

SZAKDOLGOZAT

Kata Csaba Ákos

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet alapképzési szak

Vegán "túrógombóc" fejlesztése

Készítette:

Kata Csaba Ákos

III. évfolyamos élelmiszermérnök hallgató

Témavezetők:

Dr. Hidas Karina Ilona

egyetemi adjunktus, MATE Élelmiszertudományi és Technológiai intézet

Dr. Dalmadi István

*egyetemi docens, okleveles élelmiszermérnök, MATE Élelmiszertudományi és
Technológiai intézet*

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés	3
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1. Leggyakoribb táplálékallergiák bemutatása	5
2.1.1. Tejallergia	5
2.1.2. Tojásallergia	6
2.1.3. Cöliákia	6
2.1.4. Földimogyoró és dióallergia	7
2.2. Leggyakoribb táplálékintoleranciák	7
2.2.1. Laktózintolerancia	8
2.2.2. Nem-cöliakiás gluténérzékenység	8
2.3. A vegán életmód alakulása és népszerűsége	9
2.3.1. A vegán életmód történelme és az irányzat népszerűsége Magyarországon	9
2.3.2. A veganizmus és a vegán alternatívák globális népszerűsége	11
2.4. Élelmiszeriparban használt vegán alternatívák	11
2.4.1. Édesiparban használt alapanyagok	11
2.5. A fagyasztás és a gyorsfagyasztás bemutatása	16
2.5.1. A fagyasztás általános ismertetése	16
2.5.2. Kriogén fagyasztás	17
2.5.3. Kontakt fagyasztás	18
2.5.4. Fagyasztás levegőben	19
3. Anyagok és módszerek	20
3.1. Felhasznált alapanyagok	20
3.2. Vegán túrógombóc minták receptúrája	21
3.2.1. Kölesgombóc Alpro kókusz ital használatával	21
3.2.2. Kölesgombóc Aroy-D kókusz ital használatával	22
3.2.3. Zabból készült gombóc	23
3.3. Gombócok formázása és gyorsfagyasztása	24
3.4. Elvégzett vizsgálatok	25
3.4.1. Színmérés	25
3.4.2. Állománymérés	27
3.4.3. Érzékszervi bírálat	28
3.4.4. Statisztikai vizsgálat	28
4. Eredmények és kiértékelésük	29

4.1.Végleges receptúrák kifejlesztése	29
4.1.1.Kölesből készült alternatívák fejlesztése	29
4.1.2. Zabból készült alternatíva fejlesztése	31
4.2. Színmérés eredményei	34
4.3. Állománymérés eredményei	37
4.4. Érzékszervi bírálat eredményei	39
5.Következtetések és javaslatok.....	44
6.Összefoglalás	46
7.Irodalomjegyzék.....	48
8. Ábrák és táblázatjegyzék	49
8.1 Ábrák jegyzéke	49
8.2 Táblázatok jegyzéke	50

1. Bevezetés és célkitűzés

Az ételallergiák és az ételintoleranciák az utóbbi évtizedekben kiemelt figyelmet kaptak az egészségügyi kutatásokban és a társadalomban egyaránt, miközben a különböző táplálkozási preferenciák és érzékenységek egyre szélesebb körben kerülnek az emberek tudatába. Az ételallergiák a szervezet immunrendszerének túlzott reakcióját jelentik, míg az ételintoleranciák a táplálék emésztéséért felelős enzimek vagy más anyagok hiányosságát, vagy elégtelenségét eredményezik. Mindkét állapot jelentős hatással van a mindennapi életre és az étkezési szokásokra. A leggyakoribb ételallergiák közé tartoznak a tej-, tojás-, dió-, mogyoró- és gluténallergiák, míg az ételintoleranciák gyakran a laktóz vagy a gluténérzékenységből adódnak. Az allergiával vagy intoleranciával küzdő fogyasztók a tünetek széles skálájában szenvednek a bőrtünetektől és az emésztési problémáktól kezdve a súlyosabb, anafilaxiás reakciókig. Az érintett személyek mindennapi életük során fokozott figyelmet kell fordítaniuk az élelmiszerek összetételére és elkészítésére, hogy elkerülhessék az allergiás vagy intoleráns reakciókat.

Az élelmiszeripar a változó igényekre reagálva különféle alternatívákat kínál, amelyek lehetővé teszik az érintettek számára, hogy élvezhessék az étkezést anélkül, hogy kockáztatnák az egészségüket. Az allergén anyagok helyettesítése egyre elterjedtebbé válik, és az élelmiszergyártók olyan termékeket fejlesztenek ki, amelyek megfelelnek az allergiákkal és intoleranciákkal élők igényeinek. Alternatívák közé tartoznak a tej helyett használt növényi tejpótlók, a gluténmentes lisztek, és a tojás helyettesítésére szolgáló vegán alternatívák.

A speciális étrendek, különösen a vegetáriánus és vegán diéták, az egészséges táplálkozással való áttérés egyre szélesebb körben elterjedt megközelítésévé váltak. Az fogyasztók egyre tudatosabban választanak étkezési szokásokat környezeti és etikai szempontok alapján is. A vegetáriánus és vegán életmódok nem csak étkezési preferenciákat, hanem egyfajta életmódot és értékrendet is tükröznek. Ez a megközelítés egyre nagyobb kihívások elé állítja az élelmiszeripart és az egészségügyi szakembereket, miközben egyúttal izgalmas lehetőségeket is kínál az egészség és a fenntarthatóság területén.

A vegetáriánus diéta kizárja a húst, míg a vegán diéta a húson kívül a tejtermékeket és más állati eredetű termékeket is elhagyja. Mindkét étrend hívei gyakran hangsúlyozzák az egészségügyi előnyöket, például a szív- és érrendszeri betegségek kockázatának csökkenését és a testsúly kontrollját. Emellett a vegetáriánus és vegán életmódok szorosan kapcsolódnak az etikai és környezeti szempontokhoz, mivel a húsmentes táplálkozás az állatok jólétének támogatását és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését is szolgálja.

A gyorsfagyasztott élelmiszerek térhódítása is nagy változást hozott, mivel az új technológiáknak köszönhetően a fagyasztott ételek frissessége és tápértéke hosszú ideig megőrizhető. Az újabb technológia fejlesztések lehetővé teszik az élelmiszerek gyors és hatékony fagyasztását, megőrizve ezzel a frissességüket és tápértéküket hosszabb ideig. Ez a technológia nem csupán a kényelmes étkezést szolgálja, de változatos és egészséges étrend kialakításában is kulcsfontosságú szerepet játszik. Az egyik kiemelkedő előnye a gyorsfagyasztásnak az, hogy az élelmiszerek ízét és tápanyagait hatékonyan megőrzi. A gyors hűtési folyamat minimálisra csökkenti a vízkristályok káros hatásait, lehetővé téve az élelmiszerek friss ízének és szerkezetének a megőrzését. Ez különösen értékes a zöldségek és gyümölcsök esetében, amelyek így a lehető legközelebbi formájukban kerülhetnek a fogyasztók asztalára. Ezen kívül a gyorsfagyasztásnak köszönhetően az élelmiszerek hosszabb eltarthatósággal rendelkeznek. Ez lehetővé teszi a fogyasztók számára, hogy egész évben hozzáférjenek a frissen megőrzött gyümölcsökhöz és zöldségekhez, akár a szezonon kívül is. Ez nem csak kényelmet nyújt, hanem hozzájárul a változatos és egészséges étrend fenntartásához is. Ugyanakkor fontos figyelembe venni néhány hátrányt is. Az ízvesztés és a állományváltozás egyes élelmiszerek esetében problémát okozhat, különösen akkor, ha azokat nem megfelelően tárolják vagy engedtetik fel.

Magyarországon egyedi a túrófogyasztás népszerűsége a világ többi részéhez képest, bár vegán megoldással viszonylag ritkán találkozunk a boltok polcain. Vannak alternatívák, amelyek különböző növényi alapanyagokat kínálnak válaszként a vegán túró alapjául, mint például a köles vagy a szójából készült termékek, de ez a skála még mindig csekély.

A kutatás célkitűzései az alábbi kérdések megválaszolására irányulnak: Milyen növényi alapú alternatívák alkalmasak a túró helyettesítésére, különösen a vegán és gluténmentes étrendekhez igazodva? Hogyan befolyásolja a köles és a zab túrógombócban való felhasználása a termék ízét, textúráját és táplálkozási értékét? Melyik növényi alapanyag rendelkezik a legjobb formázhatósági és ízesíthetőségi tulajdonságokkal a túrógombóc előállításakor? Hogyan hat a gyorsfagyasztási folyamat a növényi alapú túrógombóc állagára és érzékszervi tulajdonságaira? A kutatás során célom, hogy megvizsgáljam, mely alapanyagok nyújtják a legjobb alternatívát a hagyományos túró helyettesítésére, és hogy a gyorsfagyasztási technológia hogyan optimalizálható a termékek esetében. Ennek érdekében érzékszervi bírálatot és állomány- és színmérést végzek a túrógombócok tulajdonságainak alapos elemzése érdekében. Kutatásomban három alternatívát hasonlítok össze, kettő alternatívát kölesből készítek különböző módosításokat alkalmazva a harmadikat pedig zabból.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Leggyakoribb táplálékallergiák bemutatása

Az allergia egy olyan állapot, amikor a szervezet túlzott immunreakciót vált ki bizonyos anyagokra, amelyek általában ártalmatlanok más emberek számára. Ezeket az anyagokat allergéneknek nevezik, és különféle formákat ölthetnek, például pollen, állatszőr, penészgomba, bizonyos ételek vagy gyógyszerek. Amikor az allergiás személy érintkezik az allergénnel, az immunrendszerük hibásan azonosítja azt veszélyforrásként, és túlzott reakciót indít el, amely különböző tüneteket okozhat. Ezek a tünetek lehetnek könnyezés, tüszögés, orrfolyás, bőrkiütések, légszomj, vagy akár súlyosabb esetekben anafilaxiás sokk is.

2.1.1. Tejallergia

A tehéntejfehérje-allergia csecsemő- és kisgyermekkorban a legelterjedtebb, amikor a táplálék túlnyomó részét a tejbevitelből szerzi az egyén. Általában már az első életévben jelentkezik, becsült prevalenciája 2-3%. Az allergiában szenvedők a tejben található kazeinre vagy tejsavó- β -laktoglobulinra produkálnak immunreakciót, amelyek súlyos esetben anafilaxiás sokkhoz is vezethetnek. A leggyakoribb immunválaszok percekben vagy akár másodpercekben belül jelentkezhetnek, többségük egy órán belül jelentkezik kismértékű tejfogyasztás esetén is. A tehéntejjel azonnal fellépő IgE (Immunglobulin-E) reakció leggyakrabban a bőrt, majd a gyomor-bélrendszert és legkevésbé a légzőrendszert érintik. A tünetek súlyossága az enyhétől az életveszélyesig terjedhet. Ezen tünetek megjelenése, IgE válasz esetén, a tejfogyasztást követően percekben belül következik be. Azonnali reakciójú tünetek közé sorolható a viszketés bőrelváltozás nélkül, hányás, hasmenés, ritka esetben nehéz légzés vagy anafilaxia. A nem IgE által közvetített tüneteket késleltetett tüneteknek is nevezik. Tejfogyasztás követően több órával, egyes esetekben több nappal később jelentkeznek a szinte azonos tünetek. A tejallergia kezelése csecsemőkorban kihívást jelenthet, hiszen szoptatáskor az anyatejben is megtalálható a kazein. Ebben az esetben az édesanya tejtermékektől mentes diétát követve minimalizálhatja a kazeinbevitelt, illetve az anyatej mellett más hypoallergén tápszerek is megoldást kínálhatnak. Felnőttkorban a tejallergia kezelése esetében a tejtermékektől való tartózkodás kulcsfontosságú, alternatívaként szóját, mandulát vagy rizstermékeket lehet fogyasztani (Luyt et al. 2014).

2.1.2. Tojásallergia

A tojásallergia az egyik leggyakoribb csecsemő ételallergia világszerte, globális adatok azt mutatják, hogy a kisgyermekek 0,5-2,5%-át érinti. Klinikai megjelenése változatos, mind az előbbieken említett IgE mind a nem IgE által közvetített reakcióban is részt vesz. Csecsemőkorban legnépszerűbb a megjelenése és általában 10 éves korig eltűnik a szervezetből, ritkább esetben fennmaradhat. Érdekesség, hogy Ausztrália toronymagasan vezeti a tojásallergiáról szóló statisztikát a maga 8,9%-ával. A tyúktojásban öt fő allergén azonosítottak, az ovomucoidot, ovoalbumint, ovotranszferrint, lizozimet és az albumint. Ezen fehérjék közül az ovomucoidot érdemes kiemelni, hiszen ellenáll a hőnek és az emésztőrendszernek így ez a leginkább allergén fehérje.

A tünetek a tojás elfogyasztása után percekben belül, de akár 1-2 óra elteltével is jelentkezhetnek, amelyek a következők: csalánkiütés szerű bőrelváltozás, hányás, ajak és szem körüli duzzadás (angioödéma). Szélsőséges esetekben előfordulhat anafilaxia, köhögés, mellkas és torokszorító érzés. A tojásallergiás gyerekek többsége elviseli a tojást egy adott sütőipari termékben például édességekben, ennek oka, hogy a sütési folyamat során végzett intenzív melegítés csökkentik a fehérjék allergén hatásait. Érdemes az allergia fennállás esetében szakorvossal konzultálni és a tojást tartalmazó termékeket elkerülni, alternatív fehérjeforrásként húst, halat és gabonaféléket fogyasztani amennyiben ezen termékek esetén toleráns az egyén (Tan és Joshi 2014).

2.1.3 Cöliákia

A cöliákia egy autoimmun betegség így valamelyest kakukktojás az allergiák szempontjából, ám érdemes beszélni róla. Ez az autoimmun állapot a lakosság 1%-át érinti, reverzibilis gyulladásos folyamathoz vezet a vékonybél nyálkahártyájában, melynek akut következményei a hasmenés, székrekedés, puffadás, hányinger és hányás. A nyálkahártya károsodásának és gyulladásának hosszú távú következményei közé tartozik az olyan tápanyagok felszívódása, mint a kalcium, a D-vitamin, a vas és a cink, ami olyan legyengítő hatásokat ér el a szervezetben, mint a csontritkulás, vérszegénység és visszamaradt növekedés. A cöliákia betegsége, klinikai megjelenése életkortól függően változhat. Az ásványi anyagok és vitaminok felszívódásának hiánya gyermekkorban kritikus állapotokat idézhet elő, a növekedésben számos hátránya lehet, illetve kimutatták, hogy a cöliákiában szenvedő egyének csontsűrűsége alacsonyabb, ezáltal törékenyebbek a csontjaik. Az allergiaszerű reakció kiváltásért a glutén felelős mely két fő fehérjéből áll, a gliadinból és a gluteninből. Ezek a fehérjék a búza, rozs és

árpa gabonaféléiben található meg. A glutén az élelmiszeriparban gyakran ad struktúrát és tapadást a tésztáknak és péksüteményeknek. Cöliákia esetén az egyetlen hatékony kezelés a gluténmentes étrend. Ez azt jelenti, hogy el kell kerülni az olyan élelmiszereket, amelyek glutént tartalmaznak, például a fent említett gabonaféléket. Egyes kutatások szerint a búza a globális kalóriaforgasztás 20%-áért felelős, így elsőre nehéznek tűnhet megfelelő étrendet találni, de sok egészséges és természetes élelmiszer, mint a hal, hús, zöldségek, gyümölcsök, rizs, burgonya és kukorica gluténmentesek így ezeket a táplálkozás részeként fogyaszthatják az érintettek, ezek mellett fontos ellenőrizni az élelmiszercímkéket, hogy mely további élelmiszerek tartalmaznak glutént (Aljada et al. 2021).

