyers tej mikrobiológiai állapotára. *Agrártudományi Közlemények, Debrecen*, 31. p. 67-75.
- [18] Pitkala, A., Haveri, M., Pyorala, S., Myllys, V., Honkanen-Buzalski, T. (2004): Bovine mastitis in Finland 2001 - prevalence, distribution of bacteria, and antimicrobial resistance. *J. Dairy Sci.* 87. p. 2433–2441.
- [19] Reyher, K.K., Dohoo, I.R., Scholl, D.T., Keefe, G.P. (2012): Evaluation of minor pathogen intramammary infection, susceptibility parameters, and somatic cell counts on the development of new intramammary infections with major mastitis pathogens. *J. Dairy Sci.*, 95. p. 3766 – 3780.
- [20] Ruegg PL. (2009): Management of mastitis on organic and conventional dairy farms. *J Anim Sci.*, 87. (13 Suppl) p. 43-55.
- [21] Ryhanen E.L., Tallavaara K., Griinari J.M., Jaakkola S., Mantere-Alhonen S., Shingfield K.J. (2005): Production of conjugated linoleic acid enriched milk and dairy products from cows receiving grass silage supplemented with a cereal-based concentrate containing rapeseed oil. *Intern. Dairy J.* 15. p. 207-217.
- [22] Stefler J. (2014): A magyartarka kialakulásának kezdetei, In: Stefler J., A magyartarka tenyésztése, *Magyartarka Tenyésztők Egyesülete*, p. 26.
- [23] 853/2004/EC (2004): Laying down specific hygiene rules for food of animal origin (EU Regulation). Annex III, Section IX, Chapter I / III. 3.(b) p. 66.

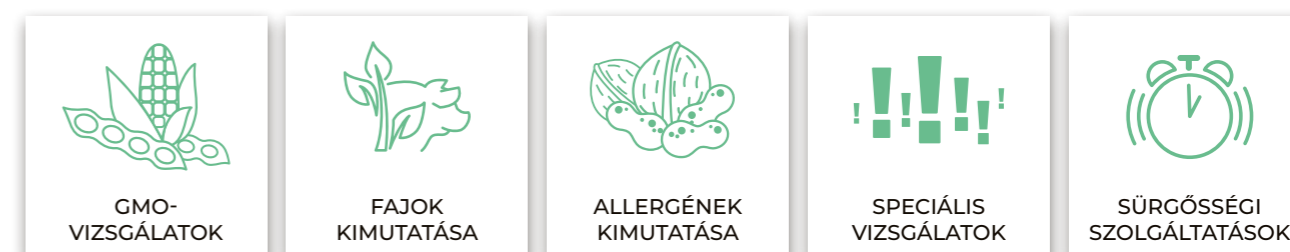
## A MOLEKULÁRIS BIOLÓGIAI LABORATÓRIUM

ÜGYFELEINK SZOLGÁLTATÁBAN 2005 ÓTA

### BIOMI: A GMO-VIZSGÁLATOK SPECIALISTÁJA

A Biomi Kft. a WESSLING cégcsoport biotechnológiai és molekuláris biológiai szolgáltató vállalkozása. Szakértelmünkkel 15 éve szolgáljuk partnereinket, hogy kérdéseikre gyors, pontos és megbízható válaszokat kapjanak.

### AKKREDITÁLT SZOLGÁLTATÁSOK



### GENOMIKAI SZOLGÁLTATÁSOK

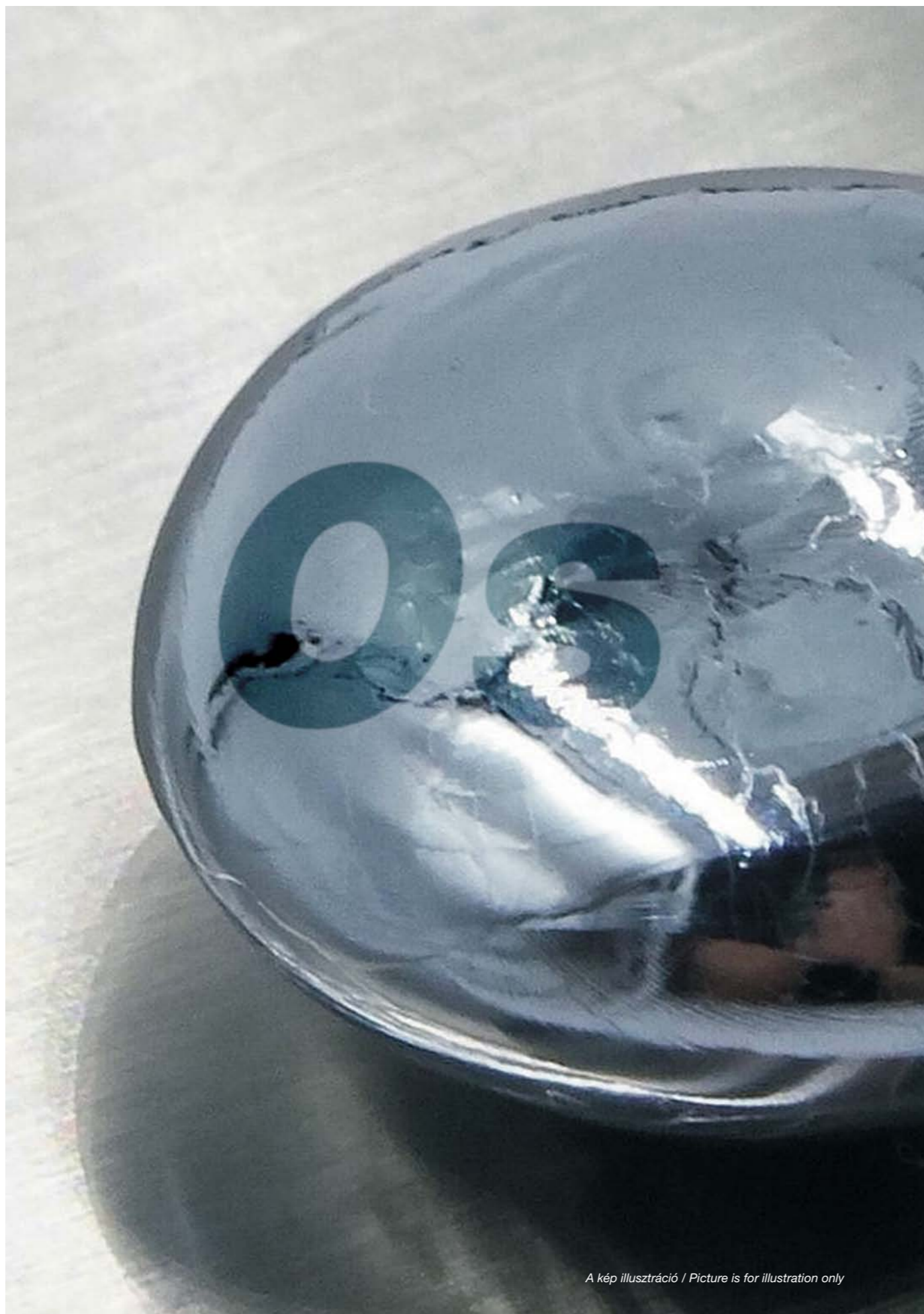


#### BIOMI KFT.

2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert u. 4.  
Tel: +36 28 526 148 | e-mail: [biomi@biomi.hu](mailto:biomi@biomi.hu)

Megújult honlapunk:

**BIOMI.HU**



A kép illusztráció / Picture is for illustration only

Szabó S. András<sup>1</sup>

Érkezett: 2019. október – Elfogadva: 2020. január

## Élelmiszerek ásványi anyag tartalma: ozmium az élelmiszerekben

**KULCSSZAVAK:** biológiai szerep, mikroelem, nehézfém, platina-fémek, toxicitás

### 1. ÖSSZEFOGLALÁS

Az ásványi anyagok témakörét ismertető cikksorozatunkban a palládium után [8] folytatjuk a toxikusnak tekintett nyomelemek tárgyalását. Jelen dolgozat egy újabb, a platinafémekhez tartozó mikroelemmel, az ozmiummal (Os) foglalkozik.

### 2. Bevezetés

Kéziratom tárgya a nehéz platinafémekhez tartozó, nehézfém-mikroelem, az ozmium. Az ozmium nem esszenciális és nem stimulatív hatású nyomelem. Az élelmiszerláncban meglehetősen kicsi koncentrációban fordul elő, így – bár van néhány határozottan toxikus vegyülete, mint például az Ozmium-tetroxid ( $\text{OsO}_4$ ) – toxikus hatásának mezőgazdasági és táplálkozási szempontból gyakorlati jelentősége nincs.

#### 2.1. Az ozmium kémiai jelentősége és élettani szerepe

Az ozmium is a platinafémekhez tartozó nehézfém mikroelem, a periódusos rendszerben a VIII. oszlop harmadik triádjának első tagja. Az ozmium nemesfémnek is tekinthető átmeneti fém, és az irídiumhoz és a platinához hasonlóan az ún. nehéz platinafémek (Os, Ir, Pt) csoportjába tartozó nyomelem.

Az ozmium a természetben meglehetősen ritka elem, a nyers platinában fedezték fel, nevét az illékony, szúrós szagú oxidjáról (osmé = szag) kapta. A kémiai elemek közül az ozmium a legnagyobb sűrűségű,  $22.6 \text{ g/cm}^3$  [1]. A természetben 7 izotópja fordul elő, ezek közül 6 stabil.

Kémiai tulajdonságait tekintve a platinafémeken belül elsősorban a ruténiumhoz hasonlít. Vegyületeiben 0 és 8 között minden oxidációs fokkal előfordul. Vegyületei változatos színűek, ionvegyülete nincs, csak komplex ionok formájában fordul elő. Oxidjainak oldata neutrális, magas oxidációs fok esetén sem savképző elem. Bár agresszív közegben számos vegyületet képez, kémiailag nem túl aktív, ezért bizonyos tekintetben a nemesfémekhez is sorolható elem.

Az ozmiumot és ötvözeteit kiemelkedően nagy keménységük miatt speciális ipari feladatok megoldására és katalizátorként is használják, de a környezetbe, mint szennyező komponens csak nagyon kis mennyiségben jut. Természetes viszonyok között az ozmiumnak a litoszférában mintegy  $0,4 \text{ ng/g}$  az átlagos előfordulási aránya, a kőzetekben, talajokban viszont ennél általában kisebb a jellemző Os-koncentráció [2, 3]. Kifejezetten ritka elem, édesvizekben és a tengervízben is rendkívül alacsony az előfordulási koncentrációja.

Az ozmium élettani szerepe nem ismert, ezért a jellegzetesen nem létfontosságú elemek közé sorolható. Biopozitív, stimulatív hatásáról sincs megbízható irodalmi adat. Ezért az Os szerepe biológiai szempontból csakis a toxikusság oldaláról ítélnélhető meg. Van ugyan néhány toxikus vegyülete – pl. az  $\text{OsO}_4$  kifejezetten toxikus – viszont a nagyon alacsony előfordulási koncentrációk miatt ennek a ténynek gyakorlati jelentősége nincs. Nem vitatható, hogy az ozmiumnak a bioszférában való előfordulási aránya többnyire jelentősen elmarad a tipikus, fiziológiai szempontból fontosnak ítélt mikroelemekétől.

Az élelmiszer-analitikában a cukorkomponensek élelmiszerekben (pl. gyümölcslevek, üdítő italok, energia italok) való meghatározására ozmium-polimer bioszenzort fejlesztettek ki [4, 5].

### 3. Ozmium-forgalom az emberi szervezetben

Az emberi szervezetbe naponta jutó ozmium mennyisége meglehetősen kis érték, nagyságrendileg  $10^{-6} \text{ g-ra}$  becsülhető. Ez főleg az élelmiszerekből és kisebb részben pedig az ivóvízből származik.

<sup>1</sup> Élelmiszerfizika Közhasznú Alapítvány

A tápcsatornába jutó fémfelszívódásról nem sokat tudunk, az viszont nem kétséges, hogy a felszívódás aránya, és ezáltal a vizelettel és a széklettel ürített ozmium mennyisége erősen függ az elem kémiai formájától, azaz a speciációtól is.

### 3.1. Élelmiszerek ozmium tartalma

Az élelmiszer- és takarmánynövények – és ezáltal nyilvánvalóan a növény-állat-ember élelmiszerlánc – Os-koncentrációját természetes viszonyok között döntően a talajok Os-szolgáltató képessége határozza meg, ha egyedi szennyezéssel, speciális kontaminációs forrással nem kell számolni. Mivel a talaj és a talajvíz Os-koncentrációja többnyire nagyon kis érték, az élelmiszerekben mérhető Os-tartalom is többnyire meglehetősen alacsony. A talaj geológiai eredete természetesen meghatározó szerepet játszik, ami azt jelenti, hogy nagyobb ozmium-tartalmú kőzetből származó talajból, talajvízből az általánoshoz képest valamivel nagyobb ozmium-mennyiség szívódhat fel a növényekbe. A talaj átlagos ozmium-koncentrációja a ng/g koncentrációtartományba tartozik [6].

A platinafémeket, így az ozmiumot is – bár jelenlegi ismereteink szerint növényélettani szempontból sem esszenciálisak – a növények viszonylag könnyen fel tudják venni a talajból, emiatt az Os aránya a növényi hamuban jóval nagyobb lehet, mint a talajokban.

Az állati eredetű élelmiszerekben a növényi eredetű élelmiszerekhez képest még kisebb Os-koncentrációk mérhetők illetve várhatók. Gyakran csupán a ng/g, vagy még kisebb koncentrációtartomány az, ami jellemző az állati eredetű élelmiszerek Os-tartalmára.

### 4. Következtetés

Összegezve tehát megállapítható, hogy az ozmium nem esszenciális elem, és a nagyon kicsi koncentrációk miatt az agrártermelésben és az emberi táplálkozásban az Os, illetve egyes vegyületei esetleges toxikus hatásának nincs különösebb gyakorlati jelentősége [7]. Olyan organizmusról, ami az ozmiumot erősen dúsítaná, vagy olyan élelmiszerről, amiben az Os-koncentráció jelentős lenne, nem találtam adatot a szakirodalomban.

