



MTA PAB



A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE

Az MTA programsorozata

Tudomány: válaszok a globális kihívásokra

Mit eszünk holnap?

**ALTERNATÍVÁK AZ ÉLELMISZERTERMELÉSBEN
ÉS FOGYASZTÁSI SZOKÁSOK EGY VÁLTOZÓ VILÁGBAN**



Szerkesztette: Holló Gabriella - Pekár Anita

2023

Mit eszünk holnap?

**ALTERNATÍVÁK AZ ÉLELMISZERTERMELÉSBEN
ÉS FOGYASZTÁSI SZOKÁSOK EGY VÁLTOZÓ VILÁGBAN**

Ez a tanulmánykötet az MTA Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából a Pécsi Területi Bizottsága Agrártudományok Szakbizottsága 2023. november 21. - *Mit eszünk holnap? Alternatívák az élelmiszertermelésben és fogyasztási szokások egy változó világban* - c. konferencia előadásainak anyagát tartalmazza.

Írták:

Bodnár Ákos

Breitenbach Zita

Dalmadi István

Friedrich László

Gubicskóné Kisbenedek Andrea

Holló Gabriella

Kenesei György

Kosztolányiné Szentléleki Andrea

Kovács Melinda

Polyák Éva

Pajor Ferenc

Póti Péter

Szabari Miklós Gábor

Szabó Zoltán

Vertséné Zándoki Rita

©Szerzők, 2023, ©Szerkesztők, 2023



A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: CC-BY-NC-ND-4.0.

ISBN 978-963-7068-19-5 (pdf)

Borító: *Holló Gabriella terve szerint Basámi Nyomdaipari KFT*

Nyomás és kötészet: *Basámi Nyomdaipari KFT, Dombóvár*

Felelős vezető: *Bite Attila*

Kiadja az MTA Pécsi Területi Bizottsága

Felelős kiadó:

Kovács L. Gábor, PAB elnök

MTA Pécsi Területi Bizottsága,

7624 Pécs, Jurisics M. u. 44.

Mit eszünk holnap?

**ALTERNATÍVÁK AZ ÉLELMISZERTERMELÉSBEN
ÉS FOGYASZTÁSI SZOKÁSOK EGY VÁLTOZÓ VILÁGBAN**

szerkesztette

HOLLÓ GABRIELLA – PEKÁR ANITA

MTA Pécsi Területi Bizottsága Pécs

2023

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETŐ	7
AZ ÁLLATI EREDETŰ ÉLELMISZEREK ÉS ALTERNATÍVÁIK SZEREPE A HOLNAP TÁPLÁLKOZÁSÁBAN: ENNI VAGY NEM ENNI?	
HOLLÓ GABRIELLA	9
A MIKOTOXINOKRÓL „EGY EGÉSZSÉG” (ONE HEALTH) SZEMLÉLETBEN	
KOVÁCS MELINDA	23
A SOUS-VIDE ÉS A HHP KEZELÉS HATÁSA AZ ÉLELMISZEREK TÁPLÁLKOZÁSÉRTÉKÉRE ÉS TARTÓSÍTHATÓSÁGÁRA	
KENESEI GYÖRGY, FRIEDRICH LÁSZLÓ, DALMADI ISTVÁN	29
ÉTRENDI PREFERENCIÁK HATÁSA AZ ELHÍZÁSI MUTATÓKRA: EGY REPREZENTATÍV HAZAI VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI	
BREITENBACH ZITA	39

A JÖVŐ TEJTERMÉKE? AZ A2 TEJ TERMELESI LEHETŐSÉGEI
HAZÁNKBAN

PAJOR FERENC, PÓTI PÉTER, SZABARI MIKLÓS GÁBOR, HOLLÓ
GABRIELLA, KOSZTOLÁNYINÉ SZENTLÉLEKI ANDREA, VERTSÉNÉ
ZÁNDOKI RITA, BODNÁR ÁKOS 47

MIT IS ESZÜNK? - FOGYASZTÓI TRENDEK ÉS ATTITÚDOK A MAGYAR
LAKOSSÁG KÖRÉBEN

GUBICSKÓNÉ KISBENEDEK ANDREA 55

NÖVÉNYI ALAPÚ ÉTRENDEK –ELŐNYÖK, HÁTRÁNYOK, KOCKÁZATOK,
LEHETŐSÉGEK

SZABÓ ZOLTÁN, POLYÁK ÉVA 63

MESTERSÉGES ÉDESÍTŐSZEREK, BARÁTOK VAGY ELLENSÉGEK?

POLYÁK ÉVA, SZABÓ ZOLTÁN 69

BEVEZETŐ

Az MTA Pécsi Területi Bizottsága Agrártudományok Szakbizottsága nevében örömmel mutatjuk be az olvasónak a 2023. évi Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából készített tanulmánykötetünket.

A kiadvány tartalmazza a szakbizottság szervezésében 2023. november 21-én Pécsen, a PAB Székházában megrendezésre került „MIT ESZÜNK HOLNAP? ALTERNATÍVÁK AZ ÉLELMISZERTERMELÉSBEN ÉS FOGYASZTÁSI SZOKÁSOK EGY VÁLTOZÓ VILÁGBAN” című konferencián elhangzott előadások és az azt követő kerekasztalbeszélgetés alapján készült tudományos cikkek gyűjteményét.

A világban jelentős átalakulást tapasztalhatunk az élelmiszertermelésben és a fogyasztási szokások terén, ami ahhoz vezetett, hogy napjainkban egyszerre van jelen az elhízás és az alultápláltság jelensége. Manapság az élelmiszereink többsége ultra-feldolgozott élelmiszer, un. ”junk food” azaz egészségtelen étel, ami azt jelenti, hogy az tápanyagokban szegény, ellenben magas cukortartalmú, finomított szénhidrátokat tartalmazó és elfogyasztása jelentős energiabevitelt eredményez. Mindez nemcsak az egyénre jelent humán-egészségügyi kockázatot, hanem a globális élelmiszerláncra is hatással van. A környezet fenntarthatóságát csak az egészséges élelmiszer alapanyagot előállító mezőgazdasági termelés és az egészségesen táplálkozó ember tudja garantálni ez az un. „One Health” (egy egészség) szemlélet. Manapság, a hagyományos, állati és növényi eredetű élelmiszer alapanyagok mellett olyan alternatívák is megjelentek, amelyeket korábban sohasem fogyasztottunk, az evolúció több ezeréves története során szervezetünk ahhoz nem alkalmazkodott és arra génjeink nem tanultak meg reagálni.

A rendezvényünk célja az volt, hogy a mai élelmiszer-termelési, táplálkozási kihívásokat, nemcsak agrártudományi szempontok szerint értékeljük, hanem a humán-táplálkozás biológiai alapjairól, az „ideális” táplálkozás új jellemzőiről, irányzatairól és innovatív élelmiszeripari eljárásokról is hangozzanak el előadások. Előadóink, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (Állattenyésztési Tudományok Intézet, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élettani és Takarmányozástani Intézet) és a Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar munkatársai emlékezetes tudományos eseményt biztosítottak a résztvevőknek.

Köszönetemet szeretném kifejezni az előadóknak, hogy elfogadták meghívásunkat, és a színvonalas előadásuk mellett nagyon szűk időkereten belül kiváló kéziratokat készítettek.

Külön elismerés illeti a szakbizottság titkárát, és a PAB Élelmiszertechnológiai és Táplálkozástudományi Munkabizottságát, hogy segítettek a témák, az előadók kiválasztásában, valamint a munkabizottság képviselőjében a kerekasztal beszélgetés ülésvezetői feladatait is ellátták.

Végezetül szeretném megköszönni a Pécsi Akadémiai Bizottság vezetésének, hogy a konferencia sikeréhez hozzájárultak, helyet adtak számunkra és támogattak bennünket.

Pécs - Kaposvár, 2023 decemberében

a szervezőbizottság nevében:

Holló Gabriella

az Agrártudományok Szakbizottság elnöke

AZ ÁLLATI EREDETŰ ÉLELMISZEREK ÉS ALTERNATÍVÁIK SZEREPE A HOLNAP TÁPLÁLKOZÁSÁBAN: ENNI VAGY NEM ENNI?

HOLLÓ GABRIELLA

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Állattenyésztési Tudományok Intézet
hollo.gabriella@uni-mate.hu

Összefoglalás

Jelen tanulmány célja, hogy bemutassa a főbb hús- és tejalternatívákat mint ígéretes fehérjeforrásokat, amelyek a közeljövő táplálkozásában szerepet kaphatnak. Valószínűsíthető, hogy a hús- és tejalternatívák jelentősége tovább fog növekedni a hagyományos termelési rendszer korlátozott fenntarthatóságával kapcsolatos aggodalmak miatt. Az alternatíváknak előnyei és korlátai vannak, amelyek bemutatásra kerülnek. A folyamatos technikai fejlesztések ellenére élvezeti értékük, beleértve az ízüket, még mindig eltér azoktól a fogyasztói igényektől, amiket ők a hagyományos állattenyésztésből származó termékek fogyasztásakor korábban már megtapasztalhattak. Ennek ellenére, azzal kell számolni, hogy ezek a termékek jövőbeli fehérjeforrásaink részét képezhetik.

This paper aimed to introduce the major meat and milk alternatives as promising protein sources that can be utilized in the near future nutrition. It is also likely that the importance of meat and milk alternatives will continue to increase due to concerns about the limited sustainability of the traditional production system. The alternatives have different benefits and limitations, which are presented. Despite continuous technical developments, the main limitations of their palatability, including flavor, is still different from the consumer demands, which they may have previously experienced when consuming products from traditional livestock farming. Nevertheless, it should be expected that these products may be part of our future protein sources.

Bevezetés

A jelenlegi mezőgazdasági termelési rendszerekből származó állati eredetű termékek fogyasztása elleni kampány a médiában egyre erősebb napjainkban. Arra hivatkoznak, hogy a hagyományos élelmiszertermelés erőforrás-igénye nagy (termőföld, víz és takarmánynövények), és főleg az állattenyésztésnek jelentős a környezeti lábnyoma. A szakértők szerint éppen emiatt, az állati fehérje-fogyasztás csökkentése ökológiai előnnyel járhat. Az IPCC legújabb jelentésében már a fenntartható étrendre való átállást javasolta az üvegházhatású gázkibocsátás csökkentése érdekében (IPCC, 2022). Ugyanakkor az előrejelzések azt mutatják, hogy 2010 és 2050 között a teljes globális élelmiszer-kereslet 35–56%-kal fog növekedni, ezen belül az állati eredetű fehérje igény a várakozások szerint 2050-re 450 millió tonnára, míg a globális állatállomány mérete a becslések szerint 27,3 milliárdról 41,8 milliárdra nő majd (FAO, 2023).

Az állati eredetű élelmiszerek (hús, tej) fogyasztása elleni kampányok azonban nem újkeletűek, már a XX. század elején is voltak törekvések a húsfogyasztás visszaszorítására például az USA-ban a „*húsmentes kedd*” (meatless tuesday) vagy a „*sertéshús-mentes szombat*” (porkless saturday) meghirdetése ezt a célt szolgálta.

Az un. fenntartható étrend a környezetet nem károsító, biztonságosnak tartott, alapvetően növényi étrend. Az Egyesült Államokban, az elmúlt években a fenntarthatóság iránti növekvő érdeklődést kihasználva, már 5 milliárd dolláros befektetési csúcsot ért el az állati eredetű élelmiszerekkel szemben az új alternatív forrásokból származó élelmiszerek fejlesztése (GFI, 2022). Számos szervezet, egyes országok kormányai, kutatóközpontok és civilegyesületek (NGO-k) az állati eredetű fehérjefogyasztás visszaszorítására irányuló promóciós kampányokat indítottak el. Az egyik ilyen kampány a „*Meatless day*”, ami ma már a világ 40 országában arra ösztönzi a lakosságot, hogy hetente legfeljebb egy nap egyenek húst, és általában csökkentsék az állati termékek fogyasztását. Emellett az étteremtulajdonosoknak is azt javasolják, hogy dolgozzanak ki a hét minél több napján elérhető vegetáriánus menüt. E kampányokban, minél több embert igyekeznek elérni és az étkezési szokások megváltoztatását célozzák meg a fogyasztóknál. Ezen étrendek melletti fő érvként egészségügyi, fenntarthatósági és etikai okok szerepelnek. Leroy és mtsai (2023) szerint a legnagyobb probléma az, hogy ezt az étrendet általános normaként javasolják és ennek elérésére általában nem pusztán érzelmi meggyőzést alkalmaznak, hanem azonnali cselekvésként az átállásra ösztönzik a fogyasztókat.

Az állati termékek fogyasztásának egészségügyi kockázatával kapcsolatban azt hangsúlyozzák, hogy a nagy mennyiségű vörös hús és feldolgozott hústermékek fogyasztása összefüggésbe hozható számos betegséggel, mint például a daganatos, a szív- és érrendszeri elváltozásokkal és a nagyobb halálozási arány előfordulásával (Wang és mtsai 2016). Úgy tűnik azonban, hogy ezen rizikófaktorok egy része, főleg az egyén életmódjával, és az ahhoz kapcsolódó húsfogyasztással van összefüggésben (Godfray és mtsai, 2018; Johnston és mtsai, 2023) és egyértelműen nem bizonyított. Ennek ellenére mégis az egészségmegőrzés egyik leginkább javasolt megoldási módja az állati eredetű termékek (főleg a húsfogyasztás) visszaszorítására irányuló törekvés a fejlett országokban.

Ennek megfelelően kerültek kidolgozásra az un. fenntarthatóbb étrendek (időszakos böjt, ketodiéta, paleodiéta, vegetáriánus, vegán étrend), melyekben leírásra került, hogy mit, mikor és milyen mennyiségben együnk (Willett és mtsai, 2019). A javasolt élelmiszer alapanyagok között alternatívák, új és

újszerű élelmiszer-alapanyagok is bevezetésre kerültek ilyenek pl. rovarok, a mesterséges/labor/mű-hús, a gombafehérjék és az algák.

A fenntartható étrendek közül a vegetáriánus étrend kizárja a hús és a tenger gyümölcseinek fogyasztását, de a tojás és a tejtermékek fogyasztása megengedett. Ezzel szemben a vegán étrend minden állati eredetű termék fogyasztását korlátozza. Humán-táplálkozás szempontjából viszont, a kizárólag növényi alapú étrend alkalmazásakor egészségügyi kockázattal kell számolni (*Barré és mtsai, 2018*), különösen a vegán étrendben, ahol fennállhat a fehérjehiány kockázata; számos vitamin és makro-mikroelem - a B₁₂-, D- és A-vitamin; a cink; és a kalcium - hiánya is (*Andrewski és mtsai, 2022*). A növényi alapú étrendeknek ugyanakkor az egészségügyi előnye jól ismert, főleg a felnőttek krónikus betegségeinek megelőzésében játszanak fontos szerepet. Fontos azonban megjegyezni, hogy a vegetáriánus és vegán étrend alkalmazása a terhesség és a szoptatás alatt, valamint csecsemőkorban, fiatalokban és időseknél kockázatos és kiemelt figyelmet kíván (*Sergentanis és mtsai, 2020. Gehring és mtsai, 2021, Plamada és mtsai, 2023*).

A jelenlegi ajánlások túlnyomó többségének alapvető jellemzője; az állati eredetű fehérjéről a növényi eredetű fehérjére történő átmenetet hangsúlyozása, ami végső soron a mezőgazdaságon belül az állattenyésztés szerepének csökkentésére, visszaszorítására irányul. Az állattenyésztés minimalizálására irányuló törekvések azonban hosszú távon az ökoszisztémára és az emberiségre is káros hatással lehetnek. A 2022 októberében kiadott Dublini Nyilatkozatban (*Dublin Declaration, 2022*) a kutatók az állattenyésztés társadalmi szerepéről nyilatkozva azt kérik, hogy az állattenyésztéssel szembeni kifogásokat tudományosan igazolt bizonyítékokkal támasszák alá és egyben követelik az óvatosságot olyan új táplálkozási irányelvekkel szemben, amelyek kifejezetten a hús és más állati eredetű élelmiszerek szerepének teljes megkérdőjelezésére irányulnak a jövő étrendjében.

Ennek kapcsán *Pingali és mtsai (2023)* mutattak rá arra, hogy globálisan két ellentétes tendencia figyelhető meg. Az alacsonyabb jövedelmű, szegényebb országokban a növényi fehérjeforrásokról az állati eredetűek felé mozdulnak el, míg a magasabb jövedelmű fejlett országokban, ahol az állati eredetű fehérjeforrások nagyobb mértékű, mondhatni túlzott fogyasztása figyelhető meg, javasolják azt, hogy a népesség a növényi alapú élelmiszerek fogyasztására térjen át.

Ez utóbbi átállás veszélye az is, hogy a kizárólag növényi eredetű fehérjékre alapozott táplálkozás esetén a jelenlegi szántóföldi rendszerekben termelt élelmiszer-alapanyagok már nem lesznek elegendőek a megnövekedett népesség élelmiszer igényének ellátására (*van Kernebeek és mtsai, 2016*). Ebből

következően a termesztett szántóföldi növények területigénye megnő, amit a gyep és legelőterületekkel rendelkező állattenyésztő gazdaságoktól kell majd elvonni, vagy ezeknek is át kell térni a szántóföldi növénytermesztésre. Ez az átállás károsan hat a termés stabilitására, a biológiai sokféleségre és a talaj termékenységére (*Blackwell és mtsai, 2024*).

Jelen tanulmány célja, hogy bemutassa és összevesse az állati eredetű élelmiszereket helyettesítő termékeket, hús- és tejalternatívákat, amelyek a jövő táplálkozásában szerepet kaphatnak. Kitérve bevezetésük étrendi következményeire (humán-táplálkozásbiológiai hatás) és előállításuk környezeti tényezőkre gyakorolt hatásaira.

Húsalternatívák

Motto: Arisztotelész szerint ahogy az állatok, úgy az emberek is különbözhetnek egymástól az étrendi preferenciájukban: *„Az állatok ... táplálkozásuk szempontjából ...; ... húsevők, növényevők, és végül mindent megevők ... S minthogy természetük szerint nem mindegyikük ugyanazt kedveli, hanem az egyik ezt, a másik azt, maguknak a húsevőknek és növényevőknek az élete is egymáshoz viszonyítva eltér egymástól; így van ez az emberek közt is.”*

A hús mint táplálék az ember történelmében már 2 millió évvel ezelőtt jelen volt. Az állati eredetű hús teljes értékű fehérjeforrás, azaz nélkülözhetetlen aminosavakat tartalmaz, amelyek az emberi szervezet számára szükségesek (esszenciálisak), és fontos, hogy az aminosavaknak jó az emészthetősége. Ezenkívül számos vitamin és ásványi anyag forrása is, például gazdag vasban, cinkben, és az A és B vitaminokban (*Chriki és Hocquette, 2020*).

Ugyanakkor több történelmi korszakban a hústól való tartózkodásra vagy fogyasztásának megtiltására, is találunk példákat, amelyek kulturális, spirituális, táplálkozási vagy gazdasági tényezőkre vezethetőek vissza.

A húsalternatívák az eredetükben nagyon különböznek egymástól. A *Homo sapiens* története során valószínűleg mindig is evett rovarokat, a hüvelyes növényeket legalább 10000 éve fogyasztja, az algákat pedig hagyományosan több ázsiai országban is régóta használták élelmezési célra. Ezzel szemben a mesterséges hús és a növényi eredetű húsalternatívák új élelmiszereknek számítanak. Az elmúlt években gyorsan elterjedtek, főleg az előzőekben részletezett okok miatt. A két legnagyobb befektetője az alternatív hústechnológiáknak Bill Gates és Richard Branson milliárdosok, akik szerint a fejlett országokban 2050-re az előállított hús már túlnyomóan nem állati eredetű lesz, hanem növényi vagy laboratóriumi alapú (*Leroy és mtsai, 2023*).

A növényi alapú húsalternatívák, az „egyszerű” húspótlótól a hüvelyes termékeken át a precíziós technológiákkal létrehozott hús-helyettesítőig terjednek. Ezeknek a termékeknek az alapanyaga általában a búza (glutén), a szójabab, a hüvelyesek és az olajos magvak.

A termékinnovációkban a növényi alapú húsalternatívák ma már jól utánozzák a hagyományos állati eredetű fehérjéket. Fogyasztásuk ellen az szól, hogy a növényi alapú alternatívákból hiányoznak azok az esszenciális fehérjék, melyek szerepe egyes korcsoportok étrendjében rendkívül fontos szerepet játszanak (*Vliet és mtsai, 2020; Lima és mtsai, 2022*).

A legrégebben és leggyakrabban használt fehérje húspótló a szójafehérje. Az alternatívák közül a tofu (szójatejből készült sajt) fogyasztásáról már írott források is beszámoltak. Ennek a fehérjének az aminosav értéke az állati eredetű termékekkel összehasonlítva kisebb, főleg amiatt, mert a nélkülözhetetlen aminosavak közül a metionin és a lizin tartalma kevesebb. A gabonafélék összetevői általában magasabb szénhidrát-tartalmúak, és sokkal kisebb fehérjetartalmúak, mint a szója. A gabonafehérjék emészthetősége is rosszabb, mint más fehérjeforrásoké, mindezt a fehérje másodlagos szerkezete és a proteáz inhibitor (fehérje bontás gátlás), tannin és fitát (inozitol-foszfát) tartalma befolyásolja. Az aminosavai közül pedig a lizin a limitáló aminosav. Táplálkozási szempontból a hüvelyesekből származó fehérjék általában alacsony cisztein és metionin tartalmúak, és nagymértékben csökkentik az emészthetőségüket a benne lévő antinutritív (táplálóanyagok hasznosulását gátló) anyagok.

A növényi alternatívák viszont azért előnyösek, mert a koleszterin és a telített zsírsavtartalmuk kevés, valamint rostban gazdagok. A növényi alternatívák lipidtartalma valóban kevés; viszont a modern alternatívákban ez nagyjából megegyezik a hagyományos húskészítményekkel. Ennek oka az, hogy a gyártásuk során különböző növényi olajok (repceolaj, kókuszolaj, napraforgóolaj, kukoricaolaj, szezámolaj, kakaóvaj) hozzáadásával javítható csak a termék lédúsága, az íz és aromaanyagainak felszabadulása a fogyasztásuk során. A hagyományos hús nem, míg a feldolgozott hústermékek tartalmaznak szénhidrátot, csakúgy, mint a helyettesítő termékek. A használt szénhidrát (keményítő, liszt) javítja a termék állagát, kötőanyagokat tartalmaz, elősegítve a stabil szerkezet kialakítását (*Bohrer, 2019*).

A növényi alapú élelmiszerek egészségügyi hátránya a magas fokú feldolgozottsági fok miatt tehát az, hogy egyes tápanyagok tartalma és emészthetősége rosszabb. Humán-táplálkozási szempontból kedvezőtlen hatású a gyártáskor hozzáadott nagyobb mennyiségű nátrium. Előnyös viszont,

hogy az előállításuk kevesebb erőforrást igényel, így a környezet terhelésük is kisebb.

A növényi alternatívák, főleg olyan fogyasztók számára kedvezőek, akik nem ehetnek bizonyos állatfajokból húst és húskészítményeket, vallási vagy etikai meggyőződésük miatt. A halal és kóser élelmiszertermékek piacának bővülését, valamint az állatjólét iránti növekvő érdeklődést figyelembe véve, a különböző húsalternatívák közül a növényi alapú húsalternatívák iránti kereslet is nőni fog a jövőben (*Lee és mtsai, 2020*).

A mikoprotein vagy más néven gombahús egy másik jelentős alternatív húspótló, amelyet már Magyarországon is értékesítenek. A mikoprotein fő forrása a *Fusarium venenatum* gomba által előállított fehérje, amelyet ellenőrzött környezetben termesztnek, és a gombaspórákat más tápanyagokkal együtt mikrobiális erjesztéssel állítják elő. Eredetileg a második világháború után, mint megfizethető fehérjeforrás jelent meg a piacon, és a ma ismert termékeket „Quorn” néven számos országban értékesítik. A mikoprotein hússzerű szerkezettel és érzékszervi tulajdonsággal rendelkezik. A vegetáriánus változatokban kötőanyagként tojásfehérjét használnak, míg a vegán termékváltozatokban pedig burgonyafehérjét. A mikoproteinek jellemzője, hogy magas fehérjetartalmúak és kedvező aminosavösszetétellel rendelkeznek, ugyanakkor kevesebb zsírt és több rostot tartalmaznak, mint a hagyományos húsok. Előállításuk karbonlábnyoma lényegesen alacsonyabb, mint a hagyományos húskészítményeké. Hátrányuk viszont, hogy a gomba számára szükséges nitrogén forrás biztosításához az ammónia előállítása, mesterségesen - un. Haber Bosch eljárással - történik, ami rendkívül nagy energiaigényű eljárás (*Smetana és mtsai, 2015*).

