

SZAKDOLGOZAT

CZIBERE KINGA - P22L13

Czibere Kinga

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Élelmiszermérnök alapképzési szak

Prebiotikus karamella – egy klasszikus édesség újjászületése

Belső konzulens:

Lambertné Meretei Anikó
egyetemi adjunktus

Belső konzulens intézete:

Élelmiszertudományi és Technológiai
Intézet

Készítette:

Czibere Kinga

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

Tartalom

1. Bevezetés	1
1.1. Bevezetés	1
1.2. Célkitűzés	1
2. Szakirodalmi áttekintés.....	2
2.1. A prebiotikumok	2
2.1.1. A prebiotikumok előfordulása	3
2.1.2. A prebiotikus hatással rendelkező szénhidrátok.....	4
2.2. Funkcionális élelmiszerek	7
2.3. A karamella	8
2.3.1. A karamella és fajtái.....	9
2.3.2. A karamella felhasználása, mint színezék	11
2.3.3. A karamella alkalmazási területei és megjelenési formái	11
2.4. A karamella előállításának technológiája	11
2.4.1. Maillard reakció	11
2.4.2. A karamellizáció.....	11
2.4.3. A Maillard és a karamellizáció közötti különbség	12
2.4.4. A karamella technológiai lépései.....	12
3. Anyagok és módszerek	15
3.1. Felhasznált anyagok	15
3.1.1. Az előállított karamellák hozzávalói	15
3.1.2. A karamellák előállítására szolgáló receptúrák.....	15
3.2. Módszerek	17
3.2.1. Színmérés	17
3.2.2. Állománymérés	18
3.2.3. Nedvességtartalom mérése	19
3.2.4. Vízaktivitás mérése.....	20
3.2.5. Érzékszervi bírálat	21
4. Eredmények és értékelésük.....	23
4.1. A receptúra kifejlesztése.....	23
4.2. Színmérés eredményei	25
4.3. Állománymérés eredményei.....	28

4.4. Nedvességtartalom eredményei	31
4.5. Vízaktivitás eredményei	32
4.6. Laikus érzékszervi bíráló és a Penalty analysis eredményei	34
4.6.1. Kontroll karamella - 685-ös minta	34
4.6.2. Inulinos karamella - 392-es minta	35
4.6.3. Prebiotikus karamella - 719-es minta	36
4.7. Érzékszervi bíráló - Akkreditált érzékszervi bírálókkal	37
4.7.1. Kontroll karamella - 685-ös minta	37
4.7.2. Inulinos karamella - 392-es minta	38
4.7.3. Prebiotikus karamella - 719-es minta	39
5. Következtetések és javaslatok.....	41
6. Összefoglalás.....	43
7. Irodalomjegyzék.....	44
8. Táblázatok és ábrák jegyzéke.....	46
8.1. Ábrák.....	46
8.2. Táblázatok.....	46
8.3. Internet.....	46
9. Mellékletek.....	48
1. sz. melléklet: Demográfiai kérdések.....	48
2. sz. melléklet: Karamella érzékszervi tulajdonságaival kapcsolatos kérdések	48
10. Köszönetnyilvánítás.....	50
11. Nyilatkozatok.....	51

1. Bevezetés

1.1. Bevezetés

A karamella népszerűsége hosszú ideje töretlen, egy sokoldalúan felhasznált édesipari termék, amelyet a felnőttek és gyermekek egyformán kedvelnek. Számos karamellafajta ismeretes, amelyek különböző ízvilággal rendelkeznek, sokrétű felhasználási módjuk van nemcsak az élelmiszeriparban, hanem a cukrászok és szakácsok is egyaránt használják ételek és sütemények előállításakor. A karamellához bizonyos nyersanyagok hozzáadásával egy egészségesebb és változatosabb terméket lehet előállítani. Ehhez a „Better for you” irányzat is útmutatást ad, amely magában foglalja mindazon egészséges élelmiszereket, amelyek makrotápanyagokat, rostokat, vitaminokat, ásványi anyagokat és egyéb hasznos összetevőket tartalmaznak.

Az élelmiszeripar igyekszik az új irányzatoknak és kihívásoknak megfelelni, ezért számos kutatást végeznek és törekszenek egészségesebb édességeket kifejleszteni, előállítani, valamint különböző új gyártás technológiákat kidolgozni. A fogyasztók számára is lényeges az egészségesebb élelmiszerek fogyasztása, továbbá fontos az is, hogy ezek a szervezet számára is könnyen hasznosíthatók legyenek.

1.2. Célkitűzés

A szakdolgozatomban célja a prebiotikummal készült karamellák előállíthatóságát, valamint fizikai és érzékszervi tulajdonságait vizsgáló kutatás, amelynek célja az egészségügyi előnyök bemutatása és a technológiai folyamatok adaptálása, fejlesztése. A prebiotikumok, mint például az inulin, potenciális alternatívát kínálnak a „Better for you” irányzathoz kapcsolódó termékek fejlesztéséhez. A kutatás során részletesen elemezni szeretném, hogy a hozzáadott prebiotikumok miként befolyásolják a karamellakészítés fizikai tulajdonságait, illetve milyen hatással vannak a karamella ízére, illatára és a textúrára. Az érzékszervi elemzés segítségével sikerült felmérni, hogy a fogyasztók hogyan érzékelik ezeket a változásokat. A kutatás emellett figyelmet fordít a prebiotikumok egészségügyi előnyeinek bemutatására, valamint a prebiotikumok hozzáadásával készült karamelláknak a kialakítására. Az átfogó kutatás elősegíti a funkcionális élelmiszerek fejlesztését és a tudományos ismeretek bővülését ezen a területen.

2. Szakirodalmi áttekintés

Szakdolgozatomban a prebiotikummal dúsított karamella fejlesztését tűztem ki célul. Éppen ezért a továbbiakban bemutatom a prebiotikumok csoportjait, a karamella fajtáit és elkészítésének a technológiáját.

A tudatos táplálkozás, az egészségmegőrzés egyre nagyobb társadalmi hangsúlyt kap napjainkban, melynek következtében az élelmiszeriparban is számos kutatás foglalkozik az egészséges élelmiszerek, élelmiszerösszetevők előállításával.

Hippokratész, az ókori görög orvos, már több mint 2000 évvel ezelőtt megfogalmazta, hogy „minden betegség a belekben kezdődik”. [Internet 1] Abban az időben még a tudomány nem rendelkezett biotechnológiai ismeretekkel, de Hippokratész igen nagy jelentőséget tulajdonított az egészséges bélflórának. Ma már vizsgálatok bizonyítják, hogy a bélflóra állapota valóban hatással van az emberi szervezetre, mint például az agyra, valamint a mentális egészségre is. A bélflóra és az egészség között szoros kölcsönhatás van, melynek következtében a kutatók a bél mikroflórájának és a betegségeknek a kapcsolatát folyamatosan kutatják.

Az egészséges életmód, a táplálkozás változása, valamint az élelmiszerek összetevőinek fontossága kapcsán jelentek meg és kapnak nagyobb figyelmet manapság a pro- és prebiotikumok.

2.1. A prebiotikumok

Az utóbbi évtizedekben váltak ismertté a prebiotikumok kedvező élettani hatásai és tulajdonságai. Mivel kevés klinikai tanulmány áll rendelkezésre, a felfedezést követően jelenleg is számos folyamatban lévő kutatással próbálják bizonyítani a prebiotikumok egészségügyi előnyeit. A prebiotikumok nem élő szervezetek, hanem a természetben előforduló élelmiszer összetevők, amelyek a bélflóra egészséges fenntartásához és kialakulásához szükséges anyagok. Legfőképp rostként vannak jelen az élelmiszerekben, ezáltal elősegítve a vastagbél aktivitását és a hasznos baktériumok növekedését. Mivel a prebiotikumok ellenállnak a gyomorsavnak és a gyomor-bélrendszer felső szakaszában található emésztőenzimeknek is, így változatlan formában tudnak eljutni a vastagbélbe, ahol jótékony hatásukat ki tudják fejteni.

A prebiotikumok olyan élelmiszerösszetevők, amelyek táplálékként szolgálnak az emberi mikroflóra számára és legfőbb feladatuk a probiotikumok, a jó baktériumok táplálásának, szaporodásának elősegítése a bélrendszerben, melynek eredményeként a bélrendszer egészsége javítható és fenntartható. Ilyen a szervezetben lévő jó baktériumok például a Lactobacillus, a Bifidobaktérium és más a szervezetben természetesen is előforduló mikrobák.

Az élelmiszeriparban előállított és prebiotikum hozzáadásával készült termékek számos előnnyel rendelkeznek a szervezet számára, például az emésztést és az anyagcserét segítik, szabályozzák a bélmozgást, de megelőzhetik egyes gyulladások kialakulását is.

A prebiotikum fogalmát 1995-ben Glenn Gibson és Marcel Roberfroid definiálta először a "Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics" című tudományos közleményében, amelynek célja a probiotikumok és prebiotikumok mögött meghúzódó tudomány előmozdítása volt. A prebiotikum jelenlegi tudományos meghatározását a Nemzetközi Probiotikum és Prebiotikum Tudományos Egyesület (ISAPP) által 2016-ban összehívott mikrobiológiai, táplálkozási és klinikai kutatási szakértőkből álló testület dolgozta ki. A meghatározás lényege, hogy "olyan szubsztrát, amelyet a gazdaszervezet mikroorganizmusai szelektíven hasznosítanak, és ezáltal egészségügyi előnyöket biztosítanak". [Internet 2]

A prebiotikumok napi bevétele átlagosan 3-5 gramm közötti mennyiség. [Internet 3]

2.1.1. A prebiotikumok előfordulása

A prebiotikumok jelen lehetnek természetes, számos növényi alapú élelmiszerben vagy szintetizált formában egyaránt.