# NITROGÉN / FEHÉRJE ANALIZÁTOROK

**Egyetlen, évekig stabil kalibrációval  
mérhető valamennyi mintaféleség szabványosan!**



- élelmiszerek
- talajok, növények
- gabonák, tápok
- bioiszapok 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 CO<sub>2</sub> 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)

Andras S. Szabo<sup>1</sup>

Received: October 2019 – Accepted: January 2020

# Mineral content of foodstuffs: osmium in foodstuffs

**KEYWORDS:** biological role, heavy metal, microelement, platinum metals, toxicity

## 1. SUMMARY

This paper – as a part of a series of articles about minerals after the former article about palladium [8] – deals with topics of toxic trace elements. In the paper information is given about a new microelement (osmium), belonging to the platinum group metals.

## 2. Introduction

The paper deals with questions of osmium, a trace element, belonging to the heavy platinum metals. Osmium is not an essential or beneficial element. The Os-concentration in the food chain is very low, therefore – although there are some strongly toxic Os-compounds, e.g. OsO<sub>4</sub> – the Os-toxicity is not a reality in the practical agricultural production and human nutrition.

### 2.1. The chemical importance and physiological role of osmium

Osmium, as a heavy metal trace element belongs to the platinum group metals, it is the first member of the third triade of the VIII. column of the periodical system. Osmium is a transit metal which can be taken also as a noble metal, classified together with iridium and platinum as a trace element of the heavy platinum metals (Os, Ir, Pt). About iridium and platinum you will find information in the next parts of the series.

Osmium is a rather rare element in the nature, it was discovered in crude platinum and was named after its volatile, intensive smell having oxide (osmé = smell, odour). Osmium has the highest level of specific gravity (22.6 g/cm<sup>3</sup>) of all chemical elements [1]. There are 7 osmium isotopes in the nature, among them 6 isotopes are stable.

The osmium in chemical aspect – within the platinum group metals – is rather similar to ruthenium. In its chemical compounds the oxidation degree is between 0 and 8. The colour of its chemical compounds is various, it does not have simple ionic compounds,

only occurs in form of complex ions. The water-solution of osmium oxides are neutral, even in case of high oxidation degree it is not an acid-forming element. Although osmium in strongly reactive matrix able to form different chemical compounds, but generally it is not an active chemical element, so it can be considered as a noble metal, as well.

Osmium and its alloys (because of their extra hardness) are used for solution of special industrial purposes and as catalyst, as well, but the amount, emitted in the environment as a polluting material is very small. The natural average concentration of osmium in the lithosphere is about 0.4 ng/g, but the typical Os-concentration in rocks and soils in general less [2, 3]. Osmium is a really a rare element, the abundance in fresh-waters and even in sea-water has a very low level.

Its physiological role is unknown, and osmium can be classified as a non-essential element and no reliable. Biopositive, stimulating effect of osmium isn't available in the literature. Therefore, the role of Os in biological terms can only be judged from point of view of its toxicity. There are some toxic compounds – eg. OsO<sub>4</sub> is particularly toxic – but due to very low occurrence concentrations, this fact has no practical significance. It means that the prevalence of osmium in the biosphere is significantly below the level of the typical microelements considered to be of physiological importance. In the food analyse practice an osmium polymer biosensor has been developed for the determination of sugar components in foods (eg. fruit juices, soft drinks, energy drinks) [4, 5].

## 3. Osmium metabolism in the human body

The consumed amount of osmium per day in the human body is quite small, estimated at about 10<sup>-6</sup> g. This low value comes mainly from food and, to a lesser extent, from drinking water. We do not know much about the absorption, but there is no doubt that the rate of absorption, and thus the amount of urine and faecal excreted osmium, strongly depends on the chemical form of the element, ie. the speciation.

### 3.1. Osmium content of foods

The concentration of osmium in food and feed plants – and thus obviously the plants of animal and human food chain – in the natural conditions is mainly determined by the bioavailability from the soils, if it is not necessary to calculate with a specific contamination or a special pollution source. Since the Os concentration of soil and groundwater is mostly very low – the geological origin of the soil plays a decisive role – the content of Os in food is in general quite low. Typically, it belongs to the concentration range ng/g [6].

To be to emphasize that the platinum metals, although currently known to be non-essential to plant physiology, can be rather easily taken up from the soil by plants, so that the proportion of Os in plant ash can be much higher than in soils.

In foodstuffs of animal origin, even smaller Os concentrations can be measured or expected, than the plant origin ones. The typical concentration range in animal origin food materials is ng/g or even lower.

## 4. Conclusion

It can be concluded that osmium is not an essential element and that because of the very small concentrations in the agricultural production and in the human nutrition, the possible toxic effects of Os (or some of its compounds) have no practical significance [7]. During my work I have not found data in the literature about organism that would strongly enrich osmium or about food in which the concentration of osmium would be significant.

## 5. References

- [1] [www.en.wikipedia.org/wiki/osmium](http://www.en.wikipedia.org/wiki/osmium)  
Hozzáférés/Aquired: 14.09.2019
- [2] Bowen, H.J.M. (1979): Environmental chemistry of the elements. Academic Press, London-New York – Toronto-Sydney- San Francisco.
- [3] Bowen, H.J.M. (1982): Environmental chemistry. Vol. 2. Royal Society of Chemistry, Burlington House, London.

- [4] Autiochia, R., Vinci, G., Gorton, L. (2013): Rapid and direct determination of fructose in foods: a new osmium-polymer mediated biosensor. Food Chemistry, 140(4), 742-747.
- [5] Autiochia R., Gorton, L., Mannina, L. (2014): Rapid determination of sucrose in fruit juices. A new sensitive carbon nanotube paste osmium-polymer mediated biosensor. J. Food Research, 3(4), 101-112.
- [6] Szabó S.A., Regiusné Mócsényi Á., Győri D. (1994): Mikroelemek a mezőgazdaságban. III. Toxikus mikroelemek. Platinafémek. Budapest, Akadémiai Kiadó, 165-168.
- [7] Szabó S.A., (2016): The essential and non-essential character of trace elements. Scholar,s Press, Saarbrücken, Germany.
- [8] Szabo S. A. (2019): Mineral content of foodstuffs. Palladium in food. J. Food Investigation, 65(1), 2409-2411.

<sup>1</sup> Food Physics Public Utility Foundation

Szalay Anna<sup>1</sup>

## Nemzeti szabványosítási hírek

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

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

### 2020. március – 2020. május hónapban bevezetett szabványok:

#### 07.100.20 Víz mikrobiológiája

MSZ EN ISO 11731:2017\* Vízminőség. Legionella megszámlálása (ISO 11731:2017)

#### 07.100.30 Élelmiszer-mikrobiológia

MSZ EN 15634-1:2020 Élelmiszerek. Élelmiszer-allergének kimutatása molekuláris biológiai módszerekkel. 1. rész: Általános szempontok – Az MSZ EN 15634-1:2009 helyett –

MSZ EN 15634-2:2020 Élelmiszerek. Élelmiszer-allergének kimutatása molekuláris biológiai módszerekkel. 2. rész: Zeller (*Apium graveolens*). Specifikus DNS-szekvencia kimutatása főtt kolbászokban, valós idejű PCR-rel

MSZ EN ISO 15216-2:2020 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Horizontális módszer a Hepatitis A és a norovírus meghatározására valós idejű RT-PCR-rel. 2. rész: Kimutatási módszer (ISO 15216-2:2019)

MSZ EN ISO 16140-6:2020 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. Módszervalidálás. 6. rész: A választható (saját) módszerek validálásának protokollja mikrobiológiai megerősítési és tipizálási eljárások esetében (ISO 16140-6:2019)

MSZ EN ISO 19036:2020 Az élelmiszerlánc mikrobiológiája. A mérési bizonytalanság becslése mennyiségi meghatározásokhoz (ISO 19036:2019)

#### 13.060 Vízminőség

MSZ EN ISO 5667-6:2017\* Vízminőség. Mintavétel. 6. rész: Útmutató a folyók és patakok mintavételéhez (ISO 5667-6:2014)

MSZ EN 16691:2016\* Vízminőség. Egyes policiklusos aromás szénhidrogének (PAH) meghatározása a teljes vízmintában. Szilárd fázisú extrakció (SPE) SPE-korongokkal, gázkromatográfiás tömegspektrometriával (GC-MS)

MSZ EN ISO 21253-1:2020 Vízminőség. Vegyületcsoport-meghatározások. 1. rész: A célvegyületek azonosításának kritériumai gáz- és folyadékkromatográfiás tömegspektrometriával (ISO 21253-1:2019)

MSZ EN ISO 21253-2:2020 Vízminőség. Vegyületcsoport-meghatározások. 2. rész: A szerves anyagok mennyiségi meghatározásának kritériumai vegyületcsoport-analitikai módszerrel (ISO 21253-2:2019)

MSZ EN ISO 22125-1:2020 Vízminőség. Technécium-99. 1. rész: Folyadékszintillációs mérési módszer (ISO 22125-1:2019)

MSZ EN ISO 22125-2:2020 Vízminőség. Technécium-99. 2. rész: Induktív csatolású plazma-tömegspektrometriás (ICP-MS) vizsgálati módszer (ISO 22125-2:2019)

### 67 Élelmiszeripar

67.050 Élelmiszertermékek vizsgálatának és elemzésének általános módszerei

MSZ CEN/TS 17061:2020 Élelmiszerek. Peszticid szermaradékok és szerves szennyező anyagok kromatográfiás módszerekkel végzett kalibrálásának és mennyiségi meghatározásának irányelvei – Az MSZ CEN/TS 17061:2017 helyett –

MSZ CEN/TS 17062:2020 Növényi eredetű élelmiszerek. Peszticid szermaradékok meghatározásának multimódszere növényi eredetű olajokban, LC-MS/MS-sel (QuOil) – Az MSZ CEN/TS 17062:2017 helyett –

MSZ EN 13804:2013\* Élelmiszerek. Az elemek és ezek kémiai formáinak meghatározása. Általános szempontok és egyedi követelmények

MSZ EN 13805:2015\* Élelmiszerek. Nyomelemek meghatározása. Nyomás alatti feltárás

MSZ EN 15633-1:2020 Élelmiszerek. Élelmiszer-allergének kimutatása immunológiai módszerekkel. 1. rész: Általános szempontok – Az MSZ EN 15633-1:2009 helyett –

MSZ EN 15842:2020 Élelmiszerek. Élelmiszer-allergének kimutatása. Általános szempontok és a módszerek validálása – Az MSZ EN 15842:2010 helyett –

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

MSZ EN 17264:2020 Élelmiszerek. Az elemek és ezek kémiai formáinak meghatározása. Az alumínium

meghatározása induktív csatolású plazma sugárforrású tömegspektrometriával (ICP-MS)

MSZ EN 17265:2020 Élelmiszerek. Az elemek és ezek kémiai formáinak meghatározása. Az alumínium meghatározása induktív csatolású plazma sugárforrású optikai emissziós spektrometriával (ICP-OES)

MSZ EN 17279:2020 Élelmiszerek. Aflatoxin B<sub>1</sub>, deoxinivalenol, fumonizin B<sub>1</sub> és B<sub>2</sub>, ochratoxin A, T-2 toxin, HT-2 toxin és zearalenon szűrésének multimódszere élelmiszerekben (kivéve a csecsemőknek és kisgyermekeknek szánt élelmiszerek), LC-MS/MS-sel

MSZ EN ISO 21572:2020 Élelmiszerek. Molekuláris biomarker-vizsgálatok. Immunkémiai módszerek a fehérjék kimutatására és mennyiségi meghatározására (ISO 21572:2019) – Az MSZ EN ISO 21572:2013 helyett –

67.060 Gabonafélék, hüvelyesek és a belőlük származó termékek

MSZ EN 17252:2020 Élelmiszerek. A phomopsin A meghatározása csillagfürtmagban és a csillagfürtből készült termékekben, HPLC-MS/MS-sel

MSZ EN 17280:2020 Élelmiszerek. A zearalenon és a trichotecének, beleértve a deoxinivalenolt és annak acetilezett származékait (3-acetil-deoxinivalenol és 15-acetil-deoxinivalenol), valamint a nivalenol T-2 toxin és a HT-2 toxin meghatározása gabonafélékben és gabonatermékekben, LC-MS/MS-sel

#### 67.100 Tej és tejtermékek

MSZ ISO 8262-2:2020\* Tejtermékek és tejalapú élelmiszerek. A zsírtartalom meghatározása Weibull-Berntrop-féle gravimetriás módszerrel (referencia-módszer). 2. rész: Fagylaltok és fagylaltkeverékek – Az MSZ ISO 8262-2:1993 helyett –

MSZ EN ISO 16297:2020 Tej. Baktériumszámlálás. Az alternatív módszerek kiértékelésének protokollja (ISO 16297:2020) – Az MSZ EN ISO 16297:2014 helyett –

MSZ EN ISO 8968-1:2014\* Tej és tejtermékek. A nitrogéntartalom meghatározása. 1. rész: Kjeldahl-elv és a nyersfehérje-tartalom kiszámítása (ISO 8968-1:2014)

MSZ EN ISO 8968-4:2016\* Tej és tejtermékek. A nitrogéntartalom meghatározása. 4. rész: A fehérje- és a nem fehérjeeredetű nitrogéntartalom meghatározása, valamint a valódi fehérjetartalom kiszámítása (referencia-módszer) (ISO 8968-4:2016)

MSZ EN ISO 17189:2004\* Vaj, étkezési olajemulziók és kenhető zsírok. A zsírtartalom meghatározása (referencia-módszer) (ISO 17189:2003)

MSZ ISO 1738:2020\* Vaj. A sótartalom meghatározása MSZ ISO 3728:2020\* Jégkrém és tejalapú jégkrém. Az összes szárazanyag-tartalom meghatározása (referencia-módszer)

MSZ EN ISO 7328:2009\* Tej alapú fagylaltok és fagylaltkeverékek. A zsírtartalom meghatározása. Gravimetriás módszer (referencia-módszer) (ISO 7328:2008)

67.120 Hús, hústermékek és egyéb állati termékek

MSZ EN 17251:2020 Élelmiszerek. Az ochratoxin A meghatározása sertéshúsban és az azokból készült termékekben, IAC-tisztítással és HPLC-FLD-vel

MSZ EN 17266:2020 Élelmiszerek. Az elemek és ezek kémiai formáinak meghatározása. Szerves higany meghatározása a tenger gyümölcseiben elemi higanyanalízissel

#### 67.140 Tea. Kávé. Kakaó

MSZ ISO 3103:2020 Tea. Teafőzet-készítés érzékszervi vizsgálathoz – Az MSZ ISO 3103:1991 helyett – MSZ EN ISO 18862:2020 Kávé és kávétermékek. Akrilamid meghatározása. HPLC-MS/MS-t és GC-MS-t alkalmazó módszerek származékképzés után (ISO 18862:2016)

MSZ EN 17250:2020 Élelmiszerek. Az ochratoxin A meghatározása fűszerekben, édesgyökérben, kakaóban és kakaótermékekben, IAC-tisztítással és HPLC-FLD-vel

#### 67.200 Étolajok és -zsírok. Olajmagvak

MSZ EN 14103:2020 Zsír- és olajszármazékok. Zsír-sav-metil-észterek (FAME). Észter- és linolén-sav-metil-észter-tartalom meghatározása – Az MSZ EN 14103:2012 helyett –

MSZ EN ISO 17059:2020 Olajmagvak. Az olaj extrakciója és a triglicerid-zsír-savak metil-észterre való átalakítása gázkromatográfiás elemzéshez (gyors módszer) (ISO 17059:2019) – Az MSZ EN ISO 17059:2009 helyett –

### 2020. március – 2020. május hónapban helyesbített szabványok:

MSZ EN ISO 5667-6:2017 Vízminőség. Mintavétel. 6. rész: Útmutató a folyók és patakok mintavételéhez (ISO 5667-6:2014) Hiba helye: Címdoldal; Helyesen: Az MSZ ISO 5667-6:1995 és az MSZ 12750-2:1971 helyett.