2.1.4 Földimogyoró és dióallergia

A földimogyoró- és a dióallergiát a diófehérjékre adott IgE-közvetített reakció jellemzi. Az elsődleges dióallergia leggyakrabban az élet első öt évében alakul ki, gyakran az első fogyasztás után jelentkezik a tipikus, gyorsan fellépő tünetek. Enyhébb tünetek közé sorolhatók a viszketés, bőrkiütés, gyomor és bélrendszeri tünetek, súlyosabb tünetek közé tartoznak az arc és ajkak duzzanata, nehézlégzés vagy fulladás, anafilaxiás reakciók. A földimogyoró és dióallergia esetén gyakran előfordulhat keresztreakció, amely azt jelenti, hogy más diófélékre is, például mandulára vagy mogyoróra, allergiás reakciót produkál az egyén. Ennek oka, hogy az allergénfehérjék több diófélében is megtalálhatóak, amelyek szintén allergiás reakciókat eredményeznek, így fokozottan nehéz alternatív megoldásokat találni az allergiában szenvedők számára. Földimogyoró- és dióallergiás személyeknek fontos elkerülniük az érintett élelmiszereket, és figyelemmel kell kísérniük az élelmiszercímkéket az allergének elkerülése érdekében. Minden élelmiszer csomagolásán fel kell tüntetni az összetevőket, és azok az élelmiszerek, amelyek földimogyorót vagy dióféléket tartalmaznak, egyértelműen jelölve vannak. Más élelmiszerek, például magvak, hüvelyesek, tejtermékek és húsok, megoldást jelenthetnek fehérjeforrást illetően (Stiefel et al. 2017).

2.2 Leggyakoribb táplálékintoleranciák

Az ételintolerancia olyan állapot, amikor az emésztőrendszer nem képes megfelelően lebontani vagy feldolgozni bizonyos ételeket, vagy azok összetevőit. Ez a reakció általában nem immunrendszeri eredetű, ellentétben az allergiával, és nem okoz súlyos, azonnali reakciókat. Az ételintolerancia gyakran az emésztési folyamat zavarát jelenti, amely különböző tüneteket

okozhat, mint például puffadás, hasi fájdalom, hasmenés vagy székrekedés, hányinger, kiütések vagy fejfájás.

2.2.1 Laktózintolerancia

Hippokratész először Kr. E. 400 évvel ezelőtt írta le a laktóz intoleranciát, de a klinikai tüneteket csak az elmúlt 50 évben ismerték fel. A világ népességének körülbelül 70% -a hipolaktáziában szenved, ami azt jelenti, hogy az emberi szervezetből kisebb mennyiségben vagy teljes mértékben hiányzik a laktáz enzim. A laktóz intolerancia széles körben elterjedt az egész világon, és az alanyok általában elkerülik a tejet és a tejtermékeket a tünetek javítása érdekében. A diszacharid laktóz egyedülálló szénhidrát, amely csak az emlősök tejében van jelen, 7,2 g/100 ml az érett emberi tejben, 4,7 g/100 ml a tehéntejben. A hatékony hasznosításhoz a laktóz a laktáz enzim hidrolízisét igényli, és csecsemőkorban kiváló energiaforrást biztosít a gyors növekedés és fejlődés érdekében. A laktáz-phlorizin hidroláz enzim, közismertebb nevén laktáz, egy β -galaktozidáz, amely felelős a laktóz hidrolíziséért. A laktóz kétféle monoszacharidra hidrolizálható: glükózra és galaktózra. Ezeket a bél enterociták felszívják a véráramba, ahol glükóz végül energiaforrásként hasznosul, a galaktóz pedig a glikolipidek és glikoproteinek komponensévé válik. A laktóz emésztési zavara akkor fordul elő, amikor a laktóz nem szívódik fel a vékonybélben. A gyomor-bél traktuson keresztül a vastagbélbe jut, ahol egyes alanyoknál a laktóz intolerancia tüneteihez vezet. A laktóz intolerancia tipikus tünetei közé tartozik a hasi fájdalom, puffadás, hasmenés, és bizonyos esetekben hányinger és hányás. Számos laktózmentes tej és tejtermék elérhető a piacon, amelyekben a laktózt előre lebontották. Ilyenek például a laktózmentes tejek, joghurtok, és sajtok. Érdeemes a tejet nem kizárva alkotni egy étrendet az intolerancia esetében, hiszen számos értékes tápanyagot tartalmaz a tej, kiváló fehérjeforrás, az egyik legjobb kalcium és D-vitamin forrás, illetve számos ásványi anyagot tartalmaz (Lomer, et al. 2007).

2.2.2 Nem-cöliákias gluténérzékenység

Nem-cöliákias gluténérzékenység (NCGS) és cöliákia két különböző állapot, bár mindkettő a gluténre adott válaszként jelentkező tünetekkel járhat. Míg a cöliákia autoimmun betegség, a nem-cöliákias gluténérzékenység esetén nincs azonosítható immunrendszeri válasz a gluténre. Prevalenciája még nincs pontosan meghatározva, valamivel gyakoribb, mint a cöliákia, a népesség kb. 1%-át érinti. Az nem-cöliákias gluténérzékenységet olyan tünetek jellemzik, amelyek

általában röviddel a gluténbevitel után jelentkeznek, a glutén megvonásával megszűnnek. Ezek a tünetek általában hasi fájdalom, puffadás, hasmenés vagy székrekedés és néhány szisztémás tünet (fejfájás, fáradtság, ködös elme), bár ezek ritkábbak. A nem-cöliakiás gluténérzékenység esetén az egyetlen hatékony kezelés a gluténmentes étrend követése. Az étrend betartása során számos alternatíva áll rendelkezésre a glutént tartalmazó gabonák helyett. Ezek a gluténmentes alternatívák segítenek változatossá és táplálóvá tenni az étrendet. Gabonafélékből megfelelő lehet a rizs, kukorica és az ezekből készült lisztek, pékáruk. Továbbá a növényi fehérjeforrások is remek megoldást nyújthatnak, például a hüvelyesek vagy a szójából készült tofu. (Catassi 2015)

2.3 A vegán életmód alakulása és népszerűsége

2.3.1 A vegán életmód történelme és az irányzat népszerűsége Magyarországon

Az emberiség évszázadokon keresztül alakította étrendjét és életmódját, és a veganizmus az egyik legkorszerűbb táplálkozási filozófia, mely az állatok iránti tisztelet, az egészség és a környezetvédelem szempontjából nyújt alternatívát. A veganizmus története gazdag és érdekes utazás, amely a morális elvek, az egészségügyi tudatosság és a fenntarthatóság iránti vágy kereszteződésében keletkezett.

A veganizmus születése a 20. század elejére vezethető vissza, amikor néhány elkötelezett vegetáriánus úgy érezte, hogy a húsmentes étrend nem elegendő az állatokkal szembeni etikai kötelességük teljesítéséhez. Donald Watson és Leslie Cross 1944-ben alapították meg a Vegan Society-t, egy olyan szervezetet, amely a vegetáriánusokat arra ösztönözte, hogy teljesen elhagyják az állati termékeket étrendjükből.

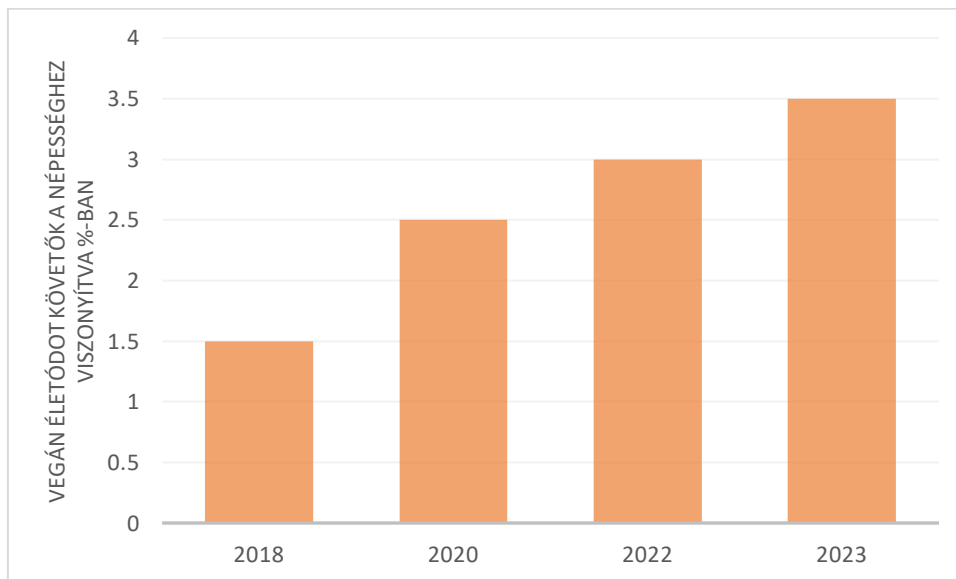
Az első évtizedekben a veganizmus főként az etikai elveken alapult, az állatok jogaira való hangsúlyt fektetve. Az étrend-kiegészítő társadalom, ahogyan az évtizedek múltával egyre népesebbé vált, kezdte felismerni a veganizmus egészségügyi előnyeit is. Az orvosi kutatások és a táplálkozástudomány fejlődése segített eloszlatni a korábbi tévhiteket és bizonyította, hogy a jól összeállított vegán étrend teljes értékű és kielégítő lehet.

A 21. századra belépve a veganizmus nem csupán egy étrendi választás, hanem egy komplex mozgalmá vált. A társadalmi média térhódításával az információk szabadon áramolnak, és az emberek könnyebben megtalálják az inspirációt és a támogatást a vegán életmódra való áttéréshez. A vegán konyha, receptek és éttermek kínálata széleskörűvé vált, ami hozzájárul a vegán étkezés vonzerőjéhez.

A növényi alapú étrend felé való elmozdulás üteme dinamikusan gyorsul a WHO európai régiójában. Az utóbbi években egyre inkább felismerik az állati eredetű élelmiszerek túlzott vörös és feldolgozott hús- valamint tejfogyasztásának egészségügyi és környezeti kihívásait. Ennek következtében nő az érdeklődés az állati eredetű élelmiszerek bevitelének csökkentésére, és egyre többen fordulnak a növényi alapú étrend felé. Ahelyett, hogy a minimálisan feldolgozott növényi élelmiszerek (például zöldségek, gyümölcsök, teljes kiőrlésű gabonák, diófélék stb.) fogyasztását növelnék, egyre elterjedtebbé válik a hús és tejtermékek növényi alapú alternatívákkal (más néven analógokkal) való pótlása. Az élelmiszeripar válaszként fejleszti azokat az új termékeket, amelyek az állati eredetű élelmiszerek érzékszervi jellemzőit utánozzák. Ezek közé tartoznak a feldolgozott "húsutánzatok" (például "kolbász", "húsgolyók", "hamburgerek" stb.), különböző italok (például mandula- vagy zabtej), valamint a növényi alapú "sajtok" és "joghurtok" (Wickramasinghe et al. 2021).

2023-as felmérés szerint a magyarok 3,5%-a tartja magát vegánnak. Ez azt jelenti, hogy Magyarországon körülbelül 200 ezer ember követi a veganizmust. (A Veganizmus Magyarországon szervezet 2023-as felmérése)

1.ábra A vegán életmód elterjedése Magyarországon

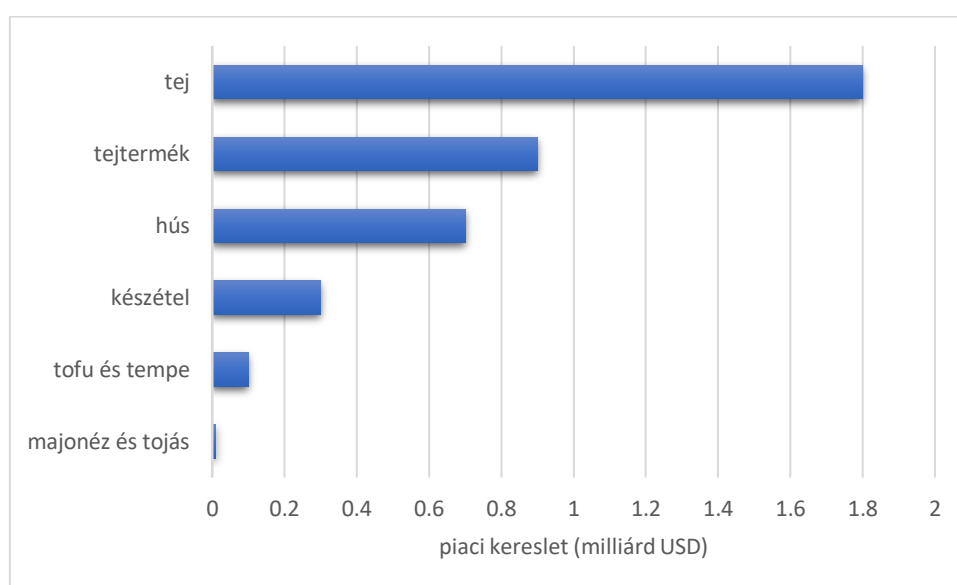


Ahogy a diagrammon látható, Magyarországon egyre népszerűbbé válik a veganizmus, amit az emberek növekvő érdeklődése, az egészségtudatos életmód iránti igény, valamint a környezettudatosság és az állatjólét iránti elkötelezettség is támogat (**1.ábra**). A vegán étrend és életmód egyre több embert vonz, és számos vegán étterem, üzlet és esemény jelzi az irányzat erősödését az országban.

2.3.2 A veganizmus és a vegán alternatívák globális népszerűsége

A vegán élelmiszerek globális piacának növekedése meghatározó tényezővé vált az élelmiszeripar dinamikájában. Az eltolódó fogyasztói szokások és az egészség iránti tudatosság emelkedése egyaránt hozzájárul ehhez az exponenciális növekedéshez. A kereslet vegán élelmiszerek iránt egy olyan paradigmaváltást tükröz, ahol az emberek egyre inkább törekszenek az egészséges és fenntartható étkezési lehetőségekre.

2.ábra Az élelmiszeripari termékek növényi analógjainak kiskereskedelmi piaca milliárd USD-ban. (2019)



A tej és tejtermék alternatívák elképesztő ütemben haladnak felfelé a világpiaci ranglétrán, nem véletlen, hiszen a növényi tejek rengeteg választási lehetőséget kínálnak ezzel kielégítve a vásárlók széleskörű igényeit (2.ábra). Hús és húskészítmény alternatívák közül is egyre inkább gyarapodnak a lehetőségek, ezen adatok alapján a tej és tejtermékek mindössze $\frac{1}{4}$ -ét éri el milliárd dollárban, de a rendkívüli fejlődésnek köszönhetően hamarosan ezek a számok megsokszorozódhatnak majd (Pritulska et al. 2021).