A rovarfehérjék esetében valószínűsíthető, hogy a világon több száz millió ember lehet, akik rendszeresen fogyasztják. A kárminsav (E120) kivételével a többi rovarfehérje bevonása az élelmiszerláncba viszonylag rövid múltra tekint vissza. A rovarok élelmiszeripari felhasználása azért előnyös, mert rövid élettartamuk van és kis környezeti lábnyommal rendelkeznek, ugyanakkor fehérje-, omega-3 zsírsavtartalmuk nagy (bár ez fajoktól függően változik) és fontos mikroelemek forrásai (*Wood és Tavan, 2022*). További előny, hogy olyan iparszerű rovartermelés valósítható meg, ami akár hulladékgazdálkodási rendszerekkel együttműködve, az élelmiszerhulladék felhasználásával rovar és komposztot is elő tud állítani (*Van Huis, 2020*). A rovarfogyasztás lakossági elfogadása azonban erősen függ a táplálkozási szokásoktól. A nyugati országokban végzett felmérések szerint rövid és középtávon jelentős az ellenállás a fogyasztókban a rovar alapú fehérjeforrások általános, széles körű fogyasztása tekintetében. Míg azokban az országokban, ahol hagyományosan

ismert és elfogadott a rovarfogyasztás, könnyebb lesz az új iparszerűen előállított termékváltozatok piaci bevezetése is (*Szendró Zs. 2021, Szendró K. és mtsai, 2021*).

A műhúst vagy mesterséges húst, más néven in vitro (labor)húst állatokból való sejtkenyérrel és -szaporítással állítják elő, sejtmanipulációs technikák alkalmazásával. Így válik lehetővé az etikai szempontból előnyös ún. állatok nélkül és vágás nélkül történő hústermelés. A mesterséges hús előállítási folyamatának első lépéseként az állati szövetekből biopsziával mintát vesznek. Ezt követően az őssejteket elkülönítik. A sejteket folyékony speciális tápközegben szaporítják, amelyet magzati szarvasmarha szérumból nyernek. Ez aminosavakat, lipideket, vitaminokat és sókat tartalmaz, biztosítva a szövetfejlődéshez szükséges feltételeket. A proliferáció (sejtszaporodás) során a sejtpopuláció folyamatosan növekszik, ez a folyamat ún. bioreaktorokban megy végbe, mindaddig amíg több millió sejt nem keletkezik. A differenciálódási szakasz ezután kezdődik, s ekkor a tápközegben már nincsenek jelen növekedési hormonok. E szakasz során az őssejtek, különböző típusú sejtekké differenciálódnak (izom, zsír, kötő), majd az izomsejtekből izomrostot alkotnak. Egy 85 g-os hamburger előállításához körülbelül 10 000 izomrost előállítása szükséges (*Post, 2014*).

Egyes szerzők szerint a sejtenyésztés folyamata soha nem szabályozható tökéletesen, és előfordulhat néhány váratlan biológiai folyamat. A végbemenő nagy számú sejtszaporodások és sejtvonalak szabályozási zavarai valószínűleg előfordulhatnak, hasonlóan mint a rákos sejtekben. Ennek ismeretlen, de lehetséges hatásai lehetnek az izomszerkezetre és esetleg az in vitro húst fogyasztók anyagcseréjére és egészségére hosszú távon (*Chriki és Hocquette, 2020*). Gyártása bár tiszta laboratóriumban történik, a mikrobiológiai szennyeződések, a sejtenyésztés táptalaja, az antibiotikumok, a krioprotektáns (fagyásvédő) anyagok, különböző fizikai-kémiai átalakulások, genetikai módosítások is élelmiszerbiztonsági kockázatot jelentenek.

A világon az első mesterséges marhahús hamburger 2013-ban készült el és az in vitro hús várhatóan a világ húsfogyasztásának 35%-át helyettesíti majd 2040-re (*Dolgin, 2020*). A világon a legnagyobb mesterséges hús előállító az Egyesült Államok, (*Choudhury és mtsai, 2020*), főleg a marha-, csirke-, sertés- és halhús termelése zajlik ilyen módon. Jelenleg világszerte több mint 150 vállalat tevékenykedik a mesterséges hús előállítás területén, amelyek együttes bevétele 2,8 milliárd dollárt ért el 2016 óta (*GFI, 2022*).

Általánosságban elmondható, hogy a mesterséges hús előállítása környezetbarátnak mondható, mivel a hagyományos hústermeléshez képest kevesebb üvegházhatású gázt termel, kevesebb vizet fogyaszt és érthető módon

kevesebb termőföldet használ. *Lynch és Pierrehumbert (2019)* szerint viszont az éghajlatváltozásra gyakorolt hatása hosszabb távon kedvezőtlenebb lehet, mint a marhahústermelésnek, a nagyobb mennyiségű széndioxid termelés miatt. Hátrány az is, hogy a mûhús előállításához jelentős energia szükséges. Csakúgy, mint a hagyományos hús, a mûhús is kedvező aminosav összetétellel és jó emészthetőségi mutatókkal rendelkezik. Ugyanakkor jelentős fogyasztói szkepticizmussal kell szembenézni, és ez a változat a legkevésbé preferált alternatívák közé tartozik. Az egyik legnagyobb probléma az, hogy a mesterséges hús minősége mindeddig nem elégtette ki a fogyasztói elvárásokat. Az *in vitro* húskészítmények szerkezetét, állagát (szín, íz) vagy tápanyagát tekintve nem hasonlítanak a természetes húsról (*Fraeye és mtsai, 2020*). Ezen kívül a termékek is drágák a fogyasztók számára. Az innovatív megoldásokat, pl. a háromdimenziós (3D) nyomtatást már alkalmazzák a hagyományos húsgyártás mellett (*Dick és mtsai, 2019*), a mesterséges hús előállításában is, de ez még nagyon kezdeti fázisban van.

Az állateledelek összetevőjeként már 2024-ben piacra kerülhet az Európai Unió területén az első laboratóriumi hús, amely a humán élelmezési célra egyelőre nem engedélyezett. A technológia egyik legnagyobb támogatója Hollandia, ahol jelentős állami támogatásokat is elkülönítettek az alternatív fehérjepiac innovatív kutatásaira. Több uniós ország ugyanakkor ellenzi: elsőként Olaszország, majd Románia döntött úgy, betiltja az ilyen technológiával készült húsok forgalmazását. Magyarország és Franciaország is jelezte, nem támogatják a laboratóriumi hús forgalmazását.

Az alternatív húspiac egyik másik szegmense a génmódosított állatokból származó húsok köre. Az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hivatala (FDA), 2022-ben engedélyezte a génmódosított marhahús forgalmazását, míg a genetikailag módosított kecske, sertés, baromfi nyúl és lazac húsának értékesítése már korábban megkezdődött. A génmódosított állatok forgalomba hozatala az Európai Unióban tilos.

Az algák makro- és mikro (egysejtű) formáit régóta táplálékforrásként is termesztik. Főleg mikroalgák esetében a bioüzemanyag-iparból szerzett tapasztalatok ültethetőek át majd az alga alapú élelmiszertermelésbe is. Az algák szén-dioxid-megkötő képességük révén a termelés szénlábnyomát csökkentik, kiváló forrásai fehérjéknek, omega-3 zsírsavaknak, vitaminoknak és ásványi anyagoknak. A mikroalgák jellemzője, hogy 70%-nál is magasabb a fehérjetartalmuk, míg a makroalgák szárazanyagtartalma 9-22% között mozog. Fehérjetartalmuk tehát nagy és kedvezőbb az aminosav-összetételük, mint más növényi alapú fehérjéknek. Az algatermesztés, a hagyományos agrárium komplementer partnere lehet a jövőben, mivel az eltérő erőforrásigényük miatt

nem kell versengeniük. Emberi fogyasztásra az *Arthrospira*, *Chlorella*, *Dunaliella* és *Haematococcus* mikroalga fajokat az Európai Élelmiszer- és Biztonsági Hatóság már engedélyezte. A mikroalga fehérjék olyan szárított sejtek, amelyeket általában fehérje-kiegészítőként árulnak, bár tartalmazhatnak néhány bioaktív vegyületet is. A fenti előnyeik ellenére az alga alapú húsalternatívák fejlesztése jelenleg még a kezdeti szakaszban van (Diaz és mtsai, 2023).

Összefoglalva, habár a hagyományos állati eredetű hús a legjobb fehérjeforrás, a fajra (fajtára) jellemző utánozhatatlan ízvilággal, a húsalternatívák jelentősége a jelenlegi és a jövőbeni piacon megkérdőjelezhetetlen, hiszen a korábbi niche termékek ma már a mainstream fogyasztók számára is elérhetővé váltak. Ugyanakkor nem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy az állati eredetű húskészítmények egyediek; a hús minősége és érzékszervi tulajdonságai csak szimulálhatók, de nem reprodukálhatók.

Tej alternatívák

A tej, különösen a tehéntej fogyasztása 10000 éve fontos szerepet játszik az ember táplálkozásában. A tej magas biológiai értékű fehérjét, esszenciális zsírsavakat, vitaminokat és ásványi anyagokat tartalmaz, különösen a kalcium-tartalma kiemelkedő. Ennek ellenére nem minden felnőtt ember képes a tejet megemészteni, ugyanis a laktáz enzim termelése felnőttkorban egy mutáció miatt leállhat, és emiatt a tejcukor bontását a vékonybélben nem az enzim, hanem a vastagbélben található baktériumok végzik el. Ennek következménye a laktózérzékeny embereknél a hasmenés és a puffadás. A fogyasztók választása leginkább emiatt, - vagyis az ún. laktóz intolerancia esetén - esik a növényi alapú alternatívákra.

Az elmúlt években a növényi alapú tejalternatívák fogyasztása exponenciálisan nőtt. Az említett új életstílusok, köztük a vegetáriánus és a vegán étrend, valamint környezetvédelmi kérdések és etikai megfontolások is hozzájárultak, hogy a növényi alapú tejalternatívák iránti kereslet megnőtt (Xie és mtsai, 2023).

A tejalternatívák a hüvelyesekből (szója, földimogyoró, csillagfűrt, borsó, csicseriborsó) olajos magvakból (szezám, kender, napraforgó), gabonafélékből (zab, rizs, kukorica, tönköly, rozs, búza, kamut), álgabonafélékből (quinoa, feff, amaranth), diófélékből (mandula, kesudió, kókusz, mogyoró, pisztácia, dió, tigrismogyoró) előállított vízben oldódó kivonatokat, mely termékek a tehéntejhez hasonló emulziót eredményeznek.

Fontos kérdés, hogy a tej alternatívák tápláléértéke mennyiben tér el a hagyományos tej értékétől. Természetesen ezt leginkább a használt növényi forrás, a feldolgozás módja és a kiegészítő összetevőkkel való dúsítás befolyásolja. A növényi tejalternatívák alacsonyabb tápértékűek, mint a nyers növények. Az energiatartalmuk változó, a különböző márkáktól és alapanyagoktól függően, míg a hagyományos tej energiatartalma azonos zsírtartalom esetén nem tér el lényegesen. A fehérjetartalmat tekintve a növényi tejalternatívák fehérjetartalma alacsonyabb, mint a szarvasmarhatejé. Emellett fontos hangsúlyozni, hogy az állati fehérjék magasabb biológiai értékűek, mint a növényi fehérjék, és jobb az emészthetőségük is. Az alternatívák közül a szójatej rendelkezik a hagyományos tejfehérjetartalommal összehasonlítható fehérjetartalommal. Fontos azonban megjegyezni, hogy a szójatej fehérjei is allergiát okozhatnak, hasonlóan a tehéntejhez. A tehéntej fehérjére allergiás emberek 14%-ánál a szójatej fogyasztása is allergénnek bizonyult. A rizstej a legkevésbé allergén hatású (nem tartalmaz glutenint), ezért csecsemők is fogyaszthatják, viszont ennek az alternatívának a hátránya, hogy a szénhidrátartalma nagyobb (*Silva és mtsai, 2020*).

A hagyományos (tehén)tej szénhidrátot és koleszterint is tartalmaz. A növényi alternatívák ezzel szemben viszont laktóz- és koleszterinmentesek, és kedvező az, hogy nagyobb a telítetlen zsírsav-tartalmuk. Hangsúlyozni kell viszont, hogy egyes alternatívák finomított cukrokat is tartalmaznak, amelyek magasabb glikémiás indexet eredményeznek, mint a szarvasmarhatej esetében mért. A rizstej ízét például különböző hozzáadott cukrokkal és vaníliával javítják. Az alternatívák közül a zabtej fogyasztás azért előnyös, mert rostokban gazdag táplálékforrás. Fő komponense az un. β -D-glükán, amiről kimutatták, hogy jótékony hatással van az emésztőrendszerre, csökkenti a vércukorszintet, a koleszterin szérumkoncentrációját, valamint ezen belül növeli a HDL-koleszterin (védő/jó koleszterin) frakció arányát. Hátrányos viszont alacsony kalcium tartalma és magas keményítőtartalma, ami a gyártás során kedvezőtlen.

A diófélék közé tartozó tejalternatívák közül a mandula tartalmaz legnagyobb arányban lipideket, és előnyös, hogy ezek nagy része telítetlen zsírsav. Mivel a mandulatejszerű ital nagy koncentrációban tartalmaz többszörösen telítetlen zsírsavakat, így az nagyon érzékeny az oxidációra, amely mellékízt és nemkívánatos illékony anyagok megjelenését okozhatja a termékben. Fogyasztása ugyanakkor jótékony hatású az egészségre, főleg a szív- és érrendszeri betegségek megelőzésében.

A növényi tej alternatívák ásványianyag- és vitamintartalma kisebb, de ezt javítják vitaminokkal és kalciummal (ami a hagyományos tej alapvető fontos makroeleme) a gyártás során.

A növényi tejpótlók tartalmaznak bizonyos antinutritív anyagokat, pl. fitinsavat, tripszin inhibitor és inozitol-foszfátot. Ezen vegyületek hatása, hogy az ásványi anyagok felszívódását akadályozzák és csökkentik a fehérje emészthetőségét. Ugyanakkor a növényi tejpótlók más összetevőket is tartalmaznak, amelyek nincsenek jelen a szarvasmarhatejben, például izoflavonokat (különösen a szójaalapú tej alternatívákban) és élelmi rostokat. Az izoflavonok (fitoösztrogének) antioxidáns hatással rendelkeznek, és megelőzik a szív- és érrendszeri betegségeket, a prosztatatarakot és a csontritkulást. Másrészt az endokrin rendszerre gyakorolt összetett hatásuk a gyermekek esetében még nem tisztázott (*Silva és mtsai, 2020*). Korábban, *Andres és mtsai (2011)* az izoflavonok káros hatásait is feltárták, például az emlődaganat kialakulásában játszott szerepét menopauzás nőknél, valamint a szoptató anyák izoflavon fogyasztása és a csecsemőknél kialakuló leukémia közötti kapcsolatot.

Jelenleg a gyártók számára az íz és a biológiai hozzáférhetőség fejlesztése, valamint az alternatívák antinutritív (emésztést, értékesülést gátló anyagok) komponenseinek és allergén anyagainak vizsgálata kiemelt kutatási terület (*Reyes-Jurado és mtsai, 2018*).

Összefoglalva, a hagyományos tej (tehéntej) és a növényi alapú tejalternatívák tápláléértéke (összetétel és biológiai hozzáférhetőség, hasznosulás) tehát eltérő. A felsorolt különbségek miatt a növényi alapú italok az állati eredetű tej és tápszerek általános helyettesítésére alkalmatlanok, különösen a csecsemők és a 24 hónaposnál fiatalabb korosztály esetében. A növényi alapú italok egészségügyi előnyei részben már ismertek, de fontos megjegyezni, hogy összetételük hiányos táplálkozashoz vezethet bizonyos esetekben és fogyasztásuk hosszú távú egészségügyi hatásai ismeretlenek (Plamada és mtsai, 2023).

Következtetések

A népesség növekedésével várhatóan az állati eredetű termékek fogyasztása is tovább fog nőni. Fontos hangsúlyozni, hogy a mezőgazdasági termelés korlátai miatt, a kereslet az alternatívák felé is fordul, így várhatóan és más fehérjeforrások (növényi, alga, gomba, in vitro hús) fogyasztása is emelkedni fog.

Az állati termékelőállítás környezeti hatásainak - a föld- és vízhasználat, az üvegházhatású gázok kibocsátása és az állatjóléti aggályok - intenzív hangsúlyozása a médiában, is arra ösztönzi a fogyasztókat, hogy alternatív lehetőségeket keressenek. A kevesebb állati eredetű élelmiszer fogyasztását egyre inkább egészségesebb táplálkozási irányelvnek tekintik, de ezt egyértelműen és következetesen a tudományos adatok nem támasztották alá.

Az alternatív termékek előállítása általában kevesebb erőforrást igényel, és kevesebb károsanyag-kibocsátással jár, mint a hagyományos mezőgazdasági termelés, így azok környezetbarátabb és fenntarthatóbb megoldást jelenhetnek. Ugyanakkor ennek bizonyítására rendkívül kevés tudományos bizonyíték áll rendelkezésre, aminek felderítését nehezíti a vállalati versenyben alkalmazott titkos gyártási és előállítási folyamatok korrekt nyomon követési lehetőségének hiánya.

Minden innovatív fejlesztés ellenére az alternatívák élvezeti értéke és hozama elmarad a hagyományos termékektől. Ezek a termékek így csak alternatívaként, nem pedig analógnaként vagy helyettesítőként ismerhetők el.

Az alternatívák fogyasztása is járhat táplálkozási előnnyel. A hagyományos és az alternatíva közötti választás az egyén táplálkozási preferenciájától (vallási, etikai kérdés) és táplálkozási szükségletétől függ, és azt az opciót kell választani, amely leginkább segít az egészség megőrzésében.

Irodalom

- Andres S, Abraham K, Appel KE, Lampen A. (2011). Risks and benefits of dietary isoflavones for cancer. *Crit Rev Toxicol.* 41(6):463-506. doi: 10.3109/10408444.2010.541900.
- Andrewski E., Cheng K., Vanderpool C. (2022). Nutritional deficiencies in vegetarian, gluten-free, and ketogenic diets. *Pediatr Rev.* 43(2):61-70.
- Barré T., Perignon M., Gazan R., Vieux F., Micard V., Amiot M.J., Darmon N. (2018): Integrating nutrient bioavailability and co-production links when identifying sustainable diets: How low should we reduce meat consumption? *PLoS One.* 14;13(2):e0191767. doi: 10.1371/journal.pone.0191767.
- Blackwell M.S., Takahashi T., Cardenas L.M., Collins A.L., Enriquez-Hidalgo D., Griffith B.A., ... & Harris, P. (2024). Potential unintended consequences of agricultural land use change driven by dietary transitions. *Sustain. Agric.* 2(1), 1.
- Bohrer B.M. (2019): An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. *Food Sci. Hum. Wellness,* 8. 320-329.
- Choudhury D., Tseng T. W., Swartz E. (2020). The business of cultured meat. *Trends Biotechn.* 38(6), 573-577. doi: [10.1016/j.tibtech.2020.02.012](https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2020.02.012)
- Chriki S., Hocquette J.F. (2020). The myth of cultured meat: a review. *Front. Nutr.* 7, 7.
- Diaz C.J., Douglas K.J., Kang K., Kolarik A.L., Malinovski R., Torres-Tiji Y., Molino J.V., Badary A. Mayfield S.P. (2023). Developing algae as a sustainable food source. *Front. Nutr.* 9:1029841. doi: 10.3389/fnut.2022.1029841

- Dick A., Bhandari B., Prakash, S.(2019). 3D printing of meat. *Meat Sci.*, 153, 35–44. doi: [10.1016/j.meatsci.2019.03.005](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.03.005)
- Dolgin E. (2020). Cell-based meat with a side of science. *Nature*, 588(7837), S64–S67. doi: 10.1038/ d41586-020-03448-1.
- Dublin Declaration (2022). The Dublin Declaration of Scientists on the Societal Role of Livestock. www.dublin-declaration.org
- Reyes-Jurado F., Soto-Reyes N., Dávila-Rodríguez M., Lorenzo-Leal A.C., Jiménez-Munguía M.T., Mani-López E., López-Malo A. (2023). Plant-Based Milk Alternatives: Types, Processes, Benefits, and Characteristics, *Food Reviews International*, 39:4, 2320-2351, DOI: 10.1080/87559129.2021.1952421
- FAO – Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2023). Food and agriculture projections to 2050 [online] www.fao.org/global-perspectives-studies/food-agriculture-projectionsto-2050/en/
- Fraeye I, Kratka M., Vandeburgh H., Thorrez L. (2020). Sensorial and nutritional aspects of cultured meat in comparison to traditional meat: Much to be inferred. *Front. Nutr.*, 7, 7.
- Gehring J., Touvier M., Baudry J., Julia C., Buscail C., Srouf B., Hercberg S., Péneau S., Kesse-Guyot E., Allès B. (2021). Consumption of ultra-processed foods by pesco-vegetarians, vegetarians, and vegans: associations with duration and age at diet initiation. *J Nutr.* 151(1):120–31.
- GFI. (2022). Cultivated meat state of the industry report [Internet]. <https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Cultivated-Meat-State-of-the-Industry-Report-2.pdf> letöltve 2023 május
- Godfray H.C.J., Aveyard P., Garnett T., Hall J.W., Key T.J., Lorimer J., Pierrehumbert R.T., Scarborough P., Springmann M., Jebb S.A. (2018). Meat consumption, health, and the environment. *Science* (20;361(6399):eaam5324. doi: 10.1126/science.aam5324.
- IPCC (2022): Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Pörtner H.-O., Roberts D.C., Tignor M., Poloczanska E.S., Mintenbeck K., Alegría A., Craig M., Langsdorf S., Lösschke S., Möller V., Okem A., Rama B. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 37–118, doi:10.1017/9781009325844.002
- Johnston B.S., De Smet F., Leroy F., Mente A., Stanton A. (2023). Noncommunicable disease risk associated with red and processed meat consumption-magnitude, certainty, and contextuality of risk? *Anim. Front.* 13(2):19–27. doi:10.1093/af/vfac095
- Lee H.J., Yong H.I., Kim M., Choi Y.S., Jo C. (2020). Status of meat alternatives and their potential role in the future meat market - A review. *Asian-Australas J Anim Sci.* 33(10):1533-1543. doi: 10.5713/ajas.20.0419.
- Leroy F., Heinrich F., Lee M. R. Willems, K. (2023). Meat matters-making the case for a valuable food in a hostile environment. *Ital. J Anim. Sci.* 22(1), 885-897.
- Lima M., Costa R., Rodrigues I., Lameiras J., Botelho, G. (2022). A narrative review of alternative protein sources: highlights on meat, fish, egg and dairy analogues. *Foods*, 11(14), 2053.
- Lynch, J. , Pierrehumbert R. (2019). Climate impacts of cultured meat and beef cattle. *Front. Sustain. Food Syst.* 3: 1 – 11. doi:10.3389/fsufs.2019.00005
- Perry C.L., McGuire M.T., Neumark-Sztainer D., Story M. (2001). Characteristics of vegetarian adolescents in a multiethnic urban population. *J Adolesc Health.* 29:406–16.