### 2020. március – 2020. május hónapban visszavont szabványok:

67.050 Élelmiszertermékek vizsgálatának és elemzésének általános módszerei

MSZ CR 13505:2000 Élelmiszer-vizsgálatok. Biotoxinok. A mikotoxinok analitikai vizsgálati módszereinek követelményei

MSZ EN 14082:2003 Élelmiszerek. Nyomelemek meghatározása. Ólom, kadmium, cink, réz, vas és króm meghatározása atomabszorpciós spektrometriával (AAS), szárazhamvasztás után

MSZ EN 14185-1:2003 Zsírszegény élelmiszerek. Az N-metil-karbamát szermaradékok meghatározása. 1. rész: HPLC-módszer SPE-tisztítással

#### 67.120.30 Hal és halászati termékek

MSZ ENV 14194:2002 Élelmiszerek. A szaxitoxin és dc-szaxitoxin meghatározása kagylókban. HPLC-módszer oszlop utáni származékképzéssel

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

<sup>1</sup> Hungarian Standards Institution

**Review of national standardization**

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

**Published national standards from March 2020 to May 2020***07.100.20 Water microbiology*

MSZ EN ISO 11731:2017\* Water quality. Enumeration of Legionella (ISO 11731:2017)

*07.100.30 Food microbiology*

MSZ EN 15634-1:2020 Foodstuffs. Detection of food allergens by molecular biological methods. Part 1: General considerations – which has withdrawn the MSZ EN 15634-1:2009 –

MSZ EN 15634-2:2020 Foodstuffs. Detection of food allergens by molecular biological methods. Part 2: Celery (*Apium graveolens*). Detection of a specific DNA sequence in cooked sausages by real-time PCR

MSZ EN ISO 15216-2:2020 Microbiology of the food chain. Horizontal method for determination of hepatitis A virus and norovirus using real-time RT-PCR. Part 2: Method for detection (ISO 15216-2:2019)

MSZ EN ISO 16140-6:2020 Microbiology of the food chain. Method validation. Part 6: Protocol for the validation of alternative (proprietary) methods for microbiological confirmation and typing procedures (ISO 16140-6:2019)

MSZ EN ISO 19036:2020 Microbiology of the food chain. Estimation of measurement uncertainty for quantitative determinations (ISO 19036:2019)

*13.060 Water quality*

MSZ EN ISO 5667-6:2017\* Water quality. Sampling. Part 6: Guidance on sampling of rivers and streams (ISO 5667-6:2014)

MSZ EN 16691:2016\* Water quality. Determination of selected polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in whole water samples. Method using solid phase extraction (SPE) with SPE-disks combined with gas chromatography mass spectrometry (GC-MS)

MSZ EN ISO 21253-1:2020 Water quality. Multi-compound class methods. Part 1: Criteria for the identification of target compounds by gas and liquid chromatography and mass spectrometry (ISO 21253-1:2019)

MSZ EN ISO 21253-2:2020 Water quality. Multi-compound class methods. Part 2: Criteria for the quantitative determination of organic substances using a multi-compound class analytical method (ISO 21253-2:2019)

MSZ EN ISO 22125-1:2020 Water quality. Technetium-99. Part 1: Test method using liquid scintillation counting (ISO 22125-1:2019)

MSZ EN ISO 22125-2:2020 Water quality. Technetium-99. Part 2: Test method using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) (ISO 22125-2:2019)

**67 Food technology***67.050 General methods of tests and analysis for food products*

MSZ CEN/TS 17061:2020 Foodstuffs. Guidelines for the calibration and quantitative determination of pesticide residues and organic contaminants using chromatographic methods – which has withdrawn the MSZ CEN/TS 17061:2017 –

MSZ CEN/TS 17062:2020 Foods of plant origin. Multimethod for the determination of pesticide residues in vegetable oils by LC-MS/MS (QuOil) – which has withdrawn the MSZ CEN/TS 17062:2017 –

MSZ EN 13804:2013\* Foodstuffs. Determination of elements and their chemical species. General considerations and specific requirements

MSZ EN 13805:2015\* Foodstuffs. Determination of trace elements. Pressure digestion

MSZ EN 15633-1:2020 Foodstuffs. Detection of food allergens by immunological methods. Part 1: General considerations – which has withdrawn the MSZ EN 15633-1:2009 –

MSZ EN 15842:2020 Foodstuffs. Detection of food allergens. General considerations and validation of methods – which has withdrawn the MSZ EN 15842:2010 –

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

MSZ EN 17264:2020 Foodstuffs. Determination of elements and their chemical species. Determination of aluminium by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)

MSZ EN 17265:2020 Foodstuffs. Determination of elements and their chemical species. Determination of aluminium by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES)

MSZ EN 17279:2020 Foodstuffs. Multimethod for the screening of aflatoxin B<sub>1</sub>, deoxynivalenol, fumonisin B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub>, ochratoxin A, T-2 toxin, HT-2 toxin and zearalenone in foodstuffs, excluding foods for infants and young children, by LC-MS/MS

MSZ EN ISO 21572:2020 Foodstuffs. Molecular biomarker analysis. Immunochemical methods for the detection and quantification of proteins (ISO 21572:2019) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 21572:2013 –

*67.060 Cereals, pulses and derived products*

MSZ EN 17252:2020 Foodstuffs. Determination of phomopsis A in lupin seeds and lupin derived products by HPLC-MS/MS

MSZ EN 17280:2020 Foodstuffs. Determination of zearalenone and trichothecenes including deoxynivalenol and its acetylated derivatives (3-acetyl-deoxynivalenol and 15-acetyl-deoxynivalenol), nivalenol T-2 toxin and HT-2 toxin in cereals and cereal products by LC-MS/MS

*67.100. Milk and milk products*

MSZ ISO 8262-2:2020\* Milk products and milk-based foods. Determination of fat content by the Weibull-Berntrop gravimetric method (Reference method). Part 2: Edible ices and ice-mixes – which has withdrawn the MSZ ISO 8262-2:1993 –

MSZ EN ISO 16297:2020 Milk. Bacterial count. Protocol for the evaluation of alternative methods (ISO 16297:2020) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 16297:2014 –

MSZ EN ISO 8968-1:2014\* Milk and milk products. Determination of nitrogen content. Part 1: Kjeldahl principle and crude protein calculation (ISO 8968-1:2014)

MSZ EN ISO 8968-4:2016\* Milk and milk products. Determination of nitrogen content. Part 4: Determination of protein and non-protein nitrogen content and true protein content calculation (Reference method) (ISO 8968-4:2016)

MSZ EN ISO 17189:2004\* Butter, edible oil emulsions and spreadable fats. Determination of fat content (Reference method) (ISO 17189:2003)

MSZ ISO 1738:2020\* Butter. Determination of salt content

MSZ ISO 3728:2020\* Ice-cream and milk ice. Determination of total solids content (Reference method)

MSZ EN ISO 7328:2009\* Milk-based edible ices and ice mixes. Determination of fat content. Gravimetric method (Reference method) (ISO 7328:2008)

*67.120 Meat, meat products and other animal produce*

MSZ EN 17251:2020 Foodstuffs. Determination of ochratoxin A in pork meat and derived products by IAC clean-up and HPLC-FLD

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

*67.140 Tea. Coffee. Cocoa*

MSZ ISO 3103:2020 Tea. Preparation of liquor for use in sensory tests – which has withdrawn the MSZ ISO 3103:1991 –

MSZ EN ISO 18862:2020 Coffee and coffee products. Determination of acrylamide. Methods using HPLC-MS/MS and GC-MS after derivatization (ISO 18862:2016)

MSZ EN 17250:2020 Foodstuffs. Determination of ochratoxin A in spices, liquorice, cocoa and cocoa products by IAC clean-up and HPLC-FLD

*67.200 Edible oils and fats. Oilseeds*

MSZ EN 14103:2020 Fat and oil derivatives. Fatty Acid Methyl Esters (FAME). Determination of ester and linolenic acid methyl ester contents – which has withdrawn the MSZ EN 14103:2012 –

MSZ EN ISO 17059:2020 Oilseeds. Extraction of oil and preparation of methyl esters of triglyceride fatty acids for analysis by gas chromatography (Rapid method) (ISO 17059:2019) – which has withdrawn the MSZ EN ISO 17059:2009 –

**Corrected national standards from March 2020 to May 2020**

MSZ EN ISO 5667-6:2017 Water quality. Sampling. Part 6: Guidance on sampling of rivers and streams (ISO 5667-6:2014). Mistake: on front page, Correction: which has withdrawn the MSZ ISO 5667-6:1995 and the MSZ 12750-2:1971.

**Withdrawn national standards from March 2020 to May 2020***67.050 General methods of tests and analysis for food products*

MSZ CR 13505:2000 Food analysis. Biotoxins. Criteria of analytical methods of mycotoxins

MSZ EN 14082:2003 Foodstuffs. Determination of trace elements. Determination of lead, cadmium, zinc, copper, iron and chromium by atomic absorption spectrometry (AAS) after dry ashing

MSZ EN 14185-1:2003 Non-fatty food. Determination of N-methylcarbamate residues. Part 1: HCPL-method with SPE clean-up

*67.120.30 Fish and fishery products*

MSZ ENV 14194:2002 Foodstuffs. Determination of saxitoxin and dc-saxitoxin in mussels. HPLC method using post column derivatisation

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

## A Laboratorium.hu hírei

### Fertőtlenítő szerek vizsgálata

**A koronavírus terjedése kapcsán számos kozmetikai cég kezdte meg vizes-alkoholos termékek készítését. Miből állnak ezek az oldatok, mi garantálja a hatékonyságukat, és hogyan vizsgálják azokat?**

Az élelmiszeriparban a leggyakrabban alkalmazott fertőtlenítő szerek a klór- és jódtartalmú készítmények, a kvaterner-ammónium vegyületek, a peroxiszármazékok és az amfolitszappanok. A klórtartalmú készítményekből klórgáz szabadul fel, ezáltal oxidatív úton fejtik ki hatásukat. Ennek előnye, hogy minden hőmérsékleti tartományban gyors és biztos a csiraölő hatás - mondta el a Laboratorium.hu-nak Vadasi Tamás, a fertőtlenítő szerek vizsgálatával is foglalkozó WESSLING Hungary Kft. független vizsgálólaboratórium Élelmiszerbiztonsági Üzletágának vezetője.

A baktériumölő, gombaölő és különösen vírusölő hatással rendelkező antiszeptikus oldatok (vizes-alkoholos termékek) az utóbbi időben hiánycikké váltak, nem véletlen, hogy a gyártók nagy mennyiségben kezdték el piacra dobni azokat.

**Pontosan miből állnak, hogyan hatnak ezek a szerek?**

Az oldatban található etanol (alkohol) játssza a főszerepet, mert fertőtlenítő és antiszeptikus tulajdonságokkal rendelkezik azáltal, hogy oldja a lipideket és kicsapja a fehérjéket. A vizes-alkoholos gélek vagy oldatok 60% és 70% (térfogatszázalék) illetve 520 és 630 mg/g koncentráció között tartalmaznak etanolt. Ennek mennyisége fordítottan arányos a javasolt behatási idővel - mondta el a laboratóriumi szakember, akitől azt is megtudtuk, hogy a fertőtlenítő szerek másik gyakori hatóanyaga a hidrogén-peroxid. Ez a termékben esetlegesen jelen lévő baktériumspórák ellen hat, erős oxidálószer, mikrobapusztító hatással rendelkezik már alacsony koncentrációban is (10-30%), 3%-os vizes oldatát kifejezetten sebfertőtlenítésre használják, és ajánlják a gyógyszerárakban is (emellett az ökotisztítószeresek gyakori hatóanyaga). A hidrogén-peroxid fertőtlenítő hatását a belőle felszabaduló egyatomos oxigén biztosítja. A glicerin pedig nedvesítő szerként szerepel, védi a bőrt, amelyre a gélt vagy a vizes-alkoholos oldatot felhordjuk.

**Hogyan lehet megállapítani, hogy valóban hatékonyak-e ezek a szerek? Mi a biztosíték a fertőtlenítő hatásra?**

Ilyen készítményeket az Európai Unió területén bárhol szabad előállítani és forgalmazni. A vizes-alkoholos termékeket előállító társaságok azonban csak abban az esetben hozhatják forgalomba terméküket, ha annak mikrobapusztító hatását laboratóriumi jegyzőkönyvvel is igazolni tudják.

A jogi szabályozás a biocidokkal kapcsolatban meglehetősen komplex, a lényegét a Magyarországon a 316/2013 kormányrendelet tartalmazza. A forgalomba hozatalhoz szükséges adatlapnak a kötelező dokumentumokon túl (a biocid termék gyártója, hatóanyaga, teljes összetétele, minőségmegőrzési idő, a csomagolóanyag jelölése, stb.) tartalmaznia kell az akkreditált laboratórium által elvégzett antimikrobiális hatást igazoló, Euronorm szabvány vagy azzal egyenértékű más módszer alapján elvégzett vizsgálatok jegyzőkönyvét.