Természetes állapotban nagyon sok élelmiszerben megtalálhatóak a prebiotikumok, leginkább friss zöldségek, mint például csicsóka, cikóriagyökér, vöröshagyma, fokhagyma, póréhagyma, articsóka, továbbá gyümölcsök, hüvelyesek, teljes kiőrlésű gabonát tartalmazó ételek, fogyasztásával tudunk biztosítani a szervezetünk számára. Úgyisnt megtalálhatóak a prebiotikumok számos késztermékben, mivel a prebiotikus összetevőket gyakran hozzáadják a feldolgozott élelmiszerekhez. Szintén megtalálhatóak étrend- kiegészítőként és csecsemőknek szánt élelmiszerekben is. A fogyasztásra szánt termékeknél a „prebiotikum” szót ritkán használják a címkéken, általában a következőként lehet feltüntetve: galakto-oligoszacharidok (GOS), frukto-oligoszacharidok (FOS), oligofruktóz (OF), cikória rost vagy inulin. [Internet 2]

Az ismert leggyakoribb prebiotikumok a béta-glükán (zabban, különböző gyógygombákban), a cellulóz, a frukto-oligoszacharidok (FOS), a galakto-oligoszacharidok (GOS), az inulin és a pektin (pl. almahéjában). [Internet 4]

2.1.2. A prebiotikus hatással rendelkező szénhidrátok

Az alábbiakban rövid ismertetésre kerül a szénhidrátcsoporthoz néhány vegyület, a prebiotikumok fontosabb csoportjai, mint például a frukto-oligoszacharidok (FOS), inulin, és a galakto-oligoszacharidok (GOS).

Mivel a frukto-oligoszacharidok és a galakto-oligoszacharidok természetes állapotban csak kis mennyiségben fordulnak elő az élelmiszerekben, ezen prebiotikumokat ipari méretekben mesterségesen állítják elő. Figyelembe véve a prebiotikumok egészségügyi előnyeit és biztonságosságát, valamint az előállítás és a tárolás egyszerűségét a probiotikumokhoz képest, igazán jó alternatívákat kínálnak az egészségi állapot javítására probiotikumok helyettesítéseként vagy a probiotikumokkal együtt. (Davani-Davari et al., 2019)

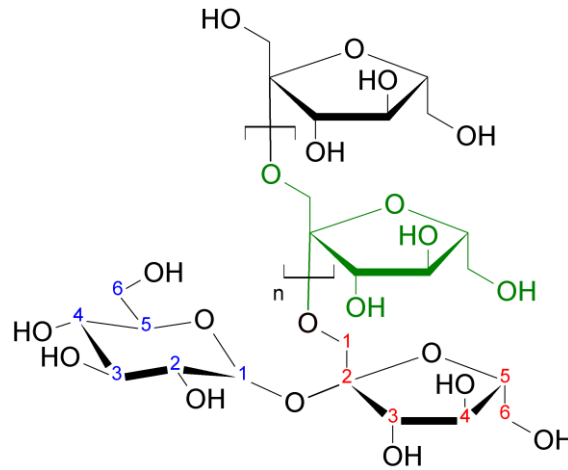
Az inulin

Az inulin egy vízben oldódó rost, amely természetes poliszacharid, vagyis inulin polimer, ami egy β -(2–1) fruktán, amelynek a lánchossza 2 és 60 fruktózegységből állhat, de általában 10 fruktózegység az átlagos és csak a polimer végződéseiben találhatóak a glükózmolekulák.

Mivel ez egy élelmirost ezért a fruktánok, azaz a nem emészthető szénhidrátok csoportjához tartozik, amelyek a bélflórát támogatják és legfőképpen gabonafélékben fedezhető fel. Az inulin sokféle növényfajban megtalálható, a cikóriagyökér az egyik leggazdagabb inulin forrás.

Az inulin előállítása hasonló a finomított szacharózhoz, amit víz extrakciójával valósítanak meg, amely után a növényi szacharózt megtisztítják porlasztásos szárítás alkalmazásával. Ebből adódóan enyhébb édes ízérzetet ad és alacsony a vízben történő oldékonysága. Emiatt alacsony redukáló erővel rendelkezik, de mivel savas hidrolízisnek van kitéve ennek eredményeképpen fruktóz jön létre. Mivel ez egy nem emészthető szénhidrát ezért az általában javasolt napi bevétele 2 kcal/g.

1. ábra Inulin szerkezeti felépítése (Forrás: Internet 1)



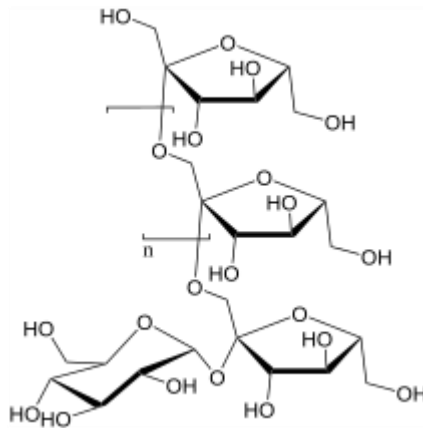
Az inulin jótékony hatásai közé tartozik többek között, hogy természetes édesítőszerként, nem emeli meg a vércukorszintet, a lebontásához nem szükséges inzulin, növeli a hasznos bélbaktériumok, a probiotikumok számát a bélflórában, hozzájárul a káros baktériumok kiirtásához, a méreganyagok semlegesítéséhez, továbbá javítja az emésztést, elősegíti az egészséges bélmozgást, megszünteti a székrekedést, a hasmenést, szabályozza a koleszterinszintet, a vérnyomást és nem utolsósorban hozzájárul a bélbetegségek kockázatának csökkentéséhez.

Az inulint, prebiotikus tulajdonságai miatt széles körben használják fel leginkább az élelmiszeriparban, mint zsírpótlóként, cukorpótlóként, állagmódosítóként és funkcionális élelmiszerek fejlesztésére használják, továbbá a gyógyszeriparban, a kozmetikai és a biotechnológiai iparban egyaránt. Az inulin ipari előállításához elsősorban cikóriát és csicsókát használnak. (Shoaib et al., 2016) (Gruskiene et al., 2024)

Frukto-oligoszacharidok (FOS)

A frukto-oligoszacharidok (FOS) lineáris fruktózláncokból állnak, amelyek β (1-2) glikozidos kötéseken keresztül kapcsolódnak össze, és számos mikroorganizmusban, illetve különböző növényekben megtalálhatóak, a gabonaszemekben (zab, árpa, búza), zöldségekben (spárga, hagymafélék, articsóka) és gyümölcsökben (banán) is jelen vannak. (Vörös et al., 2023)

2. ábra Frukto-oligoszacharidok szerkezeti képe (Forrás: Internet 2)



A frukto-oligoszacharidok (FOS) számos jótékony tulajdonságai közé tartozik, hogy elősegítik a kalcium felszívódását a bélrendszerben, megfékezik a kórokozó baktériumok szaporodását, csökkentik a koleszterinszintet, szabályozzák az elhízást és a cukorbetegséget, fokozzák az ásványi anyagok felszívódását. (Kaur et al., 2021)

Galakto-oligoszacharidok (GOS)

A galakto-oligoszacharidok (GOS) a prebiotikus rostok egyik fajtája, amelyek laktózból származó nem emészthető és láncba kapcsolt növényi cukrokból állnak. A GOS prebiotikum nem emészthető rost, a bélben található „jó” baktériumok táplálását szolgálja, ezáltal támogatva a szervezet egészségét.

Az elmúlt évek vizsgálatai bebizonyították, hogy a galakto-oligoszacharidok (GOS) számos jótékony prebiotikus hatással rendelkeznek, amely az emberi egészségre pozitív hatással vannak. Ilyen jótékony tulajdonságok például a gyomor- bélrendszeri tünetek és hasi fájdalmak enyhítése, csecsemők esetében az egészséges mikrobióm fejlődésének támogatása, bőrbetegségek enyhítése (pl. ekcéma csökkentése), a bél-agy tengelyén keresztül a neurológiai betegségek enyhítése. A galakto-oligoszacharidok (GOS) természetes formában megtalálhatóak az anyatejben, tejtermékekben, gyökérzölkségekben és hüvelyesekben. Számos gyártási módszer van az előállítására, mint például a természetes extrakció, a kémiai, enzimes szintézis, a poliszacharid hidrolízis. A galakto-oligoszacharidok (GOS) kedvező tényezői alapján, mint például alacsony viszkozitás, nagy oldhatóság, kellemes textúrája miatt funkcionális élelmiszerek- adalékanyagként használják, ezáltal javítva az élelmiszerek fizikai, kémiai és érzékszervi tulajdonságait. Továbbá prebiotikus összetevőként különféle élelmiszerek- és gyógyszerkészítményekben (tejtermékek, italok, rágcsálnivalók, gyógyszerek,

étrendkiegészítők, kozmetikumok, anyatejet helyettesítő tápszerekben) használják, akár önállóan, vagy más prebiotikummal együtt, ezáltal javítva azok jótékony egészségügyi hatásait. A galakto-oligoszacharidok általában por és szirup formátumban elérhető és ahhoz, hogy jótékony hatását kifejtse az egészségre a legtöbb tanulmány szerint körülbelül 5 gramm / napi bevétel szükséges. [Internet 5] [Internet 6]

2.2. Funkcionális élelmiszerek

Az élelmiszeriparban a kutatások révén az egészséges összetételű élelmiszerek előállításához olyan vegyületeket használnak, amelyeknek kedvező biológiai hatásuk van az emberi szervezetre. Ilyen élelmiszerek az úgynevezett funkcionális élelmiszerek, melyek olyan előállított táplálékok, amelyek egészségvédő vagy betegség megelőző sajátosságokkal rendelkeznek. (Bíró György, 2003)

Fontos megemlíteni, hogy az élelmiszerek előállításával kapcsolatban az utóbbi években egy új terület van kibontakozóban, ez az úgynevezett *funkcionális élelmiszerek* területe.

Az élelmiszer fogyasztók többsége egyre nagyobb érdeklődést tanúsít a funkcionális élelmiszerek (jótékony hatású élelmiszerek), az egészségesebb komponensekkel, mikrotápanyagokkal, vitaminokkal, pre- és probiotikumokkal kiegészített és előállított élelmiszerek iránt. Ezen típusú élelmiszerek iránti érdeklődés előtérbe kerülésének a fontossága egyrészt, hogy a fogyasztók egyre tudatosabban, egészségesebben és nagyobb odafigyeléssel próbálnak táplálkozni, másrészt pedig egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a betegségek kockázatának csökkentésére, gyógyítására, valamint a szervezetben előforduló hiányok pótlására.

A funkcionális élelmiszerek fogalmát az elmúlt időszakban számos szervezet, intézmény, tudós különböző módon határozta meg.