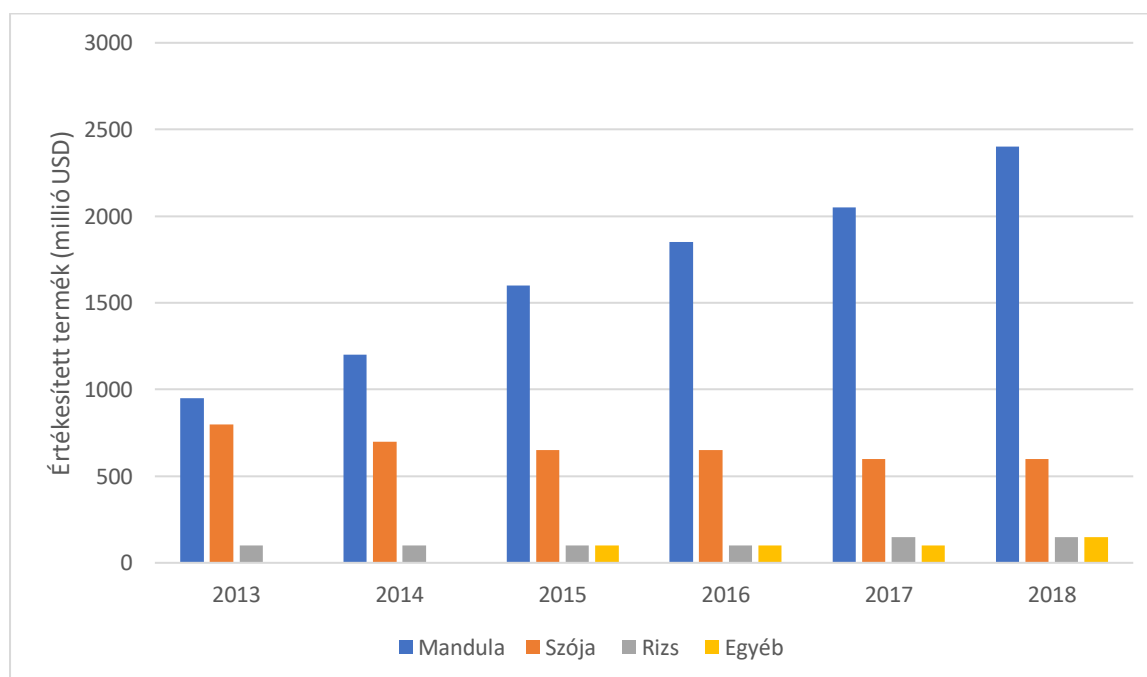
2.4 Élelmiszeriparban használt vegán alternatívák

2.4.1 Édesiparban használt alapanyagok

Egyre nagyobb érdeklődés tapasztalható a tejtermékek alternatívái iránt, amit a személyes egészség és a bolygó egészségével kapcsolatos aggodalmak táplálnak. A tejmentes fagyasztott

desszertek értékesítése emelkedik, és egyre többen választanak más nem tejtermék-alternatívákat is, mint például növényi alapú italok, sajtok, joghurtok és krémesítők. Az egyik legnépszerűbb vegán desszert, főleg az Amerikai Egyesült Államokban, a vegán fagylalt. A fagylalt egy édesített, fagyasztott élelmiszer, melynek fő összetevői tehéntej és cukor. Az emelkedett cukor- és zsírtartalom miatt a túlzott fagylaltfogyasztás jelentős egészségügyi kockázatokkal járhat, különösen cukorbetegknél. Ezenkívül azok, akik nem tolerálják a tehéntejben lévő laktózt, szintén kerülniük kell a fagylaltot. Az elmúlt években jelentős fejlesztések történtek a tehéntej helyettesítésére szolgáló más tejalternatívák terén a fagylaltgyártásban. A jégkrémhez számos élelmiszer-adalékanyagot adnak hozzá az ízletes jelleg és textúra eléréseért. A jégkrém összetétele és a megfelelő összetevők kiválasztása kulcsfontosságú a kívánt jégkrémkészítés során. A nem-tejes összetevőket, mint például a gyümölcsöket, hüvelyeseket, gumósokat és gabonaféléket, széles körben alkalmazzák a tehéntej helyettesítésére a jégkrémgyártásban. Emellett ezek az összetevők további egészséges értékeket is hozzáadnak a tápanyagok és bioaktív vegyületek révén (Romulo et al. 2021).

3.ábra Növényi alapú tejanalógok értékesítése kategóriánként, millió USD.



A globális növényi alapú tejpiac dinamikáját vizsgálva megfigyelhető, hogy a szója tej és a mandula ital eltérő tendenciákat mutatnak (3.ábra). A szója tej esetében észlelhető egy csökkenő tendencia, ami azt jelzi, hogy a fogyasztók körében az érdeklődés és a kereslet a szója tej iránt csökken. Ennek háttérében különböző tényezők állhatnak, például az ízpreferenciák

változása vagy a fogyasztók választása más növényi alapú tejtermékek felé. A szója alapú tej javarészt az európai piac igényeit elégíti ki, a mandula ital inkább amerikai vonatkozású, az adatok alapján továbbá valószínűsíthető, hogy Európában is kezd egyre népszerűbbé válni a mandula ital.

Ugyanakkor a mandula ital esetében megfigyelhető egy globálisan is növekedő tendencia. A mandula ital népszerűsége fokozatosan emelkedik a világpiacon, valószínűleg az egészséges összetevők és az ízletes profil iránti kereslet növekedése miatt. A mandula italnak az egészség iránti pozitív hatásai és az allergénmentes jellege is hozzájárulhatnak ahhoz, hogy egyre többen választják ezt a növényi alapú tejalternatívát. Ez a kettős dinamika a növényi alapú tejek piacon azt mutatja, hogy a fogyasztók preferenciái változhatnak az idővel, és a gyártóknak alkalmazkodniuk kell az egyes termékek iránti kereslet alakulásához (Pritulska et al. 2021).

Számos édesipari termék alapanyagaként szolgál továbbá a tojás, melyet a „túrógombóc” elkészítése során is majd helyettesíteni fogunk. Ezek az állati eredetű, teljes értékű táplálékforrások jelentős funkcionális tulajdonságokkal rendelkeznek, és széles körben felhasználják különféle sütőipari termékek készítéséhez. Azonban az utóbbi időben a növényi alapú fehérjék iránti érdeklődés megnövekedett, főként a vegetáriánus piac növekedése miatt, mint az állati fehérjék alternatívája. A növényi alapú fehérjepiac várhatóan 2030-ra a globális fehérjepiac 7,7%-át fogja képviselni, értéke pedig meghaladja a 162 milliárd dollárt, ami jelentős növekedést mutat a 2020-as 29,4 milliárd dollárhoz képest.

A szójabab kiválóan alkalmazkodik az élelmiszeripar fejlődéséhez, mivel fenntarthatóan hasznosítható, magas tápértékkel rendelkezik, viszonylag alacsony az allergiakockázata, magas hozamú és alacsony költségeket jelent. Ezért a szójababot ideális növényi alapú fehérjeforrásként tekintik, különösen az állati fehérjék, például a tojás alternatívájaként (Kim és Shin 2022).

A 2019-es évben a globális növényi alapú élelmiszerpiac értéke 4,2 milliárd USD volt, és előrejelzések szerint 2030-ra ez a szám el fogja érni a 36,28 milliárd USD-ot, 12,10 százalékos éves növekedési ráta (CAGR) mellett.

A növényi alapú élelmiszerek kategóriájába tartoznak a zöldségek, gyümölcsök, diófélék, olajok, magvak, hüvelyesek, teljes kiőrlésű gabonák és bab. Ezek az élelmiszerek olyan étrend-kiegészítők, amelyek számos egészségügyi előnnyel járnak. A vegán étrend és az étrend-kiegészítők iránti tudatosság növekedése várhatóan jelentős hatással lesz a növényi alapú élelmiszerek globális piacára.

2.4.2. Húshelyettesítő termékek

A hús, mely kulcsfontosságú fehérje- és egyéb tápanyagok forrása az emberi étrendben, kiemelkedő szerepet játszik a globális környezeti változásban. Ennek oka az üvegházhatású gázok kibocsátása, a föld- és vízhasználat, az állatjólét, az emberi egészség és a tenyésztési irányok területén. Az új alternatívák, beleértve az új hús-helyettesítőket (tenyésztett hús, növényi alapú húsalternatívák), a rovarokat és az új fehérjeforrásokat (például algák), egyre növekvő figyelmet kapnak ezen a területen. Az új innovációk és kreatív receptek lehetővé teszik, hogy az emberek élvezhessék a hagyományos hús ízét, textúráját és tápanyagtartalmát anélkül, hogy az állattenyésztés által okozott környezeti hatásokkal járna.

A növényi hús-pótlók széles skálája közé tartoznak a különféle növényi húspogácsák, húsgolyók, szeletek és húsvágók, melyek kiválóan alkalmasak a hagyományos húsok helyettesítésére. Emellett a tenyésztett hús, mely laboratóriumi körülmények között készül, új megközelítést jelent a húsiparban, minimalizálva az erőforrások igénybevételét és csökkentve a környezeti hatásokat (van der Weele et al. 2019).

A természetes alapanyagokból készült növényi húsalternatívák között megtalálható a szejtán, mely a búza gluténjéből készül, valamint a szójahús, lencsehús, gombák és kókusz ital alapú húsok, amelyek kiváló fehérje- és tápanyagforrások. A választék sokszínűsége lehetővé teszi, hogy mindenki megtalálja az ízlésének és étrendjének legmegfelelőbb növényi alapú húst.

Ez a változatos kínálat nemcsak azoknak nyújt lehetőséget, akik vegetáriánus vagy vegán életmódot követnek, hanem mindazoknak, akik tudatosan szeretnék választani az étkezési szokásaikban, az egészségük és a környezetük védelmének szempontjából. A növényi alapú húsok egyre inkább bekerülnek a mindennapi étrendbe, hozzájárulva a fenntartható és egészséges étkezési szokások elterjedéséhez (Ahmad et al. 2022).

4. ábra Szejtánból készült étel és a szejtán alapja ([internet 1](#), [internet 2](#), [internet 3](#))



A szejtán, más néven „búzahús” vagy „búzaglutén”, népszerű vegetáriánus húsalternatíva (**4.ábra**). Ezt a terméket búzalisztból készítik, ahol a tésztát addig mosogatják, amíg a keményítő fel nem oldódik, létrehozva a fehérjetartalmú glutén rugalmas állagát. A végeredmény egy rágós és ízletes szejtán, ami ideális választás azok számára, akik nem érzékenyek a gluténre, de sok lisztérzékeny személy inkább elkerüli (Schepker 2012).

5. ábra Fűzfagomba a természetben és kirántva ([internet 4](#), [internet 5](#))



A fűzfagomba egy taplógomba, ami azt jelenti, hogy fák oldalán növekszik, és polcszerű struktúrákat hoz létre (5.ábra). A feltűnő, élénk narancssárga és sárga színeivel könnyen felismerhető, és számos más ehető gombától különbözik. A gombavadászokat elsősorban az eredeti megjelenése vonzza, azonban hamar kiderült, hogy nemcsak a kinézete különleges, hanem íze is rendkívüli, és húspótlóként is alkalmazható. Angol nyelven „chicken of the woods” néven említik több helyen is, ez is utal arra, hogy ez a fajta gomba különleges ízvilággal rendelkezik, ami nagyon hasonlít a csirke ízére (Pulu, 2023).

2.5 A fagyasztás és a gyorsfagyasztás bemutatása

2.5.1 A fagyasztás általános ismertetése

A fagyasztás régóta bevált élelmiszer-tartósítási módszer, mely kiváló minőségű, tápláló élelmiszereket eredményez hosszú eltarthatósági idővel. Általában ez a folyamat az élelmiszerek hőmérsékletét a fagyáspont alá csökkenti, míg a "fagyasztott" kifejezés az élelmiszer állapotára utal a hűtési lánc további részében. A fagyasztás és a fagyasztott tárolás során jégkristályok képződése fizikai változásokat okoz az élelmiszerekben, melyek általában csökkentik azok minőségét a felolvasztás után. Szélsőséges esetekben, mint például zöldségek esetében, a fagyasztás teljesen megsemmisítheti az élelmiszer szerkezetét, míg húsoknál és halaknál a fő probléma a felolvasztás során jelentkező csepegés. Általánosságban elmondható, hogy a gyorsfagyasztás és a kis jégkristályok képződése bizonyos minőségi előnyökkel jár, bár ez nem minden élelmiszerre igaz. Az energiafogyasztás csökkentése, az áteresztőképesség növelése és a hozam javítása érdekében előnyös lehet a fagyasztási idő minimalizálása.

A bevált élelmiszer-fagyasztási technológiák közé tartoznak a légfűvő, érintkező/lemezes, merítő és permetező fagyasztó rendszerek. Habár ezeket gyakran különálló technológiáknak tekintik, a kriogenika szintén fontos szerepet játszik, attól függően, hogy a kriogént hogyan használják és milyen alkalmazási módot alkalmaznak. Hibrid rendszerek, mint például a kriomechanikai rendszerek is léteznek, melyek a kriogén fagyasztást kombinálják hagyományos mechanikus légfűvőkkel vagy szalagos fagyasztókkal. A gyors kéregfagyasztás csökkenti a fogyást fagyasztás közben és megakadályozza a csomósodást. Ezek a technológiák többsége az 1960-as évek óta létezik, és bár történtek fejlesztések, alapvetően változatlanok maradtak (James et al. 2015).

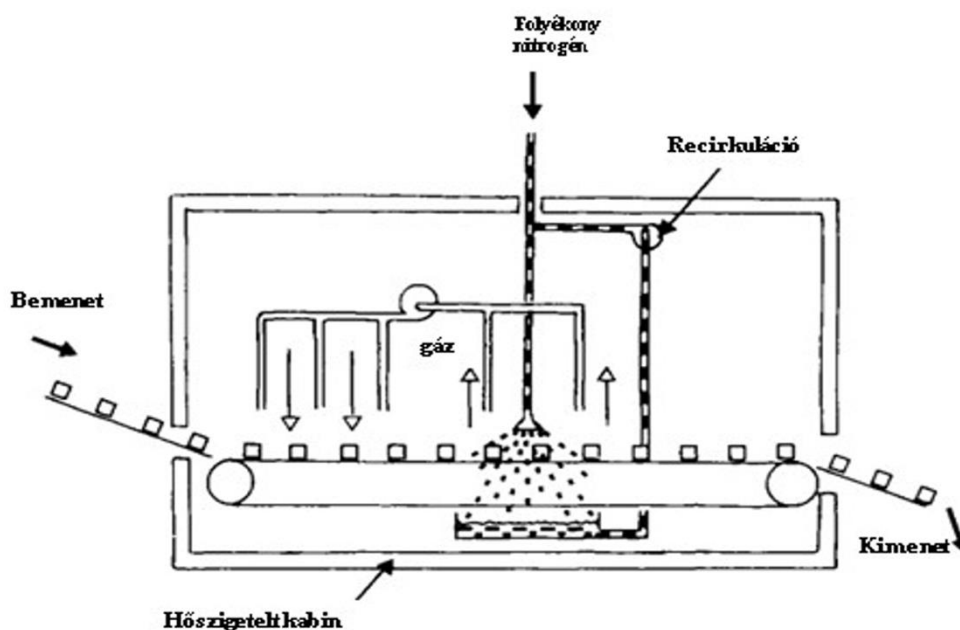
2.5.2 Kriogén fagyasztás

A kriogén fagyasztás technológiája az 1960-as években alakult ki, amikor bevezették a kriogén anyagokat, mint a folyékony nitrogént és a szén-dioxidot. Ezeknek a kriogén folyadékoknak rendkívül alacsony a forráspontjuk: a folyékony nitrogéné -196°C , míg a folyékony szén-dioxidé -79°C . A kriogének színtelenek, szagtalanok, és kémiaiilag inerteek, emellett jelentős hőmérséklet-különbségeket és magas hőátadási sebességet biztosítanak. A folyékony nitrogén és a folyékony szén-dioxid entalpiája $228,7 \text{ kJ/kg}$, illetve $310,3 \text{ kJ/kg}$.

A kriogén fagyasztóberendezés egy szigetelt kamrából áll, amelyben egy fém perforált szállítószalag folyamatosan mozog (**6. ábra**). A szállítószalag egyik végén betöltik a terméket, majd a másik végén a fagyasztott termék kerül ki. A szalag hossza több szakaszra osztható: előhűtési szakasz, permetezési vagy merülő szakasz, és kiegyenlítő szakasz.

- **Előhűtési szakasz:** Ez a szakasz segít a termék hőmérsékletének -7°C -ra csökkentésében, megakadályozva, hogy a termék károsodjon a hűtőközeggel való közvetlen érintkezés során a későbbi szakaszokban.
- **Permetezési vagy merülő szakasz:** Ebben a szakaszban a termék érintkezésbe kerül a folyékony nitrogénnel, amely -190°C -ra hűti azt. Az ilyen alacsony hőmérséklet elérése a folyékony nitrogén elpárolgása során keletkező magas konvekciós hőátadási együttthatóknak köszönhető.