„A vírusölő hatás vizsgálatára Magyarországon csak hatósági virológiai laboratórium kaphat feljogosítást. Egyéb, baktérium- és gombaölő hatású készítmények vizsgálatával azonban a nagyobb akkreditált laboratóriumok is foglalkozhatnak. Míg nálunk, a WESSLING nemzetközi laboratóriumhálózatában a párizsi telephelyen a készítmények az etanol koncentrációját mérik, addig Budapesten, az immár több, mint negyed évszázada működő WESSLING Tudásközpont Mikrobiológiai Laboratóriumában a kémiai fertőtlenítőszeres és antiszeptikumok baktériumölő és gombaölő hatását vizsgáljuk akkreditáltan az élelmiszeripar, általában az ipar, illetve természetesen a háztartások és az intézmények számára - mondta el Vadasi Tamás.

**A készítmények vizsgálatának menete**

A laboratóriumban – kézfertőtlenítő szerek esetén – a vizsgálandó termékminta meghatározott mennyiségét külön-külön hozzákeverik a baktériumokból, élesztősejtekből és/vagy penészgomba spórákból készült teszt-szuszpenzióhoz, valamint általában a gyakorlati felhasználás során várható szennyezéseket modellező anyagokat is a szuszpenzióhoz adják.

A keveréket 20±1 °C-on tartják 1 perc ± 5mp-ig. A hatóidő letelte után a baktérium- és gombaölő hatást a megfelelő módszerrel leállítják. A *fenti alkalmazott módszer neve a hígítás-semlegesítés módszere*. Ezután meghatározzák az adott mintában túlélő baktériumok, élesztősejtek és penészgomba spórák számát és a csökkenést cfu/ml értékbe átszámítják át.

A teszt elvégzéséhez a vizsgálati szabványokban megadott *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* és *Enterococcus hirae* törzseket, illetve *Candida albicans* vegetatív sejteket vagy *Aspergillus brasiliensis* spórákat használják.

A szabványokban megadott (MSZ EN 1276:2010, visszavont szabvány, és MSZ EN 1650:2008:2013, visszavont szabvány) megfelelő a baktericid hatás baktériumok esetén 5 nagyságrendnyi (10<sup>5</sup>), gombák esetén a 4 nagyságrendnyi (10<sup>4</sup>) csökkenést kell a fertőtlenítőszernek biztosítania.

A laboratóriumban vizsgált általános fertőtlenítőszeres 90%-a megfelelt az előírásoknak, a kézfertőtlenítők esetében ez a szám valamivel alacsonyabb, jel-

lemzően a penészgombákra, például az *Aspergillus* törzsekre kifejtett gyengébb hatásuk miatt.

Ahhoz, hogy az emberek a lehető legnagyobb biztonsággal használhassák ezeket a szereket, azokat rendszeresen vizsgálni kell.

### Peszticidek – mi a laboratóriumi szakemberek véleménye?

**A modern mezőgazdaságban a növényvédő szerek széles spektrumát használják fel. Ezek rendszeres vizsgálata az egészségügyi kockázaton túl azért is fontos, mert a határérték feletti jelenlétük komoly veszteséget okozhat a gyártónak és a forgalmazónak egyaránt. A laikusok nem minden esetben tudják, hogy milyen vegyületek a peszticidek, és milyen valós veszélyt jelenthetnek az élelmiszer-láncban.**

A mezőgazdaságban használt, a növényi, állati és mikroba kártevők ellen alkalmazott vegyszerek élelmiszerekbe kerülő részét növényvédő szermaradékoknak, vagyis peszticid-reziduumoknak nevezzük.

Kémiai növényvédelem nélkül a mezőgazdasági károsítók (gyomok, rovarok, rágcsálók, penészgombák stb.) a termésnek akár egyharmad részét is elpusztíthatják (Matolcsy György: Az a bizonyos 35%. Gyorsuló idő Kiadó, Budapest 1978). Megfelelő agrotechnológiai gyakorlat mellett azonban elfogadható szint alatt tartható a kártevők pusztítása, ugyanakkor az emberi fogyasztásra szánt élelmiszerekben megjelenhetnek a növényvédő szerek maradékai, vagy azok bomlástermékei.

Az emberi szervezetbe jutó szermaradékok csak abban az esetben okozhatnak kimutatható egészségkárosodást, ha azokat a megengedettnél nagyobb koncentrációban használták, vagy ha nem tartották be az ételmezés-egészségügyi várakozási időt.

Még ha az egyes növényvédő-szerek jelenléte külön-külön az előírt határérték alatt is marad, az úgynevezett „kockázathatás” következtében olykor felerősíthetik egymás, az emberi egészségre ártalmas hatását.

A leggyakrabban használt növényvédő-szereknek három nagyobb csoportját különböztetjük meg: rovarölő, gombaölő és gyomirtó szerek – fogalmazták meg a WESSLING Tudásközpont szakértői.

A növényvédő-szerek az esetek 60%-ában rovarok ellen használt készítmények, amelyek korábban veszélyes arzénvegyületet, illetve nikotint tartalmaztak, napjainkban azonban ezeket kiszorították a klórozott szénhidrogének és a szerves foszforvegyületek. A klórozott szénhidrogének alkalmazása a DDT (dik-

lór-difenil-triklór-etán) rovarölő hatásainak felfedezése után terjedt el. A DDT az emberi-állati szervezetbe jutva azért rendkívül veszélyes, mert felhalmozódik a zsírszövetben, és káros elváltozásokat, akár rákos megbetegedést is okozhat. A klórozott szénhidrogének a halakra és a méhekre is veszélyesek, azok növényvédő-szerként történő használatát az 1970-es években szinte valamennyi országban betiltották.

A növényvédő szerek második csoportját a gombaölők alkotják, amelyek a különböző növénykultúrák gombás betegségeinek megelőzésére, a vetőmagvak gombás fertőzöttségének megszüntetésére szolgálnak. A szerves gombaölő szerek főként réz- és elemi kéntartalmúak.

A harmadik csoportot a gyomirtó szerek képezik, amelyek rendeltetése, hogy a kultúrnövényeket megvédjék a gyomosodástól, egyes változataik azonban a kezelt területen minden zöld növényt képesek elpusztítani. Az utóbbiakat *totális herbicideknek* nevezik. Bizonyos esetekben a termények átveszik a gyomirtó szerek sajátos szagát és ízét, amelyek az adott élelmiszer ipari és konyhai feldolgozása közben akár fel is erősödhetnek.

A növényvédő szerek jelentős része a termények külső felületén marad (ezek a kontakt szerek), ahonnan mosással, hámozással nagy részük eltüntethető. Vizsgálatok alapján elmondható, hogy Magyarországon a zöldségek, gyümölcsök mintegy fele egyáltalán nem tartalmaz kimutatható szermaradékot, a határérték feletti peszticid mennyiség pedig alig egy százalékban mérhető.

Az élelmiszerekben található maradékanyagok és szennyeződések megbízható kimutatása rendkívül magas elvárásokat támaszt az egyes vizsgálólaboratóriumokkal szemben. A legmodernebb berendezéseknek köszönhetően a WESSLING Hungary Kft. laboratóriumaiban a nyersanyagokat és a termékeket multimódszerrel és egyedi tesztekkel egyaránt megvizsgálják. Az egyik legvitatottabb gyomirtót, a glifozátot például a HPLC-MS (nagynyomású folyadékkromatográfia-tömegspektrometria) technikát igénylő eljárással a modern laboratóriumok, így a WESSLING Hungary Kft. is könnyedén be tudja azonosítani.

Egyedülálló több, mint 600-féle növényvédőszer (peszticid)-hatóanyag „screening” (áttekintő) vizsgálatát végzik, rövid határidővel zöldség, gyümölcs és egyéb élelmiszermintákból. Emellett bizonyos élelmiszerek, illetve élelmiszer-nyersanyagok csoportspecifikus elemzésére is lehetőség van (például foszfortartalmú, klórozott peszticidek), valamint az úgynevezett egyedi módszerekkel mérhető komponensek (például glifozát, etefon, klorát/perklorát, klórmekvát/mepikvát, fosztil-Al stb.) meghatározása; friss zöldség- és gyümölcsminták screening vizsgálatának igény szerinti kiegészítése ditiokarbamátok vizsgálatával; takarmányminták vizsgálata (főként klórozott növényvédő szerekre, valamint dioxinokra és PCB-ekre).



## Koronavírus után Legionella?

A világjárvány alatt huzamosabb időre lezárt épületek újraindításakor kiemelt figyelmet kell fordítani azok ivóvízhálózatának, használati melegvízrendszerének, valamint légkezelő- és klímaberendezéseinek biztonságos üzemeltetésére, vizsgálatára. A pangó szakaszok ugyanis komoly mikrobiológiai kockázatot jelenthetnek, különös tekintettel a *Legionella* baktériumra, amely akár legionellozist, halálos betegséget is okozhat – hívják fel a figyelmet laboratóriumi szakemberek.

A koronavírus okozta járvány tetőzése után hamarosan a gazdaság újraindítása várható. Az épületek, épületrészek bezárása vagy korlátozott használata során azonban a pangó víz miatt jelentősen megnövekszik a *Legionella* és más kórokozó baktériumok szaporodásának kockázata a vizes rendszerekben – mondták el a Laboratorium.hu kérdésre Vadasi Tamás, Bordás Tamás és Kalinovits Gergő, a WESSLING Tudásközpont független laboratórium munkatársai.

Kiemelt kockázatú létesítménynek minősülnek az egészségügyi intézmények, a kereskedelmi szálláshelyek, a nedves hűtőtornyok és közfürdők. A látogatók és a dolgozók egészségének védelme érdekében minden vizes rendszert biztonságosan kell üzemeltetni már a lezárás ideje alatt is, az újraindítás előtt pedig el kell végezni a szükséges laboratóriumi vizsgálatokat.

### Mi a Legionella? A járvány kapcsán miért kell tőle jobban tartani?

A *Legionella pneumoniae* egy olyan mesterséges és természetes környezetben egyaránt előforduló baktérium, amelyik a langyos, meleg vízben hamar elszaporodik. Súlyos megbetegedést akkor okozhat, ha a víz párájával kijut a környezetbe, és ezt az úgynevezett aeroszolt az ember belélegzi. Az általa okozott megbetegedés, a legionellózis (légiósbetegség) lényegében egy atípusos tüdőgyulladás, amely a legyengült immunrendszerű embereknél akár halálos kimenetelű légúti eredetű betegség is lehet – elég az 1976-os, philadelphiai hotelben történt esetre gondolni. Tünetei a láz, a száraz köhögés.

A *Legionella* szaporodásához legkedvezőbb feltételek:

- 20-50 °C-os vízhőmérséklet,
- szükséges tápanyagok megléte (mesterséges rendszerekben ezeket az egyéb mikroorganizmusok, a víz alkotói, korróziós termékek és a vízrendszerben kiülepedett anyagok biztosítják számukra),
- a pangó víz a szaporodáshoz szükséges időhöz;

A baktériumok koncentrációjának növekedésével a megbetegedések kockázata is növekszik. Az átmenetileg használaton kívüli épületek esetén a vizes rendszerek üzemeltetése során ezért a fenti feltételek megszüntetésére, minimalizálására kell törekedni.

Hogyan lehet a *Legionella* jelenlétének veszélyét a leghatékonyabban csökkenteni egy épület újraindítása előtt?

A Laboratorium.hu-nak nyilatkozó szakemberek a vizsgálatok szükségességét hangsúlyozzák, felhívva a figyelmet a jogszabály (49/2015. (XI. 6.) EMMI rendelet) pontos intézkedéseire.

Ivóvíz- és használati melegvíz-rendszerekben – különösen azok pangóvízes részeiben – általánosan a fokozottan szaporodni képes mikroorganizmusok (*Coliform*, *Escherichia coli*, *mezofil csíraszám 22 °C-on*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus*) vizsgálatát javasolják. A *Legionellát* az előzőleg kockázatbecsléssel meghatározott pontokon monitoring rendszerben kell vizsgálni. A légtechnikai rendszerekben főként a klímaberendezések fertőződhetnek *Legionellával*. A monitoring alapján végzett vizsgálatokat szűrőpróba-szerűen is meg kell ismételni.

Ahhoz, hogy a fenti vizsgálatok megnyugtató eredményt hozzanak, és hogy az üzemeltetők megelőzzék a *Legionella* elszaporodását, érdemes az alábbi tanácsokat megfogadniuk:

Az ivóvíz hálózatok esetében fontos a víz áramlásának biztosítása. Ott, ahol az ivóvízhasználat nem folyamatos, szükséges a pangó szakaszok rendszeres, legalább hetente történő átöblítése, kifolyatása (minden csapon minimum 2 percig, vagy hőmérséklet-állandóság eléréseig). A kifolyatás során törekedni kell az aeroszol képződés minimálisra csökkentésére, a dolgozók a munkafolyamat során lehetőleg viseljenek maszkot.

Fontos a végponti szerelvények tisztítása, vízkömentesítése, mert a használaton kívüli szerelvényeken megtelepedő szennyeződések táptalajt és nagyobb felületet biztosíthatnak a baktériumok szaporodásához. A csökkentett vízfogyasztás mellett üzemelő, de nem leürített használati melegvízhálózatok esetében is gondoskodni kell a cirkuláció folyamatos fenntartásáról, továbbá javasolt rendszeresen hőfertőtlenítést végezni: a rendszervíz hőmérsékletét minimum 3 órára 70 °C fölé kell emelni, majd szakaszosan haladva a legtávolabbi csapoló irányából valamennyi kifolyót 3 percig forró vízzel átáramoltatni a vízhőmérséklet egyidejű ellenőrzése mellett.

A folyamatos légcserét csökkentett létszám mellett üzemelés esetén is biztosítani kell. Az üresen álló épületrészeket javasolt ezen túlmenően rendszeresen átszellőztetni. Az épületek újraindítása várhatóan a hűtési szezon kezdetével azonos időpontban fog megtörténni, emiatt fokozott figyelmet kell fordítani a klímaberendezések karbantartására, fertőtlenítésére.