Az Európai Bizottság (European Committee) kutatásai eredményeként, valamint a FUFOSÉ (EC Concerted Action on Functional Food Science in Europe) megfogalmazása alapján a *funkcionális élelmiszer egy olyan élelmiszer, amely a megfelelő táplálkozási hatásokon túl jótékonyan befolyásolja a szervezet bizonyos célfunkcióit, és ezáltal hozzájárul az egészségi állapot, a jó közérzet fenntartásához, valamint csökkenti a betegségek kockázatát, kialakulását.*

A funkcionális élelmiszereket a normál étkezési szokások kiegészítéseként fogyasztják. Fontos, hogy kizárólag csak élelmiszerek tartozhatnak ebbe a kategóriába. Tabletták, kapszulák vagy más diétás kiegészítések nem tartozhatnak ebbe a körbe. (EUROPEAN COMMISSION, 2010)

Ezen kihívásoknak megfelelően, fontos szerepe van a táplálkozástudománynak, továbbá a termékfejlesztésnek is, hogy az egészségmegőrzés perspektíváit figyelembe véve, a minőségi élelmiszerek, funkcionális élelmiszerek kutatás-fejlesztésére, előállítására egyre nagyobb hangsúlyt fektessen mind hazai, mind nemzetközi szinten egyaránt. Ugyanakkor fontos az élelmiszeripari technológia fejlesztése is e téren, amely a további fejlesztések kidolgozásával hozzájárulhat az egészségesebb élelmiszerek előállításához, amelyek támogatásként szolgálhatnak az emberi szervezet tudatosabb egészségmegőrzésében.

Mindezek következtében, a funkcionális élelmiszertudomány jelentősége egyre nagyobb lesz a jövőben, mivel a növekvő fogyasztási igények kielégítésére az élelmiszeripar is egyre nagyobb hangsúlyt helyez a funkcionális élelmiszerek folyamatos fejlesztésére és előállítására. (EUROPEAN COMMISSION, 2010)

2.3. A karamella

A karamella előállítása már 1000 évvel ezelőtt, az arab kereskedők tevékenységével kezdődött. Az arab kereskedők számos kereskedelmi útvonalon közlekedtek, (Selyemút, Indiai-Óceánia) és kitűnő kereskedői kommunikációjuk használatával mindig a legértékesebb termékekhez jutottak hozzá. A karamellát az arabok víz és cukor összekeverésével hozták létre, amely egy kristályokkal teli folyadékot képezett. Ezt a különleges folyadékot a szépségiparban akarták felhasználni, mint szépségipari gyanta, amely elősegítette az akkori nők higiéniai szükségleteit, de a későbbiekben egyes árusok felfedezték, hogy ezt a speciális anyagot élelmiszerként is tudják használni.

A 14. század körül Észak-Franciaországban, Bretagne régióban lett igazán híres a karamella, sós-vajas formájában, mivel először itt adtak tejterméket a cukros sziruphoz, amely a karamellát eredményezte. Ehhez hozzájárult a régió adottsága, mivel Bretagne kitűnő minőségű tejtermékekkel rendelkezett akkoriban, mint például a tejszín és a sós vaj. Bretagne máig is az első számú élelmiszeripari régió Franciaországban. [Internet 7] [Internet 8]

Napjainkban az "ITCA" (International Technical Caramel Association). néven külön szervezet is foglalkozik a karamellagyártás technikai és tudományos aspektusával, folyamatosan fejleszti, gondozza a cukor alapú édességek előállításának hagyományát, tudományát. A szövetség a szakembereknek, iparági szereplőknek és kutatóknak nyújt fórumot a tapasztalatcserére, a legfrissebb kutatások megvitatására és az ágazati fejlesztések követésére. [Internet 9]

2.3.1. A karamella és fajtái

A Magyar Élelmiszerkönyv alapján a karamella olyan cukortartalmú édesség, amely glükózszirup és szacharóz vizes oldatának felhasználásával, tejszírral vagy valamilyen más növényi zsiradékkal előállított emulziójából, besűrítés alkalmazásával létrehozott, valamint különböző ízesítőanyagot, tejszármazékot is tartalmazó készítmény. (Élelmiszerkönyv, n.d.)

A karamell fajtái:

Kemény karamella

A kemény karamella szobahőmérsékleten rideg, kemény állagú, szájban rághatóvá, képlékennyé váló karamella.

Puha karamella

A puha karamella szobahőmérsékleten plasztikus vagy elasztikus, ízleléskor könnyen képlékennyé váló konzisztenciájú, zsiradékot vagy zselésítőanyagokat is tartalmazó karamella.

Omlós karamella

Az omlós karamella részben vagy egészben átkristályosodott cukoranyagú karamella, amely ízleléskor széteső állományú is lehet.

Töltött karamella

A töltött karamella különböző ízesítésű karamella masszával vagy más töltelékkel töltött karamella.

Tejkaramella

A tejkaramella szárazanyagra vonatkoztatva legalább 5% tej szárazanyagot tartalmazó karamella.

Vajkaramella

A vajkaramella szárazanyagra vonatkoztatva legalább 5% tejsírt tartalmazó karamella.

Dr. Mohos Ferenc a Magyar Élelmiszerkönyvtől eltérő csoportosítást alkalmaz.

A karamella készítmények szacharóz és keményítőszörp vizes oldatának és valamilyen zsiradéknak emulziója besűrítésével készült termékek. Jellegzetes ízüket az összetételükben

mindig jelen lévő fehérje és szénhidrátok karamellizációja adja. A karamellakészítéséhez a leggyakrabban használt zsiradék a tejszír. A leggyakoribb nyersanyagok: a szacharóz, a keményítősörp és a különböző tejsűrítmények, így a kondenztej (cukrozott, sűrített tej), a teljes tejpor és teavaj. (Dr. Mohos Ferenc, 2006)

A karamella fajtái:

Kemény karamella

A kemény karamellák nagyon hasonlítanak a cukorkakészítményekhez, víztartalmuk alacsony, konzisztenciájuk kifejezetten kemény vagy erősen rágós. A kemény karamellákra jellemző, hogy szerkezetükben nincs szacharózkristályosodás, állaguk plasztikus vagy kissé elasztikus, zsírtartalmuk viszonylag alacsony (5-10%).

Puha karamella

Ezeket a típusú karamellákat toffee-nak szokás nevezni. Atmoszferikus besűrítési forrponjuk 118-120 °C, víztartalmuk 9-10%, zsiradéktartalmuk tágabb határok között mozog, kb. 10-20% lehet. Konzisztenciájuk plasztikus vagy elasztikus, nem kristályos.

Kristályos karamella

Kristályos karamella (fudge – készítmény). A szacharóz irányított kristályosításával állítják elő, ehhez fondant – masszát használnak. A fudge víztartalma eléri a 10-12%-ot, a vizet szorbit vagy glicerint fogja megkötni. Ezek a készítmények nagyon hasonlóak a kristályos szerkezetű pehelycukorkákhoz és fondant-készítményekhez, de a legfontosabb különbség, hogy zsiradékot és tejfehérjét tartalmaznak, ezért ízükben a karamellizáció határozottan érvényesül.

Habosított karamella

Készítéskor bizonyos mennyiségű frappét, habosított félkész terméket is adagolnak a szerkezethez lazítására. Lazítás elérhető a selymesítéssel is. Az ilyen típusú készítményeket általában gyümölcsízűre készítik.

Zselírozott karamella

A zselírozott karamellánál jellegzetes, kissé rugalmas vagy éppen erősen gumis állag érhető el a zselé félkész termékek megfelelő mennyiségű bekeverésével. (Dr. Mohos Ferenc, 2006)

2.3.2. A karamella felhasználása, mint színezék

Az élelmiszeriparban már több mint 150 éve alkalmazzák a karamellát, ételek és italok ízesítésére, valamint színezésére. Az Egyesült Nemzetek Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) és az Egészségügyi Világszervezet (WHO) élelmiszer-adalékanyagokkal foglalkozó vegyes szakértői bizottsága szerint a karamellszínezékek négy osztályba sorolhatóak, a legvilágosabbtól (I. osztály) a legsötétebbig (IV. osztály).

A karamella színét az élelmiszer-minőségű szénhidrátok, például a dextróz, malátaszirup, melasz és keményítő-hidrolizátumok felhasználásával érik el. Minden osztály többféle karamellt tartalmaz, melyek saját egyedi tulajdonságokkal rendelkeznek, és az élelmiszeriparban különböző alkalmazási területeken használhatók fel. [Internet 9] (Vollmuth, 2018)

2.3.3. A karamella alkalmazási területei és megjelenési formái

A karamella széles körben használt édesség, és sokféle formában előfordulhat, beleértve a karamella bonbonokat, a karamella szirupot, a karamellizált cukrot vagy a karamellizált almát. A karamella íze és állaga miatt népszerű összetevő süteményekben, desszertekben és egyéb ételekben is.

2.4. A karamella előállításának technológiája

2.4.1. Maillard reakció

A Maillard reakció egy barnulási folyamat, amelynél a redukáló cukrok és az aminosavak lépnek kémiai reakcióban ezért az enzimek nem fognak részt venni a reakcióban, emiatt ezeket nem nevezhetjük enzimatis barnulási folyamatoknak. A karamellizáció a színen kívül az aromát is szabályozza, átalakítja. A Maillard folyamat lényege, hogy a cukrokból víz lépjen ki, ezt követően izomerizáció és polimerizáció megy végbe. (Kathuria et al., 2023)

2.4.2. A karamellizáció

A karamellizáció olyan kémiai folyamat, amely során az élelmiszerben található szénhidrátok magas hőfok alkalmazásával elkezdnek kiválni az adott élelmiszerből, így elkezdődik a szénhidrátoknak a barnulási folyamata. Három polimer csoport felel a karamellizálás alatt a barna színre: Karamellánok ($C_{24}H_{36}O_{18}$), Karamellák ($C_{36}H_{50}O_{25}$) és a Karamelin ($C_{125}H_{188}O_{80}$).

A karamellizáció előrehaladásával az élelmiszerek kibocsátják a diacetil-összetevőket, ami egy pirolitikus folyamatnak nevezünk. Lényege, hogy a folyamat az élelmiszerek hőbomlását tartalmazza. [Internet 10]

2.4.3. A Maillard és a karamellizáció közötti különbség

A Maillard reakció és a karamellizáció közötti különbség a cukormolekulák viselkedéséből adódik. A Maillard reakció során a cukor karbonilcsoportja reagál az aminosavak animocsoportjával, létrehozva ízletes és aromás molekulákat, amelyek felelősek az ételek ízéért és illatáért. Ebben a folyamatban nem jelenik meg a termikus bomlás.