6. ábra Kriogén fagyasztó berendezés folyékony nitrogénnel ([internet 6](#))



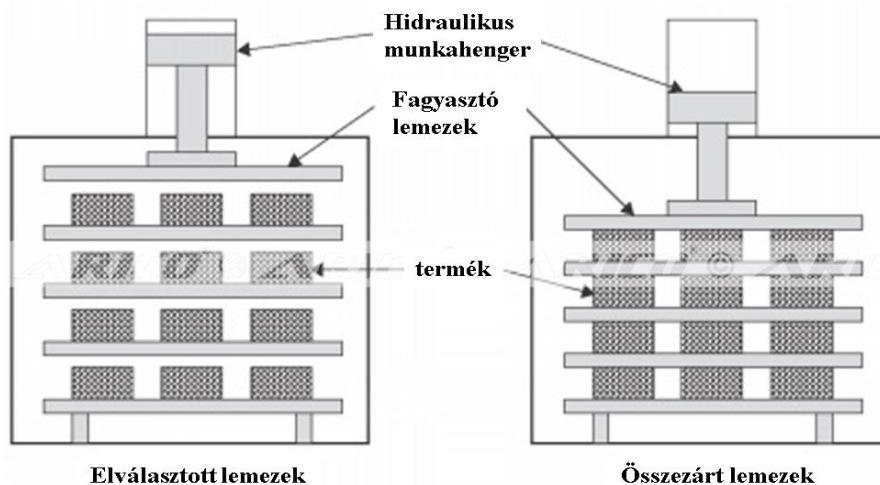
A folyékony szén-dioxid alkalmazása esetén, amikor a magasnyomású folyadék a légkörbe kerül, gőz és szárazjég keletkezik közel egyenlő arányban. Mivel a folyékony szén-dioxid gőzzé történő átalakulása időt vesz igénybe, a hűtőközeg permetezése a fagyasztó bejárata közelében történik (Muthukumarappan et al. 2019).

2.5.3 Kontakt fagyasztás

A kontakt fagyasztás egy hatékony élelmiszer-fagyasztási technika, amely során az élelmiszert közvetlenül egy nagyon hideg fémfelülettel érintkezve fagyasztják le (7.ábra). A hideg felület lehet például egy rozsdamentes acéllemez, amely rendkívül alacsony hőmérsékleten van tartva. Amikor az élelmiszer érintkezik ezzel a felülettel, a hő gyorsan távozik belőle, ami a hőmérséklet gyors csökkenését eredményezi.

Ez a gyors hűtési folyamat minimalizálja a jégkristályok kialakulását az élelmiszerben, megőrizve annak eredeti textúráját, ízét és tápanyagtartalmát. A kontakt fagyasztás különösen előnyös olyan élelmiszerek esetében, amelyek érzékenyek a lassú fagyasztás okozta károsodásra, például a húsok, a tenger gyümölcsei és bizonyos zöldségek. A módszer energetikailag is hatékony, mivel a közvetlen hőátadás gyors és kevesebb energiafelhasználást igényel.

7.ábra Kontakt fagyasztó ([internet 7](#))



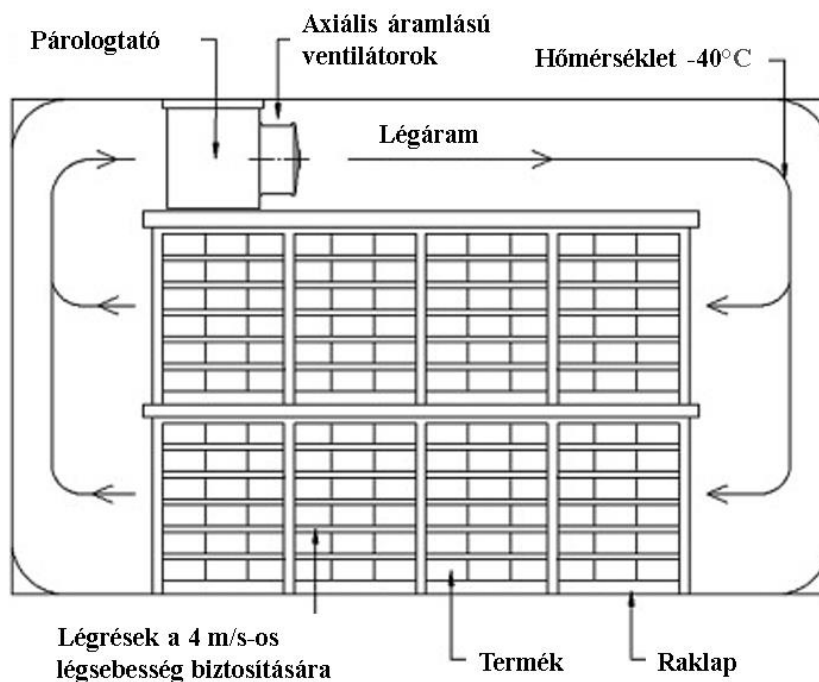
2.5.4 Fagyasztás levegőben

A levegőben történő fagyasztás egy olyan élelmiszer-fagyasztási technika, amely során az élelmiszert hideg, gyorsan áramló levegővel hűtik le. Az élelmiszert egy hűtőkamrában vagy alagútban helyezik el, ahol a hideg levegőt ventilátorok segítségével nagy sebességgel keringtetik körülötte (**8.ábra**). Ez a módszer lehetővé teszi az élelmiszer gyors és egyenletes lehűtését, megakadályozva a nagy jégkristályok kialakulását, amelyek károsíthatnák az étel textúráját.

A magas sebességű és alacsony hőmérsékletű levegő (általában $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ között) keringtetésével az élelmiszerek körül a levegősugárzó fagyasztók hatékonyan vonják ki a hőt az ételekből, ezáltal elérve a kívánt tárolási hőmérsékletet, ami a meglévő szabványok szerint általában $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. A ventilátorok kényszerkonvekciót hoznak létre, ami növeli a konvekciós hőátadási sebességet az élelmiszer felületén, és biztosítja az egyenletes levegőhőmérsékletet az egész fagyasztóban.

Az ipari robbanásfagyasztók gyakran kétlépcsős gőzkompresziós hűtőrendszereket használnak, amelyek mechanikai munkával és elektromos energiával érik el az alacsony hőmérsékletet. Ezeket a fagyasztókat, amelyek saját hűtőberendezéssel rendelkeznek, „mechanikus fagyasztóknak” nevezik, hogy megkülönböztessék őket a kriogén fagyasztóktól, amelyek távoli létesítményekből származó cseppfolyósított kriogén gázokat használnak. Egy levegő-fagyasztó hűtőrendszerében a hűtőközeg elpárologatási hőmérséklete általában $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ között van. Vannak innovatív mérnöki megoldások is, ahol a robbanásfagyasztók hűtéséhez más termodinamikai ciklusokat vagy fizikai elveket használnak a mesterséges hideg előállítására (Moerman et al. 2016).

8.ábra Sokkoló fagyasztó működése ([internet 8](#))



3. Anyagok és módszerek

3.1. Felhasznált alapanyagok

A fő alapanyag a hántolt köles volt, amelyhez kétféle kókusz italt használtam: az Alpro és az Aroy-D márkájút. Az Alpro kókusz ital könnyebb ízvilágot biztosított, míg az Aroy-D változat magasabb zsírtartalommal rendelkezik, ami krémesebb textúrát eredményezett. Emellett a kölest friss citromhéj és citromlé egészítette ki, amelyek friss, citrusos ízt adtak a kész terméknek.

A harmadik verzió alapjául a zab szolgált, amelyet pörkölt mandula itallal kombináltam. A zab alapú masszához zabpelyhet használtam, amelynek finomsága miatt jól formázható, enyhén „gumis” állagot kölcsönzött a gombócoknak. Ezen túlmenően a masszát búzadara és cukor is gazdagította, míg a citromhéj és citromlé természetes ízesítést adott hozzá.

Mindezek az alapanyagok széles körben elérhetőek, és lehetővé teszik a „túrógombóc” ízének és textúrájának közelítését a hagyományos változathoz, de teljesen növényi alapú alternatívákkal.

3.2. Vegán túrógombóc minták receptúrája

A vegán túrógombócok fejlesztése során célom az volt, hogy olyan növényi alapú alternatívákat hozzak létre, amelyek textúrában és ízben is közel állnak a hagyományos, tejtermék alapú túrógombóchoz. Ezen kísérletek alapját különböző gluténmentes gabonafélék képezték, amelyek megfelelő szerkezeti tulajdonságokkal és ízprofilokkal rendelkeznek. A végső három receptúrát részletesen bemutatom: két változatot kölesből, illetve egyet zabból készítettem. A végső receptúrák fejlesztésének menetéről az „Eredmények és kiértékelésük” szakaszban írok majd bővebben.

3.2.1. Kölesgombóc Alpro kókusz ital használatával

Hozzávalók 1 kg termékre számolva:

1. 324 g hántolt köles
2. 454 g Alpro kókusz ital
3. 91 g búzadara
4. 108 g cukor
5. 15 g citromlé és 8g citromhéj

A kölest pontosan háromszoros mennyiségű vízben főztem, amíg az összes vizet teljesen fel nem szívta, ezáltal egy megfelelő állagú masszát kaptam, amely nem igényelt leszűrést, mivel nem maradt alatta felesleges víz (**9.ábra**). Ezt követően hozzáadtam a további összetevőket, és a keveréket tovább főztem, amíg elérte a kívánt sűrűséget. Miután a massa besűrűsödött, hűtőszekrényben 3 ± 2 °C -on tároltam, amíg teljesen ki nem hűlt. A kihűlt masszából 20 grammos gombócokat formáztam.

9.ábra Kölesgombóc massa Alpro növényi ital használatával



3.2.2. Kölesgombóc Aroy-D kókusz ital használatával

Ez a minta abban különbözik az előzőtől, hogy az Alpro kókusz ital helyett Aroy-D kókusz italt alkalmaztam. Ezen túlmenően egy teáskanállal kevesebb citromlevet és citromhéjat adtam a keverékhez. Az Aroy-D kókusz ital magasabb zsírtartalmának köszönhetően a receptúrát vízzel hígítottam, hogy a megfelelő állagot és textúrát biztosítsam (**10.ábra**).

Hozzávalók 1 kg termékre számolva

1. 324 g hántolt köles
2. 23 g Aroy-D kókusz ital + 437 g víz
3. 91 g búzadara
4. 108 g cukor
5. 11 g citromlé és 6 g citromhéj

Elkészítése teljesen azonos az előző kölesgombóc elkészítésével, szemmel láthatóan különbség nem tapasztalható a két massa színe és állománya között.

10.ábra Aroy-D növényi italból készült kölesgombóc massa



3.2.3. Zabból készült gombóc

Hozzávalók 1 kg termékre számolva

1. 95 g zabpehely
2. 634 g pörkölt mandula ital
3. 190 g búzadara
4. 64 g cukor
5. 11 g citromlé és 6 g citromhéj

A mandula italt előmelegítettem, majd a búzadarát fokozatosan hozzáadva, alacsony hőmérsékleten folyamatos keverés mellett sűrű állagúra főztem. A keveréket ezután levettem a hőforrásról, és 5 percig hűlni hagytam. A hűtési folyamatot követően hozzáadtam a többi összetevőt, majd azokat alaposan elkevertem (**11.ábra**).

11.ábra Zabból készült massa



3.3. Gombócok formázása és gyorsfagyasztása

Mindhárom masszából 47 darab gombócot készítettem, így összesen 141 gombóc került megformázásra (**12.ábra**). A formázási eljárás során az táramérleg segítségével egyenként 20 gramm tömegű adagokat mértem ki a masszából, majd kézzel alakítottam gombócokká. Masszánként 35 darabot tálcára helyeztem, és sokkoló fagyasztóban -30°C-on, intenzív légáramban gyorsfagyasztottam 15-17 percen keresztül. A fennmaradó 12-12 gombócot fagyasztás előtt vettem alá állománymérésnek.

12.ábra Megformázott gombócok a gyorsfagyasztóban



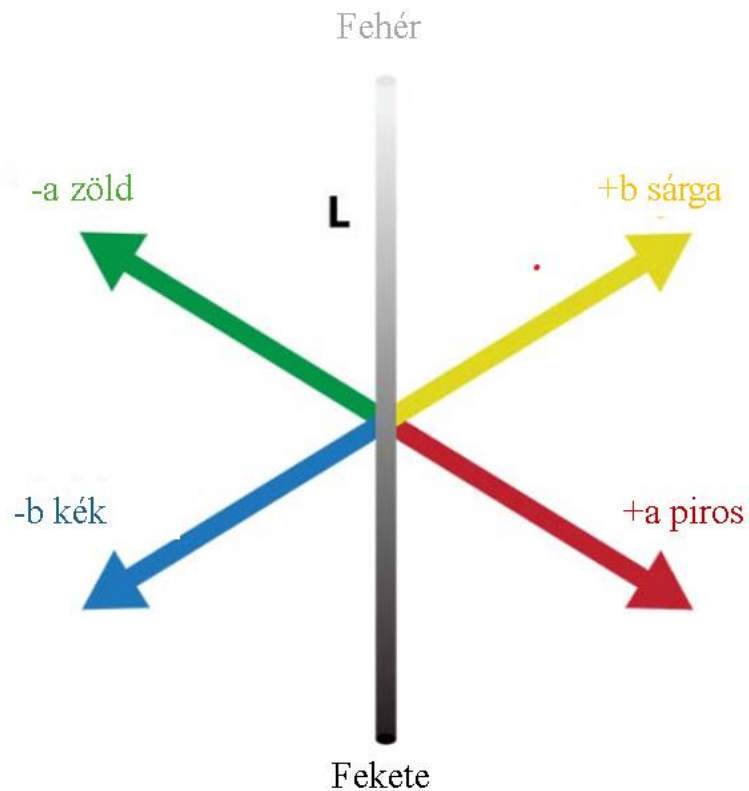
A gyorsfagyasztást követően a mintákat -18°C -on tároltam, majd két hét elteltével hűtőben engedtettem fel őket 24 óra alatt. Az állományméréshez a mintákat szobahőmérsékletűre temperáltam. Ezt követően, mintánként 12 gombócot állományvizsgálatnak vettem alá, míg a fennmaradó 23 gombóc érzékszervi értékelés céljából került felhasználásra.

3.4. Elvégzett vizsgálatok

3.4.1. Színmérés

A kísérlet során a frissen elkészült gombócok színét vizsgáltam koloriméter segítségével. A koloriméteres mérések lehetőséget biztosítanak arra, hogy objektíven meghatározzuk a gombócok színét a CIELAB színrendszer szerint, amely három paraméterből áll: az L^* érték a világosságot, az a^* a vörös-zöld színezetet, míg a b^* a sárga-kék színt komponenszt jelöli (**13.ábra**). A mérések célja a gombócok színének pontos, kvantitatív elemzése volt, amely segít a termékek esztétikai minőségének és a feldolgozási különbségek feltárásában. Mindhárom gombócból 5 mérést végeztem.

13.ábra CIELAB színrendszer ábrázolása ([internet 9](#))



14.ábra Színínges különbség egyenlet

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2}$$

Az egyenlet segítségével kiszámoltam a különbségeket a két kölesgombóc között, illetve a kölesgombócok és a zabgombóc között, így három eredményem született (**14.ábra**). Az eredményeket alábbiakban bemutatott táblázat alapján értékeltem (**1.táblázat**).