- Pingali P., Boiteau J., Choudhry A., Hall, A. (2023). Making meat and milk from plants: A review of plant-based food for human and planetary health. *World Development*, 170, 106316.
- Plamada D., Teleky B.E., Nemes, S.A., Mitrea L., Szabo K., Călinoiu L.F., Pascuta M.S., Varvara R.A., Ciont C., Martău G.A., Simon E., Barta G., Dulf F.V., Vodnar F.V., Nitescu, M.(2023). Plant-Based Dairy Alternatives—A Future Direction to the Milky Way. *Foods*, 12(9), 1883.
- Post, M.J. (2014). Cultured beef: Medical technology to produce food. *J. Sci. Food Agric.* 94, 1039–1041.
- Sergentanis T.N., Chelmi M.E., Liampas A., Yfanti C.M., Panagouli E., Vlachopapadopoulou E., Michalacos S., Bacopoulou F., Psaltopoulou T., Tsitsika A. (2020). Vegetarian diets and eating disorders in adolescents and young adults: a systematic review. *Children* 8(1):12.
- Szendró K., Tóth K., Nagy M. Z. (2021). Magyarok véleménye az ehető rovarok fogyasztásáról. In: Holló G.; Pekár A. (szerk.) *Éghajlatváltozás az agráriumban: Kihívások és megoldások*: MTA Pécsi Területi Bizottság, MATE Kaposvári Campus, 121-125.
- Szendró Zs. (2021), Új fehérjeforrás - rovarok, rovarlisztek. In: Holló G.; Pekár A. (szerk.) *Éghajlatváltozás az agráriumban: Kihívások és megoldások: MTA Pécsi Területi Bizottság, MATE Kaposvári Campus* 115-119.
- Van Huis A. (2020). Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: a review. *J Insects Food Feed*, 6(1), 27-44.
- van Kernebeek, H.R.J., Oosting, S.J., van Ittersum, M.K., Bikker, P. de Boer, I. J.M. (2016). Saving land to feed a growing population: consequences for consumption of crop and livestock products. *Int. J. Life Cycle Assess.* 21, 677–687.
- Vliet S. van, Kronberg S.L., Provenza F.D. (2020). Plantbased meat, human health, and climate change. *Front. Sustain. Food Syst.* 4, 128. doi.org/10.3389/fsufs.2020.00128
- Wang, X. Lin X., Ouyang Y.Y., Liu J., Zhao G., Pan A., Hu F.B. (2016). Red and processed meat consumption and mortality: dose–response meta-analysis of prospective cohort studies. *Public Health Nutr.* 19, 893–905 (2016)
- Willett, W. és mtsai. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet*, 393, 447–492.
- Wood P. Tavan M.(2022). A review of the alternative protein industry, Current Opinion. *Food Sci.* (N. Y.) 47, 100869. doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100869
- Xie A., Dong Y., Liu Z., Li Z., Shao J., Li M., Yue, X.(2023). A Review of Plant-Based Drinks Addressing Nutrients, Flavor, and Processing Technologies. *Foods*, 12(21), 3952.

A MIKOTOXINOKRÓL „EGY EGÉSZSÉG” (ONE HEALTH) SZEMLELETBEN

KOVÁCS MELINDA

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet,
Agrár-biotechnológia és precíziós nemesítés az élelmiszerbiztonságért Nemzeti
Laboratórium; HUN-REN-MATE Mikotoxinok az Élelmiszerláncban Kutatócsoport
kovacs.melinda@uni-mate.hu

Összefoglalás

A XXI. sz. egyik legnagyobb kihívása a világ növekvő népességének megfelelő mennyiségű, minőségű és biztonságos élelmiszerrel való ellátása, a környezetterhelés csökkentése mellett. A klímaváltozás és az ezzel összefüggő környezeti változások további nehézséget jelentenek a fenntarthatóságban. Az „Egy Egészség” (One Health) koncepció a problémák globális megközelítését és kezelését támogatja. A penészgombák által termelt, állat- és humán egészségi problémákat okozó mikotoxinok kártétele elleni védekezés is multidiszciplináris, holisztikus megközelítést igényel.

One of the biggest challenges of the 21st century is to supply the world's growing population with sufficient amount of healthy and safe food, while reducing the environmental impact. Climate change and related environmental changes represent an additional difficulty in sustainability. The "One Health" concept supports a global approach and treatment of these problems. Decreasing the damage caused by mycotoxins produced by molds and causing animal and human health problems also requires a multidisciplinary, holistic approach.

Bevezetés

Az „Egy Egészség” (One Health) koncepció alapját az a felismerés adta, amely szerint az ember egészsége nem választható el a környezettől, a legtöbb emberi megbetegedés az ember – környezet interakciójára vezethető vissza. Az egészség tehát holisztikus megközelítést, multidiszciplináris megoldásokat és problémakezelést igényel. A One Health Bizottság 2009-ben jött létre, célja a szemlélet elterjesztése, bevezetése a köztudatba, a koncepció megvalósításának támogatása. A One Health az „Egészségtudományi és kapcsolódó tudományterületek és intézmények együttműködése helyi, nemzeti és nemzetközi szinten, az ember, a házi és vadon élő állatok, a növények és környezetünk optimális egészségéért” (*One Health Commission, 2018*). A XXI. század egyik legnagyobb kihívása a világ növekvő népességének megfelelő mennyiségű, minőségű és biztonságos élelmiszerrel való ellátása, a környezetterhelés csökkentése mellett. Az élelmiszerbiztonsági problémák szintén csak több tudomány- és szakterület összefogásával oldhatók meg. Így az élelmiszerláncot szennyező penészgomba anyagcsere-termékek

(mikotoxinok) okozta élelmiszerbiztonsági problémákat is One Health szemléletben kezeljük.

A mikotoxinok humán-egészségügyi hatásai

Az ember mikotoxikózisairól aránylag keveset tudunk, annak ellenére, hogy már évszázadokkal korábban leírtak súlyos „járványokat”, pl. anyarozsmérgezés (Szent Antal tüze), alimentáris toxikus aleukia. Az eddig megismert ok-okozati összefüggések alapján a mikotoxinok főbb egészség károsító hatásai a következők: rákkeltő hatás (*aflatoxin, ochratoxin A, fumonizinek, patulin*), fejlődési rendellenességet okozó hatás (*ochratoxin A*), a reprodukcióra kifejtett káros hatás (*zearalenon, trichotecének*), immunszuppresszív hatás (*aflatoxin, trichotecének*), idegrendszeret károsító hatás (*ochratoxin A, fumonizinek, trichotecének*), foglalkozási ártalmak (*satratoxin*), ételmérgezések (*trichotecének*).

Akut mikotoxikózisok emberben ritkán, inkább a gazdaságilag elmaradott országokban fordulnak elő. Gyakoribb a kis dóziszú, hosszan tartó toxinhatás (szubakut, krónikus toxikózis), amelynek felismerése és beazonosítása nagyon nehéz. Szinte lehetetlen egzakt módon, pontosan meghatározni az eltérő területeken élő, eltérő szociális helyzetben lévő és táplálkozási szokásokkal rendelkező lakosság napi toxinfelvételét, és az ok-okozati összefüggés bizonyítása is nagyon nehéz. A legtöbb mikotoxin befolyásolja a szervezet antioxidáns és/vagy immunrendszerének működését, amely számos másodlagos kórfolyamat elindítója lehet – ezek tünetileg elfedik a mikotoxinok elsődleges kóroki szerepét.

A mikotoxinok előfordulása élelmiszerekben

A növényi élelmiszerek csaknem kivétel nélkül jó táptalajok a penészgombák növekedésére (1. táblázat). Hazánkban a gabonafélék jelenthetnek (időjárástól függően) nagyobb kockázatot, mert azokból fogyasztjuk a legtöbbet és a *Fusarium* penészgombák már a szántóföldön fertőzhetik a növényeket. Az ember szervezetébe a toxinok közvetetten is bejuthatnak, állati eredetű élelmiszerekkel, akkor, ha a takarmány a javasolt határértékeken felüli mennyiségben tartalmaz toxint és az akkumulálódik az állat fogyasztásra kerülő szerveiben, szöveteiben (pl. máj, zsír, hús), vagy kiválasztódik a tejjel vagy a tojással. Ez utóbbi, az ún. 'carry over' ritka, csak néhány mikotoxinra és néhány állati termékre jellemző – pl. az aflatoxin M₁ kiválasztása a tejjel (Kovács, 2010).

1. táblázat: A főbb mikotoxinok előfordulása élelmiszerekben (Galvano és mtsai. (2005) és Awuchi és mtsai. (2022) alapján)

Élelmiszer	Mikotoxin
Tej, tejtermék	aflatoxin M1
Hús, hústermék	ochratoxin A
Tojás	DON, aflatoxin B1,
Gabonamagvak	aflatoxin B1, Fusarium toxinok, ochratoxin A
Olajos magvak	aflatoxin B1
Bor, szőlő	ochratoxin A
Sör	aflatoxin B1, Fusarium toxinok, ochratoxin A
Gyümölcsök, gyümölcs-levek, zöldségfélék	ochratoxin A, citrinin, patulin, Fusarium toxinok
Kávé, kakaó	ochratoxin A
Fűszerek	aflatoxin B1, Fusarium toxinok, ochratoxin A

Kockázatbecslés

A kockázatbecslés a korszerű élelmiszerbiztonsági rendszer alapját képezi. Célja, tudományos ismeretekre alapozva meghatározni azt, hogy az élelmiszerben a vizsgált egészségkárosító anyag (pl. mikotoxin) milyen mértékben van jelen, és ez az elfogyasztott mennyiség, valamint az illető anyag toxicitása függvényében milyen mértékű és milyen jellegű egészségkockázatot jelent. Az, hogy a szervezetünket milyen toxin terhelés éri, két tényezőtől függ: az, amit fogyasztunk, milyen mértékben szennyezett, illetve, hogy ezekből az élelmiszerekből mennyit fogyasztunk. Az expozíció becslésnek ez a megközelítése meglehetősen sok bizonytalansággal terhelt. Pontosabb képet kapunk a terhelésről az ún. biomarkerek alapján történő monitorozással, pl. a humán vizelet minták mikotoxin tartalmának meghatározásával. Három éven keresztül vizsgáltuk öt, kereskedelmi forgalomban lévő kukorica termékcsoport (liszt, dara, pehely, konzerv, egyéb kukorica termékek pl. snack) mikotoxin tartalmát. Az expozíció-becslést egy hazánkban is gyakran előforduló *Fusarium* mikotoxin csoportra, a fumonizinekre (fumonizin B1 és B2) végeztük el, 2009-es hazai fogyasztási adatokat alapul véve. A számítások szerint a lakosság átlag terheltsége a fumonizinekre meghatározott tolerálható határérték (tolerable daily intake, TDI) alatt volt (<1 µg/testsúly kg/nap, Knutsen és mtsai., 2018). Az egyéni fogyasztási adatok alapján azonban a lakosság 1%-ánál (gyerekek esetében 2,4% !) a toxin bevitel meghaladta a TDI-t. Az expozíciót kiszámítottuk biomarker, azaz egészséges emberektől gyűjtött vizeletminták mikotoxin tartalma alapján is. Ez esetben a vizsgálatba bevont

egyének 2,3%-ánál találtunk TDI-nél nagyobb expozíciót. Ez jelzi azt, hogy a kukorica termékeken kívül más élelmiszerek is hozzájárulnak a terheléshez, valamint, vannak rutin analitikai módszerekkel nem kimutatható toxinszármazékok is az alapanyagokban (matrixhoz kötött, biológiai vagy kémiai úton módosított, pl. maszkolt mikotoxinok). Ez utóbbi felhívja a figyelmet arra, hogy az élelmiszerek mikotoxin tartalmának monitorozása alapján végzett expozíció-bebecslés alulbecsülheti a tényleges bevitelt.

Élelmiszeripari feldolgozási folyamatok hatása a mikotoxinokra

A mikotoxinok biológiai hozzáférhetőségét több tényező befolyásolja: a szennyezett alapanyag összetétele (mátrix), a toxin kémiai tulajdonsága, hőre, vagy fizikai és kémiai behatásokra (pl. darálás, pH) való érzékenysége stb. Az élelmiszer-feldolgozás a receptúrák és a technológiai paraméterek megfelelő megválasztásával hozzájárulhat a fogyasztók kockázatának mérsékléséhez (2. táblázat). Az elmúlt években új technológiák jelentek meg, amelyeket a közeljövőben tesztelni és optimalizálni kell. Tisztázni kell az egyes folyamatok pontos hatását a mikotoxinok lebomlására vagy átalakulására, tekintettel arra, hogy az intakt mikotoxin-szint csökkenése nem jelenti feltétlenül az összes mikotoxin-tartalom csökkenését (pl. matrixhoz kötődés).

2. táblázat: Néhány élelmiszeripari feldolgozási folyamat hatása a mikotoxin tartalomra élelmiszerekben (Suman, 2021)

Élelmiszer	Mikotoxin	Kezelés	A hatás mértéke
Zab és gabonapelyhek	OTA	extrudálás	10-80%
Gabonafélék, pékáruk, kekszek	DON, DON-3-G	sütőipari feldolgozás	10-50%
Gabonafélék, kenyér	BEA, ENNs	sütőipari feldolgozás	10-90%
Búza tészták	DON, D-3-G	főzés, öblítés	10-80%
Búza tészták	ENNs	főzés, öblítés	10-20%
Kukorica	OTA, ZEA	ózon kezelés	60- ~100%
Kukorica	AFB1	gamma sugárzás	70-95%
Búzakorpa	ZEA, DON	ózon kezelés	30-60%
Alma, készítmények	PAT	pulzáló fény	50-90%
Alma, almaital	PAT	UV sugárzás	10-95%
Alma, almaital	PAT	koncentrátum készítés	30-50%
Alma, almaital	PAT	mikrobiális kezelés (Lb)	60-80%
Rizs	FUM, ENNs, ZEA	hideg plazma kezelés	50-90%

Rövidítések magyarázata: OTA=ochratoxin A, DON=deoxinivalenol, DON-3-G= deoxinivalenol-3-glükózid, BEA=beauvericin, ENNs=enniatinok, ZEA=zearalenon, AFB1=aflatoxin B1, PAT=patulin, FUM=fumonizinek

Következtetések

A mikotoxinok egyelőre nem iktathatók ki az élelmiszerláncból, ezért fontosak azok a kutatások, amelyek a megelőzés (növénynevelés, növényvédelem), a kárcsökkentés lehetőségére (közömbösítés, élelmiszerfeldolgozás), a káros hatások pontosabb megismerésére, a kockázatbecslésre irányulnak. A klímaváltozással megváltozik az egyes penészgomba fajok elterjedése és toxintermelése, a hőstresszre érzékeny növényfajták még kitettebbé válnak a fertőzésnek. Ezen komplex problémák csak multidiszciplinárisan, One Health szemlélettel kezelhetők.

Köszönetnyilvánítás

A One Health kutatások egyik támogatója az Agrár-biotechnológia és precíziós nemesítés az élelmiszerbiztonságért Nemzeti Laboratórium (RRF-2.3.1-21-2022-00007).

Irodalom

Awuchi, C.G., Ondari, E.N., Nwozo, S., Odongo, G.A., Eseoghene, I.J., Twinomuhwezi, H., Ogbonna, C.U., Upadhyay, A.K., Adeleye, A.O., Okpala, C.O.R.(2022). Mycotoxins' Toxicological Mechanisms Involving Humans, Livestock and Their Associated Health Concerns: A Review. *Toxins*, 14, 167. doi.org/10.3390/toxins14030167

Galvano, F., Ritieni, A., Piva, G., Pietri, A.(2005). Mycotoxins in the food chain. In: *The Mycotoxin Blue Book* (ed: Diaz, D). Nottingham University Press, Nottingham, UK, 187-224.

Kovács M.(2010). A mikotoxinok humán-egészségügyi vonatkozásai. In: aktualitások a mikotoxin kutatásban (szerk.: Kovács M). Agroinform Kiadó, Budapest, 85-102 (2010).

Knutsen, H.K., Barregård, L., Bignami, M., Brüschweiler, B., Ceccatelli, S., Cottrill, B., Dinovi, M., Edler, L., Grasl-Kraupp, B., Hogstrand, C., és mtsai.(2018). Appropriateness to set a group health-based guidance value for fumonisins and their modified forms. *EFSA J.*, 16, e05172.

Suman, M. (2021). Last decade studies on mycotoxins' fate during food processing: an overview. *Curr Opin Food Sci.* 41, 70–80. doi.org/10.1016/j.cofs

A SOUS-VIDE ÉS A HHP KEZELÉS HATÁSA AZ ÉLELMISZEREK TÁPLÁLKOZÁSÉRTÉKÉRE ÉS TARTÓSÍTHATÓSÁGÁRA

KENESEI GYÖRGY, FRIEDRICH LÁSZLÓ, DALMADI ISTVÁN

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

kenesei.gyorgy@uni-mate.hu

Összefoglalás

A hús és az abból előállított húskészítmények mindig is nélkülözhetetlen szerepet töltek be az emberek táplálkozásában mind táplálkozásbiológiai, mind élvezeti értéküket figyelembe véve. A kíméletes élelmiszertechnológiák alkalmazása során az így kezelt termékek előállításakor ügyelni kell, hogy az alapanyagokat olyan kezelési eljárásnak vessük alá, amely nem visz be idegen anyagokat, az eltarthatóságot biztonságosan növeli, a lehető legkisebb mértékben hat az élelmiszer komplex tulajdonságaira, ezen belül leginkább az érzékszervi tulajdonságokra, az élvezeti értékre, valamint a tápanyag- és a vitaminellátottságra. Ezek az igények az úgynevezett kíméletes (minimal processing) módszerekkel megvalósíthatóak, mint például a kis hőmérsékletű hőkezeléssel (LTLT), a sous-vide technológiával, vagy a nem termikus fizikai eljárással, a nagy hidrosztatikai nyomáskezeléssel (HHP). Ennek a hő-nyomás ikertechnológiának az alkalmazása stabil, biztonságos terméket eredményezhet a kedvező érzékszervi tulajdonságok megőrzése mellett és lehetőséget is adhat a hőkezelést követő szigorú hűtőtárolás lazítására, ami a hűtlánc elhagyásával jelentős költségmegtakarítást és egyszerűbb árukezelési megoldásokat jelenthet.

Meat and meat products have always played an essential role in people's diets, both for their nutritional biological value and their enjoyment. The use of gentle food technologies in the manufacturing of such products requires that the raw materials are subjected to a treatment process which does not introduce foreign substances, safely increases shelf-life and has the least possible impact on the complex properties of the food, in particular its organoleptic properties, its nutritional and vitamin content. These challenges can be met by so-called minimal processing methods, such as low temperature heat treatment (LTLT), sous-vide technology, or the non-thermal physical process, high hydrostatic pressure treatment (HHP). The application of this thermal-pressure twin technology can result in a stable, safe product while maintaining favourable organoleptic properties and can also provide the opportunity to relax the strict cold storage following heat treatment, which can result in significant cost savings and simpler handling solutions by eliminating the cold chain.

Bevezetés

A fejlett országokban, az élelmiszerekkel szemben támasztott igények sokat változtak az elmúlt néhány évben. Napjaink fogyasztói egyre tudatosabban és egyre tájékozottabban választják meg a megvásárolt termékeket. Olyan élelmiszereket szeretnének vásárolni, amely minél kevesebb tartósítószerrel és

egyéb hozzáadott vegyi anyagot tartalmaznak, továbbá minél kevesebb feldolgozási lépésen estek át, ugyanakkor azt is elvárják, hogy biztonságos és hosszan eltartható legyen az az étel, amit elfogyasztanak. Ez a látszólagos ellentmondás készteti arra az élelmiszeripari termelőket, hogy olyan tartósító eljárásokat fejlesszenek ki, amelyek ezeknek az elvárásoknak képesek megfelelni.

A konvencionális tartósító technológiák legtöbbször az élelmiszermátrixba történő gyors és drasztikus beavatkozást jelentenek, amelyekkel nagy mennyiségű élelmiszer gazdaságos kezelése végezhető el. Egyre inkább azok a módszerek kerülnek előtérbe, melyek az alapanyagok értékes komponenseit, minőségi paramétereit is szem előtt tartják. A „friss” állapot megőrzése és a minél enyhébb behatással elért kíméletes tartósítás egyre fontosabb kérdés lett az élelmiszerbiztonsági szempontok mellett. Ezen technológiák nemzetközileg elfogadott elnevezése az angol „minimal processing” kifejezés. Ez a szóösszetétel hűen fejezi ki a szükséges és elégséges tartósító hatás elérése érdekében alkalmazandó lehető legkisebb hatás elvét. A magyar szövegekben legtöbbször a „kíméletes” eljárás vagy technológia kifejezést használjuk.

A sous-vide hőkezelés is (LT-LT: low temperature-long time) és a nem termikus nagy hidrosztatikus nyomáskezelés is (HHP: High Hydrostatic Pressure) az ilyen kíméletes technológiák közé sorolható. Ezek alkalmazása egyre inkább rutinszerűen történik. Az egyértelműen pozitív eredmények és hatások mellett mindkét módszernek hátrányai is tapasztalhatóak. Problémát jelenthet az enyhe hőkezelés tervezése élelmiszerbiztonsági szempontból és az azt követő megfelelő tárolás biztosítása, vagy a komponensek eltérő, nem mindig kiszámítható viselkedése. Kihívást jelent az is, hogy az értékes komponensekkel kíméletes kezelések sokszor a mikroorganizmusokra gyakorolt hatásukban is enyhénekin minősülnek.

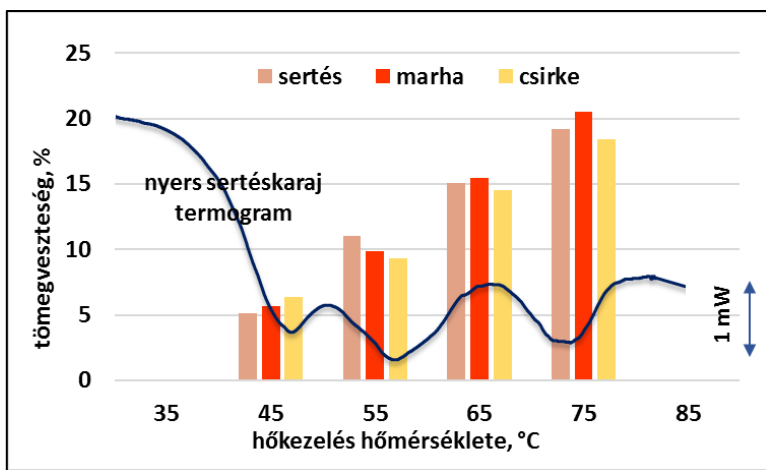
A sous-vide hőkezelés

A sous-vide hőkezelést a környezettől elzárva (vákuumcsomagolva), a hagyományos konyhatechnológiákhoz képest kis hőmérsékleten (55-75 °C húskok esetében) és hosszabb hőkezelési idővel végzik. A húskok hőkezelése során a legkomolyabb változások - mint a tömegcsökkenés, a szövetek keményedése, a léveszteség, vagy az elszíneződés - a fehérjék szerkezetében bekövetkező denaturáció vagy átalakulás következménye. A változások több lépcsőben mennek végbe a hőmérséklet emelkedésének függvényében. A főzési idő növelése - bár kisebb arányban mint a kezelési hőmérséklet - de szignifikáns

hatással van a súlyvesztésre és az érzékszervi tulajdonságokra, ugyanakkor a mikrobiológiai stabilitást növeli (Hasani és mtsai, 2022).

A sous-vide termékek előállításának paradoxona, hogy a kedvező érzékszervi tulajdonságok sokszor a kis hőmérséklettartományhoz köthetőek és így egy hosszabb eltarthatóságú terméket szeretnénk egy kíméletes, kis hőterheléssel járó tartósító eljárással megvalósítani. Tárolási próbákkal és mikrobiológiai vizsgálatokkal javasolt ellenőrizni, hogy a hőkezelés elégséges volt-e, illetve megállapítani és validálni az adott termékre a fogyaszthatósági időt. (Stringer 2012 és Stringer-Metris 2017). A technológia során alkalmazott 6-7 D mértékű csíraszámcsökkenés indokolja a termék gyors (2 órán belüli) lehűtését és a szigorú 3 °C alatti hűtőtárolását (Nyati, 2000). A hőkezelés hőmérséklete jelentős hatással van a húsfehérjék változására, a víztartóképeségére, színére és a húspuhulás mechanizmusára is. A magasabb hőmérséklet nagyobb súlyvesztést okoz (Huff-Lonergan és mtsai, 2005).