A karamellizáció során viszont háromféle polimer keletkezik, amelyek felelősek az ételek barna színéért, és a cukrok termikus bomlását eredményezik. A karamellizáció pirolitikus folyamat, ellentétben a Maillard reakcióval. A karamellizáció a kisipari gyártás során más megközelítést igényel, mint a nagyipari termelés. Az előnyei közé tartozik, hogy nincs szükség intenzív keverésre és fehérjeégetésre, valamint nem szükséges tejtermékek hozzáadása. Ennek eredményeként a kis mennyiségű karamella előállítása kiváló minőségű terméket eredményezhet. [Internet 10]

2.4.4. A karamella technológiai lépései

Keverés és emulzió képzése

Kis tételű rendszerekben szacharózt, glükózsirupot, tejösszetevőket és vizet kombinálnak, majd ezt a keveréket egy tartályba töltik, ahol körülbelül 71-82 °C-ra melegítik. Azért, hogy a granulátum teljesen feloldódjon és a zsír megolvadjon, kritikus fontosságú a megfelelő hőmérséklet és az elegendő idő biztosítása, különösen a karamella és karamellakrémek gyártása során. A szacharózkristályok teljes feloldódása érdekében továbbá szükséges az előkeverékben általában 18-22% víz jelenléte.

A tej hozzáadása a főzés kezdetén vagy fokozatosan történhet, attól függően, hogy a tejforrás milyen. Az édesség előkeverékét erőteljesen keverik, kézzel vagy merülőgép segítségével, hogy a zsír emulgeálódjon a vizes cukorban. A keverés módja befolyásolja a zsírcseppek méretét; kézi keverés esetén nagyobb cseppek, míg bűvárkeverővel kisebb cseppek keletkeznek.

Nagyobb rendszerekben gőzköpenyes, dörzsölt felületű üstöket használnak a keveréshez és emulgeáláshoz. Folyamatos rendszerekben gőzzel fűtött nagyméretű előkeverő tartályokat alkalmaznak a cukrok, tejösszetevők és zsír összekeverésére. Az extra víz mennyisége az összetevők típusától és hozzájárulásuktól függ.

Fontos a megfelelő idő biztosítása köztes hőmérsékleten a cukor teljes feloldódásához. Miután a cukrok feloldódtak és a zsír megolvadt, az emulgeálódás nagy intenzitású keverőberendezésekkel az előkeverő tartályban vagy folyamatos emulgeálóberendezésekkel végezhető el. Alternatívaként homogenizátorok is alkalmazhatók a zsír emulgeálására. A tejben lévő zsírgömbök lebontásához a folyékony előkeveréket nagy nyomáson egy szűk nyíláson át vezetik, létrehozva apró, 1-10 µm átmérőjű zsírcseppeket. A kimenet közvetlenül a folyamatos főzőbe kerül. (Hartel et al., 2018)

Főzés és barnulás

A főzési rendszerekben, legyen az kis vagy nagy tételű, a melegítés az emulgeálás után folytatódik egészen addig, amíg a forráshőmérséklet eléri a szükséges értéket a kívánt víztartalom eléréséhez. Azonban a hozzáadott laktóz és a tejből származó sók miatt a forráshőmérséklet és a végső víztartalom közötti kapcsolat nem olyan jól meghatározott, mint a cukorszirupok esetében, bár az eljárás általában ugyanazokat az elveket követi.

A főzési hőmérsékletek különböző karamella típusok előállításához is változnak. Például a 110-115,5 °C-os főzés lágyabb, magasabb víztartalmú karamellát eredményez, míg a 128-131 °C-os hőmérséklet kemény karamellát készít alacsonyabb víztartalommal. A karamellás keménycukrokat 146-149 °C-on főzik, hogy üveges állapotot érjenek el.

A főzési folyamat során figyelembe kell venni a fehérjetartalmat is, mivel ez befolyásolhatja a kész termék textúráját. A főzési hőmérséklet és a víztartalom közötti összefüggés kritikus a kívánt termék állagának biztosításához. A főzési hőmérséklet szabályozása és a víztartalom figyelemmel kísérése fontos, mivel a magasabb hőmérséklet és a megfelelő tartózkodási idő szükségesek a karamellizációhoz. A barometrikus nyomás is befolyásolhatja a végső nedvességtartalmat, így ezt is figyelembe kell venni. A kisebb üzemek általában kis főzőedényeket használnak, míg a nagyobb műveletek nagyobb keverő üstökben dolgoznak. A megfelelő keverési technikák kritikusak a perzselődés minimalizálása érdekében. A Maillard-féle barnulás és a karamellizáció időigényes folyamatok, és a karamella színének és ízének kialakulása számos tényezőtől függ, beleértve a tartózkodási időt és a hőmérsékletet. A folyamatos főzők, mint a kapart felületű hőcserélők (SSHE), hatékonyan működnek, de a kívánt karamellaszint és ízt gyakran utókaramellizáló egységekkel fejlesztik ki. Ezután az édességet hűtik, további összetevőket adnak hozzá, és formálják a kívánt terméket. (Hartel et al., 2018)

Hűtés és formázás

A karamella különböző módszerekkel hűthető és formázható a főzés és csomagolás előtt. A legegyszerűbb eljárás a forró karamellamasszát hideg asztalra önteni, hogy lehűljön, majd kívánt formára vágják és csomagolják. A hűtés és formázás módja a végtermék típusától függ, kezdve a folyékony karamella felvitelétől a karamellaformák kialakításáig vagy a csokoládéba való bevonásig. A hűtés egyik lehetséges módja a hűtődobon történő hűtés, ahol a dobot hűtőfolyadék segítségével tartják alacsony hőmérsékleten. A gépi formázás egyik megvalósítási lehetősége az extrúzió, ahol a masszát egy speciális szerszámon keresztül préselik át, hosszú csíkokat és különböző formákat kialakítva. Ezután a cukorkákat kívánt méretre vágják, majd hagyják teljesen lehűlni mielőtt további feldolgozásra kerülnének. A formázás ennél egyszerűbb módja a formába öntés. A kristályos karamellák esetében a formázást megelőzően a szerkezet kialakítására is szükség van, ennek egyik módja a fondant massa karamella masszához történő keverése.

Ez a kristályosítás a hőmérséklet és a keverés intenzitásának szabályozásával is történhet. A főzött karamellamasszát óvatosan kell hűteni, hogy a kristályok megfelelően kialakuljanak, különben sima textúrájú karamella helyett apró kristályokat tartalmazó masszát kaphatunk. A karamella folyamatosan formázható az egyedi elképzelések szerint és a folyamat a termék típusától és a kívánt végeredménytől függ. (Hartel et al., 2018)

3. Anyagok és módszerek

Az anyagok és módszerek fejezetben azt szeretném bemutatni, hogy az előállított prebiotikumot tartalmazó karamellákat milyen nyersanyagok felhasználásával milyen receptúra szerint állítottam elő, valamint, hogy milyen méréseket végeztem.

3.1. Felhasznált anyagok

3.1.1. Az előállított karamellák hozzávalói

- Koronás cukor
- Milbona golden hills Irish Butter vaj 250 g
- Goodwill glükózsirup
- Freyagena Prebio – C^{3.6}
- Natural Foods - Naturmind Inulin
- Spar S Budget habtejszín 250 ml (30% zsírtartalom)

3.1.2. A karamellák előállítására szolgáló receptúrák

A kontroll karamella receptúrája

Hozzávalók:

- 150 gramm cukor
- 20 gramm glükózsirup
- 30 gramm vaj
- 100 ml habtejszín

Első lépésként a szilárd és erősen viszkózus hozzávalókat (vaj, cukor és glükózsirup) mértem ki egy digitális mérleg segítségével. Utána egy mérőhenger használatával pontosan kimértem a 100 ml habtejszín. Ezt követően egy kis lábasban az elektromos rezsón felmelegítettem a cukrot és a glükózsirupot, amely folyamatos kevergetést igényelt, ügyelve arra, hogy az összetevők ne égjenek le, mivel akkor kellemetlen, keserű ízű karamellát kaptam volna.

A karamellizációs műveletet addig folytattam, amíg a karamellakeverék sűrű állagúvá vált, valamint a színe is aranybarnás árnyalatúvá változott. Emellett folyamatosan kellett figyelnem a keverék hőmérsékletére is, hogy a hőmérő a 170-180 °C közötti hőmérsékletet ne lépje túl. Majd ezt követően a meleg és sűrű cukor keverékhez hozzáadtam az előre lemért habtejszín, amelyet addig párologtattam, amíg a karamella a cukorpróbának való feltételt nem érte el,

vagyis a hideg vízben történő gyors dermedést. A továbbiakban hozzáadtam a szobahőmérsékletű vaját, amelyet pontosan 4 percen keresztül lassan kellett kevergetni, míg a karamella el nem érte a puha karamellának megfelelő konzisztenciát. Majd a kész karamellát az elektromos főzőlapról levettem és egy formába öntöttem. A karamellát 1 órán keresztül hűtőszekrényben hűtöttem ezzel is segítve a megszilárdulását. Ezt követően 24 órán át hagytam állni szobahőmérsékleten.

Az inulin hozzáadásával elkészített karamella receptúrája

Ebben a receptúrában a fentiekben említett kontroll receptúrát vettem alapul, de az előállítás menete annyiban változott, hogy az inulint a vaj hozzáadása előtt adagoltam hozzá a besűritett cukorkeverékhez. Továbbá, az összetevők mennyiségét illetően is változás történt az alábbiak szerint:

- 135 gramm cukor
- 15 gramm inulin
- 20 gramm glükózsirup
- 30 gramm vaj
- 100 ml habtejszín

A prebiotikus karamella receptúrája

Ebben a receptúrában is a kontroll receptúrát vettem alapul, de az előállítás menetében változtatás volt, mivel a prebiotikumot a vaj hozzáadása előtt adagoltam hozzá a besűritett cukorkeverékhez. Az összetevők mennyiségét illetően is változás volt az alábbiak szerint:

- 135 gramm cukor
- 15 gramm prebiotikum
- 20 gramm glükózsirup
- 30 gramm vaj
- 100 ml habtejszín

3. ábra A három végső receptúra karamellái (Forrás: Saját munka)



3.2. Módszerek

3.2.1. Színmérés

A karamella színmérését a *Minolta CR 310 színmérő készülék* segítségével végeztem el, amely a CIELab színinger tér alkalmazására alapuló eszköz. A CIELab színinger tér egyik összetevője az L^* (világossági tényező), amelynek az értéke megmutatja, hogy az adott termék a megvilágító fénynek hány százalékát fogja visszaverni.