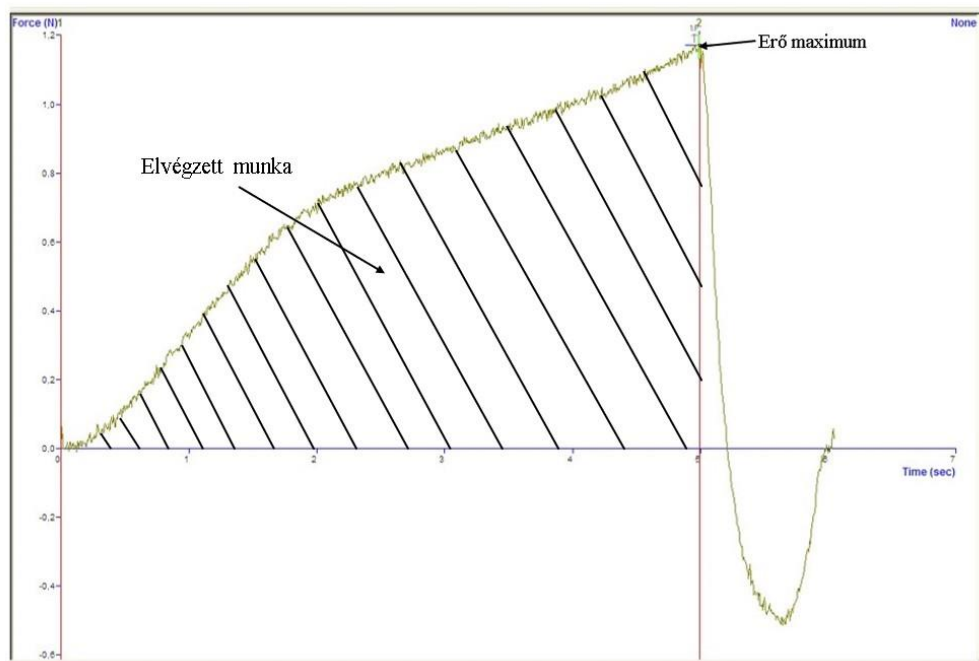
1.táblázat Az emberi szem által érzékelhető színekülönbségek (Cserhalmi et al. 2006)

ΔE^* értéke	Érzékelt különbség
0 – 0,5	nem észrevehető
0,5 – 1,5	alig észrevehető
1,5 – 3,0	észrevehető
3,0 – 6,0	jól látható
6,0 – 12,0	nagy

3.4.2. Állománymérés

Az állománymérés során receptúránként 24 gombóc vizsgálatára került sor. A gombócok fele friss állapotban, elkészítés után szobahőmérsékleten került vizsgálatra. A másik fele a gombócoknak gyorsfagyasztást után, felengedtetést követően esett át az állományvizsgálaton. Én maximális erőt és a munkát mértem 10 mm átmérőjű henger mérőfejjel, 2 mm/s mérési sebességet és 10 mm-es penetrációs mélységet alkalmazva.

15.ábra Állománymérő Erő-Idő grafikon

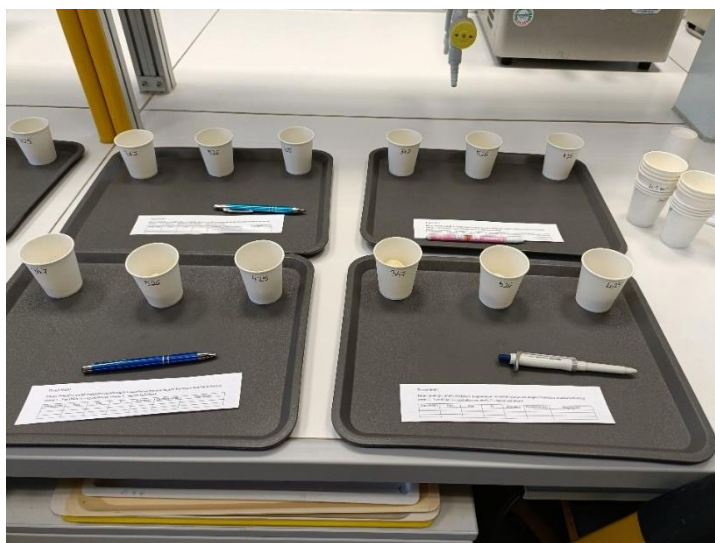


A mérőfej folyamatosan halad előre, amíg el nem éri a 10 mm-es penetrációs mélységet a gombóctól számítva. Ezalatt a készülék rögzíti a gombóccal szembeni ellenállást, amelyet a maximális erővel és a közben elvégzett munkával jellemez (**15.ábra**).

Ez a vizsgálat lehetővé teszi a gombóc állományának objektív mérését. Az adatok alapján következtetni lehet arra, hogy a gombóc milyen mértékben deformálódik nyomás hatására, ami kulcsfontosságú az érzékszervi tulajdonságok, például a textúra szempontjából.

3.4.3. Érzékszervi bírálat

16.ábra Bírálatra kihelyezett minták



A három különböző gombócot háromjegyű random számokkal kódoltam, Az érzékszervi bírálatot tizenkét bíráló végezte, hogy objektív értékelést adjanak a termékekről (**16.ábra**).

A bírálat során a bírálók kedveltség szerint értékelték a színt, az illatot, az ízt, az állományt és az összbenyomást. Minden tulajdonságot egy 1-től 9-ig terjedő skálán pontoztak, ahol az 1 a legrosszabb, míg a 9 a legjobb értéket jelenti.

3.4.4. Statisztikai vizsgálat

A statisztikai elemzés során a varianciaanalízis (ANOVA) módszerét alkalmaztam, hogy megvizsgáljam a különböző alapanyagokkal készített túrógombócok közötti eltéréseket. Az ANOVA lehetővé teszi több csoport átlagának összehasonlítását, hogy kiderüljön, van-e statisztikailag szignifikáns különbség a minták között. Miután az ANOVA elemzés szignifikáns eredményt mutatott, Tukey-féle páronkénti összehasonlító tesztet használtam a csoportok közötti különbségek részletesebb vizsgálatára. A Tukey-teszt segítségével meghatározható,

mely csoportok különböznek szignifikánsan egymástól, így lehetőség nyílt az egyes alapanyagok közötti eltérések pontosabb értékelésére.

4. Eredmények és kiértékelésük

4.1. Végleges receptúrák kifejlesztése

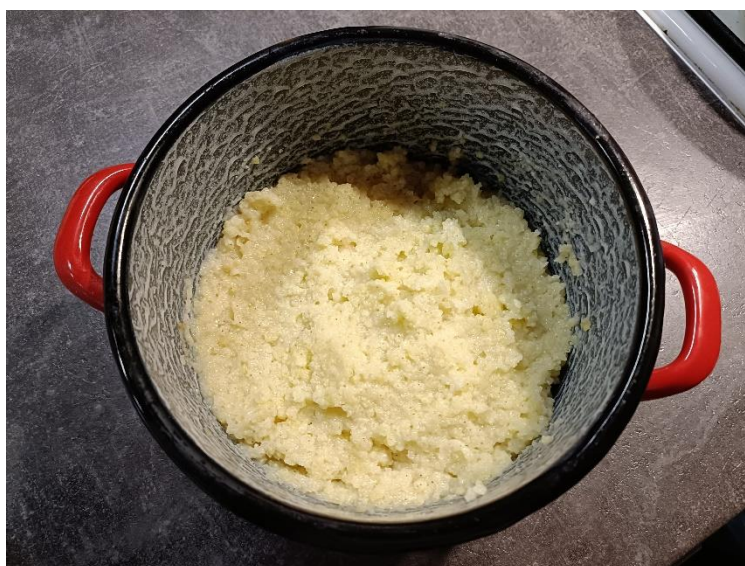
A fejlesztési folyamat során alaposan tanulmányoztam a köles és zab különböző felhasználási lehetőségeit, kísérleteztem a különböző ízesítésekkel és textúrákkal, hogy megtaláljam a legjobban működő kombinációkat. Külön figyelmet fordítottam az állományra és az ízélményre, hogy a gombócok ne csak egészségesek, hanem élvezetesek is legyenek a fogyasztók számára.

A különféle kísérletek révén fokozatosan finomítottam a receptúrákat, míg végül elértem az optimális arányokat és összetevőket, amelyek megfelelő állományú és ízletes gombócokat biztosítottak.

4.1.1. Kölesből készült alternatívák fejlesztése

A recept alapját két forrásból merítettem; [interneten elérhető receptből](#), illetve vegán ismerőssel történő konzultálás során. A kezdetektől fogva próbáltam arra törekedni, hogy a gombócaimat a közízlés preferenciáinak megfelelően alakítsam ki és ne a saját ízléseim szerint készítsem. Így alakult meg a fent említett recept azzal a különbséggel, hogy kezdetben, ahogy a zabos gombóc végleges formájában, pörkölt mandula italt használtam, illetve valódi citrom helyett előre reszelt és szárított citromhéjat, valamint mesterséges citromlevet és aromát használtam.

17.ábra Első kölesmassza



A köles állaga teljes mértékben megegyezett a végleges receptben megfogalmazott elvárásokkal, így további fejlesztésekre nem volt szükség (17.ábra). A kísérletek során az Eden Premium hántolt kölest használtam, amelyhez részletes útmutató tartozik a pontos főzési időről és vízmennyiségről. Ezen irányelvek figyelembevételével jártam el, így az állomány további optimalizálásával már nem kellett foglalkoznom.

A pörkölt mandula ital semleges aromát biztosított, amely várakozásaimmal ellentétben kielégítő, de nem kimagasló eredményt hozott. Ezzel szemben a szárított citromhéj enyhe negatív hatást gyakorolt a textúrára, azonban ízben nem észleltem lényeges változást. A citromaromával kapcsolatos elvárásaim, amelyek alapján karakteres és kellemes citromos ízre számítottam, nem teljesültek; az ízélmény enyhén alkoholos utóízt eredményezett. Ez a tapasztalat világosan jelezte számomra, hogy a második kísérlet során milyen módosításokat szükséges eszközölnöm.

A második receptúra kialakításakor minden korábbi összetevő arányát megtartottam, azonban a szárított citromhéjat és citromaromát friss citromra cseréltem, amely jelentős javulást eredményezett mind az ízprofilban, mind a textúrában. Továbbá módosítottam a felhasznált folyadékot, pörkölt mandula ital helyett kókusz italt alkalmazva. Az elkészítési folyamat változatlan maradt; a kölest az előírt módon megfőztem, majd hozzáadtam a további alapanyagokat, és mindaddig főztem, amíg a kívánt, előre meghatározott állagot el nem értem. Miután a gombócokat megformáztam és megkóstoltam, egyértelművé vált, hogy a recept további fejlesztést már nem igényel. A kókusz italból eredő ízvilág kiválóan harmonizált a friss citrommal, ami kellemes és kiegyensúlyozott ízprofilt hozott létre. Az állomány is kifogástalan volt, amit a megfelelően megfőzött köles biztosított. A kókusz ital tökéletes összhangot alkotott a köles enyhe citromos jegyeivel, így arra a következtetésre jutottam, hogy ezt a kókuszos ízvilágot érdemes tovább fejleszteni. Ezzel megszületett a második végleges recept, amely az Aroy-D kókusz ital felhasználásával készült gombóc formájában valósult meg.

Az Aroy-D változat abban tért el a korábban bemutatott kölesgombóctól, hogy eltérő típusú kókusz italt alkalmaztam. Az Aroy-D kókusz ital zsírtartalma jelentősen magasabb, mintegy 19-szerese az Alpro kókusz italénak. Ez az eltérés kisebb állománybeli problémákat eredményezett az első kísérlet során. Bár az elkészítési eljárás az előzőekben bevált módszer szerint történt, a jelentős zsírtartalombeli különbség váratlan nehézséget okozott a gombócok formázásakor, amire előzetesen nem számítottam. A massa ízén erősen érezhető volt a kókusz, már talán túlságosan is, illetve a masszának a felületén formázás közben lehetett tapintani a zsírt, amit a kókusz ital nyújtott.

18.ábra Aroy-D növényi italból készült gombócok



A képen is megfigyelhető, hogy nem sikerült teljesen kerek gombócokat formázni, amit a magasabb zsírtartalomnak tulajdonítottam (**18.ábra**). Már a friss gombócok formázása során felmerült probléma arra utalt, hogy a gyorsfagyasztás során fennáll a deformáció vagy szétesés veszélye. Ennek elkerülése érdekében úgy döntöttem, hogy az Aroy-D kókusz italt hússzorosára hígítom, és a keverékből adom hozzá az előírt mennyiséget a masszához. Ezáltal sikerült minimalizálni az állománybeli problémákat, és biztosítani a gombócok stabilitását mind a formázás, mind a fagyasztás során. A hígítás alkalmazása során rájöttem, hogy eredeti tervem, miszerint egy intenzívebb ízprofilú gombócot szerettem volna létrehozni, nem a várt eredményt hozta. Ennek felismerése után úgy döntöttem, hogy a kókusz íz csökkentésével párhuzamosan a citrom erőteljes ízét is mérsékelem, hogy kiegyensúlyozottabb, natúrabb ízvilágot érjek el. Ezzel nemcsak az intenzív ízek kedvelőinek, hanem a visszafogottabb ízpreferenciájú fogyasztók igényeinek is alternatívát kínáltam, így született meg a második végleges gombóc receptje.

4.1.2. Zabból készült alternatíva fejlesztése

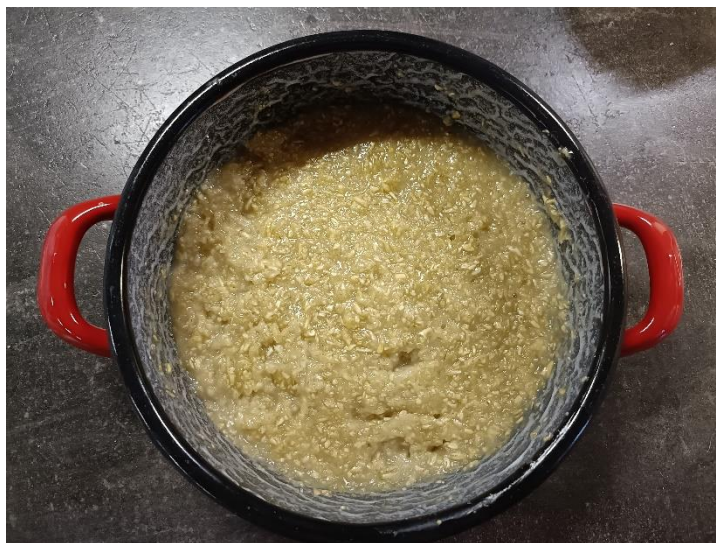
Vegán „túrógombóc” recept, amely zabot használ alapanyagként, nem állt rendelkezésre a szakirodalomban vagy online forrásokban, így ennek a receptnek a kidolgozása jelentős kihívást jelentett. Az alapötlet, amelyet a fejlesztési folyamat során végig megőriztem, az volt, hogy növényi tej és búzadara felhasználásával egy rendkívül sűrű masszát készítsek. Ehhez

hozzáadtam zabdarát, valamint különféle ízesítőket, majd a keverékből gombócokat formáltam. A végső lépésként a gombócokat pirított zsemlemorzsában forgattam meg, hogy fokozzam a textúrát és ízelményt. Az alapreceptem a következőkből állt:

1. 60 gramm zabdara
2. 3dl rizs ital
3. 40 g búzadara
4. 60 g cukor
5. 2 teáskanál citromlé és 2 teáskanál szárított citromhéj
6. 1 csipet só
7. a pirított zsemlemorzsához 10 dkg zsemlemorzsa és 1 evőkanál étolaj

Kezdetben rizs italt használtam azzal a megfontolással, hogy a zabdara textúrájához és citromos ízesítéséhez nem illeszkedne megfelelően egy kókuszos ízprofil. Az elkészítési folyamat a következő lépésekből állt: a rizs italt egy csipet sóval elkezdtem melegíteni, majd, amikor a növényi ital már gőzölni kezdett, hozzáadtam a cukrot, a búza- és rizsdarát, valamint a citromlevet és a szárított citromhéjat (**19.ábra**). Az elegyet felforraltam, majd további 4-5 percig főztem forráspont felett. Ezt követően a masszát lehűtöttem, és a kialakult elegyből gombócokat formáztam, amelyeket pirított zsemlemorzsában forgattam meg (**20.ábra**).