A denaturálódás folyamán a húsfehérjék elvesztik funkciójukat, a harmad- és negyedleges szerkezetükben bekövetkező változások eredményeképpen. A főzés során fellépő léveszteség összefüggésbe hozható a denaturálódás fokával, a hő okozta szerkezeti változás mértékével és így a fent említett tulajdonságokkal. A fehérjék állapota és a tömegvesztés közötti összefüggéseket DSC mérésekkel is elemezve megállapítható (1. ábra) a nagyon szoros kapcsolat a víztartóképeség és a kezelési idő-hőmérséklet között (Kenesei és mtsai, 2017).



1. ábra: A húsok tömegvesztésének alakulása a hőkezelési hőmérséklet és a fehérjék denaturációjának függvényében

A megfelelő technológiai tervezéssel a sous-vide technológia egyedi érzékszervi tulajdonságú és biztonságos termékeket eredményez. A technológiai és élelmiszerbiztonsági kérdések mellett a gazdasági szempontok is megjelenhetnek, mivel a fehérjék szerkezetváltozása a kezelési hőmérséklet és idő megválasztásával jelentős lévesztésben és térfogatváltozásban nyilvánulhat meg (Hasani és mtsai, 2022).

A miofibrilláris fehérjék (főleg aktin és miozin) és a kötőszöveti fehérjék (főleg kollagén) a melegítés során összehúzódnak, míg a szarkoplazma fehérjék kitágulnak. Ezeket a változásokat általában denaturációnak nevezzük. Kémiai szempontból a húsfhérjék kicsapódása, denaturálódása a másodlagos, harmadlagos és negyedleges szerkezetet kialakító kötések (H-kötés, Van der Waals kapcsolódás, hidrofób kapcsolódás, diszulfid kötés) felszakadását és a fehérje térbeli átrendeződését, kitekeredését jelenti. További hőhatásra a fehérje-rendszer további leépülése következik be ideértve a peptidkötések hidrolízisét, az építőelemek, az aminosavak bomlását is. Az izom víztartalmának mintegy 80 %-a a vastag (miozin) és a vékony (aktin) filamentumok közé van bezárva. 40 és 60 °C között az izomrostok harántirányban zsugorodnak és a rostok közötti rés megnő, felszabadítva az utat a víz eltávozásához. Melegítéskor az izomrostok haránt és hosszanti irányban összezsugorodnak, a szarkoplazma fehérjék aggregálódnak és gélteképeznek, a kötőszövet összezsugorodik és oldódik. Az izomrostok 35-40 °C-nál kezdenek el zsugorodni, és a zsugorodás a hőmérséklet emelkedésével majdnem lineárisan nő 80 °C-ig. A szarkoplazma fehérjék aggregációja és gélesedése kb. 40 °C-nál kezdődik és kb. 60 °C-nál fejeződik be. A kötőszövetek zsugorodása 60 °C-nál kezdődik el, de a zsugorodás mértéke 65 °C felett sokkal intenzívebb és ezért jelentősebb vízvesztést okoz (1. táblázat).

A hőkezelés indukálta színváltozásokkal több kutatás is foglalkozott. Általános megállapításként az L* (világossági tényező) értékeinek növekedéséről, azaz a hús világosodásáról és az a* (piros-zöld színtényező) csökkenéséről, azaz a piros színezet csökkenéséről számolnak be. (Christensen és mtsai, 2011). A hőmérséklet emelkedésével az izomszövetek dezintegrációja növekszik. Erőteljesebb hőhatásra és gyorsabb melegítési ütem esetén jelentősebb szerkezeti változás mutatkozik az alacsonyabb hőmérséklet-tartományban. A 60-70 °C-os tartományban a hús puhulása észrevehető, ám ez nem mutatható ki egyértelműen állományméréssel. Valószínűsíthető, hogy más hatások (pl. a vízvesztés) ellensúlyozzák a hő indukálta szöveti változásokból eredő puhulási folyamatot.

1. táblázat: A hőmérséklet hatására bekövetkező főbb változások húsokban (0,1 MPa)
(Ghazala, 1998; Dutson-Orcutt, 1984; Tornberg, 2005; Myhrvold, 2011 alapján)

35-40 °C	izomrostok alakváltozása, összehúzódás és zsugorodás; fehérjebontó enzimek (pl katepszin) aktivitása nő
45-50 °C	aktomiozin komplex diszociál, víztartóképeség csökken
50°C -	miozin denaturáció, állományváltozás
53-63 °C	kollagén oldódás/denaturáció
~60 °C	kollegináz enzim inaktiválódik
60-65 °C	miofibrilláris fehérjék további összehúzódása
65 °C -	kollagén összehúzódás
70 °C -	kollagén zselatinizálódása, omlósság javul
~75 °C	aktin denaturációja, G-aktin monomerek konformáció változása
100 °C	víz forráspontja - hagyományos főzési hőmérséklet
140 °C +	Maillard reakciók sebessége felgyorsul

A hőkezelt hús állománya a hő indukálta denaturálódás, a kötőszöveti és miofibrilláris fehérjék változása és a fehérjék oldódása következtében alakul ki. A hőközlés hatására bekövetkező állományváltozás egyrészt a kollagén oldódásának zselatinizálódása – ez a hús szöveteinek puhulását eredményezi, másrészt a miofibrilláris fehérjék denaturálódása történik meg ami ellenkező irányú hatással bír. Ha a húsok fehérjéi a hőkezelés során nem, vagy nem irreverzibilisen denaturálnak, így képesek lesznek jobban megőrizni nedvességtartalmukat. Ez azt jelenti, hogy a termék apadása minimális lehet. Ezen hatások együtt adják a sous-vide főzés elméleti alapjait. A legkedvezőbb eredmény a kollagén maximális oldott állapotánál és a miofibrilláris fehérjék kicsapódásának alacsony szinten tartása esetén érhető el. Ez valahol a 60-65 °C hőmérsékleti tartományban optimális (Hasani és mtsai, 2021).

A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (HHP) technológiai alapjai

A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés Magyarországon is széleskörű kutatás tárgya, az elmúlt években komoly előrelépések történtek a technológia kutatásában és ipari alkalmazásában. Ez köszönhető a MATE Élelmiszertudományi Intézetében megtalálható 2 literes kezelőtérrel rendelkező berendezésének is. Az egyre hozzáférhetőbb berendezések és a

módszer egyre szélesebb körben történő alkalmazása lassan elérhető közelségbe hozza a HHP tartósító eljárását.

Az első kereskedelmi forgalomban kapható HHP kezelt termék (gyümölcskészítmények) először 1990-ben a japán piacon jelent meg. Azóta alkalmazhatósága egyre szélesebb körben terjed és a kezelt termékválaszték is szélesedik. Mai alkalmazási területe kiterjed már az érlelt húskészítményekre, kolbászokra, egyéb hústermékekre, vákuumcsomagolt pisztrángra, osztriga és rákok feldolgozására, sajtokra, savanyúkáposztára, és készételekre is.

A nagy hidrosztatikus nyomású technológia olyan tartósító eljárás, ahol a folyékony vagy szilárd élelmiszereket 100 és 800 MPa közötti hidrosztatikus nyomásnak teszik ki. A HHP kezelés előnye, hogy a közvetítő folyadékba merített, lehetőleg légtér-mentesen és flexibilis csomagolásban lévő élelmiszerben a hidrosztatikus nyomás a Pascal-elv szerint pillanatszerűen és egész tömegében egyenletesen (izosztatikusan) érvényesül, így a nyomáskezelés hatása más tartósítási módszerekkel ellentétben gyakorlatilag nem függ az élelmiszer méretétől vagy alakjától. A nyomásérték növelésével lejátszódó folyamatok fejtik ki a mikroba inaktíváló hatást, melyek elsősorban a fehérjék konformációváltozását és a lipid membránrendszer nyomásérzékenységét jelentik (2. táblázat).

2. táblázat: A nagy nyomás értékeken bekövetkező főbb változások húsokban
($T=20-22^{\circ}\text{C}$)

(Bouton, 1977; Cheftel-Culioli, 1997; Hendrickx és mtsai, 1998; Hogan és mtsai, 2005; Smeller, 2002; Rastogi, 2007; Tornberg, 2013)

0,1 MPa	légtéri nyomás – natív állapot
50 MPa	fehérje szintézis gátlása
100 MPa	gáz vakuólumok térfogata csökken, ($\Delta V_{\text{H}_2\text{O}} = 3\%$) reverzibilis fehérje denaturáció, disszociáció első fázisa
150 MPa	monomerek létrejötte pl.:F és G-aktin szétesése
200 MPa	foszfolipidek szerkezetváltozása, membrán sérülések, sejt szivárgás
300 MPa	irreverzibilis denaturáció kezdete, enzimaktivitás csökken, sejt lízis
400 MPa -	denaturáció, vízmolekulák disszociációja ($\Delta V_{\text{H}_2\text{O}} = 12\%$)
500 MPa -	aggregálódás, gélesedés
600 MPa	teljes fehérje denaturáció, ($\Delta V_{\text{H}_2\text{O}} = 15\%$)
800+ MPa -	spórák érzékenységi küszöbértéke

Ez a nem termikus elven működő eljárás képes az élelmiszerben található patogén és romlást okozó mikroorganizmusok inaktiválására, megnövelve ezzel a termék eltarthatóságát és ezzel megfelelni az egyre szigorúbb élelmiszerbiztonsági elvárásoknak. A HHP technológia részben a hatásmechanizmusa részben a nem termikus volta miatt, kíméletes eljárás, amely minimális hatást gyakorol az élelmiszer érzékszervi tulajdonságaira, tápanyagtartalmára és funkcionális jellemzőire. A nyomáskezelést legtöbbször a 10-30°C-os hőmérséklet tartományban alkalmazzák. A kezelések során azonban mintegy 2-3°C-os adiabatikus hőmérséklet-emelkedésre kell számítani, ami a víz és a vizes oldatok nyomás alatti viselkedésére vezethető vissza. Ezt a hőmérsékletemelkedést befolyásolja a nyomás felépülésének rátája is (*Mertens-Deplace, 1993*).

A technológia során történő folyamatok a Pascal-törvény és Le Chatelier-elv alapján írhatók le. Ezek alapján a hidrosztatikus nyomáskezelés jellegzetes tulajdonsága, hogy a kezelni kívánt anyagot a kezelőtérben lévő nyomásközvetítő közegbe helyezve, a kezelt anyag méretétől és geometriájától függetlenül a nyomás minden irányban, izosztatikus módon, azonnal és egységesen érvényesül. A technológia alkalmazása során fontos, hogy a felhasználásra kerülő csomagolóanyag alkalmas legyen mintegy 15%-os térfogatváltozásra (*Knorr és mtsai, 2011*).

Kombinált kezelés: sous-vide - HHP

A kíméletes sous-vide hőkezelést kombinálva a nem termikus technológiák közé sorolt nyomáskezeléssel kedvező hatás érhető el. Az egymás utáni kezelésként alkalmazott kétlépcsős technológia során is alkalmazható a gátelmélet (*Leistner, 2000*). Ennek értelmében ugyanolyan szintű tartósító hatás eléréséhez kisebb intenzitású kezelések is elegendőek, amennyiben több hatást is alkalmazunk egyszerre. A gátelmélet alkalmazásával elegendő lehet egy rövidebb idejű vagy alacsonyabb hőmérsékletű hőkezelés és/vagy kisebb nyomásszint. A HHP kezelés hozzáférhetősége és a technológia költségeinek kedvező alakulása, a nyomáskezelő berendezések egyre szélesebb körű elterjedését és ezen kutatások felgyorsulását eredményezheti. A nyomáskezelés során a hőkezeléshez hasonló átalakulások jelenhetnek meg a húson pl. a szín- és ízváltozás. A 'főtt' külső a miofibrilláris fehérjék denaturációja következtében alakul ki. A sous-vide technológiával kombináltan alkalmazva ez a jelenség nem jelent hátrányt (*Kenesei és mtsai, 2017*). A primer kezelés a sous-vide, ez alakítja ki a hús jellegzetes karakterét (speciális állomány, íz, szín). A szekunder kezelésként alkalmazott HHP a stabilitás és az élelmiszerbiztonság szempontjából fontos kezelés. A kombinációban

alkalmazott eljárás fő indoka, hogy az ugyanazon kezelési körülmények és paraméterek mellett a kombinált alkalmazás során a hőkezelés hatékonysága növelhető, illetve a nyomáskezelés szintje csökkenthető. A gyártástechnológiába illesztve további érdekes lehetőségeket nyitnak az alapanyagokon alkalmazott előkezelések (Boylu és mtsai, 2023).

Következtetések

Fontos kihangsúlyozni, hogy a sous-vide kezelés önmagában is egy három-hat elemű kombinált tartósító eljárás, tehát jó példa a Leistner-i gátelmélet alkalmazására. A sous-vide együtt alkalmazza a vákuumcsomagolást, amivel a légmentesen lezárt tasakokban anaerob körülményeket hozunk létre, a precíz szabályozású enyhe (55-90°C) hőkezelést és a gyors hőmérséklet-csökkentést követő hűtve tárolást. További akadályok lehetnek a sózás vagy marinádok alkalmazása, illetve az antimikrobás hatású fűszerek, valamint az elősütés amennyiben az része a technológia sornak. A nagy hidrosztatikus nyomás további gát lehet ebben a technológia sorban. A Leistner-Rödel (LEISTNER, 2000) által definiált SSP (Shelf Stable Product – polcálló termék) előállításához e két módszer kombinációján túlmenően más paraméterek (aw, pH, Eh) szabályozására is szükség lenne. Ennek a hő-nyomás ikertechnológiának az alkalmazása stabil, kedvező érzékszervi és táplálkozásélettani tulajdonságokkal bíró biztonságos terméket eredményezhet. Lehetőséget ad továbbá a hőkezelést követő szigorú hűtőtárolás lazítására, ami a hűtlánc fenntartásával jelentős költséget jelent.

Irodalom

- Boylu M., Hitka G., Kenesei Gy. (2023). Effect of alternative pre-treatments and fermentation on quality characteristics of oyster mushrooms, *Prog. Agric. Engin. Sci.* 19:(3). doi:10.1556/446.2023.00080
- Bouton P.E., Harris P.V., Macfarlane J.J., O'Shea J.M. (1977). Effect of pressure treatments on the mechanical properties of pre- and post-rigor meat. *Meat Sci.* 1, 307-318
- Cheftel J. C., Culioli J. (1997). Effects of High Pressure on Meat: A Review. *Meat Sci.* 46(3), 212.
- Dutson, T.R. és Orcutt, M.W. (1984). Chemical Changes in Proteins Produced by Thermal Processing. *J. Chem Educ.* 61:(4). 303-308.
- Christensen L., Ertbjerg P., Aaslyng M.D., Christensen M., (2011). Effect of prolonged heat treatment from 48 C to 63 C on toughness, cooking loss and color of pork. *Meat Sci.*, 88:(2), 280-285.
- Ghazala S. (1998). *Sous Vide and Cook-Chill Processing for the Food Industry.* Aspen Publishers. Inc., Gaithersburg, Maryland. 28., 39-41.

- Hasani E., Csehi B., Darnay L., Ladányi M., Dalmadi I., Kenesei G. (2022). Effect of Combination of Time and Temperature on Quality Characteristics of Sous Vide Chicken Breast. *Foods*, 11(4):521. doi.10.3390/foods11040521
- Hasani E., Kenesei G., Dalmadi, I.(2021). Comparison of the single-step and double-step sous-vide treatment effect on the quality attributes of chicken breasts: a novel approach to sous-vide. *Prog. Agric. Engin. Sci.*, 17(S1): 61–68. doi.10.1556/446.2021.30008.
- Hogan E., Kelly A.L., Sun D.W.(2005). High pressure processing of foods: an overview. In: *Emerging Technologies for Food Processing* (Sun Da-Wen, ed.), Academic Press. 3–31.
- Huff-Lonergan, E. Lonergan, S.M., (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Sci.* 71:(1), 194-204.
- Kenesei Gy., Jónás G., Salamon B., Dalmadi I. (2017). Thermograms of the combined High Hydrostatic Pressure and Sous-vide treated Longissimus dorsi of pork. *J. Physics: Conference Series* 950 042007 doi :10.1088/1742-6596/950/4 /042007
- Knorr D., Froehling A., Jaeger H., Reineke K., Schlueter O., Schoessler K.(2011). Emerging Technologies in Food Processing. *Annu Rev Food Sci. 2*, 203-235.
- Leistner L. (2000). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. Review. *Int J Food Microbiol.* 55, 181-186.
- Mertens B., Deplace G. (1993): Engineering aspects of high pressure technology in the food industry. *Food Techn.* 47 (6) 164–169.
- Myhrvold N., Young C., Bilet M. (2011): *Modernist cuisine: The art and science of cooking*. Bellevue, WA: The Cooking Lab.
- Nyati H. (2000): An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products. *Food Control.* 11, 471-476.
- Rastogi N.K., Raghavarao K.S.M.S., Balasubramaniam V.M., Niranjana K., Knorr, D. (2007): Opportunities and Challenges in High Pressure Processing of Foods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 47, 69-112
- Roldan M., Antequera T., Armenteros M., Ruiz J.(2014): Effect of different temperature-time combinations on lipid and protein oxidation of sous-vide cooked lamb loins. *Food Chem.* 149, 129-136.
- Smeller, L. (2002): Pressure-temperature phase diagrams of biomolecules. Review. *Biochim Biophys Acta* 1595, 11-29
- Stringer, S.C. (2012): Sous-vide food safety. Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food (ACMSF) előadás anyag, Institute of Food Research, Norwich
- Stringer, S.C., Metris, A. (2017): Predicting bacterial behaviour in sous vide food. *Int J Gastron Food Sci.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijgfs.2017.09.001>
- Tornberg, E. (2005): Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Sci.* 70, 493-508.
- Tornberg, E. (2013): Engineering processes in meat products and how they influence their biophysical properties. *Meat Sci.* 95, 871-878.

ÉTRENDI PREFERENCIÁK HATÁSA AZ ELHÍZÁSI MUTATÓKRA: EGY REPREZENTATÍV HAZAI VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI¹

BREITENBACH ZITA

Pécsi Tudományegyetem, Egészségtudományi Kar, Táplálkozástudományi és
Dietetikai Intézet zita.breitenbach@etk.pte.hu

Összefoglalás

Az ötévente ismétlődő Országos Táplálkozás és Tápláltsági Állapot Vizsgálat (OTÁP) adataiból tudjuk, hogy a magyar lakosság körében az elhízás prevalenciája igen magas, és a felnőttek tápanyagbevitel, ételmiszer-fogyasztása jelentős egészség-kockázatot hordoz. Jelen vizsgálatunk célja volt felmérni 18–85 év közötti felnőttek egy reprezentatív csoportjának tápláltsági állapotát, táplálkozási szokásait és életmódbeli jellemzőit. Továbbá célunk volt feltárni mindazokat az adatokat, amelyekkel jól definiálhatók a vizsgálatba bevont résztvevők táplálkozási és életmódbeli jellegzetességei. Kutatásunkban az E-Harmónia Egészségprogram 18–85 életév közötti felnőttek (n = 1024) elsősorban táplálkozással (ételmiszer-fogyasztási gyakorisági kérdőív), tápláltsági állapottal kapcsolatos adatait (testtömegindex-BMI, testösszetétel, derékkörfogat, derék-csípő hányados-WHR, derék-testmagasság hányados-WHtR) elemeztük 2014-ből. A férfiak nagyobb százaléka (41,3%-a és 25,5%-a) tartozott a túlsúlyos és elhízott kategóriába a nőkhöz képest (29,3%-a és 24,3%-a). Az átlagos testsírszázalék mindhárom korcsoportban férfiaknál 22%-nál, nőknél 31%-nál magasabb volt. A „zsíros húsok, húskészítmények, belsőségek” étrendi komponens pozitív irányú szignifikáns összefüggést mutatott a korrallal ($r = 0,147$), mindkét nemnél a BMI-vel ($r_{\text{férfiak}} = 0,135$; $r_{\text{nők}} = 0,143$), a derékkörfogattal ($r_{\text{férfiak}} = 0,158$; $r_{\text{nők}} = 0,132$), a WHR-rel ($r_{\text{férfiak}} = 0,161$; $r_{\text{nők}} = 0,125$), a WHtR-rel ($r_{\text{férfiak}} = 0,186$; $r_{\text{nők}} = 0,147$). A „hús- és felvágottmentes” étrendi preferencia negatív hatással volt számos antropometriai mutatóra, indirekten gyengítette a kor hatását a BMI ($\beta_{\text{ab}} = -0,023$; CI = $[-0,042$; $-0,006]$) a derékkörfogatra ($\beta_{\text{ab}} = -0,028$; CI = $[-0,047$; $-0,011]$), a WHR ($\beta_{\text{ab}} = -0,019$; CI = $[-0,037$; $-0,002]$), a WHtR ($\beta_{\text{ab}} = -0,020$; CI = $[-0,037$; $-0,004]$) emelkedésére. Nemre és korra jellemző étkezési mintázatokat tudtunk elkülöníteni. A zsíros húsok, húskészítmények étrendi túlsúlya megmutatkozott az elhízási mutatók növekedésén. A húsmentes táplálkozás preferálása már önmagában csökkentheti a korrallal bekövetkező elhízási mutatók értékének emelkedését.

From the data of the Hungarian Diet and Nutritional Status Survey in every 5 year, we know that the prevalence of obesity among the Hungarian population is very high and that the nutrient intake and food consumption of adults is a significant health risk. The aim of the present study was to examine the nutritional status, dietary habits and lifestyle characteristics of a representative group of adults aged 18-85 years. Furthermore, we aimed to identify data that could be used to define the nutritional and lifestyle characteristics of the participants included in the study. In our research, we analysed data

¹Jelen tanulmány az alábbi publikáció alapján készült:

Breitenbach Z. (2023). Felnőtt populáció tápláltsági állapotának és táplálkozási szokásainak vizsgálata két egészségprogram keretében. Doktori (Ph.D.) értekezés. PTE ETK Doktori Iskola, Figler Mária, Ungár Tamás Lászlóné Polyák Éva, 174.

of E-Harmony Health Programme with alimentation (food frequency questionnaire) and nutritional status (body mass index-BMI, body composition, waist circumference, waist-to-hip ratio-WHR, waist-to-height ratio-WHtR) from the 2014 survey of adults aged 18-85 years ($n=1024$). A higher percentage of men (41.3% and 25.5%) belonged to the overweight and obese category compared to women (29.3% and 24.3%). The average body fat percentage was higher than normal value ($>22\%$ for men and $>31\%$ for women) in all three age groups. In the case of both sexes, the 'fatty meats/meat products/organ' dietary preference showed a positive significant correlation with age ($r = 0,147$), BMI ($r_{men} = 0,135$; $r_{women} = 0,143$), waist circumference ($r_{men} = 0,158$; $r_{women} = 0,132$), WHR ($r_{men} = 0,161$; $r_{women} = 0,125$), WHtR ($r_{men} = 0,186$; $r_{women} = 0,147$). 'Meat/cold cuts-free' dietary preference had a negative effect on many anthropometric indicators, it indirect effect attenuating the effect of age on the increase in BMI ($\beta_{ab} = -0,023$; $CI = [-0,042; -0,006]$) waist circumference ($\beta_{ab} = -0,028$; $CI = [-0,047; -0,011]$), WHR ($\beta_{ab} = -0,019$; $CI = [-0,037; -0,002]$), WHtR ($\beta_{ab} = -0,020$; $CI = [-0,037; -0,004]$). We were able to isolate gender and age-specific dietary patterns in the adult populations. The dietary predominance of fatty meats/meat products was reflected in the increase in obesity indicators. A preference for a meatless diet alone may reduce the increase in age-related obesity indicators.