Az a^* és a b^* összetevők értéke kétféle variánssal rendelkezik. Az $+a^*$ érték a vörös színezetet képviseli, míg a $-a^*$ érték a zöld színezetet. A $+b^*$ érték a sárga színezetet, a $-b^*$ érték a kék színezetet képviselte. A minták felületét szobahőmérsékleten vizsgáltam az adott eszközzel.

A mérés megkezdése előtt a készüléket kalibrálni kellett a „Calibration plate” segítségével, ami készülékhez tartozó fehérretalon. Ezek után beállításra került a mérésnek megfelelő színinger tér, ahol a CIELab opciót választottam. A méréshez a mérőfejet közvetlenül az adott karamella minta felületére helyeztem. A szürke gomb megnyomásával a szerkezetbe helyezett xenonlámpa felvillanása azt jelentette, hogy az adatokat sikeresen lemérte, és a koordináták azonnal megjelentek az eszközön lévő kis elektronikus panelen. Ebből a színmérés vizsgálatból 3-3 párhuzamos mérést végeztem.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

A kiértékelésnél a ΔE^* Színinger különbség egyenlete által kapott eredmények az alábbi táblázat segítségével kerültek meghatározásra.

1. táblázat Az emberi szem által érzékelt színekülönbségek (Forrás: Internet 1)

ΔE^*_{ab}	Érzékelt különbség
0 - 0,5	Nem vehető észre
0,5 - 1,5	Alig vehető észre
1,5 - 3,0	Észrevehető
3,0 - 6,0	Jól látható
6,0 - 12,0	Nagy

3.2.2. Állománymérés

Az állománymérést a *Stable Micro Systems TA-TX plus* állományvizsgálóval végeztem, mellyel a karamella ragacsosságát és keménységét határoztam meg. A mérésekhez P/5-ös jelölésű 5mm átmérőjű hengeres mérőfejet használtam. A mérés beállításait a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat Az állománymérést végző műszer beállításának adatai (Forrás: Saját munka)

Test mode	Compression
Pre-test speed	1,00 mm/s
Test speed	2,00 mm/s
Post test speed	10,00 mm/s
Strain	20%
Trigger type	Auto (Force)
Trigger force	0,196 N

A mérések megkezdése előtt a mérőfej csatlakoztatása után a berendezést kalibráltam erőre és magasságra. Ennek a mérőfejnek a mozgási sebességét a programban lehetett konfigurálni, majd a hozzá csatlakoztatott számítógépen egy előre létrehozott mappába a program automatikusan lementette a karamellákról mért adatokat. A számítógépen készült grafikonok ábrázolták a behatolás mélységét és a penetrációhoz szükséges erőt. A három különböző mintával 15-15 ismétlést végeztem.

4. ábra Stable Micro Systems TA-TX plus penetrométer mérés közben (Forrás: Saját munka)



A kapott keménységi és ragacsossági görbéknek köszönhetően jöttek létre az eredmények, amelyekkel végül átlagoltam és elkészítettem a szórásokat, amelyek alapján kiértékeltem a mintákat.

3.2.3. Nedvességtartalom mérése

A termékeimnek a nedvességmérését a *Sartorius gyors nedvességmérő készüléken* mértem meg. Első lépésként, a vizsgálat megkezdése előtt a készüléket kalibrálni kellett egy kis alumínium tálacska segítségével, amit a készülékbe téve letáraztam, hogy a mintáim eredményeit ne tudja befolyásolni, mint külső tényező. Ezt követően a lenullázott alumínium tálra helyeztem az előre felaprított karamellákból 2-3 grammot, majd elindítottam a mérést, amelyet a készülék 105 °C-on végzett különböző időintervallumokban, és a műszerbe helyezett mintákat tömegállandóságáig szárította.

5. ábra Sartorius gyors nedvességmérő készülék (Forrás: Saját munka)



A tömegváltozásokat 20 másodpercenként jelezte a műszer mindaddig, míg az el nem érte a 0,002 g/s értéket, ahol a készülék befejezte a mérést és egy papírra nyomtatta a pontos eredményeket. A mérésből 3-3 párhuzamost végeztem el.

3.2.4. Vízáktivitás mérése

A mérésem során a Novasina MSI AW vízáktivitésmérőt használtam, vízáktivitás értékéből a termék stabilitására következtethetünk. A készülék mérőfejében található elektrolitban meggyégbe egy elektromos vezetőképesség változás, ebből határozható meg a minták vízáaktivitási értéke.

6. ábra Novasina MSI AW vízáaktivitésmérő (Forrás: Saját munka)

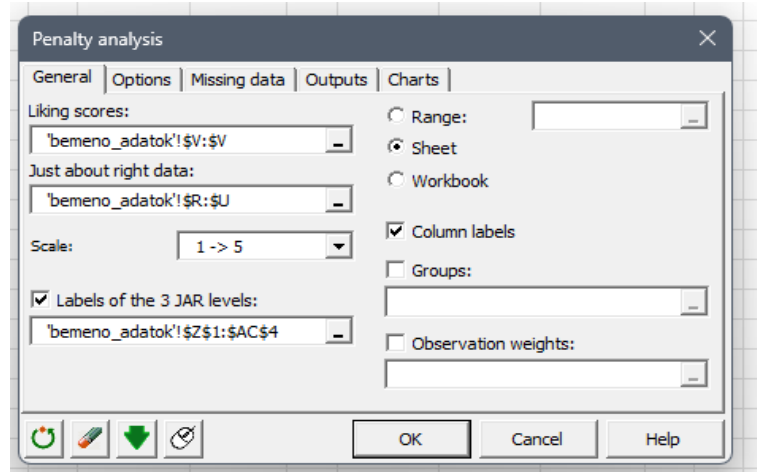


A műszer mérőfejében található egy kis műanyag mintatartóedény, amelynek a 2/3-át mintával töltöttem meg, ezt követően visszahelyeztem a készülék alsó részébe a mintatartóedényt és szorosan lezártam a mintát tartalmazó részt a készülék érzékelő részével, hogy a mérés során megakadályozható legyen bármilyen befolyásoló tényező megjelenése. Ezek után elindítottam a készüléket a „Start” feliratú gomb megnyomásával, és vártam, hogy a kijelzőn a vízaktivitási értékeknél a kis háromszögek elérjék a vizsgálat befejezését megjelenítő 80-as számot. A műszer kijelzőjén látható volt az adott minta végső értéke a hőmérsékletre és a vízaktivitásra vonatkozóan. A vizsgálatból 3-3 párhuzamos mérést készítettem el.

3.2.5. Érzékszervi bírálat

Az érzékszervi bírálaton 30 laikus bíráló vett részt és töltötte ki az általam összeállított kérdéssort. A bírálat előtt előkészítettem a 3 különböző mintát és szobahőmérsékleten hagytam őket pihenni 24 órán át, hogy elérjék a megfelelő konzisztenciát. A karamellák 3 számjegyű kóddal lettek ellátva a könnyebb beazonosítás érdekében, hogy a kapott eredmények könnyen átláthatóak legyenek. A Google form-ban 3 demográfiai kérdést tettem fel és nyolc további kérdést generáltam, amelyek a karamella tulajdonságaival kapcsolatos volt (a pontozást a mellékletek fül alatt lehet, majd megtekinteni). Az érzékszervi bírálat alatt szerzett adatokat a *XLSTAT (ver. 2022.2.1414, Addinsoft, Párizs, Franciaország) statistical software Penalty analysis in Excel* használatával sikerült kiértékelnem. Az Excelben megnyitottam a rendszert, majd a meglévő adatokkal dolgozva beléptem a menüpontba. A menüpontban kijelöltem az Advanced features-t és azon belül Sensory data analysis-t választottam ki, amelynél ismételtlen lenyílik egy kis ablak és ott a Penalty analysis-ra kattintottam. Ezután megjelent a képernyőn egy kis panel, amelynél a Linking scores-t választottam ki és hozzáadtam a JAR data-t, ezt követően kijelöltem, hogy 1-től 5-ig kérem az eredmények kivizsgálását és az „ok” gombra kattintottam. Végül megkaptam a megfelelő diagramokat és a hozzájuk tartozó táblázatokat.

7. ábra Penalty analysis (Forrás: Saját munka)



Az elkészített táblázatok által értékeltem ki az érzékszervi vizsgálatomat.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. A receptúra kifejlesztése

A receptúra kifejlesztése előtt kutatómunkát végeztem, mivel először is el kellett dönteni, hogy milyen típusú karamellát szeretnék létrehozni, illetve azt a fontos tényezőt is figyelembe kellett vennem, hogy cukrot tartalmazó vagy cukormentes karamellát készítsek. A próbamérések után a puha karamellát választottam, mivel véleményem szerint egy puha karamellát többféleképpen is elő lehet állítani, illetve az alapanyagokat is jobban lehet változtatni a receptúra összeállításának során.

Az első próbamérésnél egy csokis-mogyorós karamellát sikerült előállítani, de az általam használt sűrített tejnek az állaga sokkal folyósabb volt, mint egy átlagos sűrített tejnek (Maresi Original sűrített tej 7,5% zsírtartalom). A kísérlet egy világosbarna színű karamellát eredményezett, amely sajnos túl édes volt egy átlagos karamellához képest, valamint az állaga is erősen folyósra sikeredett. Ennek következtében ez a receptúra sikertelennek bizonyult. Ezért a következő próbamérésnél, már a Spar S-Budget habtejszínét alkalmaztam, mint folyékony összetevőt, amely 30% zsírtartalommal rendelkezik.