19.ábra Az összekevert zabos alapanyagok



20.ábra Az elkészült zabgombócok

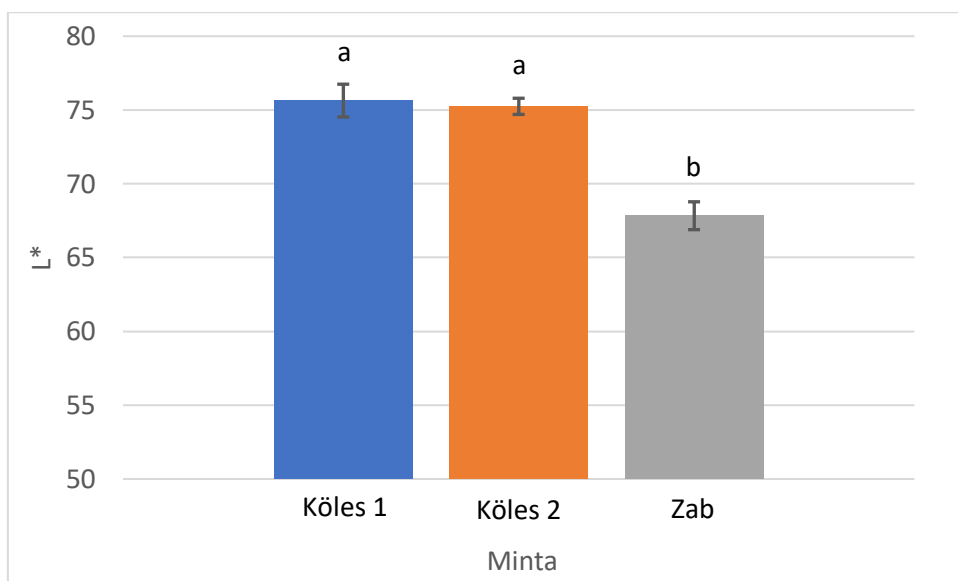


A kóstolást követően úgy éreztem, hogy cukor mennyiségének csökkentése mindenképpen indokolt lesz a következő kísérlet során. A citrom íze kevésbé volt érzékelhető, de véleményem szerint ez a gombóc esetében nem jelentett hiányosságot. Az állomány enyhén folyósnak bizonyult, és a formázás során nehézségek adódtak; a zab jelenléte miatt a gombócok felülete kevésbé volt egyenletes, továbbá nyomásra rendkívül érzékenyek voltak. A következő kísérletben a zab dara mennyiségét csökkentettem, míg a búza dara arányát növelem, abban a reményben, hogy ezáltal javulni fog a gombócok konzisztenciája és gyúrhatósága. A rizs ital semmilyen extra ízt nem kölcsönzött a gombócoknak, amit hiányoltam, ezért a következő kísérletemnél pörkölt mandula italt használtam. Továbbá a zsemlemorzsa az egyenetlen textúra elnyomásában hasznos volt, de ízélménybe kevésbé tűnt értékesnek így azt is kivettem a receptből.

A következő kísérlet során már a végleges receptet készítettem el, azzal a módosítással, hogy zabpehely helyett zabdarát használtam. Az arányok módosításával, különösen a zab és a cukor mennyiségének csökkentésével, jelentősen javítottam a végeredményen. A mandula ital egyedi íze jól érvényesült a masszában, míg a csökkentett mennyiségű zab hozzájárult a harmonikus ízkompozíció kialakulásához. A végleges változatban, a korábban említetteknek megfelelően, zabpehely alkalmaztam, amely textúrában jelentősen eltért a zabdarától, de ízében sokkal inkább a zab dominált, ezáltal egy „tejbegrízes” íz helyett karakteresebb zabos ízt adott a gombócoknak.

4.2. Színmérés eredményei

21.ábra L* összehasonlítása

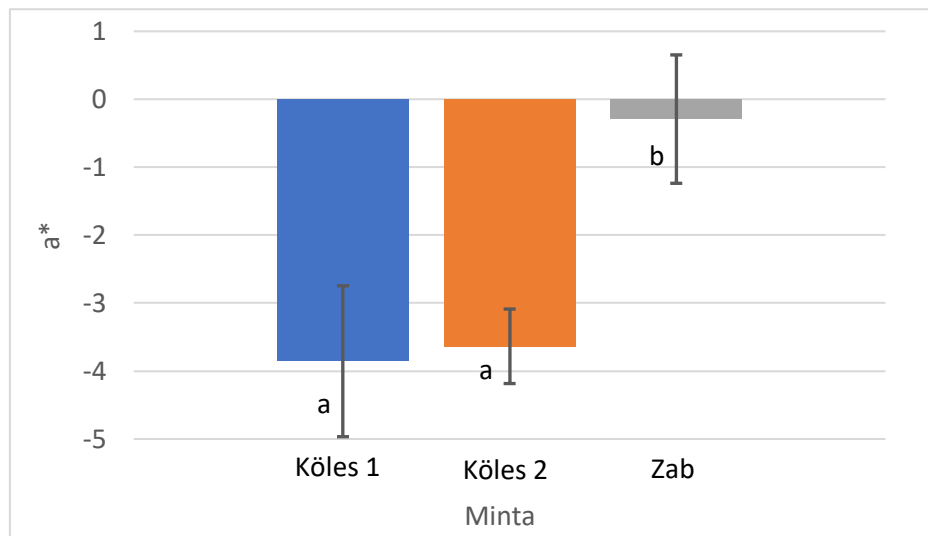


A világossági tényezők összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a csoportok szignifikánsan eltérnek egymástól. Az F-érték 29.87018, míg a p-érték 0.000022, amely jelentősen alatta marad az általam megadott szignifikancia szintnek (0.05). Ennek következtében a három adatsor összehasonlítása szignifikáns eltéréseket mutatott.

A páronkénti összehasonlítás eredményei azt jelzik, hogy a zab szignifikánsan eltér mindkét kölesgombóctól.

Ezek az azonosságok és különbségek világosan megjelennek a diagrammon (**21.ábra**). Az eredmények alapján a köles 1 és köles 2 gombócok között minimális eltérés volt jelen az adatok alapján, a kölesek összehasonlítva a zabbal már jelentős eltérést tapasztaltam.

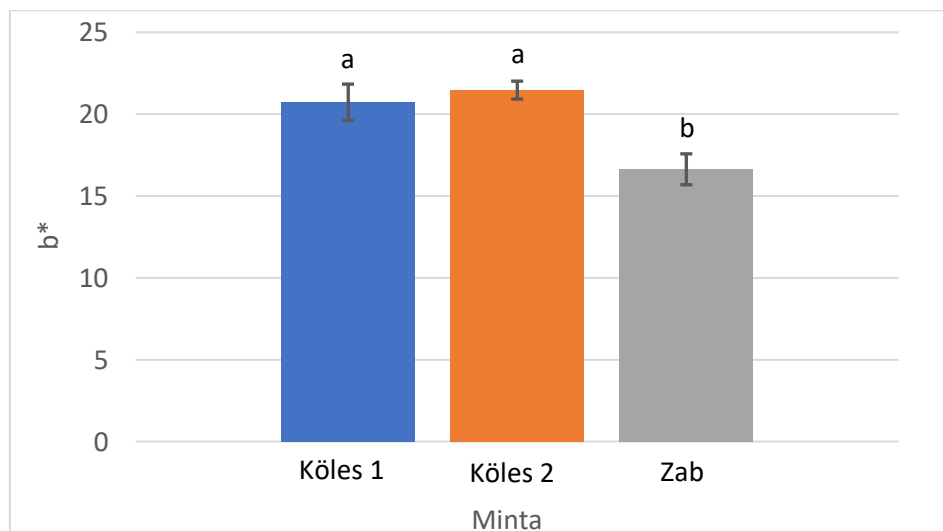
22.ábra a* összehasonlítása



A CIELAB színrendszer a^* értékei a vörös-zöld tengelyen való eltérést mutatják. A köles 1 és köles 2 gombócok értékei hasonlóak: a köles 1 esetében -3.856 ± 0.2964 , míg a köles 2 értéke -3.636 ± 0.1256 . Ezek az eredmények azt jelzik, hogy mindkét köles alapú gombóc esetében a színérték a zöld irányba tolódik, és nincs szignifikáns különbség közöttük, amit az a betűkkel jelölt értékek is mutatnak (22.ábra).

Ezzel szemben a zab gombóc a^* értéke jóval közelebb van a semleges, zero értékhez -0.292 ± 0.7469 , ami azt jelzi, hogy a zab gombóc színe kevésbé tér el a vörös-zöld tengelyen, tehát kevésbé mutat zöldes árnyalatot, mint a köles alapú gombócok. A szignifikáns különbséget a b jelzés is megerősíti, amely a zab gombóc esetében a köles alapú gombócokétól eltérő csoportot jelez.

23.ábra b* összehasonlítása



A statisztikai összehasonlítás alapján a köles 2 b^* értéke (21.47) a legmagasabb, ami a legmelegebb és legélénkebb sárga színt jelzi a három minta közül (**23.ábra**). Ezt követi a köles 1, amelynek b^* értéke 20.726, szintén sárga, de valamivel alacsonyabb, mint a köles 2. A zab gombóc b^* értéke (16.63) a legalacsonyabb, ami azt jelenti, hogy ez a minta hűvösebb és kevésbé élénk színt képvisel.

A statisztikai jelölés szerint a köles 1 és köles 2 b^* értéke hasonló (mindkettő "a" jelölésű), míg a zab gombóc b^* értéke (b) szignifikánsan eltér a köles 1 és köles 2 értékeitől. A köles 2 megbízhatóságát a legkisebb szórás (± 0.8708) is tükrözi, míg a köles 1 és zab gombóc szórása hasonló, de valamivel nagyobb, ami arra utal, hogy azok mérései szélesebb körben változhatnak.

A fentebb elhelyezett egyenletet alkalmazva három eredményt kapunk amennyiben összehasonlítjuk mindhárom gombócot egymással (**14.ábra**). A ΔE^* értéke amennyiben meghaladja a 2,9-as értéket, abban az esetben éppen észrevehető a két minta közötti különbség (Sharma, G. 2003).

2.táblázat Színínger különbségek eredményei

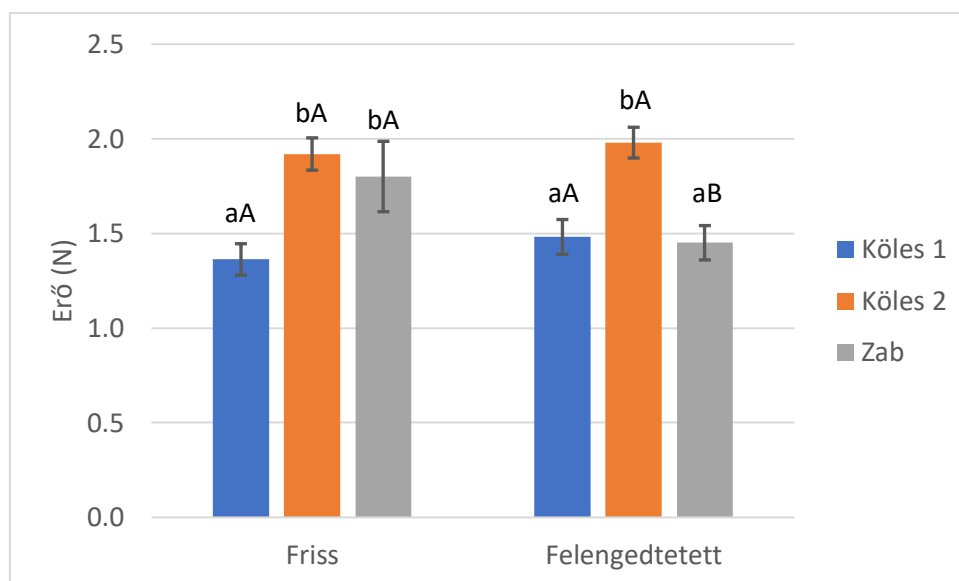
ΔE^* köles 1-köles 2	ΔE^* köles 1-zab	ΔE^* köles 2-zab
0,8684	9,5044	9,4618

Ezek a jelentős eltérések a köles és a zab között továbbra is megerősítik a korábbi eredményeket, amelyek alapján a zabalapú gombóc színprofilja markánsan eltér a kölesből készült gombócétól, és ez vizuálisan is jól észlelhető (**1.táblázat**).

A köles 1 és a köles 2 gombócok között nem figyelhető meg szemmel látható különbség, ami kevesebb jelentőséggel bír az eredmények szempontjából.

4.3. Állománymérés eredményei

24.ábra Maximális penetrációs erő összehasonlítása



A diagrammon látható kis- és nagybetűkkel a mintákat hasonlítom össze. A kisbetűk a három friss, illetve a három felengedtetett minta összehasonlítására szolgálnak, a nagybetűk a fagyasztott, illetve tárolt minták összehasonlítására szolgálnak.

A friss minták összehasonlítása során a köles 2 gombóc mutatta a legmagasabb penetrációs erőt, míg a köles 1 gombóc szignifikánsan alacsonyabb értéket produkált ($p < 0,05$). A köles 1 és a zab gombócok között szintén szignifikáns különbség volt, azonban a köles 2 és a zab gombócok között nem találtunk szignifikáns eltérést, ami azt jelzi, hogy ezek hasonló tulajdonságokkal rendelkeznek (24.ábra).

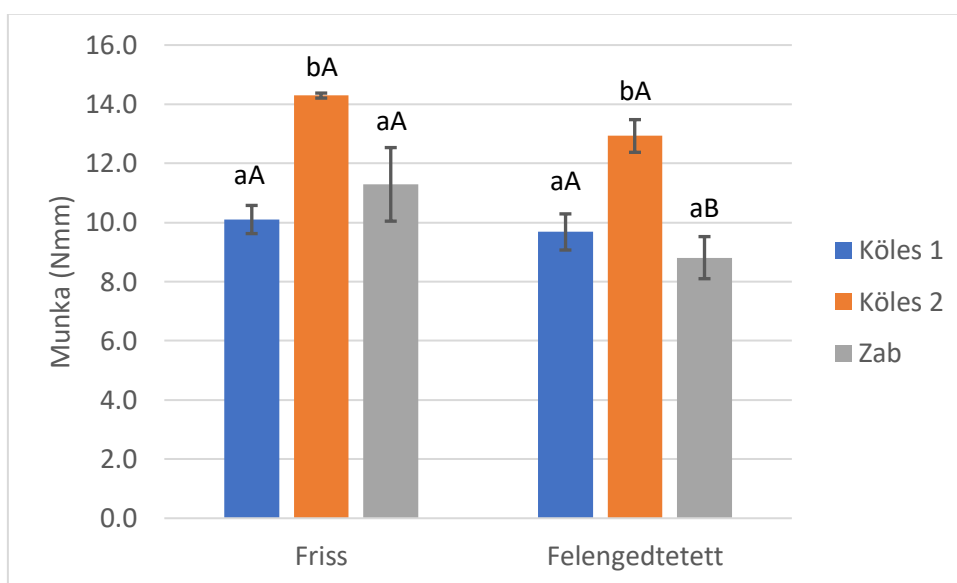
Felengedtetés után a köles 2 gombóc továbbra is a legmagasabb penetrációs erőt tartotta meg (1,98 N), míg a köles 1 (1,482 N) és a zab gombóc (1,451 N) értékei szignifikánsan alacsonyabbak voltak. A köles 1 gombóc mind friss, mind felengedett állapotban szignifikánsan eltért a köles 2-től és a zab gombócoktól.

Ez valószínűleg a köles 2 előállítása során használt nagyobb vízmennyiségnek köszönhető, amely befolyásolta az alapanyag textúráját és a penetrációs erőt. Összességében a köles 2 gombóc mindkét állapotban a legnagyobb penetrációs erőt mutatta, míg a köles 1 és zab gombócok értékei jelentősen alacsonyabbak voltak, ami a készítési mód és az alapanyagok közötti különbségek jelentős hatását jelzi a fizikai tulajdonságokra.

A friss és felengedett állapotok összehasonlítása során a köles 1 gombóc maximális penetrációs ereje a felengedtetés után kissé emelkedett, de az eltérés nem volt szignifikáns, ami azt jelzi,

hogy a felengedtetés nem befolyásolta jelentősen a gombóc állományát. Hasonló tendencia figyelhető meg a köles 2 esetében is, ahol a felengedtetés utáni penetrációs erő szintén némileg magasabb lett, de itt is stabil maradt a gombóc. Ezzel szemben a zab gombóc esetében szignifikáns eltérés mutatkozott: a maximális penetrációs erő friss állapotban 1,801 N volt, míg felengedtetés után 1,451 N-ra csökkent. Ez a csökkenés arra utal, hogy a zab gombóc szerkezete lazábbá vált a felengedtetés során, ami csökkentette a penetrációs ellenállást.