Bevezetés

Az elhízás – az elmúlt évtizedekben növekvő tendenciát és járványszerű méreteket mutatva – világszerte az egyik legnagyobb népegészségügyi problémává vált komoly morbiditási és mortalitási következményekkel, gazdasági és egészségügyi többletterheléssel (Figler, 2009; Hu és mtsai, 2017; Martos és Bakacs, 2017). Az OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) országok listáján – az elhízás tekintetében – a 15 év feletti korosztálynál az Amerikai Egyesült Államok, Chile, Mexikói és Új-Zéland után az ötödik helyre sorolják Magyarországot az elmúlt évek adatai alapján (OECD DATA, 2023). Az EU (Európai Unió) országai között hazánk Málta (28,1%) után a második helyet (23,9%) foglalja el az elhízás prevalenciájában a felnőtt lakosság körében a 2019-es adatok szerint (az uniós átlag 16%) (Eurostat, 2021). Az OTÁP (Országos Táplálkozás és Tápláltsági Állapot Vizsgálat) 2019 előzetes eredményei szerint a felnőtt férfiak 77%-a, a nők 60%-a volt túlsúlyos vagy elhízott (OGYÉI, 2022). A három OTÁP (2009, 2014, 2019) alapján nők esetében a túlsúly és elhízás prevalenciája stagnál, férfiak körében az elhízás/hasi elhízás emelkedő tendenciát mutat (OGYÉI, 2023; Erdei és mtsai, 2017). A táplálkozást tekintve a harmadik adatfelvételt követően megállapítható volt, hogy a felnőttek tápanyagbevitel, étel- és ital-fogyasztása jelentős egészség-kockázatokat hordoz, mely 10 év alatt nem változott, vagy inkább romlott (OGYÉI, 2022; Sarkadi és mtsai, 2017).

Jelen vizsgálatunk célja volt felmérni felnőttek egy reprezentatív csoportjának tápláltsági állapotát, táplálkozási szokásait és életmódbeli jellemzőit. Továbbá

célunk volt feltárni mindazokat az adatokat, amelyekkel jól definiálhatók a vizsgálatba bevont résztvevők táplálkozási és életmódbeli jellegzetességei.

Vizsgálati módszertan

Kutatásunkban az E-Harmónia Egészségprogram 18–85 életév közötti, Baranya és Zala megyében élő felnőttek (n = 1024) elsősorban táplálkozással, tápláltsági állapottal kapcsolatos adatait elemeztük 2014-ből (482 férfi, 542 nő). Az 1. táblázatban az alkalmazott adatgyűjtési módszerek és a statisztikai analízis összefoglalása látható.

1. táblázat: Az alkalmazott adatgyűjtési és statisztikai módszerek

Antropometriai mérések	Testmagasság, testtömeg, testösszetétel, derékkörfogat (WC), csípőkörfogat
Számolt mutatók	Testtömegindex (BMI), derék-csípő hányados (WHR), derék-testmagasság hányados (WhtR)
Alkalmazott kérdéscsoportok, kérdőívek	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Szociodemográfiai kérdések ▫ Táplálkozással, dohányzással kapcsolatos kérdések ▫ Élelmiszer-fogyasztási gyakorisági kérdőív (FFQ) ▫ Három napos étrendi napló ▫ 3 tétel a Nemzetközi Fizikai Aktivitás Kérdőív (IPAQ) hosszú verziójából
Statisztikai analízis	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Shapiro-Wilk teszt, leíró statisztika, Mann-Whitney U próba, khi-négyzet próba, Spearman-féle rangkorreláció, lineáris regresszió, Főkomponens-elemzés (PCA) -> paralel elemzés, Direct Oblimin (delta = 0) forgatás, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)-teszt ▫ Mediációs modell: a kor kapcsolata az antropometriai mutatókkal a főkomponens-elemzéssel kapott étrendi komponensek hatásán keresztül ▫ 95%-os megbízhatósági tartomány (CI), $p < 0,05$ ▫ MS Excel, IBM SPSS Statistics 22.0, PROCESS 3.5 makró (Hayes AF. PROCESS)

A BIA (bioelektromos impedancia analízis) elvén működő OMRON HBF-511B-E testösszetételt elemző hordozható monitorral (Omron Healthcare, Inc., Illinois, USA) testtömeget és testösszetételt (zsír, vázizom) mértünk cipő nélkül, könnyű ruházatban, lehetőleg étkezés után 2 órával. A vizsgálat a Pécsi Tudományegyetem Klinikai Központ Regionális Tudományos és Kutatás-Értékelési Bizottságának engedélyével (PTE TUKEB 5430/2014) valósult meg.

Eredmények

Várakozásunknak megfelelően mindkét nemnél a 18–34 és a 35–64 éves korosztály között minden mérési paraméter esetében jelentős különbséget kaptunk ($p < 0,001$). Az idősebb személyek nagyobb BMI-vel, derékkörfogattal, derék-csípő hányadossal, derék-testmagasság hányadossal, testzsírszázalékkal rendelkeztek. A férfiak nagyobb százaléka (41,3%-a és 25,5%-a) tartozott a

túlsúlyos és elhízott kategóriába a nőkhöz (29,3%-a és 24,3%-a) képest. A testösszetétel adatokat vizsgálva, a túlsúlyos férfiak 82,4%-ának, a túlsúlyos nők 83,6%-ának volt magas/nagyon magas a testzsírszázaléka. Az átlagos testzsírszázalék mindhárom korcsoportban férfiaknál 22%-nál, nőknél 31%-nál magasabb volt, a legmagasabb érték az idősebb korosztálynál jelentkezett.

A derékkörfogat alapján meghatározott hasi elhízás vizsgálatunkban a férfiak 31,5-; a nők 45,8%-ánál jelent meg. Már a 35 év alatti korosztály 31,5%-ánál emelkedett derékkörfogatot, 39,4%-ánál emelkedett derék-csípő hányadost, 34,7%-ánál emelkedett derék-testmagasság hányadost rögzítettünk. A hasi elhízás a normál BMI-vel rendelkezőknél is megjelent, egy egységnyi BMI növekedés (1 kg/m²) mindkét nem esetében több mint 2 cm-rel növelte a derékkörfogatot. Az ételmiszer-fogyasztási gyakorisági kérdőív eredményeit főkomponens elemzéssel vizsgáltuk a 63 étkezési tétel struktúrájának feltárására, amely során a kapott tíz komponensből kilencet tudtunk értelmezni. Spearman-féle rangkorrelációval (r) vizsgáltuk a komponensek egymás közötti kapcsolatát (2. táblázat, csak a szignifikáns eredmények vannak feltüntetve P<0,05).

2. táblázat: Összefüggések az étrendi komponensek között

Komponens	Komponens	r	p
„Zsíros húsok, húskészítmények, belsőségek”	„Tudatosan választott élelmiszerek”	-0,086	0,009
	„Sovány tej, tejföl”	-0,204	<0,001
	„Kényelmi termékek”	0,127	<0,001
	„Köretetek”	0,164	<0,001
„Tudatosan választott élelmiszerek”	„Alkoholmentes”	-0,099	0,003
	„Gyümölcsök, zöldségek”	0,130	<0,001
	„Sovány tej, tejföl”	0,114	0,001
	„Kényelmi termékek”	-0,117	<0,001
	„Köretetek”	-0,071	0,032
„Alkoholmentes”	-0,084	0,011	
„Gyümölcsök, zöldségek”	„Köretetek”	0,094	0,004
„Sovány tej, tejföl”	„Alkoholmentes”	0,141	<0,001
„Hús- és felvágottmentes”	„Alkoholmentes”	0,142	<0,001
„Kényelmi termékek”	„Alkoholmentes”	-0,085	0,010
„Köretetek, főzelékek”	„Alkoholmentes”	-0,068	0,039

Jelen esetben a korrelációk erősségei nem mérvadóak, mivel a Direct Oblimin (delta = 0) beállítás a létrejövő skálák között alapvetően gyenge korrelációkat eredményez. A „zsíros húsok, húskészítmények, belsőségek” és a „tudatosan választott élelmiszerek” komponensek mutatták a legtöbb szignifikáns

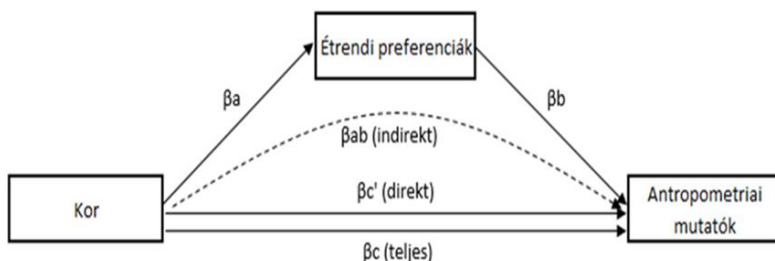
összefüggést más étrendi mintázatokkal. A 3. táblázatban az egyes étrendi komponensek összefüggései láthatók a szociodemográfiai és életmódbeli jellemzőkkel.

3. táblázat Egyes étrendi komponensek összefüggései a szociodemográfiai és életmódbeli adatokkal

	Nem	Kor	Iskolai végzettség	Eü-i végzettség	Egy ház-tartásban élők	Havi jöve-delem	Dohány-zás	Szabad-idős fizikai akti-vitás
<i>„Zsíros húsok, húskészítmények, belsőségek”</i>								
r	-0,306	0,147	-0,091	-0,110	0,051	0,030	0,083	-0,047
p	<0,001	<0,001	0,006	0,001	0,123	0,390	0,012	0,154
<i>„Tudatosan választott élelmiszerek”</i>								
r	0,132	-0,016	0,264	0,079	-0,090	0,223	-0,043	0,233
p	<0,001	0,626	<0,001	0,017	0,006	<0,001	0,192	<0,001
<i>„Hús- és felvágottmentes”</i>								
r	0,105	0,273	-0,048	-0,048	-0,186	-0,027	0,006	0,023
p	0,002	<0,001	0,150	0,151	<0,001	0,436	0,848	0,482

eü-i = egészségügyi p<0,05

Mediációs vizsgálatok sorozatával elemeztük a kor hatását az étrendi preferenciákon keresztül az egyes antropometriai mutatókra (1. ábra).



1. ábra Mediációs modell (saját szerkesztés)

A kor hatása az étkezési szokások mediáló hatásán keresztül legkonzisztensebben a derék-csípő hányadosnál jelent meg, a nyolc étkezési jellemző közül hatnak a mediáló hatása érvényesült, amely közül jelen tanulmányban kettőt emelnénk ki. A kor előrehaladtával nőtt a „zsíros húsok, húskészítmények, belsőségek” preferenciája és ez szignifikáns hatással volt a

derék/csípő hányados növekedésére ($\beta_b = 0,217$; CI = [0,155; 0,278]; $p < 0,001$). A kor hatása a derék-csípő hányadosra részben direktén ($\beta_{c'} = 0,247$; CI = [0,185; 0,310]; $p < 0,001$), részben pedig indirekten az idős korban jellemzőbb „zsíros húsok, húskészítmények” előnyben részesítésén keresztül ($\beta_{ab} = 0,032$; CI = [0,016; 0,051]) valósult meg. A „hús- és felvágottmentes” étrendi preferencia a derék-csípő hányadosra negatív hatással volt, a korról indirekten negatívan befolyásolta a derék-csípő hányadost ($\beta_{ab} = -0,019$; CI = [-0,037; -0,002]).

A derék-csípő hányados mellett a többi antropometriai mutatóra kitekintve a „zsíros húsok, húskészítmények, belsőségek” és a „hús- és felvágottmentes” étrendi preferencia indirekt mediáló hatása konzisztensen kimutatható volt (4. táblázat).

A „zsíros húsok, húskészítmények, belsőségek” preferálása pozitív hatással volt a BMI-re ($\beta_b = 0,103$; CI = [0,041; 0,165]; $p = 0,001$), a derékkörfogatra ($\beta_b = 0,172$; CI = [0,112; 0,231]; $p < 0,001$), a derék-testmagasság hányadosra ($\beta_b = 0,105$; CI = [0,048; 0,161]; $p < 0,001$), és indirekten pozitívan erősítette a kor hatását ezen paraméterekre. Ugyanakkor a „zsíros húsok, húskészítmények, belsőségek” előnyben részesítése a testzsír százalékra negatív hatással volt ($\beta_b = -0,123$; CI = [-0,186; -0,060]; $p < 0,001$), és indirekten is negatívan mediálta a kor hatását, tehát valamennyire gyengítette a korról bekövetkező testzsír százalék növekedését, bármennyire is az idősebbek jobban preferálták a „zsíros húsokat, húskészítményeket, belsőségeket”. A „hús- és felvágottmentes” étrendi preferencia negatív hatással volt a BMI-re ($\beta_b = -0,092$; CI = [-0,155; -0,028]), a derékkörfogatra ($\beta_b = -0,110$; CI = [-0,172; -0,049]), a derék-testmagasság hányadosra ($\beta_b = -0,078$; CI = [-0,135; -0,020]), indirekt hatásával gyengítette a kor hatását ezen antropometriai mutatók emelkedésére.

4. táblázat A kor indirekt szignifikáns hatása a többi antropometriai mutatóra a különböző étkezési szokásokon keresztül

Prediktor változó	Mediálól változó	Kimeneti változó	β ab	95 % CI (P-érték)
Kor	„Zsíros húsok, húskészítmények, belsőségek”	Testtömegindex	0,015	0,005; (0,028)
		Derékkörfogat	0,025	0,012; (0,041)
		Derék-testmagasság hányados	0,015	0,006; (0,028)
		Testzsírszázalék	-	-0,032; (-0,008)
	„Hús- és felvágottmentes”	Testtömegindex	-	-0,042; (-0,006)
		Derékkörfogat	-	-0,047; (-0,011)
		Derék-testmagasság hányados	-	-0,037; (-0,004)
		Testzsírszázalék	0,018	
	„Alkoholmentes”	Derék-testmagasság hányados	0,023	
		Derék-testmagasság hányados	0,020	
		Derék-testmagasság hányados	0,039	0,016; (0,065)
		Testzsírszázalék	0,072	0,046; (0,100)

CI = konfidencia intervallum $p < 0,05$

Következtetések

A felnőtt lakosság teljes spektrumát tanulmányozva kutatásunk is megerősítette az elhízás magas előfordulását. Testösszetétel analízátor segítségével bebizonyosodott, hogy a magasabb testtömeg normál és/vagy magasabb vázizom százalékot mutathat. A tápláltsági állapot árnyaltabb értékelésére a testösszetétel vizsgálata a BIA elvén működő készülék segítségével könnyen megvalósítható. Már normál testtömeg mellett is jelentős testzsír-felhalmozódás volt megfigyelhető a program fiatal felnőtteinél, és az abdominális elhízási mutatók alapján minden harmadik fiatalember kardiometabolikus kockázattal bírt.

A két megye felnőtt lakosságánál nemre és korra jellemző étkezési mintázatokat tudtunk elkülöníteni. A zsíros húsok, húskészítmények étrendi túlsúlya megmutatkozott az elhízási mutatók növekedésén. A húsmentes táplálkozás preferálása már önmagában csökkentheti a korral bekövetkező elhízási mutatók értékének emelkedését.

Az egészséges táplálkozásra irányuló tartós étrendi változtatások (beleértve a vörös és feldolgozott húsok csökkent mennyiségű fogyasztását) jelentős egészségnyereséget eredményezhetnek minden korosztály számára (*Fadnes és*

mtsai, 2022). Az előrejelzések szerint ez a haszon annál nagyobb lesz, minél korábban kezdik el az étrendi változtatásokat.

Irodalom

Erdei, G., Kovács, V.A., Bakacs, M., Martos, É. (2017). Országos Táplálkozás és Tápláltsági Állapot Vizsgálat 2014, I. A magyar felnőtt lakosság tápláltsági állapota. *Orv Hetil*, 158(14), 533–540.

EUROSTAT(2021).https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/hlth_ehis_bm1e/default/table?lang=en (2022.08.04.)

Fadnes, L.T., Økland, J.M., Haaland, Ø.A., Johansson, K.A. (2022). Estimating impact of food choices on life expectancy: A modeling study. *PLoS Med*, 19(2), e1003889. doi: 10.1371/journal.pmed.1003889. Erratum in: *PLoS Med*, 19(3), e1003962.

Figler, M. (2009). Éhezés és elhízás a XXI. század küszöbén. *LAM*, 19(3), 174–176.

Hu, L., Huang, X., You, C., Li, J., Hong, K. és mtsai. (2017). Prevalence of overweight, obesity, abdominal obesity and obesity-related risk factors in southern China. *PLoS One*, 12(9), e0183934. doi: 10.1371/journal.pone.0183934.

Martos, É., Bakacs, M. (2017). Az elhízás epidemiológiája. In Bedros, JR. (ed.) *Klinikai obezitológia*. Semmelweis Kiadó, Budapest, 3–20.

Organisation for Economic Cooperation and Development DATA. (2023). *Overweight or obese population (indicator)*. doi: 10.1787/86583552-en. Available from: <https://www.oecd.org/health/obesity-update.htm> (2023.02.02.)

Országos Gyógyszerészeti és Élelmezés-egészségügyi Intézet. (2022). *Bemutatta legutóbbi országos táplálkozási felméréseinek eredményeit az OGYÉI*. Available from: https://ogyei.gov.hu/dynamic/osszefoglalo_otap_cosi_konferencia_20221103.pdf (2023.02.02.)

Sarkadi Nagy, E., Bakacs, M., Illés, É., Nagy, B., Varga, A. és mtsai. (2017). Országos Táplálkozás és Tápláltsági Állapot Vizsgálat – OTÁP2014. II. A magyar lakosság energia- és makrotápanyag-bevitele. *Orv Hetil*, 158(15), 587–597.

A JÖVŐ TEJTERMÉKE? AZ A2 TEJ TERMELÉSI LEHETŐSÉGEI HAZÁNKBAN

PAJOR FERENC, PÓTI PÉTER, SZABARI MIKLÓS GÁBOR, HOLLÓ GABRIELLA,
KOSZTOLÁNYINÉ SZENTLÉLEKI ANDREA, VERTSÉNÉ ZÁNDOKI RITA, BODNÁR ÁKOS

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet

pajor.ferenc@uni-mate.hu

Összefoglalás

Napjainkban a fogyasztók és tejtermelők részéről egyre nagyobb az érdeklődés az úgynevezett A2 típusú tej iránt. A tejben a tejfehérjék közül a legnagyobb arányban a kazein van jelen, amelynek fő típusai az alfa, béta- és kapa-kazein. Számos kutatás foglalkozott az eltérő béta-kazein típusok (pl. A1, A2, A3, B, C, stb.) vizsgálatával és azoknak az emberi szervezetre gyakorolt hatásával. Az A1 és A2 béta-kazein variánsok között mindössze egy aminosav eltérés van, ami egy mutáció során alakult ki a béta-kazein aminosavláncának a 67. pozíciójában. Az előzetes vizsgálatok kimutatták, hogy az A1 és A2 tejfehérjék az emésztésük során másképp viselkednek az eltérő aminosav variánsok miatt. Az A1 béta-kazein, a már említett pozícióban található változás miatt, a peptid lebomlásakor bioaktív opiátok keletkeznek (béta-kazomorfin – BCM; a legismertebb ezek közül a BCM7). Ezzel szemben az A2 béta-kazein aminosav lánc lebontásakor nem keletkeznek ilyen típusú intermediér anyagcsere termékek. A BCM7 peptidet tartják számos humán megbetegedés kialakulásáért felelős kockázati tényezőnek. Ez a tanulmány röviden összefoglalja az A2 tejjel kapcsolatos eddigi kutatások eredményét, valamint információt nyújt az A2-es tej hazai termelési lehetőségeivel kapcsolatban.

Nowadays, consumers and milk producers are increasingly interested in the so-called A2 type milk. Among milk proteins, casein is present in the largest proportion in milk, the main types of which are alpha-, beta- and kappa-casein. Many studies have dealt with the investigation of different beta-casein types (e.g. A1, A2, A3, B, C, etc.) and their effects on the human health. There is only one amino acid difference between the A1 and A2 beta-casein variants, which resulted from a mutation at the 67th position of the beta-casein amino acid chain. Preliminary tests have shown that the A1 and A2 milk proteins behave differently during their digestion due to the different amino acid variants. Due to the change in the already mentioned position of A1 beta-casein, bioactive opiates are produced during the degradation of the peptide (beta-casomorphin – BCM; the best-known of these is BCM7). In contrast, when the A2 beta-casein amino acid chain is broken down, intermediate metabolic products of this type are not produced. The BCM7 peptide is considered a risk factor responsible for the development of many human diseases. This study briefly summarizes the results of research on A2 milk so far, as well as provides information about the domestic production possibilities of A2 milk.

Bevezetés

A tejben különböző szilárd komponensek, ásványi anyagok, laktóz, zsír és fehérje található. A tej legfontosabb tejfehérjéi a kazein (kb 80%) és savófehérje (20%) (Fernández-Rico és mtsai, 2022), amelynek fő típusai az α -kazein S1 (12–15 g/L), β -kazein (9–11 g/L), α -kazein S2 (3–4 g/L), és κ -kazein (2–3 g/L) (Fernández-Rico és mtsai, 2022). A béta-kazein fehérje (kódoló gén: CNS2) számos változata létezik: eddig 13 allélváltozatot ismerünk (A1, A2, A3, B, C, D, E, F, G, H1, H2, I és J) (Giribaldi és mtsai, 2022). Ezek közül a legjelentősebbek az A1 és A2 változatok. A béta-kazein 209 aminosav hosszúságú peptid, az A1 és A2 béta-kazein-variánsok között mindössze egy aminosav-eltérés van, ami egy mutáció során alakult ki a 67. pozícióban, prolin helyére hisztidin került. A szarvasmarha házasítása során tartott állományok béta-kazein típusa A2 változat volt, az A1 változat néhány ezer évvel ezelőtt pontmutáció miatt alakult ki, ezért az A1 típus jellemzően az európai állományokban mutatható ki (Singh és mtsai, 2018). Holstein-fríz populációkban az A1 és A2 variánsok körülbelül egyenlő arányban vannak jelen, míg például a jersey esetében az A2 arány valamivel magasabb. Az anyatej, a kecsketej, a juhtej és más fajok teje A2 típusúnak mondható, prolinnal az ekvivalens pozícióban. Az a tej, amiben 100 százalék az A2 béta-kazein aránya, A2 tejként azonosítható és értékesíthető. Amit a boltokban hagyományos tejként vásárolunk meg, abban túlnyomó részt A1 béta-kazein található, és A1 tejnek minősül.

A korábbi vizsgálatok alapján az A1 és A2 tejfehérjék az emésztés során másképp viselkednek az eltérő aminosav-összetétel miatt. Az A1 béta-kazein aminosavlánc esetén a normál enzimatis emésztés során, már említett pozícióban található változás miatt, bioaktív opiátok keletkeznek (béta-kazomorfin – BCM; a legismertebb ezek közül a BCM7). A BCM7 egy hét aminosavból álló peptid. Az A2 betakazein aminosavlánc lebontásakor nem mutatható ki a BCM7 a vérből (Jianqin és mtsai, 2016).

A béta-kazeinnek a tejben történő megjelenését az allélok határozzák meg, az összes egyed két allélt hordoz. Ezek az allélok ebben az esetben kodominánsak, ami azt jelenti, hogy azok az egyedek, amelyek mindkét allélt hordozzák – heterozigóták –, minden fehérje típust egyaránt termelik, míg azok, amelyek homozigóták, csak egy típust. Ez azt jelenti, hogy A2 homozigóta állományt kizárólag csak genetikai szelekció során kaphatunk. A tejtermelő állatok A1A1, A1A2 vagy A2A2 genotípussal rendelkezhetnek. Egyedül az A2A2 egyedek azok, amelyeket A2-es tej termelésére foghatunk, mivel az A1A2 egyedek A1 és A2 béta-kazeinnel kevert tejet termelnek. Az állat genotípusának meghatározása kizárólag genetikai teszt során történhet.

A2 tej története és főbb élettani hatásai

Az A2-es tej története 1993-ba nyúlik vissza, amikor Robert Elliott, aki az új-zélandi Auckland Egyetem professzora, a szamoai gyerekek körében az I. típusú cukorbetegség gyakoriságát kezdte vizsgálni. Arra figyelt fel, hogy a Szamoán élő gyerekekhez képest az Új-Zélandon élő szamoai gyerekek közt gyakoribb az I. típusú cukorbetegség. A kutató az életmódban kereste a különbségeket, és a tehéntej fogyasztásra terelődött a figyelme. A vizsgálatainak eredményei az sugallják, hogy a fejlett világban az I. típusú cukorbetegség országokon belüli változatainak több mint 80 százaléka magyarázható az A1 béta-kazein bevitelével. Azt viszont figyelembe kell venni, hogy az I. típusú diabétesz kialakulásának háttere mindmáig nem egyértelmű. Az I. típusú cukorbetegség egy autoimmun folyamat által befolyásolt, de számos különböző más tényező is szerepet játszanak (pl. genetika, egyéb környezeti hatások) a betegség kialakulásában. Az Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság (EFSA) 2009-ben megjelent kiadványa szerint az ok-okozati összefüggés az étrendi BCM7-bevitel, valamint rokon peptidek vagy azok fehérje elővegyületei és a nem fertőző megbetegedés kialakulása között nem bizonyított (EFSA, 2009). Azóta már számos közlemény foglalkozott az A1 béta-kazein bevitel és az I. típusú cukorbetegség közötti összefüggéssel (Chia és mtsai, 2017). Ezen túlmenően számos vizsgálat eredményei azt sugallják, hogy a BCM7 peptid több humán megbetegedés kialakulásának kockázati tényezője, ideértve az emésztési problémákat (He és mtsai, 2017), szív- és érrendszeri megbetegedéseket (McLachlan, 2001), illetve egyes autoimmun megbetegedéseket is (Jianqin és mtsai, 2016).