A második próbamérésnél egy egyszerű puha karamella receptjét használtam fel az interneten elérhető receptúra alapján, amelynél a karamella konzisztenciája és ízvilága megfelelőnek bizonyult és ennél a receptnél már rögtön a magasabb zsírtartalommal rendelkező habtejszín választottam (30%) az elkészítéshez. Ezt követően a receptúrát kiegészítettem glükózzsirrappal, mint stabilizálószer, hogy a karamella kikristályosodását megakadályozza. Tekintettel arra, hogy az elkészült karamella egy óra pihentetés után nem állt össze, nem volt megfelelő konzisztenciájú, ezért 24 órán keresztül szobahőmérsékleten állni hagytam. Ezek után mivel sikeresnek bizonyult a második próbamérés, így ezt a receptet választottam kontrollnak. A későbbiekben ez a karamella szolgált összehasonlításként a további karamellák érzékszervi jellemzőinek a tekintetében.

A harmadik mérés alkalmával már a receptúra módosítása történt, 2,5 gramm inulin került az összetevők közé. Az így készített karamella sötétebb színnel rendelkezett, illetve zsírosabb és puhább volt tapintásra, mint a kontroll karamella. Sajnálatos módon a karamella íze kesernyésre sikerült, ami miatt a receptúrának az adagolási sorrendjén újra változtatni kellett.

A negyedik mérés során az eredeti kontroll receptúrához használt vaját, Ghí vajzsírral helyettesítettem, mivel kíváncsi voltam, hogy a karamella állományát mennyire fogja befolyásolni és milyen más tulajdonságokat tud még hozzárendelni. Sajnos a Ghí vajzsír miatt a karamella túl keményre sikeredett, így ez az eredmény nem felelt meg a puha karamella előállítási követelményeinek, valamint az ízvilága sem volt igazán kellemes, édes ízérzetnek semmi jelenléte nem volt az ételkészletben. Emiatt a Ghí vajzsírral kiegészített karamella további receptúrájának a fejlesztését nem folytattam.

A Ghí vajzsírral helyettesített karamella elkészítésével párhuzamosan még egy inulinos karamellát is készítettem, aminek az adagolási sorrendjénél megváltoztattam, hogy mikor kerüljön az inulin hozzáadása a készítményhez. Ez a kísérlet sikeresnek bizonyult, hiszen a második mérésnél az volt megfigyelhető, hogy a karamella túl lágy volt, de az elkészült új karamellaváltozat állományra és tapintásra sokkal jobban megegyezett a kontroll karamellával, valamint ízre is megfelelő volt.

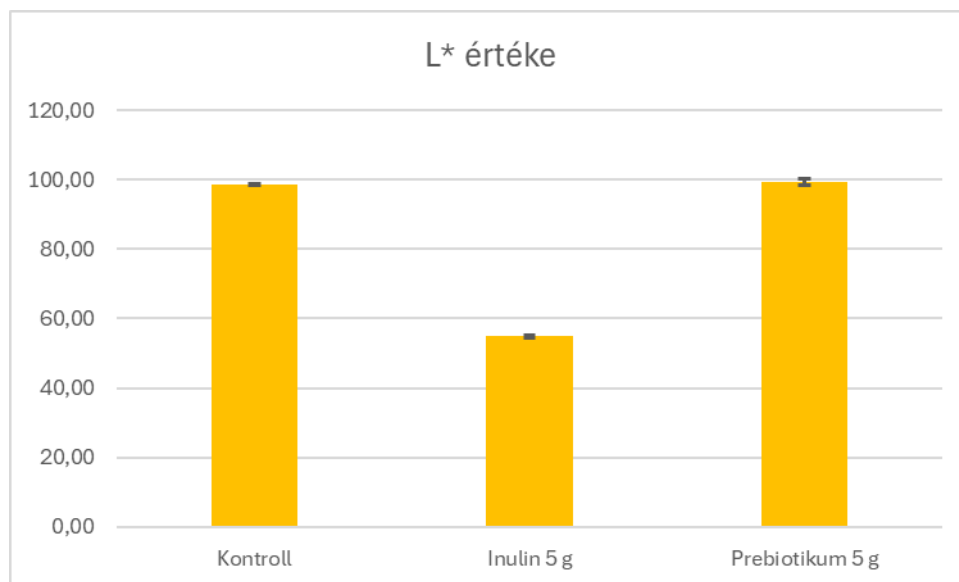
Az ötödik mérés alkalmával, már a prebiotikum is felhasználásra került, először 2,5 grammal sikerült elkészíteni az ételkészletet.

Tekintettel arra, hogy a szabályozások előírják a termékek összetételének minimum mennyiségét, amely által funkcionális ételkészleteknek tekinthetők, így 2,5 grammal növeltem mindkét termékben az inulin és a prebiotikum mennyiségét. Ennek következtében a kétféle végtermék pontosan 5 gramm inulint és prebiotikumot tartalmazott.

4.2. Színmérés eredményei

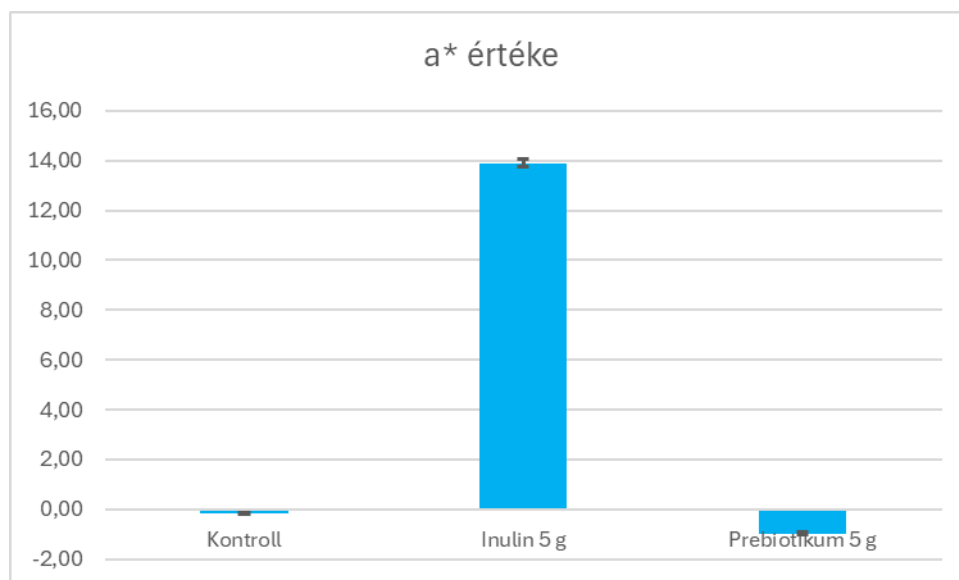
A karamellák színmérés vizsgálatának befejezését követően, a megszerzett végeredményeket és azok kiértékelését az átlagokkal és a hozzájuk tartozó szórásokkal szeretném az alábbiakban bemutatni.

8. ábra Karamellák világossági tényezőinek az értékei (Forrás: Saját munka)



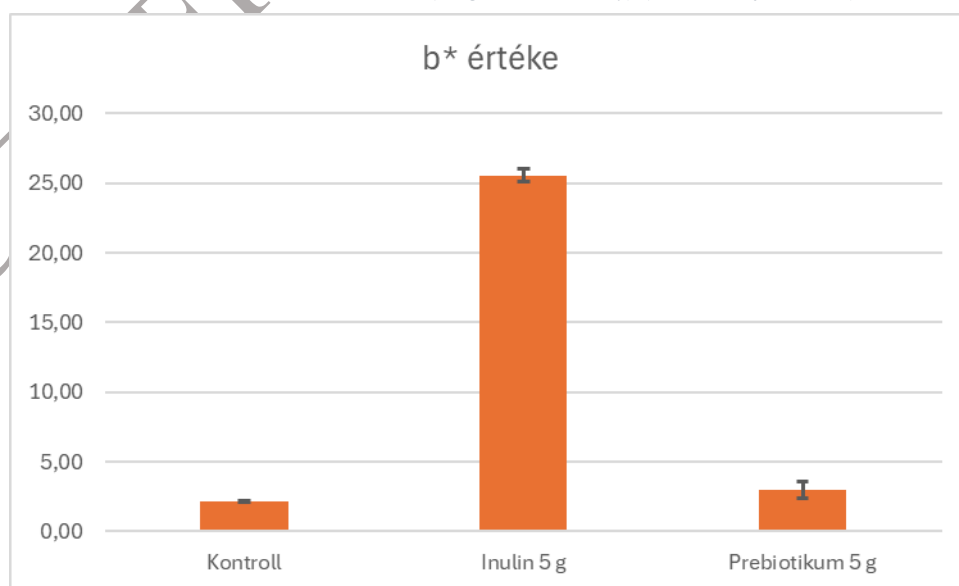
A kapott szórás értéke alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a kontroll karamella világossági tényezői egységesek, azaz minden lemért felületen azonos világosságot szemléltet, vagyis a mérés sikeres volt. Amint az ábra is mutatja a kontroll karamella a második legvilágosabb minta. Az 5 gramm inulinnal előállított karamella lett a legsötétebb színezetű a három karamella közül. Az inulinos karamella alacsony szórásával szemléltethető, hogy a világossági tényezői szintén egységesek lettek, vagyis megfelelően történt a mérés. Az 5 gramm prebiotikummal készült karamella szórása alacsony vagyis a mérést sikeresen végeztem el. A három karamella közül az 5 grammal előállított prebiotikus karamella volt a legvilágosabb. (lásd 8.ábra)

9. ábra Karamellák a^* értékei (piros/zöld színarány) (Forrás: Saját munka)



Az a^* érték (piros/zöld színarány) oszlopdiagramján jól érzékelhető a karamellák oszlopai közötti jelentős eltérés. A kontroll karamella és az 5 gramm prebiotikummal kiegészített karamella kapott negatív értékeiből megállapítható, hogy a zöldes színárnyalat felé irányulnak, míg a szórásuk alacsony értéket mutat, vagyis a mérés sikeres volt. Az 5 gramm inulint tartalmazó karamella erősen piros színárnyalatot szemléltet a diagramon, szórása szintén alacsony értékű, ebből arra lehet következtetni, hogy a karamella felülete mérés során egységes volt. A három minta közül az inulint tartalmazó karamella lett a legvörösebb színnel rendelkező karamella minta. (lásd 9. ábra)

10. ábra Karamellák b^* értékei (sárga/kék színarány) (Forrás: Saját munka)