25.ábra Elvégzett munka összehasonlítása



A diagrammon látható kis- és nagybetűkkel a mintákat hasonlítom össze. A kisbetűk a három friss, illetve a három felengedtetett minta összehasonlítására szolgálnak, a nagybetűk a fagyasztott, illetve tárolt minták összehasonlítására szolgálnak.

Friss állapotban a köles 2 gombóc mutatta a legmagasabb értéket, az elvégzett munka értéke szignifikánsan magasabb volt mind a köles 1, mind a zab gombócok értékeihez képest (**25.ábra**). A $p < 0,05$ szignifikanciaszinten kimutatott különbségek egyértelműen jelzik, hogy a köles 2 gombócon történt munkavégzés lényegesen eltér a többi változattól. Ez azt sugallja, hogy a köles 2 esetében nagyobb energia szükséges a penetráció során, ami a termék mechanikai tulajdonságaira és összetételére vezethető vissza.

Felengedtetett állapotban is hasonló tendenciák figyelhetők meg: a köles 2 gombóc (12,926 Nmm) továbbra is jelentősen magasabb elvégzett munkát igényel, mint a köles 1 (9,68 Nmm) és a zab (8,811 Nmm) gombócok. A p -értékek alapján a köles 2 gombóc szignifikánsan eltér a köles 1-től és a zab gombóctól felengedett állapotban is.

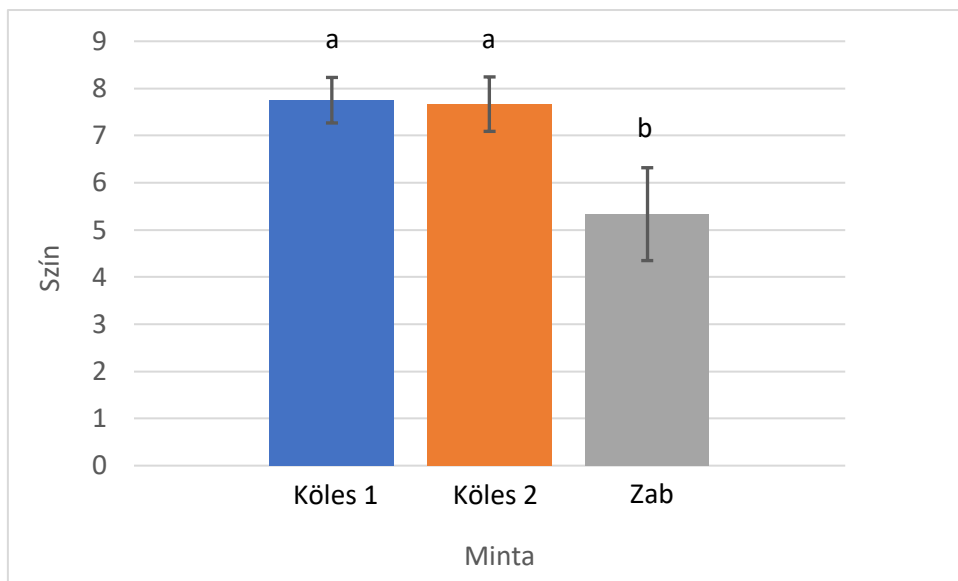
Mindkét állapotban a köles 2 gombóc kiemelkedő mechanikai tulajdonságokat mutat, amit valószínűleg a készítési folyamat során alkalmazott magasabb víztartalom magyaráz. Ez az eltérés hozzájárulhatott a gombóc szerkezetének szilárdságához, és ezáltal a nagyobb energiaigényhez a penetráció során. A köles 1 és zab gombócok elvégzett munka értékei közel hasonlóak, ami arra utal, hogy ezen két minta mechanikai tulajdonságai kevésbé különböznek egymástól, mint a köles 2-től.

A köles 1 gombóc friss állapotban 10,101 Nmm munkát igényelt, míg felengedett állapotban ez az érték minimálisan, 9,680 Nmm-re csökkent, jelezve, hogy a felengedtetés nem okozott jelentős változást. A köles 2 gombóc friss állapotban 14,291 Nmm munkát igényelt, amely felengedtetés után 12,926 Nmm-re csökkent; a különbség azonban nem szignifikáns, így ez a gombóc is hasonló tulajdonságokat mutatott mindkét állapotban. Ezzel szemben a zab gombóc friss állapotban 11,289 Nmm munkát igényelt, de felengedtetés után ez az érték jelentősen, 8,811 Nmm-re csökkent, ami szignifikáns eltérést mutatott ($p < 0,05$) és arra utal, hogy a zab gombóc szerkezete jelentősen megváltozott a felengedtetési folyamat során, ellentétben a köles gombócokkal.

Összességében a köles 1 és köles 2 gombócok nem mutattak jelentős eltérést a friss és felengedett állapot között, míg a zab gombóc esetében szignifikáns különbség volt megfigyelhető, ami részben annak is köszönhető, hogy a gombócok mérete nem volt tökéletesen egyforma, ezt prezentálják továbbá a magas szórásértékek.

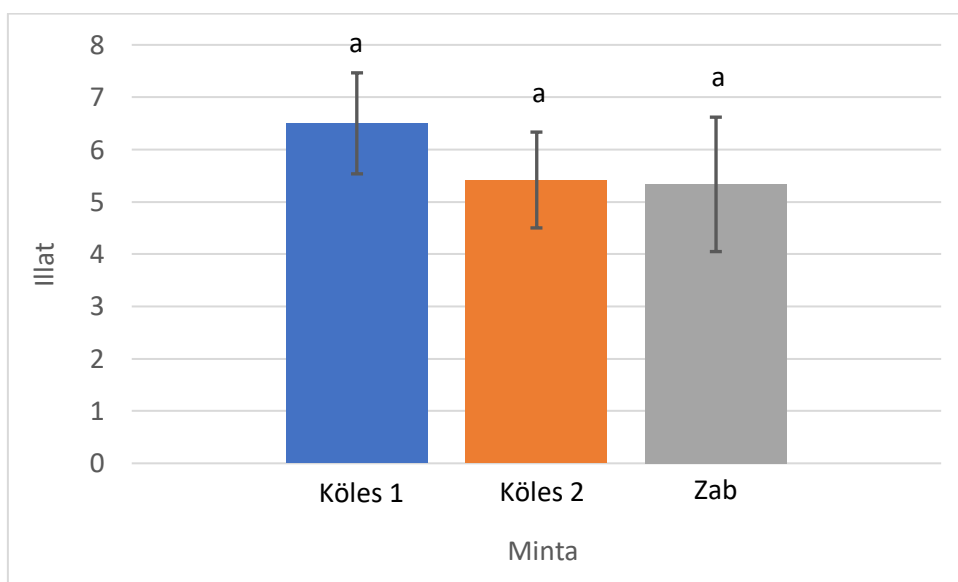
4.4. Érzékszervi bírálat eredményei

26.ábra Színekre kapott pontszámok



A kapott pontszámok és a színmérés eredményei között egyértelmű összefüggés figyelhető meg (**26.ábra**). A két kölesből készült minta között nem mutatkozott szignifikáns különbség, míg a zab szignifikánsan eltért mindkét kölesmintától ($p < 0,05$). Az értékelések alapján feltételezhető, hogy a fogyasztók előnyben részesítik a világosabb színű élelmiszereket. A köles minták világos, sárgás-fehér színt mutattak, míg a zab minta sötétebb, barnás árnyalatú volt. A színkülönbség kvantitatív értékelése, a ΔE^* érték alapján, a két kölesminta között nem volt jelentős eltérés, ami összhangban van az azonos pontszámokkal.

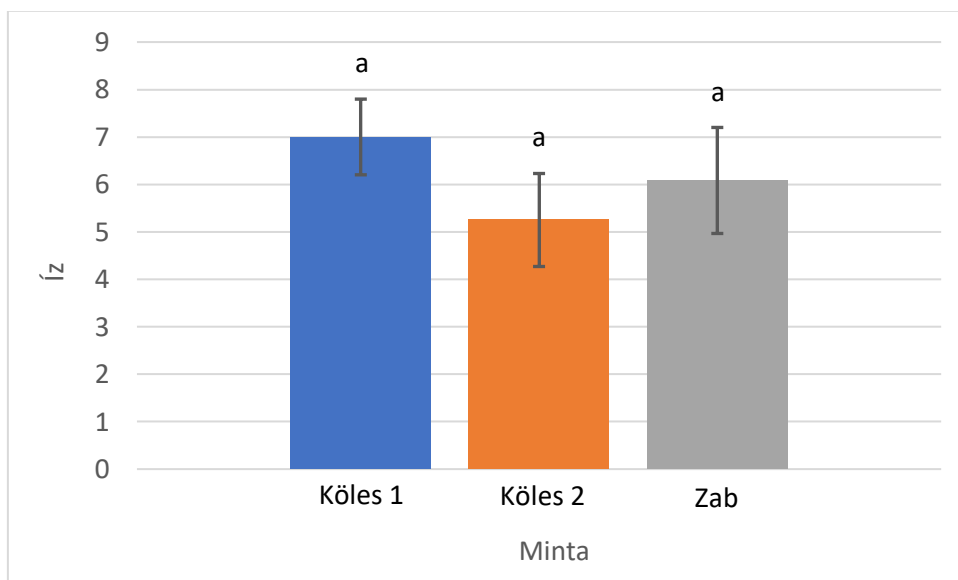
27.ábra Illatokra kapott pontszámok



Az illatok pontjai alapján nem találunk szignifikáns különbségeket, ez a magas szórásnak is köszönhető (**27.ábra**). A diagrammon megfigyelhetjük, hogy a köles 1 kapta a legmagasabb

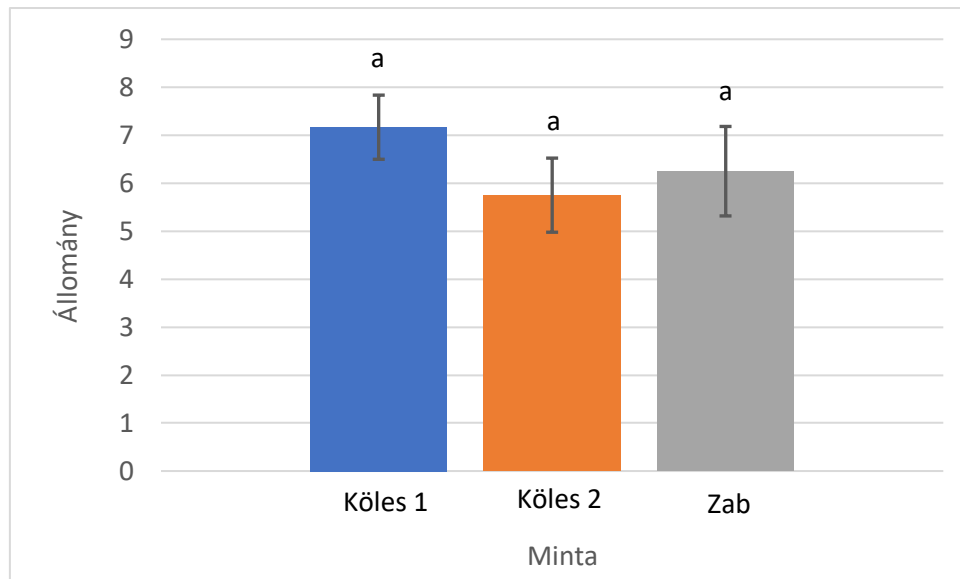
értékelést, ez köszönhető a kókuszitalnak, amit hígítás nélkül alkalmaztam az elkészítés során, illetve a frissen facsart citromlének és reszelt citromhéjnak, amelyekből ennél a receptnél mennyiségileg többet alkalmaztam.

28.ábra Ízekre kapott pontszámok



Az ízre kapott pontszámok esetében első alkalommal fordult elő, hogy a zabos gombóc magasabb értékelést kapott, mint valamelyik kölesgombóc (**28.ábra**). Ugyanakkor szignifikáns különbség itt sem mutatkozott a minták között. A korábbi tendenciának megfelelően a köles 1 minta továbbra is a legmagasabb értékeléseket kapta. Az íz pontozási kategóriája a legszubjektívebb a vizsgált szempontok közül, ami magyarázza, hogy a zabos gombóc esetében a szórásértékek jelentősen magasabbak. Ez a diagramon is jól látható, ami az értékelések változékonyságát tükrözi.

29.ábra Állományokra kapott pontszámok

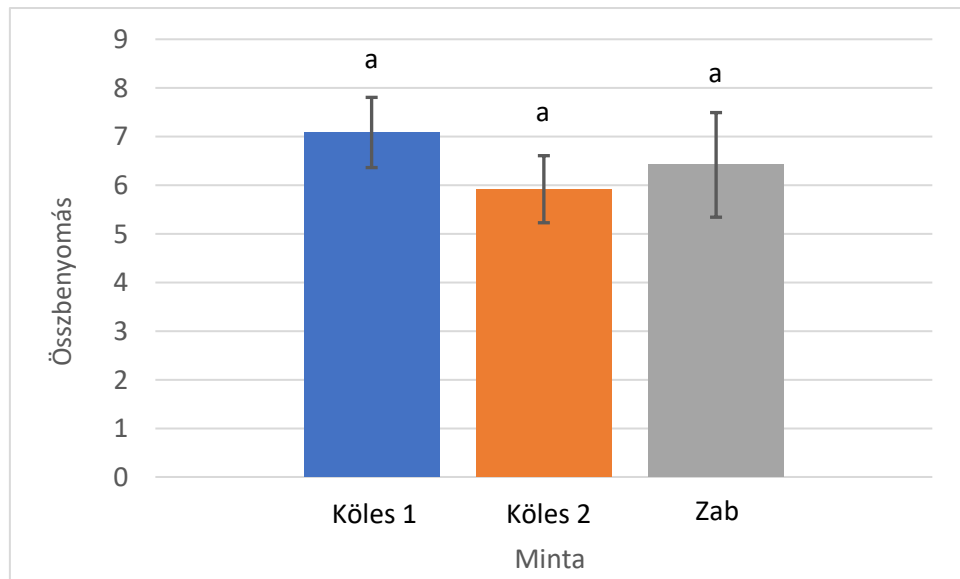


Az állományra vonatkozó kedveltségi pontszámok fordított arányt mutattak a maximális penetrációs erővel, ami arra utal, hogy a szilárdság növekedésével csökken a fogyasztói elégedettség (**29.ábra**). Ennek megfelelően a legkevésbé kedvelt állományú gombóc a köles 2 volt, amely a legmagasabb penetrációs erőt érte el, míg a köles 1 gombóc, amely a legalacsonyabb penetrációs erőt mutatta a kölesek között, a legkedveltebbnek bizonyult. Érdekes módon, bár a zabos gombóc mutatta a legkisebb penetrációs erőt, mégsem vált a legkedveltebbé; a köles 1 gombóc kapta a legjobb értékelést. Ez arra utalhat, hogy az állomány mellett más érzékszervi tényezők, mint az íz vagy az összbenyomás is erőteljesen befolyásolták a fogyasztói preferenciákat.

Ebből következtethetünk arra, hogy bár a puhább, kevésbé szilárd textúra általában előnyös a kedveltség szempontjából, a köles 1 esetében valószínűleg más tényezők, például az íz és az összhatás is hozzájárultak ahhoz, hogy ez a minta lett a legkedveltebb.

Szignifikáns eltérés továbbra sincs a három gombóc között.

30.ábra Összbenyomásra kapott pontszámok



Összességében elmondható, hogy a köles 1 gombóc a bírálat során a legjobban teljesített, míg a köles 2 és a zab gombócok viszonylag gyengébben szerepeltek (**30.ábra**). A bírálók értékelése alapján a köles 1 gombóc nemcsak esztétikailag vonzó, hanem ízben és állományban is kiemelkedő, míg a köles 2 és zab gombócoknak jelentős fejlődési lehetőségeik vannak, különösen az íz és az illat terén.