Az A2 béta-kazeinre vonatkozó új tudományos eredményeket követően 2000-ben Corran McLachlan megalapította Új-Zélandon a „The a2 Milk Company™” vállalkozást. A „The a2 Milk Company™” a legnagyobb ausztrál tulajdonú tejtermék márka, és mintegy 30 olyan hitelesített tejtermelő üzem van, ahol kizárólag nyers és természetes 'a2 Milk™' tejet termelnek, kifejezetten erre a célra szelektált tehennel. A „The a2 Milk Company Limited”- nek jelenleg több, mint 10 százalékos részesedése van az ausztrál tejpiacon (Fernández-Rico és mtsai, 2022). A „The a2 Milk Company” 2003 augusztusában átadta a szabadalmi és márka jogokat az egyesült államokbeli „Ideasphere Incorporated” (ISI) számára, hogy „a2 Milk” termékeket forgalmazzanak Észak-Amerikában (A2 Corporation, 2004). A „The a2 Milk Company” közös vállalatot hozott létre a legnagyobb brit tejfelvásárlóval (Müller Wiseman Dairies) 2011 novemberében, hogy gyártsa, forgalmazza és értékesítse az „a2 Milk” termékeket Angliában és Írországban (Ooi, 2011). A további terjeszkedést jól mutatja, hogy a 'The a2 Milk Company' csecsemők számára is fogyasztható 'a2 Platinum' tejterméke 2013-ban jelent meg először Kínában (Adams, 2014).

Az A2 tej termelésének lehetőségei

A különböző szarvasmarha fajták teje eltérő mértékű A2 beta-kazein tartalmú. A legfontosabb szarvasmarha fajtákat összehasonlítva, genetikai tesztek alapján, a legmagasabb A2 béta-kazein arány a guernsey tejében található, majd csökkenő sorrendben a svájci borzderes, az ayrshire, a jersey, a tejelő shorthorn és a holstein-fríz fajták következnek (Woodford, 2011). A holstein-fríz a világ legtöbb tejet termelő fajtájaként ismert. Hazánkban a holstein-fríz tehének átlagos laktációs tejtermelése meghaladta a 10 ezer kg-ot, 3,65 % tejzsír- és 3,3 % tejfehérje tartalom mellett (Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete, 2023). Ugyanakkor az A2-es típusú tej termelése esetén figyelembe kell venni, hogy nagy termelése mellett, a korábbi összehasonlító vizsgálatok alapján, a tejelő fajták közül ez a fajta rendelkezik a legalacsonyabb béta-kazein aránnyal. A jersey fajta könnyen alkalmazkodik a változó éghajlati és földrajzi tényezőkhöz. Ez a fajta testsúlyra vonatkoztatva fajlagosan több tejet termel, mint bármely másik fajta. Kedvező beltartalmi értékű tejet termel, aminek fehérje- és kalciumtartalma, más fajtákkal összehasonlítva, jelentősen nagyobb (Béri, 2013). Az A2-es típusú tej termelése szempontjából fontos, hogy ebben a fajtában nagy arányban található meg az A2 béta-kazein gén (Kaminski és mtsai, 2007). Itt kell megemlítenünk egy, a szarvasmarha-félék közé tartozó olyan háziállatot is, amelyik nagy eséllyel képes A2 típusú tej termelésére, valamint egyre szélesebb körben terjed el. A zebu (*Bos indicus*) vagy púpos tulok egy indiai eredetű változata a házasított szarvasmarhának. A zebu marján púp található, lebernyege nagy, fülei lelógók. Számos fajtája ismert, amelyek mindegyike jól alkalmazkodott a szélsőséges trópusi-szubtrópusi környezethez. Gyakran használják tejelő tehénként annak ellenére, hogy tejtermelése jóval alacsonyabb, mint az európai tejelő fajtáké (Bodnár és mtsai, 2012).

Az A2A2 genotípus tejre és a tej összetételére gyakorolt hatásairól még viszonylag kevés számú közlemény született. A tej mennyiségére és a tej zsírtartalmára vonatkozó irodalmi eredmények ellentmondóak, több tulajdonság esetén az A2A2 genotípusnak kedvező hatása van a tej egyes tulajdonságaira, de meg kell említeni, hogy az alvadási tulajdonságokra kedvezőtlenül hat (1. táblázat).

1. táblázat: Az A2A2 genotípus hatása a tejtermelésre és a tej néhány tulajdonságára

Tulajdonságok	A2 genotípus hatása	Szerzők
Tejtermelés	csökkent nem volt hatása	<i>Hanusová és mtsai, 2010</i> <i>Duifhuis-Rivera és mtsai, 2014</i>
	növekedett	<i>Kumar és mtsai, 2019</i>
Tejzsír tartalom	nagyobb	<i>Hanusová és mtsai, 2010</i>
	kisebb	<i>Ikonen és mtsai, 1999</i>
Tejfehérje tartalom	nagyobb	<i>Comin és mtsai, 2008</i>
Alvadási tulajdonságok	kedvezőtlenebb	<i>Bisutti és mtsai, 2022</i>
Zsírgolyócskák átmérője	kisebb	<i>Perna és mtsai, 2016</i>
Tejzsír PUFA tartalma	nagyobb	<i>Perna és mtsai, 2016</i>

PUFA= többszörösen telítetlen zsírsavak

Egyes magyarországi tejtermelő gazdaságok számára kitörési lehetőséget jelenthet a jövőben az A2 típusú tej termelésére irányuló szelekció. Az A2 tej termelés megkezdéséhez nyújthat segítséget egy egyszerű, ám széles körű és több szempontot figyelembe vevő SWOT-analízis megalkotásával (*Bodnár és mtsai, 2018*). A vizsgálat lényege, hogy négy szempont alapján csoportosítja a vizsgált tényező (jelen esetben az A2 tej termelése) jellemzőit. Az általunk elvégzett SWOT analízis eredményét a 2. táblázatban ismertetjük.

A SWOT-analízist alapul véve elmondhatjuk, hogy a legfontosabb kérdés a marketing stratégia és a fogyasztói igény felmérése. Az egyértelmű, hogy hazánkban jelenleg alig, vagy csak kevesek számára ismert az A2 típusú tej. Éppen ezért a potenciális fogyasztóknak jóval több információra van szükségük az A2-es tejről. Az A2 tejre vonatkozó ismeretek terjesztése mellett annak esetleges egészségvédő hatására is célszerű lenne felhívni a fogyasztók figyelmét. Ezen túlmenően a potenciális tejtermelő vállalkozások tájékoztatása és az A2 tejben rejlő lehetőségeik megismertetése is jelentős feladat.

Az A2 tej előállításának első lépése az állománytól minták gyűjtése genetikai vizsgálatra. A mintákat a fülszorból vagy fülporcból gyűjtik. Az eredmények alapján a megfelelő genotípusú állatokat kell kiválogatni. A termelt A2 tejet külön kell gyűjteni, amennyiben nem csak A2A2 genotípusú teheneket fejnek a gazdaságban. A következő generáció előállítása érdekében a kiválasztott teheneket A2A2 genotípusú bikától származó örökítőanyaggal szükséges termékenyíteni (akár normál, akár szexált örökítő anyag használatával), a felnevelt üszöket be lehet vonni az A2 tej termelésébe.

2. táblázat: SWOT analízis az A2 tej termelésének lehetőségeiről

Erősségek (S)	Gyengeségek (W)
<ul style="list-style-type: none"> • egészségvédelem • új kutatási és befektetési terület • nem igényel más tartástechnológiát • piaci előny • mérsékelt kockázat („hagyományos” tejként is értékesíthető) 	<ul style="list-style-type: none"> • szelekciós költségek • fajták közötti eltérések • megtérülési idő hosszabb (lehet) • a genetikai átállás időigénye
<p>Lehetőségek (O)</p> <ul style="list-style-type: none"> • kiaknázatlan piac • drágább eladási ár • új tenyésztés-szervezési szemlélet • külföldi felvevőpiac • fejlesztési lehetőségek, modernizáció 	<p>Veszélyek (T)</p> <ul style="list-style-type: none"> • jelenleg nincs marketing • vásárlók részéről ismeretlen termék • jelenleg szerény felvevőpiac • gazdálkodók passzivitása • nem támogatott

Következtetések

Az A2 tej termelése és fogyasztása nagy valószínűséggel Magyarországon is teret fog hódítani, melynek háttérében az A2 tej fogyasztásának kedvező egészségügyi előnyei és az előállításának egyszerű megvalósíthatósága áll.

Köszönetnyilvánítás

A munkánkat a „Táplálkozásfiziológiai szempontból széleskörűen akceptált ipari tej előállítását támogató technológiák fejlesztése molekuláris biológiai eszközökkel (2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-00305).” című pályázat támogatta.

Irodalom

- Adams C. (2014). Lion relaunch a bid to slow A2 growth. The New Zealand Herald. Auckland. 7th June 2014.
- Béri B. (2013). A koncentrált tej termelésének lehetősége és helyzete. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 62, 4, 374-383.
- Bisutti V., Pegolo S., Giannuzzi D., Mota L.F.M., Vanzin A., Toscano A., Trevisi E., Ajmone Marsan, P., Brasca M., Cecchinato A. (2022). The β -casein (CSN2) A2 allelic variant alters milk protein profile and slightly worsens coagulation properties in Holstein cows. *J Dairy Sci.* 105, 3794–3809.

- Bodnár Á., Prágai A., Kovács A. (2012). A zebu (*Bos indicus*) és keresztezési lehetőségei: a santa gertrudis kialakulása és használata egyes helyi fajták javításában. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 8, 1, 118-126.
- Bodnár Á., Hajzser A., Egerszegi I., Póti P., Kuchtfk J., Pajor F. (2018). A2 milk and its importance in dairy production and global market. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 14, 1, 1-7.
- Chia J.S.J., McRae J.L., Kukuljan S., Woodford K., Elliott R.B., Swinburn B., Dwyer K.M. (2007). A1 beta-casein milk protein and other environmental pre-disposing factors for type 1 diabetes. *Nutr. Diabetes*, 7, e274.
- Comin A., Cassandro M., Chessa S., Ojala M., Dal Zotto R., de Marchi M., Carnier P., Gallo L., Pagnacco G., Bittante G. (2008). Effects of composite β - and κ -Casein genotypes on milk coagulation, quality, and yield traits in Italian Holstein cows. *J Dairy Sci.* 91, 4022-4027.
- Duifhuis-Rivera T., Lemus-Flores C., Ayala-Valdovinos M.A., Sánchez-Chiprés D.R., Galindo-García, J., Mejía-Martínez K., González-Covarrubias E. (2014). Polymorphisms in beta and kappa-casein are not associated with milk production in two highly technified populations of Holstein cattle in Mexico. *J Anim Plant Sci.* 24, 1316-1321.
- EFSA (2009). Review of the potential health impact of β -casomorphins and related peptides. European Food Safety Authority, EFSA Scientific Report, 231, 1-107. https://www.ruminantia.it/wp-content/uploads/2017/03/EFSA-2009-EFSA_Journal.pdf.
- Fernández-Rico S., Mondragón A.d.C., López-Santamarina A., Cardelle-Cobas A., Regal P., Lamas A., Ibarra I.S., Cepeda A., Miranda J.M. (2022). A2 Milk: New Perspectives for Food Technology and Human Health. *Foods*, 11, 2387
- Giribaldi M., Lamberti C., Cirrincione S., Giuffrida M.G., Cavallarin L. (2022). A2 milk and BCM-7 peptide as emerging parameters of milk quality. *Front Nutr.* 9, 842375.
- Hanusová E., Huba J., Oravcová M., Polák P., Vrtková I. (2010). Genetic variants of beta-casein in Holstein dairy cattle in Slovakia. *Slovak J Anim Sci.* 43, 63-66.
- He M., Sun J., Jiang Z. Q., Yang Y. X. (2017). Effects of cow's milk beta-casein variants on symptoms of milk intolerance in Chinese adults: A multicentre, randomised controlled study. *Nutr J.* 16, 72.
- Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete (2023). Laktációs termelések – Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete. <https://www.holstein.hu/teb/lakt.pdf>
- Ikonen T., Ojala M., Ruottinen O. (1999). Associations between milk protein polymorphism and first lactation milk production traits in Finnish Ayrshire cows. *J Dairy Sci.* 82, 1026-1033.
- Jianqin S., Leiming X., Lu X., Yelland G.W., Ni J., Clarke A.J. (2016). Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk. *Nutr J.* 15, 35.
- Kaminski S., Cieslinska A., Kostyra E. (2007). Polymorphism of bovine beta casein and its potential effect on human health. *J Appl Gen.* 48, 3, 189-98.
- Kumar A., Singh R.V., Chauhan A., Ilayakumar K., Kumar S., Kumar A., Sonwane A., Kumar S., Panigrahi M., Bhushan B. (2019). Genetic association analysis reveals significant effect of β -casein A1/A2 loci on production and reproduction traits in Frieswal crossbred cows. *Biol Rhythm Res.* 51, 1259-1272.

- McLachlan C.N.S. (2001). β -casein A1, ischaemic heart disease mortality, and other illnesses. *Med Hypotheses*, 56, 2, 262–272.
- Ooi T. (2011). A2 deal has milk pouring into UK. *The Australian*, 16 November 2011. p. 41.
- Perna A., Intaglietta I., Simonetti A., Gambacorta E. (2016). The influence of casein haplotype on morphometric characteristics of fat globules and fatty acid composition of milk in Italian Holstein cows. *J Dairy Sci*. 99, 2512–2519.
- Woodford K. (2011). Milk proteins and human health: A1 versus A2 Beta-casein. General Practitioners Conference, Sydney, 22 May 2011

MIT IS ESZÜNK? - FOGYASZTÓI TRENDEK ÉS ATTITŰDÖK A MAGYAR LAKOSSÁG KÖRÉBEN

GUBICKSÓNÉ KISBENEDEK ANDREA

PTE- ETK Táplálkozástudományi és Dietetikai Intézet

andrea@etk.pte.hu

Összefoglalás

Magyarországon, a vezető halálokok között a szív- és érrendszeri, valamint a daganatos megbetegedések szerepelnek az első helyeken, ezek kockázati tényezői között pedig az elhízás szerepel. A kutatásunk célja volt, hogy megismerjük azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják az egészséges felnőttek ételválasztási szokásait. Továbbá a kor, az iskolai végzettség, a munkavégzés fajtája, a lakóhely típusa, a családi állapot hogyan befolyásolja és mennyire van hatással az ételválasztási attitűdjeire. Az eredmények szerint az étel állaga, finom íze, könnyű elérhetősége, gyors elkészítése, jó ár-érték aránya fontosabb, mint annak tápláló hatása, kevés kalóriatartalma, alacsony zsírtartalma, adalékanyag mentessége, de még olcsó ára is. A média befolyásoló hatását az ételválasztás során elhanyagolható a válaszadók többségénél. Az átlagon felüli jövedelemmel rendelkezőknek, valamint a nőknek fontos az ételválasztás során az ételválasztás egészséges tulajdonsága. A tudatos étkezésre nehéz átállni, előnyösebb helyzetben lehetnek a párkapcsolatban élő férfiak, így nagyobb esélyük lehet új, egészségesebb, adalékanyagoktól mentes, megfelelő fehérje-, magasabb vitamin- és ásványianyag-tartalmú ételek fogyasztására, amennyiben párjuk erre nyitott.

In Hungary, the main causes of death are cardiovascular and cancer diseases, and their risk factors are obesity. The aim of our research was to seek the factors that influence the food choice habits of healthy adults. Furthermore, how the age, the education, the type of work, the family affect the food choice attitudes. According to the results, foods texture, delicious taste, easy availability, quick preparation, good price are more important than its nutritious effect, low calorie content, additive free being, or cheap price. The influence of the media on food choices is negligible for the majority of respondes. For those with above-average incomes, as well as for women, the healthiness of food is important. It is difficult to convert to conscious consumer, in this case men in a relationship can be in a more advantageous position, they have a better chance to eat healthier, additive-free food with adequate protein, higher vitamin and mineral content, if their partner is open to that.

Bevezetés

A WHO szerint az elhízás megháromszorozódott az elmúlt időszakban, Magyarország sajnos igen előkelő helyet foglal el az európai országok közül ez a listán. E mellett a magyar lakosság körében a vezető halálokok között a szív- és érrendszeri, valamint a daganatos megbetegedések szerepelnek az első helyeken, ezek kockázati tényezői között pedig az elhízás szerepel. 2019-ben

volt átfogó felmérés a lakosság táplálkozási szokásairól (OTÁP, 2019), melyben lehet látni a fogyasztói szokások változását. Kevesebb zöldség- és gyümölcs-fogyasztás jellemzi a hazai lakosokat (zöldség 190 g, gyümölcs 149 g), csökkent 2014-hez képest. Csökkent továbbá a tej- és tejtermék-fogyasztás is 2014-hez képest 238 g-ra 245 g-ról, ezen belül változott a savanyított tejtermékek fogyasztása (33 g lett naponta), a sajt-fogyasztás emelkedett 25 g-ra, (19g-ról). Gabonafélék tekintetében a fogyasztás 226 g (enyhe emelkedés a 2014-eshez 216 g-ról) a teljeskiőrlésű termékek aránya 3%, ez csökkent 7%-ról. Húsokból naponta 113 g-ot, húskészítményekből 67 g-ot fogyasztunk, ezek 50%-a baromfi, 41%-a sertés, 5-7%-a vad, a szarvasmarhahús, a halhús elenyésző (8 g). Felvágottakból a soványakból (11 g), közepesen zsírosakból 32 g, zsírosakból 11 g a fogyasztás, összességében nőtt a kolbászt, szalámit fogyasztók aránya 13 g-ra. Ez valószínűleg az adalékanyagokkal szembeni előítéleteknek tudható be. Diófélék, olajos magvak 10%-át teszik ki a táplálkozásunknak, ezek fogyasztása 7%-ra emelkedett. A zsiradék-fogyasztás nem változott: 49 g/nap, 70% növényi eredetű zsiradékok fogyasztása a jellemző a hazai lakosságra. Bár a fogyasztás egyre tudatosabb és a nemzetközi trendek is jelen vannak, az egészséggel kapcsolatos információk, percepciók még felszínesek és a fogyasztók attitűdjeiben visszatükröződnek az általános közfelfogásban jelen lévő meggyőződések. A háztartáson belül megfigyelhetők a bevásárlási és főzési szokások, a meleg étel fogyasztás jelenléte, az étkezések gyakorisága, az ételvásárlásnál megjelenő preferált szempontok, kedvenc ételek, egészségtelen és egészséges ételek köre. Ide tartozik a házastárs, élettárs hatása is az étkezésre (*Mróz és Robertson, 2014*). A reklámdömping is megnehezítheti a dolgunkat az egészségesebb ételek választásában, hiszen több gyártó is kínál közel ugyanolyan minőségűnek tűnő termékeket, kérdés, hogy hihetünk-e a reklámok valóságtartalmában (*Márkus és mtsai, 2014*). A kutatásunk célja, hogy megismerjük azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják az egészséges felnőttek ételválasztási szokásait. Továbbá fontos meghatározni, hogy a kor, az iskolai végzettség, a munkavégzés fajtája, a lakóhely típusa, a családi állapot hogyan befolyásolja és mennyire van hatással az ételválasztási attitűdjeikre. Kérdéses, hogy az ételválasztási attitűdjeikre van-e olyan információk, esetleg elemek, amelyek felkeltik az érdeklődést és ha igen, akkor melyek ezek. Ezekon kívül az is lényeges, hogy az elmúlt időszakban kialakuló COVID járvány hatással volt-e az ételválasztási szokásainkra, kialakult-e a jellemző pánikszerű ételválasztási szokások (*Keller és Huszka, 2021*). Továbbá fontos az is, hogy lehet-e befolyásolható tényező az, hogy az egyén párkapcsolatban él, mert a párjuk erős hatást gyakorolhat az ételválasztási attitűdökre több szempontból is. (*Stephens és mtsai, 2018*). Kérdéses az ételválasztási attitűdök ára mint befolyásoló faktor, hogy a megkérdezettek ezt mennyire veszik figyelembe a vásárlás során és

inkább az olcsóbb vagy a drágább termékeket választják-e. Továbbá fontos a média (TV, internet, rádió) döntést befolyásoló hatása, illetve az ismerősök által szerzett információk is, amik hatást gyakorolhatnak az élelmiszer-vásárlás során. Lényeges szempont az is, hogy mennyire befolyásolja az élelmiszer-választást az, hogy az étel könnyen elkészíthető, könnyen beszerezhető a közeli boltokban, illetve, hogy milyen a megvásárolt élelmiszer tápanyagtartalma és az élelmiszer különböző tulajdonságai.

Anyag és módszerek

Egy kvantitatív és kvalitatív keresztmetszeti kutatást végeztünk Magyarország területén, 2021 májusa és augusztusa között. Célcsoportunk a 18. életévüket betöltött felnőttek voltak. A minta elemszáma 200 fő. A kutatás módszere nem véletlenszerű mintavételi módszer. Kizárási kritérium, ha az egyén mentálisan sérült, illetve, ha diétára szoruló krónikus, nem fertőző megbetegedésben szenved. Az információgyűjtést saját szerkesztésű online kérdőívvel végeztük el, 103 kérdéssel. A kérdőív magában foglalt egy szociodemográfiai kérdőívet, egy élelmiszerválasztási attitűd vizsgálati kérdőívet, egy étkezési szokásokra vonatkozó kérdőívet, illetve egy FFQ-t (Food Frequency Questionnaires). A szociodemográfiai kérdőívben rákérdeztünk a kitöltő korára, lakóhelyének típusára, iskolai végzettségére, átlagjövedelmi besorolására, munkájának jellegére, családi állapotára. Az élelmiszerválasztási attitűd-vizsgálati kérdőív egy validált nemzetközi kérdőív magyar nyelvre fordítva. Az étkezési szokásokra vonatkozó kérdőívben kitértünk azokra a kérdésekre, hogy hányszor és hol végzi az élelmiszer-vásárlást, hányszor étkezik egy nap. Az eredmények elemzéséhez és kiértékeléséhez leíró statisztikát, gyakoriságot, Khí-négyzet próbát, Kruskal-Wallis tesztet, Mann-Whitney tesztet, Spearman korrelációt alkalmaztunk, az SPSS program 26-os verziója segítségével. Az eredményeket szignifikánsnak akkor tekintettük, ha $p \leq 0,05$. Független változóink a kor, az iskolai végzettség, a lakóhely, a munkavégzés fajtája, a családi állapot, az átlagjövedelem. Függő változóink az élelmiszerválasztási attitűdök, az étkezések száma, az élelmiszerek fogyasztásának a gyakorisága, illetve, hogy az egyén végzi-e a bevásárlást.