A fenti intézkedésekkel és az ajánlott laboratóriumi vizsgálatokkal sokat tehetünk azért, hogy a SARS-CoV-2 mellett egy másik hírheft kórokozó, azaz a *Legionella* se fenyegetse az egészségünket.

## Étrend-kiegészítők: miben bízhatunk?

A koronavírus terjedése során újra a figyelem középpontjába kerültek a különböző étrend-kiegészítő készítmények. Hogyan vizsgálja a laboratórium az étrend-kiegészítőket?

Az étrend-kiegészítő készítmények nem számítanak gyógyszernek, viszont sok esetben rendkívül hatékony összetevőket tartalmaznak az étrend-kiegészítőnek nevezett, illetve a különleges táplálkozási célra szánt készítmények. Ezek lehetnek különböző vitamintartalmú készítmények, a fitness-termékekben használt teljesítményfokozók, izomtömeg- vagy éppen potencianövelő szerek is.

Az étrend-kiegészítők forgalma a járványhelyzetben megnőtt, az emberek egyre inkább keresik ezeket a termékeket, ugyanakkor a fogyasztókban számtalan kétely is megfogalmazódik. Ezek jelentős része indokolt, hiszen – különösen az interneten rendelt termékek esetében – gyakran nehezen ellenőrizhető, hogy az adott termék valóban azt tartalmazza-e, amit a készítmény jelölésén deklaráltak.

A hamis, esetenként az egészségre is veszélyes szerek visszaszorítása érdekében jött létre a Biztonságos Étrend-kiegészítő Program, amely a piacra kerülő termékek kockázatelemzésével garantálja, hogy a programhoz csatlakozó patikák polcaira már csak az ellenőrzött, jó minőségű szerek kerüljenek ki. A remek kezdeményezés mellett a hatóság (OGYÉI-OÉTI) felügyelete és ellenőrzése, valamint a független laboratóriumok vizsgálatai, adhatnak megnyugtató választ.

### Mit vizsgálnak a laboratóriumban?

Az egyik legnagyobb hazai független vizsgálólaboratórium analitikai vizsgálati során az ügyfelek megrendelése alapján a potencianövelő szereknél a tiltott hatóanyagokat kutatja, a többi étrend-kiegészítő készítménynél pedig elsősorban azt vizsgálja, hogy azok valóban tartalmazzák-e a címkén megjelölt értékes összetevőket. Ezen belül többek között megvizsgálja a termék energiatartalmát, a benne lévő szénhidrát, fehérje, cukor és zsír mennyiségét valamint a zsírsavösszetételt.

A vitaminkészítményeknél a hozzáadott vitamintartalmat határozzák meg, de természetesen elemzik az esetleges szennyező anyagokat (fémek, toxinok), és elvégzik a beérkező termékek mikrobiológiai vizsgálatát is.

Mindemellett ellenőrzik a doppingszer-mentességet is (A „mentesség” jelző alatt ilyen esetben a laboratóriumi kimutatási határ – LOD – alatti mennyiséget kell érteni. A szerk.). A vizsgálatok során e célból mérik a tiltott, anabolikus hatású szerek, hormonok és metabolikus módosítók, stimulánsok, narkotikumok,  $\beta$ 2-agonisták és  $\beta$ -blokkolók csoportjába tartozó komponensek mennyiségét, kimutathatóságát. Az

összes olyan Magyarországon bevizsgált étrend-kiegészítő adatai, amelyekben a laboratóriumi vizsgálatok során nem mutatták ki a nemzetközi doppinglistán szereplő, 100 leggyakrabban előforduló tiltott anyagot, a Doppingmentes.hu honlapon található meg.

A tárolási vizsgálatok során hőkezeléssel gyorsított öregedésnek teszik ki a mintákat, így győződnek meg arról, hogy stabil a termék, és a hatóanyagok címkén feltüntetett mennyisége a minőség megőrzési idő végéig megmarad.

### Vizsgálati tapasztalatok – mire célszerű ügyelni?

A laboratórium szakembereinek legfontosabb tapasztalatai több, mint 12 000 minta vizsgálata alapján:

Míg a vitaminok, az ásványi anyagokat tartalmazó készítmények, a sportitalok, a probiotikumok, illetve a tejsavófehérjék alacsonyabb, addig a különböző fogyasztószerek, az izomtömeg-növelő és a testépítőknél szánt szerek, valamint a potencianövelő szerek és a növényi kivonatok jóval magasabb kockázattal termékeknek számítanak.

- Fontos, hogy a vásárlók ezeknek a termékeknek az eredetét mindig ellenőrizzék, lehetőleg ne rendeljenek belőlük az interneten olyan gyártóktól, akik nem azonosíthatók, illetve nem rendelkeznek Magyarországon is elérhető képvisellel.
- Ne vegyünk „pult alól” származó illegális terméket.
- Akár egyetlen hamisított tableta elfogyasztása is veszélyes lehet, ezért is lényeges rendszeresen vizsgálni ezeket a termékeket.
- Kizárólag felelős gyártóktól származó, a hatóság vagy a független laboratóriumok által ellenőrzött termékeket vásároljunk!

## Laboratorium.hu news

### Analysing disinfectants

**As the corona virus started to spread, several cosmetics companies began to produce water-alcohol products. What are these solutions composed of, what guarantees their efficacy and how are they analysed?**

The food processing industry most frequently uses chlorine- and iodine containing preparations, quaternary ammonium compounds, peroxy derivatives and amphoteric soaps as disinfectants. Chlorine-containing preparations release chlorine gas and exert their impact in an oxidative way. Their major advantage is their fast and certain antimicrobial effect in all temperature ranges – said Tamás Vadasi, Head of the Food Security Division of WESSLING Hungary Kft's independent testing laboratory – also testing disinfectants – in an interview given to Laboratorium.hu.

Antiseptic solutions (water-alcohol products) with bactericide, fungicide and especially viricide effect have recently been in short supply, and it is not an incident that producers have started to market them in large quantities.

#### What exactly are these preparations made of and what makes them effective?

The main role in the solution is played by ethanol (alcohol), given its disinfectant and antiseptic qualities, because it can dissolve the lipids and precipitate the proteins. The water-alcohol gels or solutions contain ethanol up to a degree of 60% or 70% (volume percentage) or in a concentration between 520 and 630 mg/g. The amount is inversely proportional to the recommended exposure time – the laboratory expert informed us, who also explained that the other common component used in disinfectants is hydrogen-peroxide. It is effective against bacterium spores potentially present in a product, is a strong oxidant, and is able to kill off microbes even in low concentrations (10-30%), its 3% water solution is used especially to disinfect wounds, and is recommended by pharmacies as well (ethanol is also a frequent agent in organic detergents). The disinfecting effect of hydrogen-peroxide is arising from releasing of one-atom-oxigene. Glycerine is added as a wetting agent, as it protects the skin on which the gel or the water-alcohol solution is applied.

#### How do we know these products are really effective? What guarantees their efficacy?

These water-alcohol products may be produced in the whole of the European Union, but they may only be marketed if their producers can verify their anti-microbial efficacy by a laboratory protocol.

The legislative regulations on biocides are rather complex. In Hungary, the essential rules are set forth by Government Decree 316/2013. In addition to the mandatory documents, the data sheet required for marketing (showing the biocide producer, its active substance, full composition, minimum durability, packaging material labelling, etc.) must also include the protocol of the analysis carried out according to the Euronorm standard or another, equivalent methodology by an accredited laboratory to verify the product's antimicrobial effect.

"In Hungary, only official virology laboratories are authorised to analyse and verify viricide effect, but of course larger, accredited laboratories also analyse disinfectants. In our own case at the WESSLING international network of laboratories, ethanol concentration is analysed in the disinfecting products by our laboratory in Paris, but the Microbiology Laboratory of WESSLING Knowledge Center in Budapest – with its track record of over

half a century – is accredited to test the bactericide and fungicide effect of chemical disinfectants and antiseptic agents for the food processing industry and generally for industry, and of course also for households and institutions – Tamás Vadasi said.

#### What is the specific analytical process?

In case of hand disinfectants, pre-determined doses of the product sample are added to a testing suspension made of bacteria, yeast cells and/or mould spores, respectively, and also to a solution containing an impact-influencing agent which is usually a substance modelling the contaminant, by which we model clean as opposed to contaminated circumstances.

We keep this mixture at a temperature of  $20 \pm 1$  °C for 1 minute  $\pm$  5 seconds. When the processing time is over, the bactericide and fungicide effect is halted by the application of the right method. *The above method is called dilution-neutralisation.* At this point, we determine the number of bacteria, yeast cells and mould spores which have survived in the sample concerned and convert the decrease into a cfu/ml value.

We use *Pseudomonasaeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecalis* bacterium strains, as well as *Candida albicans* vegetative cells or *Aspergillus brasiliensis* spores specified in the analysis standards for these tests.

Disinfectants must ensure an appropriate impact, equivalent to a reduction of 5 orders of magnitude ( $10^5$ ) for bactericides and a reduction of four orders of magnitude ( $10^4$ ) for fungicides, specified in the relevant standards (MSZ EN 1276:2010, withdrawn standard, and MSZ EN 1650:2008:2013, withdrawn standard).

90% of the general disinfectants tested in the laboratory met the requirements, while in the case of hand disinfectants this number is somewhat lower, and typically their impact on moulds e.g. *Aspergillus* strains is weaker.

Only regular testing will result in products people can rely on to a possible best degree.

#### Pesticides – what is the opinion of the professionals?

**Modern agriculture uses a broad range of plant protection products. In addition to the health risk they represent, regular testing of these agents is important also because their presence above limits may cause substantial losses to producers and distributors alike. Lay peo-**

#### ple don't know always which kind compounds the pesticides are, and what real risk they can cause in the food chain.

The residues of chemicals used by agriculture against plant-, animal- and microbe pathogens landing in our food are called pesticide residues.

Without chemical plant protection, agricultural pests (weeds, insects, rodents, molluscs, etc.) can destroy up to a third mass of the crop (György Matolcsy: That certain 35%. Gyorsuló idő Publisher, Budapest 1978). However, with good agrotechnical practice, pest control can be kept the number of pests below the acceptable levels, but the residues of plant protection products or their degradation products may appear in foodstuffs for human consumption.

The pesticide residues entering the human body can cause detectable damage to human health only if the pesticides concerned have been used in higher than permitted concentration or if the withdrawal period has not been observed.

Nevertheless, even if one by one, the presence of specific pesticides is below the limit value, they may enhance each other's impact – harmful to human health – as a result of the „cocktail effect”.

The most commonly used plant protection chemicals are split into three major groups: pesticides, fungicides and herbicides – the experts of WESSLING Knowledge Centre pointed out.

In 60 % of the cases, plant protection products are pesticides, and these products contained harmful arsenic compounds and/or nicotine in the past. By today, they have been replaced by chlorinated carbohydrates and organic phosphorous compounds. The use of chlorinated carbohydrates started to spread after the discovery that DDT (dichloride-diphenil-trichlorine-ethane) had pesticide effects. DDT is extremely dangerous when entering the body of humans and animals because it accumulates in fat tissues and causes harmful deformations and even cancerous diseases. Chlorinated carbohydrates are harmful to fish and bees, too, and their use as plant protection products was prohibited in almost every country in the 1970s.

The second group of plant protection products is made up of fungicides, used to prevent the fungal diseases of various crop cultures and to decontaminate sowing seeds from fungal infestations. The inorganic fungicides contain mainly copper and elemental sulfur.

The third group is made up of herbicides. They are intended to protect agricultural crops against weeds, but some of their varieties can kill off all green plants in the treated area. The latter men-

tioned are called *total herbicides*. In certain cases, the crops assume the characteristic smell and taste of these herbicides, which may even be enhanced during the processes applied at the food processing plant or in the kitchen.

Most plant protection products concentrate on the outer surface of the produce, and most of it can be removed by washing or peeling. Test results have shown that in Hungary, half of the vegetables and fruits do not contain any detectable pesticide residue at all, and the amount of pesticides above limits hardly reaches one percent.

The reliable detection of pesticide residues or contaminants in food products imposes extraordinary expectations on testing laboratories. Due to the state of the art equipment used, the laboratory of WESSLING Hungary Kft analyse the raw materials and the products by multi-methodology and individual tests alike. Modern laboratories, including WESSLING Hungary Kft's, are easily able to detect one of the most debated herbicides named glyphosate by a procedure that needs the use of the so-called HPLC-MS (high-pressure liquid chromatography –mass spectrometry) technique.

Uniquely, WESSLING Hungary Kft is doing more than 600 different types of screening tests to detect plant protection product residues in vegetable-, fruit and other food samples. In addition, there is possibility to conduct group specific tests of certain food products and food raw materials for phosphorus-containing and chlorinated agents. It is also able to detect components only identifiable by individual methods (e.g. glyphosate, etephone, chlorate/perchlorate, chlorinemechvate/mepichvate, foseetil-Al, etc.); upon request, the screening test of fresh vegetable and fruit samples is augmented by testing for dithiocharbamates; and the laboratory also tests animal feed samples (especially for chlorinated plant protection products, dioxins and PCBs).

#### Coronavirus followed by Legionella?

**When reopening buildings after long-term closure during the corona virus pandemic, special attention must be paid to the safe operation and testing of the building's potable water network, domestic hot water network and their air-handling and air-conditioning system. Stagnant water represent significant microbiological risk, especially in view of the Legionella bacterium which may even cause legionellosis, a deadly disease – the laboratory experts warn.**

After the corona virus pandemic reaches its peak, the economy is expected to start working again.

However, as buildings or building parts have been closed or only used to a limited degree, the risk of *Legionella* and other contaminating bacteria proliferating in stagnant sections in our water systems has increased – Tamás Vadasi, Tamás Bordás and Gergő Kalinovits, experts working at the WESSLING Knowledge Centre independent laboratory explained in response to a question asked by Laboratorium.hu.

Health-care institutions, the hotel sector, wet cooling towers and public baths are high-risk facilities. In order to protect the health of guests and of local staff, all water systems must be operated safely already while the closure lasts, and the necessary laboratory tests must be performed before these facilities are re-opened.