Érdekes módon, bár a zabos gombóc a legkisebb penetrációs erővel rendelkezett, mégsem vált a legkedveltebbé. Az összbenyomás alapján azonban a zabos gombóc pontszámai meghaladták bármelyik másik paraméterének átlagát, jelezve, hogy bizonyos szempontból pozitív benyomást keltett. Ugyanakkor a zabos gombóc a legmegosztóbb minta volt, amit a pontszámok nagy szórása is alátámaszt. Ez arra utal, hogy míg egyes bírálók kedvelték a zabos változatot, mások kevésbé voltak elégedettek vele, különösen az íz és állomány szempontjából. A köles 1 ezzel szemben stabilan kiemelkedő értékeléseket kapott, ami azt mutatja, hogy ez a gombóc szélesebb körben találkozott pozitív fogadtatással, és állományát, ízét tekintve is egyensúlyt teremtett a fogyasztói preferenciák között.

5.Következtetések és javaslatok

A három különböző vegán túrógombóc recept érzékszervi és fizikai vizsgálatának eredményei alapján a következő következtetések vonhatók le, és javaslatokat fogalmazok meg a termékek további fejlesztésére.

Köles 1 (Alpro kókusz itallal)

Pozitív tulajdonságok:

- Állomány: A gombóc puha és rugalmas volt, ami hasonlít a hagyományos túrógombóc textúrájához.
- A gombóc ízében minimálisan érezhető volt a kókusz zamata, amely mindenképpen pozitív érzélményt nyújtott
- Stabilitás: A gombóc jól megtartotta állagát a fagyasztást követően is, ami a termék tartóssága szempontjából előnyös.

Negatív tulajdonságok:

- A gombócok ízében túlságosan szerepet játszott a citrom, amely ugyan megosztó, de a legtöbb bíráló szerint már túlságosan is dominált benne a citromos íz

Javaslatok:

- A citromlé és citromhéj mennyiségének csökkentése, valamint intenzívebb kókuszital alkalmazása kedvezőbb ízprofil kialakulásához vezethet

Köles 2 (Aroy-D kókusz itallal)

Pozitív tulajdonságok:

- Íz: A csökkentett citrom alkalmazása egyértelműen pozitívan javította a gombócok ízét
- Állomány: A keményebb textúra stabilitást biztosított, különösen fagyasztás után

Negatív tulajdonságok:

- Az állomány ugyan gyorsfagyasztásra alkalmas és fagyasztás után is tartós viszont érzélmény szempontjából kevésbé előnyös
- Jelentős mennyiségű vízzel hígítottam a növényi italt, ami ízben vizes ízként jelentkezett

Javaslatok:

- A hígítási arányt biztosan megváltoztatnám addig az állományig, amíg még könnyedén gyúrható a gombóc, ezzel a lépéssel jelentősen javulhatna az állomány és érzélmény is

Zab alapú gombóc

Pozitív tulajdonságok:

- Íz: A zab karakteres, egyedi ízvilágot kölcsönzött a gombócnak, amely egyes bírálók számára vonzó volt.

- **Állomány:** Véleményem szerint egyedi, „gumis” állománnyal rendelkezett ez a fajta gombóc, amit én mindenképpen pozitívumnak tartok

Negatív tulajdonságok:

- A zabpehely nagyméretű különálló darabokban volt megtalálható a gombócban
- A zabgombóc barnásabb színe kevésbé volt esztétikus, és a bírálók körében kevésbé volt népszerű.

Javaslatok:

- Zabpehely helyett zabdarát vagy egészen finomra őrült zabot alkalmaznék, ezzel elkerülve az inhomogén állományt
- A szín javítása érdekében másfajta növényi italt használnék, hiszen a pörkölt mandula ital színe szintén barnás volt, ami nagymértékben hozzájárult a végső színhez

Mérési javaslatok:

- **Vízmegkötő képesség mérése:** A különböző receptúrák vízmegkötő képességének mérése segítene meghatározni, hogy az eltérő víztartalom hogyan befolyásolja az állagot és a gombócok felengedés utáni stabilitását. Ezzel összefüggésben a vízaktivitás (a_w) mérése is javasolt, amely az eltarthatóságra és az állományra gyakorolt hatást tükrözheti.
- **Tápanyag-összetétel elemzése:** A fejlesztett receptúrák pontos tápanyag-összetételének, különösen a fehérje- és rosttartalomnak az elemzése hasznos információval szolgálna a termékek táplálkozási értékéről, és segítene összehasonlítani a hagyományos túrógombóccal.
- **Textúraelemzés rugalmas tulajdonságokkal:** Érdekes lenne a gombócok rugalmasságát és visszanyerési képességét mérni, különösen a fagyasztás és felengedés után. Ez a vizsgálat meghatározhatná, mennyire tartják meg a gombócok eredeti állagukat, és mennyire képesek visszanyerni formájukat nyomás hatására. Az ilyen típusú textúraelemzés releváns a termékek fogyasztói élményének javítása szempontjából is, mivel a rugalmas, jól visszaálló gombócok kellemesebb érzést nyújtanak az állomány szempontjából.

6.Összefoglalás

Az elmúlt években a táplálkozási trendek egészen széles skálán mozognak. Rengetek fogyasztó él együtt a mindennapokban valamiféle érzékenységgel vagy allergiával, amelyre a helyes táplálkozás és a megfelelő étrend megválasztása lehet a válasz. A vegán étrendet követő emberek száma is folyamatosan növekszik, mivel egyre többen választják ezt az életmódot etikai, környezeti vagy egészségügyi okokból. A vegán étrend nemcsak az állati eredetű ételeket zárja ki, hanem helyettesítő alternatívákat kínál a különféle allergiák és intoleranciák kezelésére is. A növényi alapú termékek, például a növényi tejek, sajtok és húshelyettesítők, lehetőséget adnak az érzékenységgel élők számára, hogy változatos és biztonságos módon étkezzenek anélkül, hogy veszélyeztetnék az egészségüket.

A dolgozat célja egy vegán „túrógombóc” fejlesztése volt, amely tejtermékmentes alternatívát nyújt a tejallergiában szenvedőknek, laktózérzékenyeknek és a vegán étrendet követőknek. Az ételallergiák és intoleranciák egyre szélesebb körben jelennek meg, és a tejtermékek elkerülése fontos szempont ezekben az esetekben. A növényi alapú élelmiszerek fejlesztése iránti igény növekedése indokolta a kutatás elvégzését, melynek célja egy ízben és állagban a hagyományos túrógombócokhoz hasonló, mégis vegán alternatíva megalkotása volt.

A kísérleti munka során háromféle vegán „túrógombóc” receptúrát készítettem el. Az első két változat alapja hántolt köles volt, az egyik receptnél Alpro kókusz italt használtam, ezt a változatot „köles 1” -nek neveztem el, a másikonál Aroy-D kókusz italt (vízzel hígítva) alkalmaztam, ezt pedig „köles 2” -nek neveztem el. A harmadik recept zabból készült, pörkölt mandula itallal. Mindhárom recept esetében búzadara, cukor, citromlé és citromhéj adta az ízesítést. A fejlesztés során kölesből készült alternatívák esetén meglévő recept alapján dolgoztam, pontosítottam az arányokat és különféle növényi italokkal is kipróbáltam a recepteket, amíg el nem jutottam a végleges változatokhoz. A zabból készült gombóc fejlesztése nehezebb feladatnak bizonyult, hiszen semmilyen erre vonatkozó receptet nem találtam.

A kész masszából 20 grammos gombócokat formáztam, amelyeket gyorsfagyasztásnak vettem alá. A friss gombócokból és a gyorsfagyasztott majd felengedtetett gombócokból is végeztem állománymérést, továbbá a felengedtetett gombócok színmérésen és érzékszervi bírálaton estek át.

Az színmérés során koloriméterrel vizsgáltam a gombócok színét a CIELAB színrendszer alapján. A köles alapú gombócok világosabb, sárgás-fehér árnyalatot mutattak, míg a zabpehelyből készült gombóc barnásabb színű volt. Az L^* (világosság) értékek szerint a kölesgombócok világosabbak voltak, a b^* (sárga-kék tengely) értékek pedig hasonlóak voltak

a két kölesgombóc között. A zabpehelyből készült gombóc színértékei jelentősen eltértek, és sötétebb árnyalatot mutattak, ami befolyásolta az érzékszervi értékelést is. A világosabb, homogénebb színű kölesgombócok kedvezőbb megítélést kaptak a bírálók körében.

Az állománymérés során a gombócok maximális penetrációs erejét és az elvégzett munkát vizsgáltam. Az állománymérés eredményei szerint a köles alapú gombócok között a köles 2 (Aroy-D kókusz itallal készült) gombóc friss és felengedett állapotban is a legkeményebb textúrát mutatta. Az Alpro kókusz itallal készült köles 1 gombóc puhább és rugalmasabb volt, és jobban megőrizte állagát a fagyasztás után is. A zabpehely alapú gombóc szintén keményebb textúrát mutatott, de a köles 2 gombóc bizonyult a legszilárdabbnak mindkét állapotban. A köles 1 gombóc állaga jobban megfelelt a tradicionális túrógombóc állományának, míg a köles 2 keményebb szerkezete eltért a többi mintától.

Az érzékszervi bírálat során öt szempont szerint értékelték a bírálók a gombócokat: szín, illat, íz, állomány és összbenyomás. A köles alapú gombócok általában jobb értékeléseket kaptak, különösen a szín és az illat tekintetében. Az Alpro kókusz itallal készült kölesgombóc enyhe citromos íze és lágy állaga miatt a bírálók kedvence lett. Az Aroy-D kókusz itallal készült változat jóval gyengébben szerepelt az érzékszervi bírálaton, az Alpro kókusz italból készült gombóc pontszámai alatt maradt minden pontozási kategóriában, több esetben a zabból készült gombóc is megelőzte. A zabpehely alapú gombóc vegyes visszajelzéseket kapott: egyes bírálók pozitívan értékelték a zab karakteresebb ízét, de lényegesen megosztóbb volt, mint bármelyik kölesből készült gombóc.

Az érzékszervi bírálatok összességében azt mutatták, hogy a kölesgombócok közül az Alpro kókusz italból készült gombócok kedvezőbbek a fogyasztói ízlés szempontjából, az Aroy-D kókusz italból készült változat pedig elmarad a másik két gombóctól.

7. Irodalomjegyzék

1. Ahmad M., Qureshi S., Akbar M. H., Siddiqui S. A., Gani A., Mushtaq M., Hassan I., Dhull S. B. (2022) Plant-based meat alternatives: Compositional analysis, current development and challenges 2(2), 100154.
2. Aljada B., Zohni A., El-Matary W. (2021). The Gluten-Free Diet for Celiac Disease and Beyond, *Nutrients* 13(11), 3993
3. Catassi, C. (2015). Gluten Sensitivity. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 67(2), 15–26.
4. Cserhalmi, Zs., Sass-Kiss, Á., Tóth-Markus, M., Lechner, N. (2006): Study of pulsed electric field treated citrus juices. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 7(1), 49–54.
5. James, C., Purnell G., James S. J. (2015). A Review of Novel and Innovative Food Freezing Technologies 8, 1616–1634
6. Kim Y-H., Shin W-S. (2022). Evaluation of the Physicochemical and Functional Properties of Aquasoya (Glycine max Merr.) Powder Foods 11(4), 591.
7. Lomer, M. C. E., Parkes, G. C., Sanderson, J. D. (2007). Review article: lactose intolerance in clinical practice - myths and realities. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 27(2), 93–103.
8. Luyt, D., Ball, H., Makwana, N., Green, M. R., Bravin, K., Nasser, S. M., & Clark, A. T. (2014). BSACI guideline for the diagnosis and management of cow's milk allergy. *Clinical & Experimental Allergy*, 44(5), 642–672.
9. Malav, O. P., Talukder, S., Gokulakrishnan, P., & Chand, S. (2013). Meat Analog: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(9), 1241–1245.
10. Moerman, F., & Fikiin, K. (2016). Hygienic Design of Air-Blast Freezing Systems. *Handbook of Hygiene Control in the Food Industry*, 271–316.
11. Muthukumarappan, K., Marella, C., & Sunkesula, V. (2019). Food Freezing Technology. *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering*, 389–415.
12. Pritulska N., Motuzka I., Koshelnyk A., Motuzka O., Yashchenko L., Jarossová M., Krnáčová P., Wyka J., Malczyk E., Habánová M. (2021) Consumer preferences on the market of plant-based milk analogues, *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 131-142.
13. Puiu T. (2023). Meet the Chicken of the Woods – the mushroom that tastes like chicken.

14. Romulo, A., Meindrawan, B., & Marpietylie. (2021). Effect of Dairy and Non-Dairy Ingredients on the Physical Characteristic of Ice Cream: Review. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 794(1), 012145.
15. Stiefel, G., Anagnostou, K., Boyle, R. J., Brathwaite, N., Ewan, P., Fox, A. T., Huber P., Luyt, D., Till S. J., Venter, C., Clark, A. T. (2017). BSACI guideline for the diagnosis and management of peanut and tree nut allergy. Clinical & Experimental Allergy, 47(6), 719–739.
16. Tan, J. W., Joshi, P. (2013). Egg allergy: An update. Journal of Paediatrics and Child Health, 50(1), 11–15.
17. Taylor N., Twine R. (2014). The Rise of Critical Animal Studies From the Margins to the Centre, 204-219.
18. van der Weelea C., Feindt, P., van der Gootc A. J., van Mierloa B. C., van Boekel M. (2019). Meat alternatives: an integrative comparison, Trends in Food Science & Technology 88, 505-512
19. Wickramasinghe, K., Breda, J., Berdzuli, N., Rippin, H., Farrand, C., & Halloran, A. (2021). The shift to plant-based diets: are we missing the point? Global Food Security, 29, 100530.
20. Sharma, G. (2003) Digital Color Imaging Handbook 30

8. Ábrák és táblázatjegyzék

8.1 Ábrák jegyzéke

1. Ábra A vegánság alakulása Magyarországon

2. ábra Az élelmiszeripari termékek növényi analógjainak kiskereskedelmi piaca milliárd USD-ban. (2019)

3. ábra Növényi alapú tejanalógok értékesítése kategóriánként, millió USD.

4. ábra Szejtánból készült étel és a szejtán alapja ([internet 1](#), [internet 2](#), [internet 3](#))

5. ábra Fűzfagomba a természetben és kirántva ([internet 4](#), [internet 5](#))

6. ábra Kriogén fagyasztó berendezés folyékony nitrogénnel ([internet 6](#))

7. ábra Kontakt fagyasztó ([internet 7](#))

8. ábra Sokkoló fagyasztó működése ([internet 8](#))

9.ábra Kölesgombóc massa Alpro növényi ital használatával

10.ábra Aroy-D növényi italból készült kölesgombóc massa

11.ábra Zabblól készült massa

12.ábra Megformázott gombócok a gyorsfagyasztóban

13.ábra CIELAB színrendszer ábrázolása ([internet 9](#))

14. Színínger különbség egyenlet

15.ábra Állománymérő Erő-Idő grafikon

16.ábra Bírálatra kihelyezett minták

17.ábra Első kölesmassza

18.ábra Aroy-D növényi italból készült gombócok

19.ábra Az összekevert zabos alapanyagok

20.ábra Az elkészült zabgombócok

21.ábra L* összehasonlítása

22.ábra a* összehasonlítása

23.ábra b* összehasonlítása

24.ábra Maximális penetrációs erő összehasonlítása

25.ábra Elvégzett munka összehasonlítása

26.ábra Színekre kapott pontszámok

27.ábra Illatokra kapott pontszámok

28.ábra Ízekre kapott pontszámok

29.ábra Állományokra kapott pontszámok

30.ábra Összbenyomásra kapott pontszámok

8.2 Táblázatok jegyzéke

1.táblázat Színmérési eredmények

2.táblázat Színínger különbségek eredményei

NYILATKOZAT

Kata Csaba Ákos (hallgató Neptun azonosítója: A39Y44) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Budapest, 2024. 10. 30.

  15001
belső konzulensek

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kata Csaba
A Hallgató Neptun kódja: A39Y44
A dolgozat címe: Vegán „túrógombóc” fejlesztése
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: MATE Élelmiszertudományi és Technológiai intézet
A konzulens tanszékének a neve: Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: 2024 év 10 hó 31 nap


Hallgató aláírása