A b^* érték (sárga/kék színarány) oszlopdiagramja jól láthatóan prezentálja, hogy mindhárom minta színárnyalatának eredménye pozitív, azaz a sárga színárnyalat jellemző rájuk. A legsárgább színnel rendelkező élelmiszer az 5 gramm inulint tartalmazó karamella volt. A három minta közül az 5 gramm prebiotikummal rendelkező karamella szórásánál észrevehető, hogy az értéke kicsivel magasabb, mint a többi karamellának, de ez a kis eltérés elfogadható. (lásd 10. ábra)

A színínger különbségek meghatározásához, a ΔE^* egyenletet alkalmaztam.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

3. táblázat ΔE^* színínger különbségek értékei a karamelláknál (Forrás: Saját munka)

ΔE	Kontroll	Inulin 5g	Prebiotikum 5g
Kontroll	0,000	51,581	1,323
Inulin 5g	51,581	0,000	51,980
Prebiotikum 5g	1,323	51,980	0,000

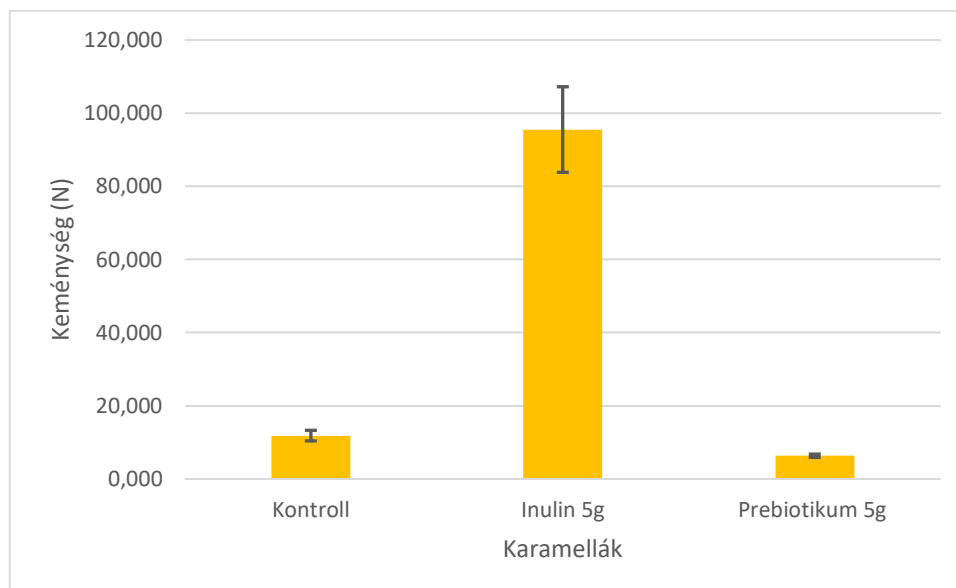
A kapott eredmények határértékeit és azok besorolását, a fenti táblázatban lehet megtekinteni. (lásd 1. táblázat)

A kontroll és az inulinos karamella közti színkülönbség igen nagy mértékben látszódik, emellett az inulinos és prebiotikus karamella között is igen nagy mértékben észrevehető a színkülönbség. A kontroll és a prebiotikus karamelláknál megfigyelhető, hogy az emberi szem által érzékelhető színkülönbség alig vehető észre. (lásd 3. táblázat)

4.3. Állománymérés eredményei

Az adott diagramokkal szeretném szemléltetni az állománymérés eredményeit, amelyet a *Stable Micro Systems TA-TX plus állománymérőn* mértem, és azáltal kapott eredményeket értékeltem ki.

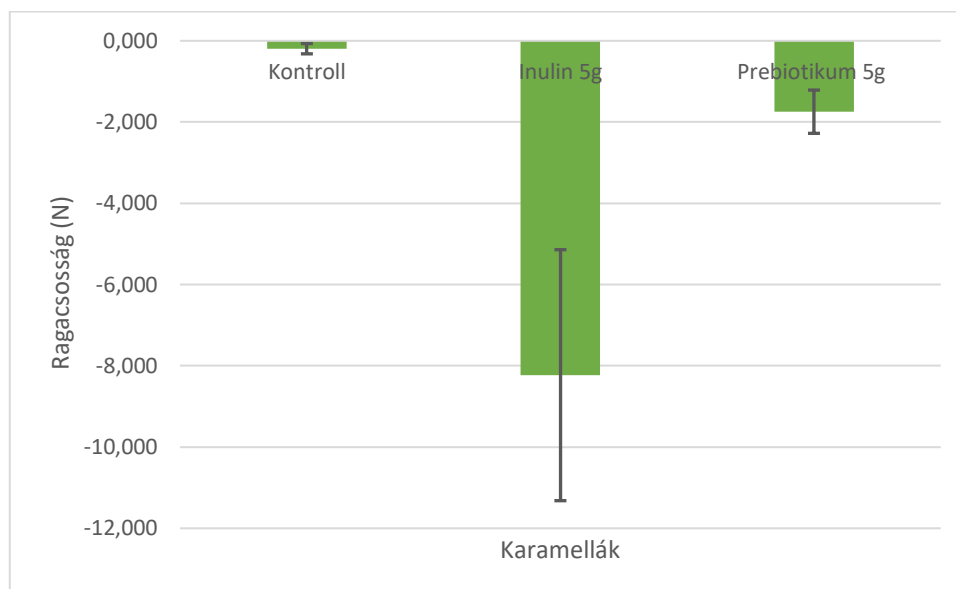
11. ábra Karamella keménysége (Forrás: Saját munka)



A diagramon tisztán látható a legnagyobb keménység, amely az inulinos karamellánál vehető figyelembe, miközben a legalacsonyabb keménységgel (puha) a prebiotikummal készült karamella rendelkezett.

A kapott eredmények elemzése alatt arra a következtetésre jutottam, hogy az inulinnal készült karamella tér el legjobban a másik két csoporttól, mint szórás és keménység szempontjából. A grafikus ábrázolás alapján az inulinos karamella szignifikánsan eltér a másik két karamella csoporttól. (lásd 11. ábra)

12. ábra Karamella ragacsossága (Forrás: Saját munka)



A diagramon tisztán látható, hogy a legnagyobb ragacsosság az inulinos karamellánál vehető figyelembe, miközben a legkisebb ragacsosság a kontroll karamellánál érzékelhető.

A kapott eredmények kiértékelése alatt arra a következtetésre jutottam, hogy az inulinnal készült karamella a legnagyobb kiugró különbséggel rendelkező karamella a három minta közül, szórás és ragacsosság szempontjából. A grafikus ábrázolással kapott értékek alapján az inulinos karamella szignifikánsan eltér a másik két karamella csoporttól. (lásd 12. ábra)

Az IBM SPSS Statistics Version 29.0.1.0 (171) programját használtam a következő adatok kiértékelésére.

4. táblázat Anova varianciaanalízis (Forrás: Saját munka)

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Keménység	Between Groups	74924,026	2	37462,013	807,658	<,001
	Within Groups	1948,108	42	46,384		
	Total	76872,134	44			
Ragacsosság	Between Groups	545,361	2	272,680	83,127	<,001
	Within Groups	137,772	42	3,280		
	Total	683,133	44			

A fenti táblázat megfelelően szemlélteti, hogy a csoportok között szignifikáns különbség van. (lásd 4. táblázat)

Ahhoz azonban, hogy pontosan megtudjuk mondani, mely csoportok között van szignifikáns eltérés további vizsgálatokra volt szükség. Ennek megállapításához segítséget nyújt az 5. táblázat.

5. táblázat Karamella Post Hoc teszt (Forrás: Saját munka)

Multiple Comparisons							
Tukey HSD							
Dependent Variable	(I) Karamella	(J) Karamella	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Keménység	Kontroll	Inulin 5g	-83,67507*	2,48686	<,001	-89,7169	-77,6333
		Prebiotikum 5g	5,50447	2,48686	,081	-,5373	11,5463
	Inulin 5g	Kontroll	83,67507*	2,48686	<,001	77,6333	89,7169
		Prebiotikum 5g	89,17953*	2,48686	<,001	83,1377	95,2213
	Prebiotikum 5g	Kontroll	-5,50447	2,48686	,081	-11,5463	,5373
		Inulin 5g	-89,17953*	2,48686	<,001	-95,2213	-83,1377
Ragacsosság	Kontroll	Inulin 5g	8,03747*	,66134	<,001	6,4307	9,6442
		Prebiotikum 5g	1,55187	,66134	,060	-,0549	3,1586
	Inulin 5g	Kontroll	-8,03747*	,66134	<,001	-9,6442	-6,4307
		Prebiotikum 5g	-6,48560*	,66134	<,001	-8,0923	-4,8789
	Prebiotikum 5g	Kontroll	-1,55187	,66134	,060	-3,1586	,0549
		Inulin 5g	6,48560*	,66134	<,001	4,8789	8,0923

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

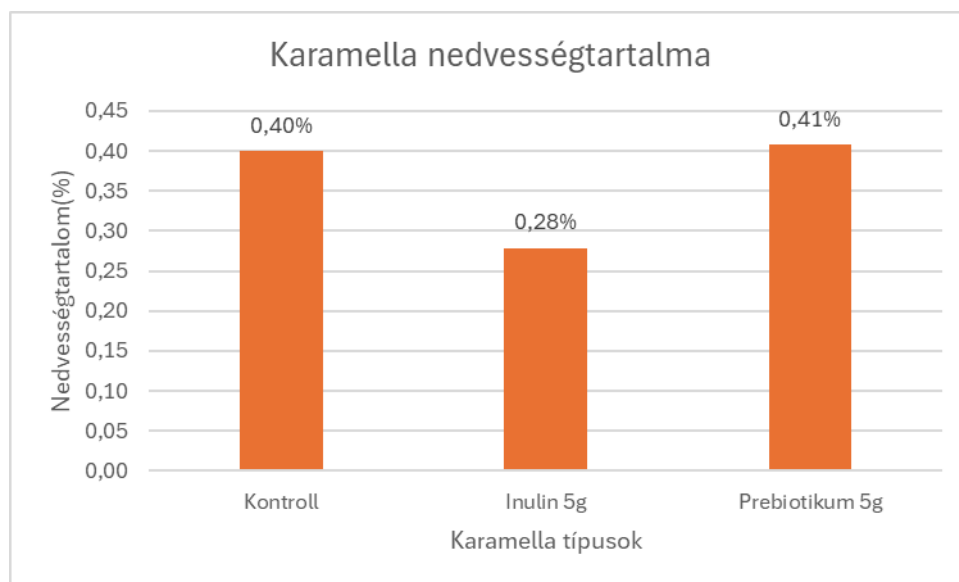
Látható, hogy a keménység értékek tekintetében szignifikáns különbség van a kontroll és az inulinos karamella között, valamint az inulinos és a prebiotikummal készült minták között. Ehhez hasonlóan a ragacsosságnál is csak az inulinos és a kontroll, valamint az inulinos és prebiotikus karamella között találtunk szignifikáns különbséget.