Eredmények

Összesen 200 fő töltötte ki kérdőívünket 100 nő és 100 férfi, a résztvevők átlagéletkora $33,77 \pm 9,5$ év volt. A legfiatalabb válaszadó 18, míg a legidősebb 57 éves volt. A válaszadók közül senki nem szenvedett krónikus betegségben, viszont speciális diéta szempontjából 4 fő súlycsökkentő, 6 fő pedig laktózmentes étrendet követett. Foglalkoztatottság szempontjából a

válaszadók 83%-a teljes munkaidőben dolgozik / egyéni vállalkozó. A kitöltők 4%-a dolgozik részmunkaidőben, 2%-a nyugdíjas, 7%-a nappali tagozatos hallgató / egyetemi hallgató, 1%-a munkanélküli, míg 3%-a az „egyéb” kategóriát jelölte be a kérdőívben. Egészségi állapot szempontjából a válaszadók 2%-a rossznak, 35%-a tűrhetőnek, 55%-a jónak, 8%-a nagyon jónak tartotta az egészségi állapotát. Családi állapot alapján a kitöltők 24%-a nőtlen/hajadon/egyedülálló, 36%-a házasságban él, 26%-a élettársi kapcsolatban él, 12%-a elvált, 2%-a özvegy. Iskolai végzettséget nézve a kitöltők 6%-a rendelkezik alapfokú végzettséggel, 32%-a középfokú végzettséggel érettségi nélkül, 37%-a középfokú végzettséggel érettségivel, 12%-a felsőfokú végzettséggel diploma nélkül, 12%-a felsőfokú végzettséggel diplomával és 1%-a tudományos fokozattal rendelkezik. A kitöltők 30%-a naponta, 53%-a hetente, 14%-a havonta jár élelmiszert vásárolni, míg 3%-a az „egyéb” opciót választotta. A válaszadók 27%-a kisboltban, 57%-a szupermarketben, 16%-a hipermarketben intézi az élelmiszerek vásárlását. Élelmiszer-választás szempontjából a kitöltők 11%-át befolyásolta a COVID járvány, 74%-ára nem volt hatással, míg 15%-ára talán hatással bírt a kialakult járvány. A kérdőívben megkérdeztük, hogy milyen hatással van a média az élelmiszer vásárlás során az élelmiszerek választására. A válaszok alapján a kitöltők 25%-ára egyáltalán nincs hatással, 26%-át a válaszadóknak kis mértékben befolyásolja, 24%-át közepes mértékben befolyásolja, 19%-át nagyobb mértékben, míg 6%-át a kitöltőknek nagy mértékben befolyásolja a média. A csomagolás színe nem igazán fontos tényező (átlag-pontszám=2,21), míg az élettárs/házastárs döntésének (átlag-pontszám=2,55) jelentősebb befolyása van az élelmiszer-választásra férfiak estében, nőknél hatás nem figyelhető meg. A leginkább fontos tényezők, amik alapján élelmiszert választanak a megkérdezett férfiak, a finom íz, kellemes állag, könnyű elérhetőség, gyors elkészíthetőség, jó ár-érték arány, esztétikus kinézet, kellemes érzéssel tölti el az elfogyasztása. Az árnak (átlag-pontszám=3,95), mint befolyásoló tényezőnek meglehetősen fontos szerepe van, továbbá ugyancsak jelentős szempont a termék jó ár-érték aránya (átlag-pontszám=4,2) is. Az egyes élelmiszer tulajdonságok közül a legfontosabbnak a könnyű elkészíthetőség (pontszám-átlaga 3,9) és beszerezhetőség (pontszám-átlaga 4,1), finom íz (pontszám-átlaga 4,7), kellemes állag (pontszám-átlaga 4,2) bizonyult. A megkérdezett nők az egészségre gyakorolt pozitív hatás (kevés kalória, kevesebb zsír, hozzáadott cukor), finom íz, könnyű beszerezhetőség, jó ár-érték arány, gyors elkészíthetőség, esztétikus kinézet szempontokat tartják fontosnak az élelmiszer-választás során. Nem kifejezetten releváns sem a nőknél, sem a férfiaknál az adalékanyag-mentesség, az étel vitamin- és ásványianyag-tartalma és a magas fehérjetartalom. Meglepően nem fontos egyik nem esetében sem az élelmiszer környezetbarát csomagolása, illetve

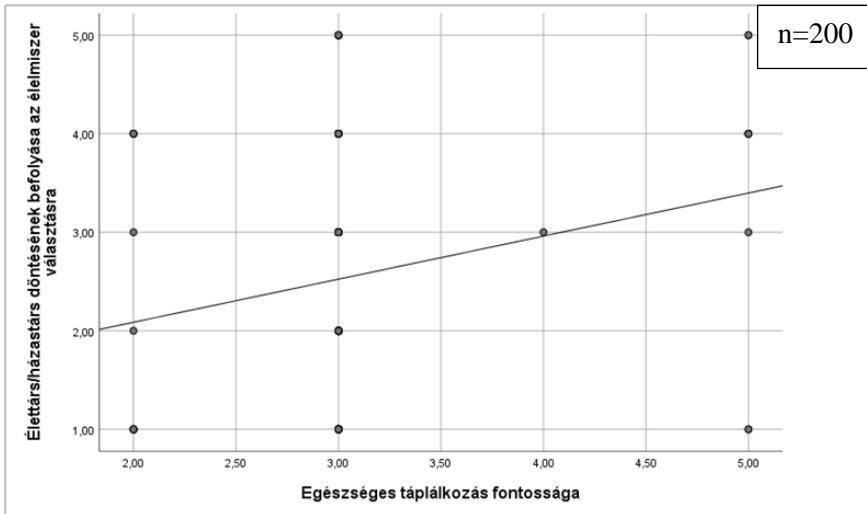
származási helye. Az élelmiszer tápláló tulajdonsága ($p=0,004$) és a magas fehérjetartalma ($p=0,020$) elsősorban a felsőfokú végzettséggel rendelkezőknek fontosabb, míg az élelmiszer éber állapotban tartó hatásának ($p=0,035$) fontossága a középfokú végzettséggel rendelkezőknek lényegesebb. A termék kikapcsolódást elősegítő ($p=0,013$) hatása legkevésbé az alacsony iskolai végzettségűeknek jelentős. A szellemi munkát végzőknél a legfontosabb az élelmiszer választás során az esztétikus kinézet ($p=0,006$), azonban a fizikai munkát végzőknek is lényeges, míg a nem dolgozóknak ez kevésbé fontos szempont. Az élelmiszer alacsonyabb kalóriatartalma ($p=0,010$) és egészségességének fontossága ($p=0,008$) elsősorban a szellemi munkát végzőknek jelentősebb. A termék magas fehérjetartalma ($p=0,002$) a nem dolgozóknál lényegesebb szempont, míg a fizikai munkát végzőknek ez a legkevésbé fontos. Eredményeink alapján az életkor előrehaladtával nő az élelmiszer kellemes állagának ($p=0,021$) ($R=0,231$) (1. ábra) és származási helyének ($p=0,047$) ($R=0,199$) (2. ábra) fontossága a vásárlások során.

Átlagjövedelem szempontjából (a KSH adatai alapján a bruttó átlagkereset Magyarországon 2020 decemberében 449 400 Ft) az átlag feletti jövedelemmel rendelkezőknél jelentősen fontosabb az élelmiszer alacsony kalóriatartalma ($p=0,014$) és a csomagolás színe ($p=0,005$) a bevásárlás során, mint az átlag alatti jövedelemmel rendelkezőknek. Az átlagos és az átlag alatti jövedelemmel rendelkezőknek lényegesebb, hogy az adott élelmiszer ára ne legyen túl magas ($p=0,007$), míg az átlag feletti jövedelműeknek ez kevésbé releváns. Az átlag alatti jövedelemmel rendelkezőknek a legkevésbé fontos az egészséges táplálkozás ($p=0,006$). Az FFQ (Food Frequency Questionnaires) eredményei alapján, a családi állapot szerint a kapcsolatban élő férfiak gyakrabban fogyasztanak halat, illetve halkészítményeket mint az egyedülállók, átlagosan havi 1-3 alkalommal ($p=0,032$). Az eredmények alapján egészséges táplálkozás fontossága nő az élettárs/házastárs élelmiszer-választást befolyásoló döntésének hatására ($p=0,034$) ($R=0,212$)

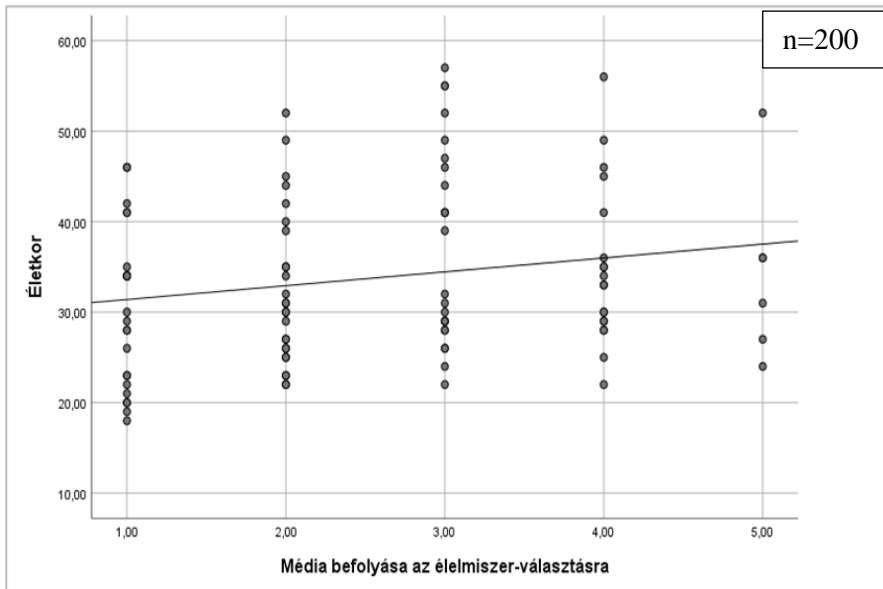
A média (TV, internet, rádió) befolyása az élelmiszer-választásra kismértékben emelkedik az életkor előrehaladtával ($p=0,041$) ($R=0,205$) (2. ábra).

Megbeszélés

Kutatásunk célja volt, hogy megismerjük azokat a tényezőket az egészséges felnőttek körében, amelyek befolyásolják az élelmiszer-választást.



1. ábra: Az élettárs/házastárs döntésének befolyása és az egészséges táplálkozás fontossága közötti összefüggés



2. ábra: Az életkor és a média befolyása közötti összefüggés

Az eredmények alapján kijelenthető, hogy az étel állaga, finom íze, könnyű elérhetősége, gyors elkészítése, jó ár-érték aránya fontosabb, mint annak tápláló hatása, kevés kalóriatartalma, alacsony zsírtartalma, adalékanyag-mentessége, de még olcsó ára is. Az élelmiszerek környezetbarát csomagolás

előnyeire és a származási hely fontosságára úgy gondolom, hogy még nem vetül elég figyelem manapság. Az átlagon felüli jövedelemmel rendelkezőknek, valamint a nőknek fontos az ételválasztás során az étel egészséges tulajdonsága. *Malota és mtsai* (2019) tanulmányának fő kérdései, hogy mennyire fontos a fogyasztóknak az egészséges táplálkozás, milyen percepcióik vannak ezzel kapcsolatban és milyen étkezési magatartást követnek. Az eredményeik alapján megállapítható, hogy a megkérdezetteknek az étkezéssel kapcsolatosan az elsődleges szempont az étel élvezeti előnyei, de fontos még az étel ízletessége és finomsága is. Továbbá az eredményeikből az is kiderült, hogy az iskolai végzettség alapján minél magasabb végzettségű a személy, annál egészségesebbnek tartja az általa elfogyasztott ételeket. Kutatásunkban csakugyan hasonló eredményekre jutottunk, mivel a leginkább fontos tényezők, amik alapján ételmiszert választanak a megkérdezettek, a finom íz, kellemes állag, könnyű elérhetőség, gyors elkészíthetőség, jó ár-érték arány, esztétikus kinézet, továbbá, hogy kellemes érzéssel tölti el az elfogyasztása. Eredményeink alapján nem igazán veszik figyelembe a médiát, mint befolyásoló hatást az ételválasztás során és ez elhanyagolható a megkérdezettek többségénél, azonban az életkor előrehaladtával kismértékben nő a befolyása. Hasonló eredményeket mutat *Márkus és mtsai* (2014) kutatása, amelynek célja a reklámok fogyasztói magatartást befolyásoló hatásának a bizonyítása. Az eredményeik alapján megállapítható, hogy a megkérdezettek kevesbé érvényesülnek a TV-ben elhangzó reklámok, mint az egész lakosságra. Reklámkerülés szempontjából a nemek eredményei közel azonosak voltak. Az emberek nagy része úgy gondolja, hogy a reklámok nem hasznosak és ezt a megkérdezettek háromnegyede igazolta. A reklámokról kialakult vélemények tanulmányozása azt mutatja, hogy a megkérdezettek nagy része negatívan vélekedik a reklámokról és annak hatásait nem ismerik el. Kutatásunkban azzal kapcsolatban is megkérdeztük az alanyainkat, hogy az újonnan kialakult COVID járvány befolyásolta-e az ételválasztási szokásaikat. A megkérdezettek 74%-át nem befolyásolta a járvány az ételválasztásban, tehát kijelenthető, hogy a megkérdezettek többségére nincs hatással a bevásárlás során. A mai rohanó, feszes tempójú, problémákkal, stresszel teli világban nem csoda, hogy az egyik legnagyobb számban nagyon fontosnak tartják az ételvásárlásánál, fogyasztásánál a finom ízt. A könnyen elérhető, gyorsan elkészíthető, számukra vonzó állagú, esztétikailag megfelelő, jó ár-érték arányú ételmiszereket beszerzik, szívesen fogyasztják. Az étel nemcsak szükséges a létfenntartáshoz, de stresszoldó hatású is, így, ha egy hosszú nap végén valami finomat esznek, pozitív gondolatokkal telíthetnek, jobb hangulatba kerülhetnek. Ezt bizonyíthatja, hogy szintén magas pontszámot ért el az a megállapítás, hogy az étel elfogyasztása kellemes érzéssel tölti el a válaszadót. Biztató, hogy nem elhanyagolható az igényük arra, hogy azon kívül, hogy az étel

tápláló, az egészséges is legyen. A tudatos étkezésre nehéz átállni, fontos az ismerős élelmiszerek vásárlása, amelyek nem biztos, hogy az alacsony zsír- és kalóriatartalmúak. Ebből a szempontból előnyösebb helyzetben lehetnek a párkapcsolatban élő férfiak, hiszen ők legtöbbször nem maguk gondoskodnak az ételekről, így nagyobb esélyük lehet új, egészségesebb, adalékanyagoktól mentes, megfelelő fehérje-, magasabb vitamin- és ásványianyag-tartalmú ételek fogyasztására, amennyiben párjuk erre nyitott.

Következtetések

Az étel állaga, finom íze, könnyű elérhetősége, gyors elkészítése, jó ár-érték aránya fontosabb, mint annak tápláló hatása, kevés kalóriatartalma, alacsony zsírtartalma, adalékanyag mentessége, de még olcsó ára is. Az átlagon felüli jövedelemmel rendelkezőknek, valamint a nőknek fontos az élelmiszer választás során az élelmiszer egészséges tulajdonsága. A média, befolyásoló hatása az élelmiszer választás során elhanyagolható többségnél, azonban az életkor előrehaladtával kismértékben nő a befolyása. A megkérdezettek kevésbé érvényesülnek a TV-ben elhangzó reklámok. A megkérdezettek többsége esetében a COVID járvány a bevásárlási szokásokat lényegesen nem befolyásolta. Nagyon fontosnak tartják az élelmiszer vásárlásánál, fogyasztásánál a finom ízt. Az étel nemcsak szükséges a létfenntartáshoz, de stresszoldó hatású is, jobb hangulatba kerülhetnek fogyasztásakor. Biztató, hogy nem elhanyagolható az igény arra, hogy ezen kívül, hogy az étel tápláló, egészséges is legyen. A tudatos étkezésre átálláskor a párkapcsolatban élő férfiak vannak előnyben, amennyiben párjuk erre nyitott, így nagyobb esélyük lehet új, egészségesebb, adalékanyagoktól mentes, megfelelő fehérje-, magasabb vitamin- és ásványianyag-tartalmú ételek fogyasztására.

Irodalom

- Keller V., Huszka P. (2021). Élelmiszer-vásárlási szokások a koronavírus-járvány második hullámában. *Gazdálkodás*, 62(2), 158–171.
- Malota E., Gyulavári T., Bogáromi E. (2019). „Az vagy, amit megeszel” - a hazai fogyasztók egészséges táplálkozással kapcsolatos percepciói és attitűdjei. *Vezetéstudomány - Budapest Management Review*, 50 (1), 80–88.
- Márkus M., Szűcs E., Takács T., Matkó A. (2014). A reklámok befolyásoló hatása. *Debreceni Műszaki Közlemények*, 2014/2. 1–20.
- Mróz, L.W. Robertson, S. (2014). Gender Relations and Couple Negotiations of British Men's Food Practice Changes after Prostate Cancer. *Appetite*, 84. 113–119.
- Stephens, L.D., Crawford, D., Thornton, L., Olstad, D.L., Morgan, P.J., Lenthe, F., Ball, K. (2018). A qualitative study of the drivers of socioeconomic inequalities in men's eating behaviours. *BMC Public Health*, 18(1257), 1–12.

NÖVÉNYI ALAPÚ ÉTRENDK –ELŐNYÖK, HÁTRÁNYOK, KOCKÁZATOK, LEHETŐSÉGEK

SZABÓ ZOLTÁN, POLYÁK ÉVA

Pécsi Tudományegyetem, Egészségtudományi Kar, Táplálkozástudományi és
Dietetikai Intézet

zoltan.szabo@etk.pte.hu

Összefoglalás

A növényi alapú étrendek kapcsán számos kérdés vetődik fel mind a laikusok, mind a szakemberek között. Ennek a tanulmánynak a célja, hogy röviden bemutassa azokat a releváns kérdéseket, amelyek felmerülhetnek a növényi alapú étrendek kapcsán. A témakör objektív bemutatása mellett előre mutató gondolatokat is megfogalmaztunk, amelynek célja, hogy elősegítse az agrártudományi és egészségtudományi szekciók közeledését.

There are many questions raised about plant-based diets among both laypeople and professionals. The purpose of this study is to give a short introduction of the relevant topics that may arise in relation to plant-based diets. In addition, we have also formulated forward-thinking ideas aimed at promoting the convergence of agricultural science and health science sections.

Bevezetés

A növényi alapú étrendek népszerűségének növekvő térhódítása szemmel látható a lakosság körében. Számos táplálkozási irányzat gyűjtőfogalma. Általános értelemben véve olyan étrendeket takar, amelyekben csökkentik vagy teljesen elhagyják az állati eredetű élelmiszereket, valamint hasonlóan csökkentik vagy teljesen kerülnek a magasan feldolgozott élelmiszerek fogyasztását is. Mindemellett ezeknek az étrendeknek közös metszéspontja a teljes értékű, nem vagy kevésbé feldolgozott növényi eredetű élelmiszerek fogyasztásának előtérbe helyezése (gyümölcsök, zöldségek, teljes kiőrlésű gabonák, hüvelyesek és olajos magvak).

Mind a laikus, mind a tudományos köztudatban még mindig számos sztereotíp előítélet és negatív képzettársítás él ezekkel az étrendekkel szemben, amelyek nehezítik számos problémakör (akár egészségügyi, akár gazdasági jellegű) objektív megítélését. Ennek a tanulmánynak a célja, hogy objektíven bemutassa ezen étrendi irányzatokhoz kapcsolódóan azok előnyeit, valós hátrányait és azokat a potenciális lehetőségeket, amelyek mentén az egészségtudományi és agrártudományi szakemberek között olyan párbeszéd alakítható ki, amely

korunk újfajta kihívásaival szemben átgondolt és tudományosan megalapozott válaszokkal szolgál.

Lehet-e egészséges a növényi alapú étrend?

„A Táplálkozástudományi és Dietetikai Akadémia álláspontja szerint a megfelelően tervezett vegetáriánus - beleértve a vegánt - étrendek egészségesek, táplálkozástanilag megfelelőek, és előnyöket jelenthetnek bizonyos betegségek megelőzésében és kezelésében. Ezek az étrendek minden életszakaszban megfelelőek, beleértve a terhességet, a szoptatást, a csecsemőkort, a gyermekkort, a serdülőkort, az időskort, valamint a sportolókat. A növényi alapú étrendek környezetbarátabbak, mint az állati termékekben gazdag étrendek, mert kevesebb természeti erőforrást használnak fel, és kevesebb környezeti kárral járnak.” (Melina és mtsai, 2016) Ehhez hasonló állásfoglalást olvashatunk például a Kanadai Dietetikusok Szakmai Szervezetétől (*American Dietetic Association és Dietitians of Canada* (2003) vagy az Egyesült Királyság Dietetikusainak Szakmai Szövetségétől (*British Dietetic Association*, (2024), csak hogy néhányat emeljünk ki a teljesség igénye nélkül. Ezek a nagymúltú és mértékletes szakmai szervezetek felhívják a figyelmet ezeknek az étrendeknek az előnyeire, ugyanakkor bizonyos makro- és mikrotápanyagok tekintetében javaslatokat fogalmaznak meg. Ezek közül a legfontosabb a megfelelő energia ellátottság biztosítása, az ésszerű változatosság, a B₁₂-vitamin és a D-vitamin bevitel biztosítása.

A növényi alapú étrendek egészségügyi előnyei szerteágazóak, itt most csak a legfontosabbakat emeljük ki a teljesség igénye nélkül olyan szakirodalmi adatok alapján, amelyek szisztematikus áttekintésekből („metaanalízisek”) származnak. Az egészséges növényi alapú étrendek alkalmazása csökkenti a bármely okból bekövetkező halálozást (Jafari és mtsai, 2022), javítja a szív-érrendszer egészségét (Gan és mtsai, 2021), csökkenti a gyomor-bélrendszeri daganatos megbetegedések kockázatát (Zhao és mtsai, 2022) és jelentősen csökkenti az általános daganatos betegségek kockázatát is (Dinu és mtsai, 2017), valamint csökkenti a 2-es típusú cukorbetegség kockázatát (Wang és Liu, 2023). Ezek mindegyike jelentős népegészségügyi probléma hazánkban is.

A növényi alapú étrendek vélt és valós buktatói

A növényi alapú étrendek kapcsán az első közkeletű, ugyanakkor szakmailag túlhaladott kérdés, hogy biztosítható-e általuk a megfelelő fehérjeellátottság? Ahogyan saját referátumunkból is kitűnik (*OTSZ Online*, 2020) minden teljes

értékű növényi élelmiszer tartalmazza az összes esszenciális aminosavat is (*Gardner és Hartle 2019, McDougall, 2002*). A növényi alapú élelmiszerek kapcsán a „komplett” és „inkomplett” jelzők félrevezetőek, hiszen a különböző növényi élelmiszerekből származó fehérje, amelyet a nap folyamán fogyasztanak, elegendő mennyiséget biztosít minden nélkülözhetetlen (esszenciális) aminosavból, amennyiben a kalóriaszükséglet is az igényeknek megfelelő (*Melina, 2016*).

Az állati eredetű fehérjék helyettesítése növényi eredetű fehérjeforrásokkal is egészségügyi előnyöket hordoz (*Huang és mtsai, 2020; Song és mtsai, 2016*).

A növényi eredetű élelmiszerekről korábban kialakított kedvezőtlenebb hasznosulást tekintve elmondhatjuk, hogy a modernebb módszerek segítségével felülvizsgált kép szerint az állati és a növényi eredetű fehérjék hasznosulása között csupán pár százaléknyi különbség van (*Mariotti és Gardner, 2019*).

A növényi alapú étrendek alkalmazása esetén ugyanakkor további lényeges odafigyelést igényel a D-vitamin valamint a B₁₂-vitamin megfelelő bevitelének biztosítása. Előbbi nem táplálkozástudományi kérdés, hiszen UV-B expozíció hiányában semmilyen táplálkozással sem biztosítható a megfelelő D-vitamin szint hazánkban, így a Hazai D-vitamin konszenzus értelmében mindenkinek szükséges ennek a hormonnak a külső bevitele (*Takacs és mtsai, 2022*). A B₁₂-vitamin *de novo* bioszintézisére kizárólag bizonyos mikroorganizmusok képesek (*Fang és mtsai, 2017*), azaz a többsejtű állatok (és ezen keresztül az állati eredetű élelmiszerek) csupán hordozói ennek a vitaminnak, semmint forrásai. Amennyiben csak lecsökkentik az állati eredetű élelmiszerek bevitelét (pl.: mediterrán típusú táplálkozási formák alkalmazásával (*Balci és Ergin, 2014*) vagy teljesen elhagyják azokat feltétlenül szükséges gondoskodni a megfelelő B₁₂-vitamin beviteléről (*Zeuschner és mtsai, 2013*).