#### What is *Legionella*? Why should we be careful in connection with the pandemic?

*Legionella pneumoniae* is a bacterium that lives in artificial and natural environments, reproducing especially fats in lukewarm or warm water. It causes serious disease if it is released into the environment through water mist and if humans inhale this so-called aerosol. The disease it causes, i.e. legionellosis (legionnaire's disease), is in effect an atypical pneumonia, and in the case of people with a weak immune system it may even cause a respiratory condition leading to death – just remember the case in the Philadelphia hotel in 1976. Its symptoms include fever and a dry cough.

The best conditions conducive to the proliferation of *Legionella*:

- water temperatures between 20-50 °C,
- the availability of the necessary nutrients (in artificial systems, this means microorganisms, the components of water, corrosion products and the sludge accumulating in water systems),
- stagnant water in water pipes ensuring the time necessary for proliferation;

By the increase in bacterium concentration, the risk of disease increases as well. In the case of buildings which were temporarily out of use, it is necessary to end or minimise the circumstances described above when operating water systems.

How can the risk of *Legionella* be most effectively reduced before reopening a building?

The experts interviewed by Laboratorium.hu have emphasized the necessity of testing, and directed attention to the specific requirements (in the case of air handling systems and air-conditioning devices selected randomly – in compliance with Ministry

of Human Resources Decree No. 49/2015. (XI. 6.) laid down in legislation.

In drinking water and domestic warm water systems – especially in stagnant water parts – it is generally recommended to test for the growth of microorganisms (Coliform, *Escherichia coli*, mesophilic germ count at 22 °C, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus*). *Legionella* should be monitored in a monitoring system at points previously determined by risk assessment. In ventilation systems, air conditioners in particular can become infected with *Legionella*. Tests performed on the basis of monitoring should be repeated on a random basis.

The following advice may prove very useful in making sure that the above tests be completed with a reassuring result and the facility operators can successfully prevent the proliferation of *Legionella*:

When operating drinking water networks, make sure that water flows are uninterrupted. Wherever the use of drinking water is not continuous, it is necessary to rinse and allow stagnant sections to empty regularly, i.e. at least every week (for duration of at least 2 minutes on each tap, until the temperature stabilises). While water is disposed of, it is necessary to make sure that aerosol production remains at a minimum, and workers are recommended to wear a mask during the process.

Terminal sanitary fixtures should be cleaned and de-scaled, as the pollution colonising on out-of-use fixtures provide a breeding ground and more extensive areas for the reproduction of bacteria. In the case of domestic warm water networks operated at lower water consumption levels without full water disposal, the continuous circulation of water must also be ensured, and we also recommend that operators disinfect the water by regular temperature increases: for at least three hours, the water temperature in the pipes must be increased to above 70 °C, and then the process must be applied section by section, starting from the outflow tap located at the longest distance, with each outflow tap subjected to a 3 minute rinsing with hot water, with the temperature checked at the same time.

The continuous exchange of air must be ensured even if operation is maintained with fewer staff. Beyond this, building parts standing empty should be aired regularly. Buildings are expected to be re-opened just when the cooling season sets in, and this requires extra care during the maintenance and disinfection of air-conditioning devices.

When applying the measures above and the laboratory tests recommended, we can do a great deal to prevent that beside the SARS-CoV-2 virus, another infamous pathogen, i.e. *Legionella* may threaten our health.

#### Dietary Supplements: what can we trust?

**With the massive spread of the coronavirus, various dietary supplement products have been brought in focus. How our laboratory tests dietary supplements? Find out in the latest compilation of Laboratorium.hu.**

Such preparations, called dietary supplements and/or intended for specific nutritional purposes, contain sometimes extremely effective ingredients but are not qualified as medicinal products. They can be various preparations containing vitamins, performance-enhancing substances used in fitness centres, muscle mass gainers, or male potency enhancers.

The current epidemic situation triggered a quantum leap in their turnover, these products are getting to be in demand, yet there is a rising consumer concern also. In a great part such concerns are well-founded, as sometimes it is difficult to verify – in particular for online products – whether or not the stuff really contains what the label states.

In Hungary the Safe Dietary Supplement Program was drawn up with the intention to suppress counterfeit supplements which are sometimes dangerous to the human health. By a risk assessment of the marketed products the program warrants that only controlled, high-quality products be placed on the shelves of the pharmacies joining the program. In addition to this excellent initiative, supervision and control by authority (OGYÉI-OÉTI) and testing by independent laboratories can provide reassuring answers.

#### What is tested in the laboratory?

In analytical testing, one of the largest independent testing laboratories based on customer orders looks for prohibited active pharmaceutical ingredients in potency-enhancers and checks the declared nutritional values on the label in the case of products marked valuable food supplements. As part of the test protocol, energy content, quantities of carbohydrate, protein, sugar and fat – including fatty acid composition – in the product are determined.

Added vitamin content will be determined in vitamin preparations, but certainly potential contaminants (metals, toxins) are also detected and microbiological examination of incoming products will also be performed.

Furthermore, absence of doping drugs must also be verified (In this case, the term “absence of doping or doping-free” refers to the amount below the

laboratory detection limit, LOD. The Editor.). These tests aim to detect drugs banned by anti-doping agencies such as anabolic agents, hormones and metabolic modifiers, stimulants, narcotics,  $\beta$ 2-agonists and  $\beta$ -blockers in the samples.

The data of all dietary supplements tested in Hungary, in which the 100 most common prohibited substances specified on the international doping list were not detected during laboratory tests, can be found on the Doppingmentek.hu website.

Using heat treatment, samples are exposed to accelerated ageing in stability tests to make sure the product is stable and active pharmaceutical ingredient quantities remain valid up to the end of the retention period.

#### Experiences of investigations – What should you beware of?

Key findings of the professionals of the laboratory based on more than 12000 samples analysed are as follows:

While vitamins, mineral preparations, sports drinks, probiotics and whey proteins represent a lower level of risk, the various weight-loss drugs, muscle mass gainers and other products for body-builders, we well as potency enhancers and plant extracts are seen as products with substantially higher-risks.

- It is important that customers always check the origin of these products, preferably do not order them online from manufacturers who cannot be identified or not have a representative plant, at least office in Hungary.
- Do not take illegal products from “under the desk”.
- Even a single adulterated tablet can be harmful, so it is important the regularly laboratory check of these products.
- Only buy products from responsible manufacturers that have been inspected by the authority or independent laboratories.

## Élelmiszerbiztonsági hírek

**WHO: A nem biztonságos élelmiszerek továbbra is milliók egészségére vannak hatással Európában**

**Az európai régió nem teheti meg, hogy a koronavírus járvány alatt az egyéb egészségügyi kockázatokat elhanyagolja - állítja a Világégeszségügyi Szervezet, a WHO.**

A WHO európai regionális irodájának tisztviselői kijelentették, a nem biztonságos élelmiszerek továbbra is milliók egészségére vannak hatással a COVID-19 világjárvány alatt is, és a régióknak további erőfeszítéseket kell tennie az élelmiszerbiztonság javítása érdekében.

Becslések valamint a WHO 2015-ben közzétett adatai szerint a WHO európai régiójában évente 23 millió ember betegszik meg és 4700 ember veszti életét fertőzött vagy szennyezett élelmiszerek fogyasztása miatt. A nem biztonságos élelmiszerek szerepet játszanak az egyes országok társadalmi-gazdasági fejlődésében is, mivel kihatással vannak nemzetközi kereskedelmükre és piaci lehetőségeikre.

2019-ben a WHO Európa arra figyelmeztetett, hogy ezek a számok csupán a jéghegy csúcsát jelentik, és a valódi esetszám ismeretlen. A statisztikák arra engednek következtetni, hogy a fertőzött élelmiszerek miatt minden egyes percben 44 ember betegszik meg.

Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság, az EFSA múlt évi felmérése kimutatta, hogy miközben 5 európaiból 2 érdeklődik az élelmiszerbiztonság iránt, csupán 5-ből 1 állítja azt, hogy élelmiszervásárláskor ez a legfontosabb szempont, ami döntését vezérli. A betegséget okozó baktériumokat, vírusokat, élősködéket és vegyi anyagokat tartalmazó nem biztonságos élelmiszerek több mint 200 megbetegedést okoznak.

„A COVID-19 világjárvány a kellő időben érkezett figyelmeztetés arra, milyen veszélyt jelentenek a kórokozók és mennyire fontos a jó higiénés gyakorlat. Bár a COVID-19 terjedésében az élelmiszerek sem forrásként, sem pedig átvivő közegként nem játszanak szerepet, a vészhelyzet drámai erővel mutatta meg, milyen hatással lehetnek ezek a betegségek a közegészségügyi helyzetre és a társadalmi-gazdasági jólétre,” mondta el Bernhard Url, az EFSA ügyvezető igazgatója.

**Ausztráliában a campylobacter és salmonella fertőzések visszaesése tapasztalható**

**A koronavírus járványra válaszként márciusban bevezetett vészhelyzeti intézkedések óta a campylobacter és salmonella fertőzések száma Ausztráliában szinte megfordult.**

Az Élelmiszerbiztonsági Tanács közölte: a COVID-19-es vészhelyzeti intézkedések bevezetése óta a fenti fertőzések 100 ezer emberre regisztrált aránya az elmúlt két évhez képest visszaesett.

Mindez rámutat a megfelelő kézmosás eredményességére és bizonyítja, hogy kevesebb tömeges vendéglátással járó esemény történt, hiszen kevesebb ember ment vendéglőbe vagy szórakozni – állítja az egészségüggyel foglalkozó jótékonyági szervezet.

Áprilisban 839 *Salmonella* fertőzést jelentettek, szemben a 2019-ben bejelentett 1383-mal. Májusban a bejelentett esetek száma 818 volt, míg a múlt év ugyanezen hónapjában 1172 fertőzést regisztráltak – tette közzé az Ausztrál Egészségügyi Minisztérium által működtetett „Bejelentendő megbetegedések országos ellenőrző rendszere”. Ezek az adatok azt jelentik, hogy a bejelentések aránya áprilisban 3,4 volt, szemben a 2019. év áprilisában mért 5,5-tel. 2020 májusában 3,3 volt az arány, míg 2019 májusában 4,7 - et mértek.

Idén áprilisban 1438 *Campylobacter* megbetegedést regisztráltak, míg 2019 ugyanezen hónapjában 2427 esetet jelentettek. 2020 májusában 1830 bejelentés történt, szemben a 2019. év májusának 2687 esetével. Az arányszám 2020 áprilisában 8,5 volt, szemben az egy évvel korábbi 14,3 –mal. 2020 májusában az arányszám 10,8 volt, szemben az egy évvel korábbi 15,8-as aránnyal.

A shiga toxint termelő *E. coli* (STEC) baktériummal kapcsolatos bejelentések szintén csökkentek, a tavaly áprilisi 51-ről 21-re esett vissza ezek száma. Míg tavaly májusban 56 esetet jelentettek, az idei év májusában csak 30-at.

**A kézmosás és társadalmi távolságtartás hatása**

Cathy Moir, a tanács elnöke elmondta: egy átlagos évben a becsült élelmiszermérgeződések száma 4,1 millió. Ebből 31 920 ember kerül kórházba, 86 megbetegedés végződik halállal, és az érintettek közül 1 millió ember keresi fel az orvost.

**Az idei szezonra már beszerzett és használni tervezett növényvédőszerrel egy részét betiltották**

**Amikor már úgy tűnt, az amerikai mezőgazdaság átvészeli a világjárványt és a haszonnövény-kultúrák sikeres szezonra számíthatnak, a vidéki régiók arról értesülhettek, hogy a már elvetett szójabab védelmére használni tervezett dicamba nevű gyomirtószert betiltották.**

A Xtendimax, a FeXapan és az Engenia dicamba hatóanyagú gyomirtót a Bayer, a Corteva és a BASF forgalmazta, ám a szövetségi bíróság június 3-i

döntése értelmében ezek a készítmények a jövőben már nem használhatók legálisan.

A dicamba széles spektrumú gyomirtószert, amit először 1967-ben törzkönyvezték. Használata széles körben elterjedt a gabonafélék és füves területek esetében, a terméket hosszú időn át biztonságosnak tekintették a címkén szereplő használati utasítások betartása mellett.

Az USA 9. számú fellebbviteli bírósága által hozott döntés értelmében a szövetségi szinten törzkönyvezett három dicamba gyomirtószert márká használatát a döntést követően azonnal betiltották. A dicamba ügye négy évvel ezelőtt került a bíróságra, mert a dicambát használó gazdaságok környezetében fekvő biogazdaságok „tovagyűrűző károkozás”-ra hivatkoztak, és felmerült a kérdés, „kellően biztonságos”-e a dicamba.

## EFSA hírek

**Növényvédőszer-maradványok élelmiszerekben: a legfrissebb trendek egy interaktív táblázaton keresztül követhetők**

**Az EFSA közzétette éves jelentését az Európai Unióban forgalmazott élelmiszerekben található növényvédőszer maradványokról. A jelentés alapja az EU tagállamaiban illetve Izlandon és Norvégiában a hatóságok által végzett országos ellenőrzések által gyűjtött olyan adatok, amelyek célzott illetve véletlenszerű mintavételekből származnak.**

2018-ban összesen 91015 mintát elemeztek. Az elemzett minták 95,5%-a a megengedett határértéken belül volt. Az EU által koordinált ellenőrzési program keretében megvizsgált további 11679 mintából (véletlenszerű válogatás) 98,6% volt a megengedett határértéken belül.

A jelentés pillanatfelvételt ad az EU-ban vásárolható élelmiszerekben jelen lévő növényvédőszer-maradványokról, illetve a fogyasztók egészségére gyakorolt esetleges káros hatásokról. Ezen kívül fontos információt szolgáltat a jelentés a kockázatkezelők számára is, hiszen segítségével döntéseket hozhatnak a jövőbeni ellenőrzési intézkedésekről.

Bernhard Url, az EFSA ügyvezető igazgatója elmondta: „A jelentés sok éve támogatja az Európai Bizottság és a tagállamok arra irányuló munkáját, hogy biztosítsák a növényvédőszer megfelelő használatát, összhangban az EU rendelkezéseivel és célszámaival. A hatékony adatgyűjtés és a szigorú adatelemzés a jövőben is kulcsszerepet tölthet majd be az Európai Unióban forgalmazott élelmiszerek biztonságos voltának fenntartásában.”

A véletlenszerűen gyűjtött adatokra vonatkozó rész azért rendkívül hasznos, mert ez a rész egyetlen kórsámi termékkel foglalkozik egy három éves rotációs rendszerben. Így a felfelé és lefelé mutató trendek egyaránt jól beazonosíthatók a kiválasztott konkrét termékek esetében.

2015 és 2018 között például növekedett azon minták aránya, amelyekben növényvédőszer maradvány volt található. A banán esetében ez 0,5%-ról 1,7%-ra, az étkezési paprika esetében 1,2% ról 2,4%-ra, a padlizsán esetében 0,6% ról 1,6%-ra és a csemegeszőlő esetében 1,8% ról 2,6%-ra való emelkedést jelentett. Másfelől azonban egyes határérték-túllépések mértéke 2018-ban visszaesett a 2015-ben mért értékekhez képest. A brokkoli esetében a mért érték 3,7%-ról 2%-ra, a szűz olíva olaj esetében 0,9%-ról 0,6%-ra, míg a tyúktojás esetében 0,2%-ról 0,1%-ra csökkent.

Az idén az EFSA a koordinált program eredményeit böngészőben áttekinthető táblázatokba és grafikonokba foglalta, hogy a nem szakemberek számára és érthetőbbé tegye az adatokat.

A nemzeti ellenőrzési programok kockázati alapúak és olyan termékeket céloznak meg, amelyek valószínűsíthetően tartalmaznak növényvédőszer-maradványokat és amelyek esetében az elmúlt években a jogszabályokat áthágták. Ezek a programok fontos információt biztosítanak a kockázatkezelők számára, de – szemben az EU koordinált programjából származó adatokkal – nem nyújtanak statisztikailag reprezentatív képet arról, milyen maradványszintek valószínűsíthetők Európa-szerte az üzletek polcain található élelmiszerek esetében.

Az EFSA az eredmények elemzésének részeként étkezési kockázatelemzést is végzett. A vizsgálat alapján kijelenthető, hogy a 2018-ban megvizsgált élelmiszeripari termékek nemigen jelentenek kockázatot a fogyasztók egészségére. Ennek ellenére az EFSA több ajánlást is megfogalmazott. Ezekkel az európai ellenőrzési rendszerek hatékonysága növelhető, és így a fogyasztóvédelem magas szintje a jövőben is biztosítható.

**Az ochratoxin A az élelmiszerekben: a közegészségügyi kockázatok felmérése**

**Az EFSA tudományos állásfoglalást adott ki az ochratoxin A (OTA) élelmiszerekben való jelenlétéből fakadó közegészségügyi kockázatokról. Az ochratoxin A-t penészgombák állítják elő természetes úton, és számos élelmiszerben megtalálható, így a gabonapelyhekben, a tartósított húsookban, a friss és aszalt gyümölcsökben és a sajtokban.**

A legutolsó, 2006-os felmérés óta napvilágot látott adatok alapján feltételezhető, hogy az OTA a DNS

közvetlen károsításával genotoxikus hatást válthat ki. A szakértők azt is megerősítették, hogy a vesébe jutva az OTA rákkeltő lehet. Ezért a szakértők egy ún. kitétségi tartományt számítottak ki, ami a kockázatelemzők számára lesz hasznos eszköz. Segítségével elemezni lehet az esetleges élelmiszerbiztonsági aggodalmakat, amik abból származnak, hogy egyes élelmiszerekben és takarmányokban olyan anyagok találhatóak, amik egyszerre genotoxikusak és rákkeltők.

Korábbi állásfoglalásában az EFSA felállított egy tolerálható heti bevitt, aminek alapja a vesére gyakorolt toxicitás és rákkeltő hatás mértéke.

A szakértők a kitétségi tartomány kiszámításával most egy konzervatívabb megközelítést alkalmaztak, és megállapították, hogy az egészségügyi kockázat a legtöbb fogyasztói csoport esetében fennáll. Az EFSA tudományos állásfoglalása az Európai Bizottságnál jelenleg zajló megbeszélésekben hasznosítható tájékoztatást és tanácsot ad majd arra vonatkozóan, mi legyen az OTA maximális határértéke az élelmiszerekben.

Az EFSA egyeztetéseket folytatott az érintett felekkel és a különböző résztvevőkkel az állásfoglalás-tervezettel kapcsolatban, és a beérkezett véleményeket figyelembe véve véglegesítette véleményét.

### **Listeria fagyasztott zöldségekben: a kockázatok csökkentésének lehetősége**

**Az EFSA felmérte a Listeria fertőzésből származó közegészségügyi kockázatokat a fagyasztásuk előtt leforrázott zöldségek esetében. Ez az eljárás rövid ideig tartó, forró vízzel vagy forró gőzzel való kezelést jelent. A vizsgálat arra a következtetésre jutott, hogy az e termékek fogyasztásával járó kockázat alacsonyabb, mint az azonnal fogyasztható termékek, így a füstölt hal, a főtt hús, a kolbász, a pástétomok és a lágysajtok fogyasztásának kockázata – amely termékek esetében általában listeria fertőzöttségre szokás gondolni.**

Az élelmiszeripari vállalatok gyakran alkalmazzák a fagyasztás előtti forrázást, mivel ez leállítja azokat az enzimeket által vezérelt folyamatokat, amik az íz, a szín és a textúra csökkenését és sérülését eredményezik.

Az EFSA szakértői meghatározták azokat az élelmiszeripari elhárítási tevékenységeket, amiket az élelmiszeripari cégek alkalmazhatnak a fagyasztott zöldségek fertőződési kockázatának csökkentésére. Ide tartozik az élelmiszer előállítására szolgáló környezet tisztítása és fertőtlenítése, a víz, az időtartam és a hőmérséklet ellenőrzése a feldolgozás egyes fázisaiban, illetve a megfelelő címkézés.

A szakértők hangsúlyozták annak fontosságát, hogy az élelmiszer előállítására szolgáló környezetet fo-

lyamatosan monitorozzuk a *Listeria monocytogenes* kimutatása érdekében. Erre azért van szükség, mert a *Listeria* sokáig túlélhet az élelmiszer előállítására szolgáló környezetben, és onnan később behatolhat az élelmiszerekbe.

Az EFSA arra is kidolgozott ajánlásokat, hogyan csökkenthetők a kockázatok otthonainkban. A kulcselem a jó higiénés gyakorlat folytatása, vagyis a fagyasztott vagy kiolvasztott zöldségeket tiszta fagyasztóban vagy hűtőszekrényben kell tárolni, megfelelő hőmérsékleten, és a biztonságos elkészítés érdekében követni kell a címkén található utasításokat. Általában lényegesen csökkennek a kockázatok, ha a kiolvasztás után a zöldségeket alaposan megfőzzük.

A fent ismertetett munkát az EFSA egy több országot érintő eset hatására végezte el. Az eset 2015 és 2018 között 53 embert érintett, és 10 ember halálát okozta.

### **Food Safety News:**

#### **WHO: Unsafe food continues to affect millions in Europe**

**The European region cannot afford to lose focus on other health threats during the coronavirus outbreak, according to the World Health Organization (WHO).**

Officials from the WHO's Regional Office for Europe said unsafe food is still affecting millions during the COVID-19 pandemic and the region must continue to improve food safety.

It is estimated that every year, 23 million people fall ill in the WHO's European region and 4,700 die from eating contaminated food, according to data published by the WHO in 2015. Unsafe food also plays a role in the socioeconomic development of countries as it affects international trade and market opportunities.

In 2019, WHO Europe warned these figures were just the tip of the iceberg and the true number of cases was unknown. The stats translate to 44 people falling sick every minute from contaminated food.

A European Food Safety Authority (EFSA) survey last year found while 2 in 5 Europeans are interested in food safety, only 1 in 5 say it is their main concern when choosing food. Unsafe food containing harmful bacteria, viruses, parasites or chemical substances causes more than 200 diseases.

"The COVID-19 pandemic is a timely reminder of the dangers posed by pathogens and the importance of good hygiene practices. Although food

is not the source or a vehicle of transmission of COVID-19, the emergency has shown all too painfully the impact these diseases can have on public health and socio-economic wellbeing," said Bernhard Url, EFSA's executive director.

### **Australia sees decline in Campylobacter and Salmonella**

**Rates of Campylobacter and Salmonella infections in Australia have almost halved since the lockdown because of the Coronavirus pandemic that began in March.**

The Food Safety Information Council revealed that since the COVID-19 shutdown started, reported rates of these infections per 100,000 people have declined compared to the past two years.

This shows the effectiveness of good handwashing, and that there has been less bulk catering as fewer people have been eating out or entertaining, according to the health promotion charity.

In April, 839 *Salmonella* infections were recorded compared to 1,383 in 2019. For May, 818 cases were reported versus 1,172 in the same period the year before, according to the Australian Department of Health's National Notifiable Diseases Surveillance System. These figures convert to a reporting rate of 3.4 in April compared to 5.5 in April 2019 and 3.3 in May versus 4.7 in May 2019.

For *Campylobacter*, 1,438 cases were recorded in April compared with 2,427 in 2019 and 1,830 for May compared with 2,687 in 2019. Rates were 8.5 in April 2020 compared with 14.3 the year before and 10.8 in May 2020 versus 15.8 in May the year before.

Shiga toxin-producing *E. coli* (STEC) reports were also down from 51 in April 2019 to 21 this year and from 56 in May 2019 to 30 in 2020.

#### **Handwashing and social distancing impact**

Cathy Moir, council chair, said in a normal year there are an estimated annual 4.1 million cases of food poisoning that result in 31,920 hospitalizations, 86 deaths and 1 million visits to doctors.

### **Herbicides purchased for this planting season and ready for the field are now illegal**

**Just as it was looking like American agriculture was going to survive the pandemic and planting was turning out successful, rural areas learned they were losing the weedkiller dicamba to protect the soybeans they've put the ground.**

Xtendimax, FeXapan, and Engenia the dicamba based herbicide brands sold by Bayer, Corteva, and BASF, are no longer legal for use by farmers, according to the June 3 federal court ruling.

Dicamba is a broad-spectrum herbicide first registered in 1967. It is widely used in grain crops and grasslands and was long considered safe if used properly under label instruction.

The ruling by the U.S. Court of Appeals for the Ninth Circuit reportedly vacated the federal registrations of the three dicamba herbicide brands effective immediately. Issues of "drift damage" to nearby organic fields and whether it is "safe enough" landed dicamba in courts about four years ago.

### **EFSA News**

#### **Pesticide residues in food: the latest trends can be followed using an internet data sheet**

**EFSA has published its annual report on pesticide residues found in food in the European Union. The report is based on data from the official national control activities carried out by EU Member States, Iceland and Norway and includes both targeted and random sampling.**

A total of 91,015 samples were analysed in 2018, 95.5% of which fell within legally permitted levels. For the subset of 11,679 samples analysed as part of the EU-coordinated control programme (random collection), 98.6% of samples were within legal limits.

The report gives a snapshot of the presence of pesticide residues in food in the EU and any possible risk to consumer health. It also provides risk managers with important information on which to base decisions regarding future control measures.

Bernhard Url, EFSA's Executive Director, said: "For many years this report has supported the work of the European Commission and Member States in ensuring the proper use of pesticides in line with EU legislation and targets. Efficient collection and rigorous analysis of such data will continue to be of central importance in ensuring the safety of food sold in the European Union."

The section on randomly collected data is particularly useful as it covers the same basket of products on a three-year rotation, which means upward or downward trends can be identified for specific goods.

For example, between 2015 and 2018 the proportion of samples with residue exceedances increased in bananas (from 0.5% to 1.7%), sweet peppers (1.2% to 2.4%), aubergines (0.6% to 1.6%) and table grapes (1.8% to 2.6%). On the other hand, exceedances fell in 2018 compared to 2015 for broccoli (from 3.7% to 2%), virgin olive oil (0.9% to 0.6%) and chicken eggs (0.2% to 0.1%).

This year EFSA has translated the results of the coordinated programme into browsable charts and graphs, to make the data more accessible to non-specialists.

The national control programmes are risk-based, targeting products that are likely to contain pesticide residues or for which legal infringements have been identified in previous years. These programmes give important information to risk managers but – unlike the data from the EU coordinated programme – they do not provide a statistically representative picture of the levels of residues that one would expect to find in food on the shelves in shops across Europe.

EFSA carried out a dietary risk assessment as part of its analysis of the results. This suggested that the food commodities analysed in 2018 are unlikely to pose a concern for consumer health. However, a number of recommendations are proposed to increase the efficiency of European control systems, thereby continuing to ensure a high level of consumer protection.

### ***Ochratoxin A in food: public health risks assessed***

**EFSA has published a scientific opinion on public health risks related to the presence of ochratoxin A (OTA) in food naturally produced by moulds that can be found in a variety of foodstuffs including cereals, preserved meats, fresh and dried fruit, and cheese.**

New data that have become available since the last assessment in 2006 suggest that OTA can be genotoxic by directly damaging the DNA. Experts also confirmed that it can be carcinogenic to the kidney. Therefore experts calculated a margin of exposure (MOE). This is a tool used by risk assessors to consider possible safety concerns arising from the presence in food and feed of substances which are both genotoxic and carcinogenic.

In its previous opinion, EFSA established a *tolerable weekly intake* (TWI) based on toxicity and carcinogenicity to the kidney.

Experts have now used a more conservative approach by calculating MOE and concluded that there is a health concern for most consumers groups. EFSA's scientific advice will inform the European Commission in the ongoing discussion on maximum levels of OTA in foodstuffs.

EFSA consulted stakeholders and different parties on its draft opinion and comments received were considered when finalising it.

### ***Listeria in frozen vegetables: how to reduce risks***

**EFSA has assessed the risks to public health from *Listeria* contamination of vegetables that are blanched – scalded in hot water or steam for a short time – before they are frozen. They conclude that the risks associated with the consumption of these products is lower than for ready-to-eat foods such as smoked fish, cooked meat, sausages, pâté, soft cheese – which are usually associated with listeria contamination.**

Food business operators often blanch vegetables before freezing them because this stops enzyme actions which can cause loss of flavour, colour and texture.

EFSA's experts identified relevant control activities that food business operators can implement to lower the risks of contamination of frozen vegetables. These range from cleaning and disinfection of the food producing environment to water, time and temperature control at different processing steps, and accurate labelling.

They stress the importance of monitoring the food producing environment for *Listeria monocytogenes*. This is because *Listeria* can persist in the food processing environment from which it can contaminate food.