Növényi alapú étrendek és fenntarthatóság

Az összes üvegházhatású gáz kibocsátásának kb. 21-37%-a kapcsolódik a táplálkozásunkhoz (*Xu és mtsai 2021; IPCC, 2019*). Az eddig készült legátfogóbb elemzés szerint (*Poore és Nemecek, 2018*), amelyben 570 tanulmány adatait használták fel és 38700 gazdaságot fedtek le 119 országból, megállapították, hogy leginkább (52%) az állati eredetű élelmiszerek felelősek a táplálkozásunkból származó üvegházhatású gázok kibocsátásáért. Ezen túlmenően az ökológiai problémák zöme direkt összefüggésbe hozható az állati eredetű élelmiszerek fogyasztásával (*Machovina és mtsai, 2015*). Ennek a rövid tanulmánynak a keretrendszer nem elégséges a problémakör teljes

bemutatására, de számos elemzés aláhúzza, hogy az állati eredetű és magasan feldolgozott állati és növényi eredetű élelmiszerek jelentős csökkentésére van szükség a valódi fenntarthatósági célok eléréséhez.

Következtetések

A növényi alapú étrendek számos ponton kínálnak lehetőséget mind az egyéni egészség, mind az aktuális társadalmi problémák (egészségügyi, fenntarthatósági, állatjóléti) megoldásában. A téma széles körű disszeminálása és a hazai tanulmányok hiánya továbbra is nehezíti ennek a témakörnek az objektív szemlélését. További vizsgálatok lefolytatása sosem volt sürgetőbb ebben a témában, hiszen számos gyakorlati példa mutatja, hogy csupán szűk időablak áll rendelkezésünkre az említett problémakörökre adott válaszok megfogalmazására. Az a páratlan lehetőség, amely a mai magyarországi élelmiszeripari és mezőgazdasági helyzetet jellemzi, ideális feltételeket teremt számos olyan innováció és stratégia kialakítására, amelyek egyszerre jelentenek gazdasági és egészségügyi előnyöket. Amennyiben átgondoltan és szakmai alapokon használjuk ki ezeket a lehetőségeket, akkor a következő évtizedekben a hazai fogyasztói ártrendeződés mentén is versenyképes maradhat az ágazat, javulhat a lakosság egészsége. Ezen innovatív és jól átgondolt stratégiák kialakításának hiányában azonban több mint kérdéses, hogy elfogadható válaszokat adhatunk korunk globális és regionális kihívásaira.

Irodalom

American Dietetic Association; Dietitians of Canada(2003). Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: Vegetarian diets. *J Am Diet Assoc.* 103(6), 748-765. doi:10.1053/jada.2003.50142

Balci Y.I., Ergin A., Karabulut A., Polat A., Dogan M. Kucuktasci, K.(2014). Serum vitamin B12 and folate concentrations and the effect of the Mediterranean diet on vulnerable populations. *Pediatr Hematol Oncol.* 31(1), 62-67. doi:10.3109/08880018.2013.829894

British Dietetic Association. (2024). Plant-based diet food fact sheet. British Dietetic Association.<https://www.bda.uk.com/static/3f9e2928-ca7a-4c1e-95b87c839d2ee8a1/56b7e139-e1fd-482b-bb35f4d148290af9/Plant-based-diet-food-fact-sheet.pdf> Elérve: 2023. december 18

Dinu M., Abbate R., Gensini G. F., Casini A. Sofi, F.(2017). Vegetarian, vegan diets and multiple health outcomes: A systematic review with meta-analysis of observational studies. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 57(17), 3640-3649. doi:10.1080/10408398.2016.1138447

Fang, H., Kang, J. Zhang, D. (2017). Microbial production of vitamin B(12): a review and future perspectives. *Microb Cell Fact.* 16(1), 15. doi:10.1186/s12934-017-0631-y

Gan, Z.H., Cheong, H.C., Tu, Y.K., Kuo, P.H. (2021). Association between Plant-Based Dietary Patterns and Risk of Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Nutrients*.13(11). doi:10.3390/nu13113952

Gardner, C.D., Hartle, J.C., Garrett, R.D., Offringa, L.C. Wasserman, A.S.(2019). Maximizing the intersection of human health and the health of the environment with regard to the amount and type of protein produced and consumed in the United States. *Nutr Rev*. 77(4), 197-215. doi:10.1093/nutrit/nuy073

Huang, J., Liao, L. M., Weinstein, S. J., Sinha, R., Graubard, B. I., Albanes, D. (2020). Association Between Plant and Animal Protein Intake and Overall and Cause-Specific Mortality. *JAMA Intern Med*, 180(9), 1173-1184. doi:10.1001/jamainternmed.2020.2790

IPCC, 2019: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]

Jafari, S., Hezaveh, E., Jalilpiran, Y., Jayedi, A., Wong, A., Safaiyan, A., Barzegar, A. (2022). Plant-based diets and risk of disease mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 62(28), 7760-7772. doi:10.1080/10408398.2021.1918628

Machovina, B., Feeley, K.J., Ripple, W.J. (2015). Biodiversity conservation: The key is reducing meat consumption. *Science of The Total Environment*, 536, 419-431. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.022>

Mariotti, F., Gardner, C. D. (2019). Dietary Protein and Amino Acids in Vegetarian Diets- A Review. *Nutrients*, 11(11). doi:10.3390/nu11112661

McDougall, J. (2002). Plant foods have a complete amino acid composition. *Circulation*, 105(25), e197; author reply e197. doi:10.1161/01.cir.0000018905.97677.1f

Melina, V., Craig, W., Levin, S. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet*, 116(12), 1970-1980. doi:10.1016/j.jand.2016.09.025

OTSZ Online. (2020). Vegetáriánus táplálkozási formák és fehérjebevitel. https://otszonline.hu/cikkreferatum/cikk/vegetarianus_taplalkozasi_formak_es_feherjebevitel?fbclid=IwAR3QUYjIjQq2DxhW9-kux7ti9lR2Bf9cGwndER-nHloV5357Pii_fW_s-3A Elérve: 2023. december 18

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987-992. doi:10.1126/science.aag0216

Song, M., Fung, T. T., Hu, F. B., Willett, W. C., Longo, V. D., Chan, A. T., Giovannucci, E. L. (2016). Association of Animal and Plant Protein Intake With All-Cause and Cause-Specific Mortality. *JAMA Intern Med*, 176(10), 1453-1463. doi:10.1001/jamainternmed.2016.4182

Takacs, I., Dank, M., Majnik, J., Nagy, G., Szabo, A., Szabo, B., . . . Lakatos, P. (2022). [Hungarian consensus recommendation on the role of vitamin D in disease prevention and treatment]. *Orv Hetil*, 163(15), 575-584. doi:10.1556/650.2022.32463

Wang, Y., Liu, B., Han, H., Hu, Y., Zhu, L., Rimm, E. B., . . . Sun, Q. (2023). Associations between plant-based dietary patterns and risks of type 2 diabetes, cardiovascular disease, cancer, and mortality - a systematic review and meta-analysis. *Nutr J*, 22(1), 46. doi:10.1186/s12937-023-00877-2

Xu, X., Sharma, P., Shu, S., Lin, T. S., Ciais, P., Tubiello, F. N., . . . Jain, A. K. (2021). Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods. *Nat Food*, 2(9), 724-732. doi:10.1038/s43016-021-00358-x

Zeuschner, C. L., Hokin, B. D., Marsh, K. A., Saunders, A. V., Reid, M. A., Ramsay, M. R. (2013). Vitamin B(1)(2) and vegetarian diets. *Med J Aust*, 199(S4), S27-32. doi:10.5694/mja11.11509

Zhao, Y., Zhan, J., Wang, Y., Wang, D. (2022). The Relationship Between Plant-Based Diet and Risk of Digestive System Cancers: A Meta-Analysis Based on 3,059,009 Subjects. *Front Public Health*, 10, 892153. doi:10.3389/fpubh.2022.892153

MESTERSÉGES ÉDESÍTŐSZEREK, BARÁTOK VAGY ELLENSÉGEK?

POLYÁK ÉVA, SZABÓ ZOLTÁN

Pécsi Tudományegyetem, Egészségtudományi Kar, Táplálkozástudományi és
Dietetikai Intézet

eva.polyak@etk.pte.hu

Összefoglalás

Az elmúlt évtizedekben a túlsúly és az elhízás előfordulási gyakorisága világszerte jelentősen nőtt. A cukor helyettesítése, energiát nem adó alternatívákkal, az egyik olyan stratégia, amely segíthet csökkenteni az energiabevitelt. A kereskedelmi forgalomban megtalálható energiát nem adó édesítőszerbiztonságosak, de számos ellentmondásos eredmény megkérdőjelezi hatékonyságukat.

Over the past several decades, the worldwide prevalence of overweight and obesity has increased markedly. Replacement of sugar with non-caloric alternatives is one the strategy that may help reduce energy intake. Commercially available non-caloric sweeteners are safe, but a variety of controversial results question their effectiveness.

Bevezetés

Az energiamentes édesítőszerbiztonságosak használata világszerte elterjedt, alkalmasak az élelmiszerek édes ízének kialakítására, fokozására, a cukor helyettesítésére. Használatuk a hétköznapi étrendben is elterjedt, melynek oka a túlsúlyos, elhízott egyének, valamint cukorbetegség számának növekedése. (OGYEI, 2022; WHO, 2021) A kereskedelmi forgalomban kapható édesítőszerbiztonságosak, hiszen az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) forgalomba hozatal előtt értékeli, valamint a 2009. előtt engedélyezett élelmiszer adalékanyagok biztonságosságát újraértékeli. Állatkísérletes toxikológiai eredmények alapján megállapítják az adalékanyagra vonatkozó ADI (acceptable daily intake/elfogadható napi bevitel) értéket (Sohár, 2006). Hazánkban az édesítőszerbiztonságosak felhasználását az 1333/2008/EK rendelet, tisztasági követelményeit a 2008/60/EK irányelv és a MÉ 1-2-2008/60 előírás szabályozza.

Energiát nem adó mesterséges édesítőszerbiztonságosak jellemzői

A csoportba sorolható vegyületeket szintetikusán állítják elő. Energia tartalommal nem vagy minimális mennyiségben rendelkeznek. Intenzív édes ízűek, édesítőképességük több tíz- vagy százszorosa a szacharóznak. Édesítőképességüket úgy tudjuk meghatározni, hogy az édes ízű vegyület 1 kg-

ja vízben oldva milyen édesítő hatású, 1 kg ugyanannyi vízben oldott szacharózhoz képest. A szacharóz édesítőképessége az összehasonlításnál mindig „1”. (Polyák, 2012.) Fogyasztásuk nem okoz vércukorszint emelkedést, valamint fogszuvasodást. Az élelmiszerekben felhasználható mennyiségüket a Magyar Élelmiszerkönyv 1-2-94/35 számú előírása tartalmazza. Az 1. táblázat összefoglalja az energiát nem adó mesterséges édesítőszeres jellegzetes tulajdonságait.

1. táblázat: Mesterséges édesítőszeres jellegzetes tulajdonságai

Név	Édesítő képesség	ADI érték (mg/ttkg)	Tulajdonságok
Szacharin (E 954)	200-700	5	hő hatására fémes, kesernyés utóíze lesz; pH stabil; élelmiszeriparban sóformáit alkalmazzák
Ciklamát (E 952)	30	11	nagy koncentrációban sós utóíze van; hőstabil; pH stabil; (USA-ban tiltott); leggyakrabban szacharinnal alkalmazzák
Aceszulfám K (E 950)	200	9	hőstabil; pH stabil; nagy koncentrációban kesernyés utóíze van
Aszpartám (E 951)	200	40	cukorhoz hasonló ízű; nem hőstabil; savas közegben stabil; fenil-alanint tartalmaz; 4 kcal/g;

Az összefoglaló célja ismertetni a mesterséges édesítőszeresekkel kapcsolatos humán vonatkozású eredményeket, melyek jelenleg még ellentmondásosak.

Édesítőszeres hatása a testtömegre

Az energiát nem adó édesítőszeres alkalmazása igen elterjedt és néhány dietoterápiának hangsúlyos részét képezi, így jól beilleszthető az energiaszegény étrendbe és a cukorbeteg, inzulinrezisztensek étrendi kezelésébe. Alkalmazásuk egyik célja a testtömeg megtartása, vagy a csökkentése. Számos epidemiológiai tanulmány azonban felveti, hogy fogyasztásuk elősegítheti a testtömegnövekedést, míg más tanulmányok megerősítik hatékonyságát a testtömeg-csökkentésben (Polyák, 2019).

A diétás termékek használata és a hozzáadott cukor csökkentése továbbra is népszerű módszer a testtömeg szabályozásra, melyeket számos tanulmány

vizsgál. *Drewnowski és mtsai* (2014) felmérésének az volt az volt alapja, hogy az energiát nem adó édesítőszer fogyasztása összefügg egy egészségesebb összetételű és minőségű étrenddel, és pozitív irányban befolyásolja az egészségmutatókat. Vizsgálatukban azoknál, akik édesítőszerrel használtak, jelentősen magasabb volt a gyümölcsfogyasztás, zöldségfogyasztás, az alacsony zsírtartalmú tejtermék és teljes kiőrlésű gabona termékek fogyasztása. Az édesítőszerrel fogyasztók több fizikai aktivitást végeztek, mint azok, akik nem fogyasztják az édesítőszereket, vagy édesítőszerrel készült élelmiszereket. A szerzők szerint az édesítőszerrel fogyasztásának előnye a hozzáadott cukrokból származó energia csökkentése, valamint a pozitív egészségmagatartás és életvitel.

Higgins és mtsai (2019) randomizált vizsgálatában, 18-60 év közötti túlsúlyos, vagy elhízott résztvevőknek 1,25-1,75 liter szacharózzal (n = 39), aszpartámmal (n = 30) vagy szacharinnal (n = 29) édesített italt kellett fogyasztania naponta 12 héten keresztül. Az italok édesítőszer-koncentrációját úgy alakították ki, hogy a FAO/WHO szakértői bizottság által meghatározott elfogadható napi beviteli tartományok közé essen, és megfeleljen egy 8 tömegszázalékos szacharóz tartalmú ital édesítőszer-intenzitásának, amely előzetes érzékszervi vizsgálatok alapján az izoédes koncentrációnak felelt meg. Antropometriai változásokat, energiabevitelt, étvágyat és a glükóztoleranciát vizsgálták. A szacharóz és a szacharin fogyasztása a 12 hetes beavatkozás során testtömeg növekedéséhez vezetett (szacharóz: $+1,85 \pm 0,36$ kg és szacharin: $+1,18 \pm 0,36$ kg). A többi vizsgált édesítőszer nem befolyásolta a vizsgált paramétereket. Fontos megjegyezni, hogy egyik édesítőszer fogyasztása sem befolyásolta jelentősen a glükóztoleranciát.

A cukorral és édesítőszerrel ízesített italok fogyasztását vizsgáló randomizált, kontrollált tanulmányokból (2012 és 2014 között gyűjtött adatok) származó adatokat elemezték felnőttek (n = 301) esetében. Vizsgálták többek között, az antropometriai paramétereket, az étrendi bevitelt. Eredményük szerint, a mesterséges édesítőszerrel fogyasztók átlagos testtömegindexe (BMI) nagyobb volt, de az energiabevitel, összes cukor bevitel jelentősen alacsonyabb volt, mint a cukrot fogyasztó csoporté. A szerzők szerint, feltételezhető az is, hogy az édesítőszerrel fogyasztók a testtömeg gyarapodással való megbirkózás érdekében váltottak át édesítőszerrel tartalmazó italok fogyasztására. Azonban nem világos, hogy a mesterséges édesítőszerrel fogyasztása szerepet játszik-e a testtömegnövekedésben, melynek kiderítésére további vizsgálatokat javasolnak (*Hedrick és mtsai, 2017*).

Mesterséges édesítőszerrel hatásait vizsgálta *Peters mtsai* (2016) egy testtömegcsökkentő program során, melyet a résztvevők egy évig folytattak. A

résztvevők túlsúlyosak vagy elhízottak voltak, akiket két csoportra osztottak. Az egyik csoportnak naponta plusz 710 ml vizet, a másik csoport ugyanennyi mennyiségű édesítőszerrel ízesített folyadékot fogyasztott. A vizsgálatból kiderült, hogy a mesterséges édesítőszerrel sokkal nagyobb mértékben segítettek elő a fogyást, valamint a testtömeg megtartását. A szerzők szerint, a mesterséges édesítőszerrel hatékonyan lehet alkalmazni fogyókúrában és testtömeg megtartásában (*Peters és mtsai, 2016*).

Mesterséges édesítőszerrel hatása a szív- és érrendszeri betegségekre

A kardiovaszkuláris betegségek világszerte a vezető haláloki tényezők. Randomizált klinikai tanulmányok és a prospektív tanulmányok nem vizsgálták közvetlenül a mesterséges édesítőszerrel fogyasztásának hatását a kardiovaszkuláris kockázatra, azonban a közelmúltban két kohorsz vizsgálat keresett lehetséges összefüggéseket.

Debras és mtsai (2022) Nutri-Sané kohorsz vizsgálatban 103 388 fő mesterséges édesítőszerrel fogyasztását és a kardiovaszkuláris rizikó közötti összefüggéseket vizsgálták. Az összes mesterséges édesítőszerrel-bevitel összefüggésbe hozható a megnövekedett kardiovaszkuláris kockázattal, azokhoz képest, akik nem fogyasztanak intenzív édesítőket. Aceszulfám K fogyasztás a tanulmány szerint, növeli a szív-koszorúérbetegségek kockázatát.

A mesterséges édesítőszerrel ízesített italok önbevallás szerinti fogyasztása és a stroke, a szívkoszorúér-betegségek és a teljes halálozás közötti összefüggést vizsgálták posztmenopauzális időszakban lévő amerikai nőkből álló kohorszban. A prospektív vizsgálat átlagos követési ideje 11,9 év volt. A többváltozós elemzésekben az édesítőszerrel ízesített italokat soha vagy ritkán (<1/hét) fogyasztókhoz képest a legnagyobb arányban mesterséges édesítőszerrel ízesített italokat fogyasztóknál szignifikánsan nagyobb volt a stroke és a koszorúér-betegség rizikója. A korábban szív- és érrendszeri betegséggel vagy cukorbetegséggel nem rendelkező nőknél a gyakori mesterséges édesítőszerrel ízesített italok fogyasztása több mint 2-szeresére növelte az ischaemiás stroke kockázatát. A gyakoribb mesterséges édesítőszerrel ízesített italok fogyasztása a stroke-ból és a koszorúér-betegségből bekövetkező halálozás fokozott kockázatával jártak együtt. A szerzők szerint a vizsgálatot újra meg kell ismételni, de, ezek az eredmények tovább erősítik a nagy mennyiségű mesterséges édesítőszerrel ízesített italok fogyasztásának és a stroke, a szívkoszorúér-betegségek potenciálisan káros összefüggését (*Mossavar-Rahmani és mtsai, 2019*).

Ezek az eredmények arra utalhatnak, hogy a cukor helyettesítésére használt mesterséges édesítőszernek nincs előnye a szív- és érrendszeri betegségek kimenetelére nézve.

Aszpartám kockázatértékelésének eredménye

A Nemzetközi Rákkutató Ügynökség (IARC) és az Egészségügyi Világszervezet (WHO), valamint az Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezet (FAO) élelmiszer-adalékanyagokkal foglalkozó szakértői bizottsága (JECFA) 2023-ban értékelést tett közzé az aszpartám egészségügyi hatásairól. Mivel az aszpartám, mint adalékanyag, használatát 2009. előtt engedélyezték, a hatályos rendelet szerint újra el kell végezni a kockázatértékelését.

Az aszpartámot széles körben használják különböző élelmiszerekben és italokban, többek között csökkentett cukortartalmú italokban, rágógumiban, zselatinban, jégkrémekben, tejtermékekben, reggeliző pelyhekben, fogkrémekben és gyógyszerekben is.

Az aszpartámmal kapcsolatos értékelések azt mutatták, hogy bár az általánosan használt dózisok mellett fogyasztása biztonságos, azonban olyan lehetséges hatásokról születtek eredmények, amelyeket több vizsgálattal kell újra kivizsgálni (MDOSz, 2023).

Az IARC az aszpartámot az emberre nézve valószínűleg rákkeltőnek (2B csoport) minősítette, mivel korlátozott bizonyítékok vannak arra vonatkozóan, hogy az emberben rákot okozhat (különösen a hepatocelluláris karcinómát). Kísérleti állatoknál szintén korlátozott bizonyíték állt rendelkezésre a rákos megbetegedésekkel kapcsolatban, és korlátozott bizonyíték állt rendelkezésre a rákot okozó lehetséges mechanizmusokkal kapcsolatban.

Ugyanakkor a JECFA arra a következtetésre jutott, hogy az értékelt adatok alapján nincs elegendő ok arra, hogy az aszpartámra korábban megállapított, 0-40 mg/testtömegkilogramm elfogadható napi beviteli értéket (ADI) megváltoztassák. A bizottság megerősítette, hogy egy személy számára ezen a napi határértéken belül biztonságos a fogyasztása (WHO, 2023).

Következtetések

A mesterséges édesítőszer használata világszerte elterjedt és ez egyre növekvő tendenciát mutat, ami egyrészt az egészségtudatosabb életmódra, másrészt a túlsúlyos, elhízott egyének arányának nagy mértékű növekedésére vezethető vissza.

A mai napig számos kutatás vizsgálja a mesterséges édesítőszer hatását. A toxikológiai vizsgálatok eredményei szerint, a kereskedelmi forgalomban megtalálható édesítőszer használata biztonságosnak mondható, amennyiben az elfogadható napi beviteli értéken belül történik a fogyasztásuk.

További kutatások alapján dönthetünk arról, hogy a mesterséges édesítőszer barátai vagy ellenségei az egészségünknek.

Irodalom

Debras C., Chazelas E., Sellem L., Porcher R., Druet-Pecollo N., Esseddik Y és mtsai. (2022) Artificial sweeteners and risk of cardiovascular diseases: results from the prospective NutriNet-Santé cohort. *BMJ*. 378 :e071204 doi:10.1136/bmj-2022-071204.

Drewnowski A., Rehm CD. (2014): Consumption of low-calorie sweeteners among U.S. adults is associated with higher Healthy Eating Index (HEI 2005) scores and more physical activity, *Nutrients*.6:4389-4403.

Hedrick VE., Passaro EM., Davy BM., You W., Zoellner JM.(2017) Characterization of non-nutritive sweetener intake in rural southwest virginian adults living in a health-disparate region. *Nutrients*. 14;9(7):757.

Higgins KA., Mattes RD. (2019) A randomized controlled trial contrasting the effects of 4 low-calorie sweeteners and sucrose on body weight in adults with overweight or obesity. *Am J Clin Nutr*. 109(5):1288-1301. doi: 10.1093/ajcn/nqy381.

MDOSZ közlemény: <https://mdosz.hu/hun/wp-content/uploads/2023/07/mdosz-sajtokozlemeney-az-aszpartam-fogyasztasa-biztonsagos.pdf> (2023.12.11)

Mossavar-Rahmani Y., Kamensky V., Manson JE., Silver B., Rapp SR., Haring B., Beresford SAA., Snetselaar, L., Wassertheil-Smoller, S. (2019). Artificially sweetened beverages and stroke, coronary heart disease, and all-cause mortality in the women's health initiative. *Stroke*. 50(3):555-562. doi: 10.1161/STROKEAHA.118.023100.

Polyák É. (2012): Édesítőszer hatásának vizsgálata *in vivo* biológiai rendszerekben (PhD dolgozat)

Polyák É. (2019): Édesítőszer fogyasztásának hatása a bélflóra egereken (diplomadolgozat MK)

OGYÉI (2022): Országos Táplálkozás és Tápláltsági állapot Vizsgálat 2019. https://ogyei.gov.hu/hazai_taplalkozasi_felmeresek_legujabb_eredmenyei_tenyek_osszefugeseke_az_otap_es_a_cosi_vizsgalatok_tukreben_20221103

Sohár P. (2006): Élelmiszer-adalékanyagok, *Képzés egy életen át*. 2006; 6(1): 7-14.

WHO: Aspartame hazard and risk assessment results released:

<https://www.who.int/news/item/14-07-2023-aspartame-hazard-and-risk-assessment-results-released> (Letöltve:2023.12.11)

WHO: Obesity and overweight (2021): <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (Letöltve: 2023.12.11)