EFSA also makes recommendations on how to reduce risks at home. The key is to maintain good hygiene practices such as storing frozen or thawed vegetables in a clean freezer or refrigerator at the appropriate temperature and following the instructions on labelling for safe preparation. In general, risks are much lower if vegetables are cooked properly after defrosting.

This work was triggered by a multi-country outbreak that affected 53 people and caused 10 deaths between 2015 and 2018.

## Idén is Superbrands-díjas a WESSLING!

[WWW.WESSLING.HU](http://WWW.WESSLING.HU)

BUSINESS 2020  
**Superbrands**



**A tavalyi év után 2020-ban is elnyerte laboratóriumunk a tekintélyes piaci elismerést jelentő Superbrands Business Díjat, amelyre a válságos időszakban kiemelkedően büszkék vagyunk, hiszen azt mutatja: vállalatunk nem csak stabil alapokon áll, hanem folyamatosan fejlődik, és mindezt a piac is így gondolja.**

A széles nagyközönség számára is ismert, a magas minőséget szimbolizáló védjegy, azaz a Superbrands nemzetközi program keretében a legkiválóbb fogyasztói és üzleti márkák részesülnek díjazásban. A jelölés kizárólag szakmai szempontok alapján történik, arra sem pályázni, sem jelentkezni nem lehet, a díj odaítéléséről többlépcsős előszűrést követően 43 tagú, független, marketingszakmai és vállalatvezető szakemberekből álló bizottság dönt minden évben.

**A WESSLING Hungary Kft. az idén második alkalommal nyerte el a Superbrands Business díjat.** Mindez azért rendkívül fontos számunkra, mert kitűnő szakmai hírnevünk, piacvezetői státuszunk mellett azt is bizonyítja: a nemzetközi gazdaságot megrengető válság során is **erős, folyamatosan megújuló és a társadalomért is aktívan tevékenykedő vállalat tudtunk maradni.**

Gyorsan, megbízhatóan szolgáljuk ki partnereinket a környezetvédelem, az élelmiszer- és az egészségbiztonság területén, mind a laboratóriumi vizsgálatok, mind pedig a szaknácsadás területén. Folyamatosan bővülnek a szolgáltatásaink, (mint például a GMO-vizsgálatok, genom szekvenálás, csomagolóanyag ellenőrzések, kozmetikumok vizsgálata, mikroműanyag-, és azbesztmérések, valamint vizek radioanalitikai vizsgálata - a legújabb bevezetett szolgáltatás).

Modern újpesti WESSLING Tudásközpontunkban a piaci vizsgálatok mellett országos és nemzetközi kutatásokban veszünk részt, együttműködünk a legjelentősebb hazai egyetemekkel, oktatási programot kínálunk középiskoláknak, tudományos szaklapot adunk ki, közérdekű weboldalt üzemeltetünk, rangos konferenciákat szervezünk.

**Köszönjük partnereinknek, hogy ehhez a sikerhez hozzásegítettek minket, mert ezt a kitüntetést közösen értük el! Számíthatnak ránk a jövőben is.**

**Szerzőink / Authors**

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

**AMBRUS Árpád Prof. Dr.** Debreceni Egyetem, Táplálkozás- és Élelmiszertudományi Doktori Iskola  
University of Debrecen, Doctoral School of Nutrition and Food Sciences

**BÁNÁTI Diána Prof. Dr.** Magyar Tudományos Akadémia (MTA) KÖTEB Élelmiszer-biztonsági Albizottság,  
Debreceni Egyetem  
Food Safety Committee of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary  
University of Debrecen, Debrecen, Hungary

**BÁRDOS László Dr.** Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar  
Szent István University Faculty of Agricultural and Environmental Sciences

**BEKŐ Dóra** Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar  
Szent István University Faculty of Agricultural and Environmental Sciences

**CSAPÓ János Prof. Dr.** Debreceni Egyetem és Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai  
Campus  
University of Debrecen, Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental Management and Sapientia  
Hungarian University of Transylvania, Campus of Miercurea Ciuc

**GRIFF Tamás** Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi  
Igazgatóság  
National Food Chain Safety Office, Directorate of Plant Protection, Soil Conservation and Agri-environment

**KEREKES Kata Dr.** Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Rendszervezési és Felügyeleti  
Igazgatóság  
National Food Chain Safety Office, System Management and Supervision Directorate

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

**MIKLÓS Gabriella** Élelmiszerlánc-biztonsági Centrum Nonprofit Kft., Székesfehérvári Regionális Élelmiszerlánc  
Laboratórium  
Food Chain Safety Office, Regional Food Chain Safety Laboratory

**PAJOR Ferenc Dr.** Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar  
Szent István University Faculty of Agricultural and Environmental Sciences

**PÓTI Péter Dr.** Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar  
Szent István University Faculty of Agricultural and Environmental Sciences

**SRAMEK Ágnes** Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar  
Szent István University Faculty of Agricultural and Environmental Sciences

**SZABÓ S. András Prof. Dr.** Élelmiszerfizika Közhasznú Alapítvány  
Food Physics Public Utility Foundation

**SZALAY Anna** Magyar Szabványügyi Testület  
Hungarian Standards Institution

**SZENCZI-CSEH Júlia** Önálló élelmiszer-biztonsági szakértő  
Independent Food Safety Expert

**SZIGETI Tamás Dr.** WESSLING Hungary Kft.  
WESSLING Hungary Ltd.

**SZUNYOGH Gábor** WESSLING Hungary Kft.  
WESSLING Hungary Ltd.

**VÁSÁRHELYI Adrien** Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Élelmiszerlánc-biztonsági Laboratórium  
Igazgatóság  
National Food Chain Safety Office, Food Chain Safety Laboratory Directorate

**ZURBÓ Zsófia** Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszer-tudományi és Környezetgazdálkodási Kar,  
Élelmiszertechnológiai Intézet  
University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute  
of Food Technology

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

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

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

**Szerkesztő / Editor:** KONECSNY Tímea, SZUNYOGH Gábor

**Angol fordítás / English translation:** Dr. HANTOSI Zsolt

**Honlap adminisztrátor / web admin.:** JUHÁSZ Péter

**Szerkesztőbizottság / Editorial Board:** AMBRUS Árpád Dr. (ny. egy. tanár, NÉBIH főtanácsadó / ret. univ. prof., NFCSSO chief advisor) • BÁNÁTI Diána Dr. (egy. tanár, DE / univ. prof., UD) • BARNÁ Sárolta Dr. (ig., NÉBIH KÉI / dir. NFCSSO 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. (ív. elnök, EOQ MNB / executive chairman, EOQ HNC) • CSAPÓ János Dr. (egy. tanár, Debreceni Egyetem, Sapientia Egyetem, Csíkszeredai Kar / univ. prof., Univ. Debrecen, Sapientia Univ., Miercurea Ciuc) • DANK Magdolna Dr. (egyetemi tanár Semmelweis Egyetem Onkológiai Intézet / uni. prof. Semmelweis University, Inst. of Oncology) • FARKAS József Dr. (ny. egy. tanár, akadémikus / ret. univ. prof., academician) • GAGÁN Anita (J.S. Hamilton Hungaria Kft.) • GYIMES Ernő Dr. (egy. docens, Szegedi Egyetem 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 lecturer, WESSLING Hungary Kft.) • HUSZTI Zsolt Dr. (Váli MEGÉR-TÉSZ / Prod. and Market. Cooperatives Vál) • KASZA Gyula Dr. (elnöki tanácsadó / presidential advisor, NÉBIH) • KONECSNY Tímea (szerkesztő, WESSLING Hungary Kft. / editor, WESSLING Hungary Kft.) • KOVÁCS Béla Dr. (egy. tanár, Debreceni Egyetem / univ. prof., Univ. Debrecen) • MARÁZ Anna Dr. (egy. tanár, SZIE / univ. prof., SZIU) • MOLNÁR Pál Dr. (egy. tanár, elnök, EOQ MNB / univ. prof., chairman, EOQ HNC) • NAGY Edit (főtitkár, MAVÍZ / secretary general, Hungarian Water Utility Association) • POPOVICS Anett Dr. (egyetemi adjunktus, Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar / senior lecturer, University of Óbuda, Keleti Károly Faculty of Economics) • SALGÓ András Dr. (ny. egy. tanár, BME / ret. univ. prof. / BTU) • SÁRDI Éva Dr. (egyetemi tanár SZIE Genetika és Növénynevelés Tanszék / univ. prof. Dept. of Genetics and Plant Breeding) • SIMONNÉ SARKADI Livia Prof. Dr. habil. (egy. tanár, SZIE Élelmiszertudományi Kar / univ. prof., SZIU Faculty of Food Sci.) • SIPOS László Dr. (egy. docens, SZIE / univ. docent, SZIU) • SOHÁR Pálné Dr. (ny. fő. vez., NÉBIH / ret. head of dept., NFCSSO) • SZABÓ S. András Dr. (tanár, Ward Mária Gimnázium / prof., Ward Mária High School) • SZALAY Anna (szabványosító menedzser, Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) / standardization manager, Hungarian Standards Institution (HSI)) • SZEITZNÉ SZABÓ Mária Dr. (ig., NÉBIH KÉI / deputy director, NFCSSO Directorate of Risk Assessment) • SZIGETI Tamás János Dr. (főszerkesztő, Wessling Nonprofit Kft. / editor in chief, Wessling Nonprofit Ltd.) • SZUNYOGH Gábor (szerkesztő, Wessling Nonprofit Kft. / editor, Wessling Nonprofit Ltd.) • TÖMÖSKÖZI Sándor Dr. (egy. docens, BME / univ. docent, BTU) • VARGA László Dr. (egy. tanár, Ny-Mo Egy. Élelmiszertud. Intézet / univ. prof., Univ. of West Hungary, Inst. for Food Sci.) • WESSLING, Diana (a családi vállalkozás képviselője, résztulajdonos / representative family business, share holder, WESSLING Holding GmbH & Co. KG, Altenberge, Germany) • ZANATHY László Dr. (felelős kiadó, ügyvezető ig., Wessling Nonprofit Kft. / CEO Wessling Nonprofit Ltd.)

Nyomdai előkészítés / Layout dtp: Adworks Kft., E-mail: info@adworks.hu

Nyomda / Press office: Készült a Possum Kft. gondozásában. (1093 Budapest, Lónyay utca 43.)

Elérhetőségeink/Contact: H-1045 Budapest, Anonymus utca 6., Telefon/Phone: +36 1 872-3600, +36 1 872 3621; Fax: +36 1 435 01 00, Mobil phone: +36 30 39 69 109, E-mail: eviko@wirec.eu; Web: www.eviko.hu

Előfizetés, hirdetés / subscription, advertising: Konecsny Tímea, Tel. +36 20 535-1160, E-mail: eviko@wirec.eu, Előfizetési díj egy évre/Subscription for one year: bruttó 4620 Ft. /15 €.

A lap negyedévente jelenik meg. / This journal appears quarterly in a year.

Minden jog fenntartva! / All right reserved!

A hivatkozással nem rendelkező képek illusztrációk. / The pictures without any references are illustrations.

A kiadó írásbeli hozzájárulása nélkül tilos a kiadvány bármilyen eljárással történő sokszorosítása, másolása, illetve az így előállított másolatok terjesztése. / Without the written permit of the publisher, duplication, copying or dissemination of this paper by any way is prohibited.

Az 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

## Tisztelt Olvasóink!

A WESSLING Hungary Kft. immáron több mint 25 éve biztosít innovatív megoldásokat, megbízható vizsgálatokat, személyre szabott tanácsadást a környezetvédelmi és az élelmiszerbiztonsági elemzésektől kezdve a munkahelyi- és a gyógyszervizsgálatokon, valamint a gyógyszer-fel szabadításon át egészen a törvényi követelményeknek való megfelelésig.

A fenti szolgáltatások mellett Újpest szívében található laboratóriumunk Tudásközpontként is funkcionál, ahol a különböző vizsgálatok mellett nagy hangsúlyt fektetünk oktatói, kutatói tevékenységeinkre is. Figyelmükbe ajánljuk éppen ezért a WESSLING Hungary Kft. alábbi online kommunikációs csatornáit, amelyeket böngészve bővebb információkat, felvilágosítást, valamint érdekes és értékes cikkeket és tájékoztató anyagokat találnak.



[laboratorium.hu](http://laboratorium.hu)



[mikromuanyag.hu](http://mikromuanyag.hu)



[dopingmentes.hu](http://dopingmentes.hu)



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



[biomi.hu](http://biomi.hu)



[elvalasztastechnika.hu](http://elvalasztastechnika.hu)



[wirec.hu](http://wirec.hu)



[hungalimentaria.hu](http://hungalimentaria.hu)



[qualcoduna.hu](http://qualcoduna.hu)



[happyfishhungary.hu](http://happyfishhungary.hu)



[wessling.hu](http://wessling.hu)

WESSLING  
Hungary Kft.  
1045 Budapest,  
Anonymus u. 6.  
+36 1 872 36 00

[info@wessling.hu](mailto:info@wessling.hu)





# Megbízható Mennyiségi Meghatározás

Minden komponens, mátrix és felhasználó esetében

A tudományos és üzleti célok elérése csak megbízható eredmények birtokában lehetséges.

A felhasználási területtől függetlenül a Thermo Scientific™ TSQ hármas kvadrupol tömegspektrometriás rendszerei kiemelkedő precizitást biztosítanak a mennyiségi meghatározási feladatokra. Nagy felbontású SRM üzemmód, robusztusság, megbízhatóság és érzékenység egy készülékben, mely segítségével minden felhasználó a mérendő komponenstől vagy a mátrixtól függetlenül megbízható mérési eredményekhez juthat.



Thermo Scientific™ TSQ Altis™  
hármas kvadrupol tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Quantis™  
hármas kvadrupol tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Fortis™  
hármas kvadrupol tömegspektrométer

További információk:

[thermofisher.com/confidentquantitation](https://thermofisher.com/confidentquantitation)

Kizárólagos képviselet:

**UNICAM Magyarország Kft.**  
1144 Budapest, Kőszeg utca 25.  
Telefon: +36 1 221 5536  
E-mail: [unicam@unicam.hu](mailto:unicam@unicam.hu)  
Web: [www.unicam.hu](http://www.unicam.hu)

**UNICAM**