Tehát ezek az eredmények alátámasztják a grafikus ábrázolásnál megállapított összefüggéseket.

4.4. Nedvességtartalom eredményei

A nedvességtartalom vizsgálat eredményeit oszlopdiagramok segítségével szeretném bemutatni.

13. ábra Nedvességmérés eredményei (Forrás: Saját munka)



A diagramon megfigyelhető, hogy mindhárom csoport nagyon alacsony nedvességtartalommal rendelkezett.

A legmagasabb nedvességtartalommal a prebiotikumot tartalmazó karamella és a kontroll karamella tekinthető közel azonos nedvességtartalommal, míg hozzájuk képest az inulinnal készült karamella nedvességtartalma lényegesen alacsonyabb. (lásd 13. ábra)

Irodalmi írások alapján az átlagos puha karamellának a nedvességtartalma általában 9-10% közötti tartomány, míg a kemény karamellának 2-3% alatti a nedvességtartalma.

A nedvességtartalmat több tényező is befolyásolhatta, egyrészt az alkalmazott hőmérséklet, másrészt pedig a receptúra adagolási sorrendje, de valószínűsíthető, hogy csak kis mértékben. Mindezekén túl még jelentős szerepe volt az inulin és a prebiotikum jelenléte a karamellában, mivel ezek a vízben oldódó rostok csoportjába sorolhatóak. Az inulinról fontos tudni, hogy zselésítő tulajdonsággal is rendelkezik, ami által vizet képes megkötni az élelmiszerben. A prebiotikum, amely felhasználásra került a karamella elkészítéséhez almarostot tartalmazott. Az almarost is vízmegkötő képességgel rendelkezik, ami az élelmiszer könnyebb feldolgozását támogatja az emésztőrendszerben.

A másik nagy befolyásoló faktor a 24 órás pihentetés volt, hiszen ezalatt az idő alatt a karamella szobahőmérsékleten tovább veszített nedvességtartalmából. Azért alkalmaztam a 24 órás

pihentetést, hogy a karamella megfelelően összeálljon a mérések kezdete előtt, de emiatt vésztett a nedvességtartalomból, hiszen a frissen készített karamellában lehetséges, hogy több volt a nedvesség.

Ebből arra a következtetésre jutottam, hogy legnagyobb részt a 24 órás pihentetés, valamint az élelmi rostok voltak azok a befolyásoló tényezők, amelyek a karamellákban megkötötték a nedvességet, ebből adódóan a karamellák nagyobb szárazanyag-tartalommal rendelkeztek.

4.5. Vízáktívítás eredményei

A vízáktívítási mérést követően a kapott adatokat, a *VirginiaTech* oldalán található vízáktívítási értéktáblázat segítségével értékeltem ki. A vízáktívítást azért fontos az élelmiszerekben ellenőrizni, mivel különböző mikroorganizmusok, baktériumok, illetve penészek is megtelepedhetnek az adott élelmiszerben lévő nedvesség miatt és ezek akár kritikus egészségügyi veszélyeket is vonhatnak maguk után. Emiatt szintén fontos a HACCP pontos betartása, hogy ilyen kémiai, biológiai és fizikai kockázatok elkerülhetőek legyenek.

14. ábra Vízáktívítási táblázat (Forrás: Internet 3)





6. táblázat Vízáktívítási a mért karamelláknak (Forrás: Saját munka)

Minták	Kontroll	Inulin 5 g	Prebiotikum 5 g
T (°C)	22,37	21,9	22,37
aw	0,364	0,496	0,446
	0,425	0,466	0,457
	0,513	0,489	0,459
átlag	0,434	0,48	0,45
szórás	0,075	0,016	0,227

A fenti táblázatban láthatóak az eredmények, amelyek alapján meghatározható, hogy az adott élelmiszerek, amelyeket elkészítettem veszélyesek-e az emberi fogyasztásra, azaz tartalmaznak-e egy esetleges veszélyforrást, amely kihatással lenne az emberek egészségügyi állapotára.

A VirginiaTech weboldalán található értéktáblázat szerint a karamella vízaktivitásának értéke általában 0.00-0.60 a_w közé sorolható be, és ezért ezeknek a megadott határértékeknek kell, hogy megfeleljenek az általam készült karamellák. (lásd 14. ábra)

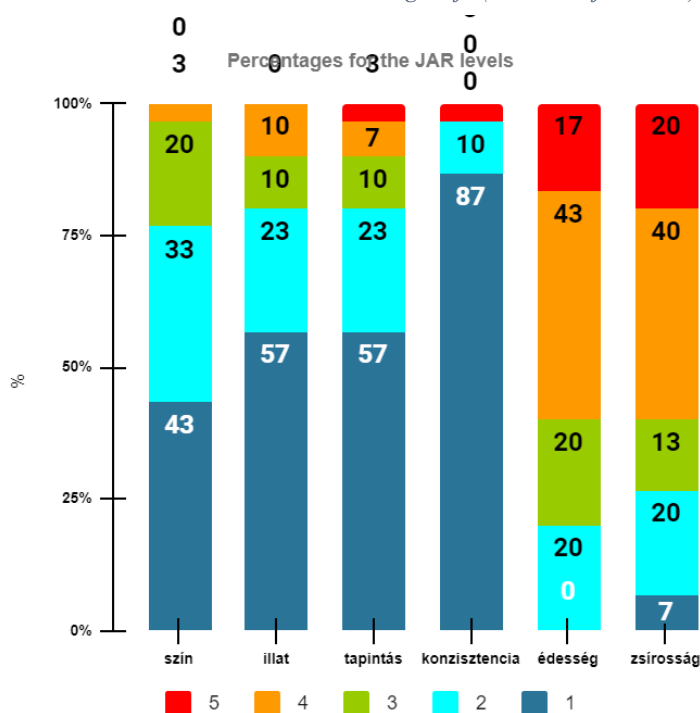
A kapott eredmények egyértelműen kimutatták a vizsgálat végén, hogy a kontroll, továbbá az inulinnal és a prebiotikummal előállított karamellák a_w értékeik nem mutatnak egymástól jelentős eltérést, valamint megfelelnek az előírásoknak. Ebből arra lehet következtetni, hogy a karamellákban nagyon kicsi annak a valószínűsége, hogy bármilyen mikroorganizmus, baktérium és penész jelenjen meg, mint veszélyforrás.

Összegezve tehát megállapítható, hogy a karamellákban található szénhidrátok a karamellákban lévő szabad vizet megkötik, amelynek jelentős szerepe van a mikroorganizmusok szaporodásának és megtelepedésének a megakadályozásában. Továbbá a karamellák előállítása során a párologtatással is nedvességet veszítettek a termékek, ami tovább növeli az élelmiszereknek a biztonságát és eltarthatóságát.

4.6. Laikus érzékszervi bírálat és a Penalty analysis eredményei

4.6.1. Kontroll karamella - 685-ös minta

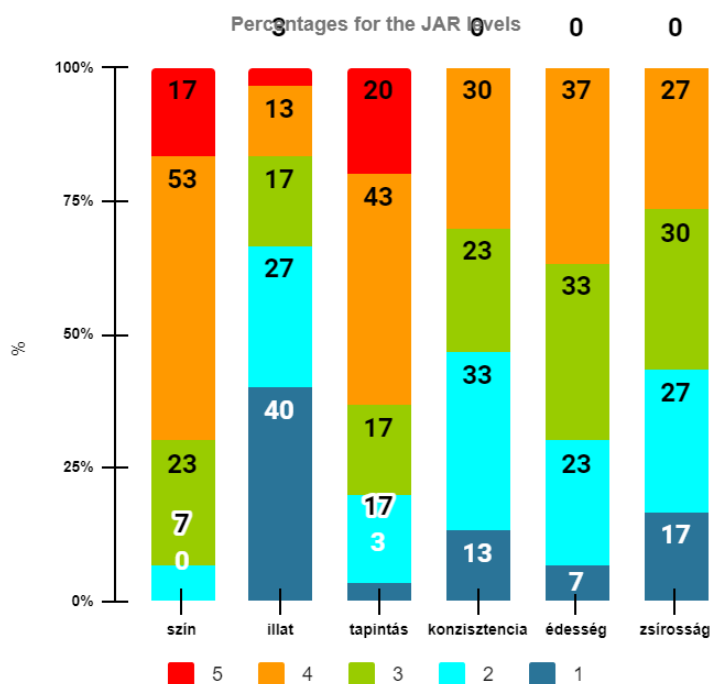
15. ábra 685-ös minta érzékszervi diagramja (Forrás: Saját munka)



A kontroll karamella oszlopdiagramján jól megfigyelhető, hogy a bírálók 43%-nak a karamella színe igen halovány barnának bizonyult, amelyből arra lehet következtetni, hogy a termék a színmérési eredményeknek megfelelt. A karamella aromáját a bírálók 57%-a egyáltalán nem észlelte, amely alapján megállapítható, hogy az adott terméknek nincs intenzív illata, emellett más mellékilletok sem érezhetőek. Tapintásra a karamella, a jelenlévő bírálók 57%-nak túl ragacsos volt, ami szintén alátámasztja azt a tényezőt, hogy egy jó minőségű puha karamellát sikerült előállítani. A résztvevőknek 87%-ának a termék konzisztenciájával kapcsolatosan az volt a tapasztalata, hogy igen nyúlásra sikeredett. A laikus bírálók a karamella édességét enyhén édesebbnek ítélték meg, valamint a karamellát enyhén zsírosabbnak érzékelték a kóstolás alatt. (lásd 15. ábra)

4.6.2. Inulinos karamella - 392-es minta

16. ábra 392-es minta érzékszervi diagramja (Forrás: Saját munka)

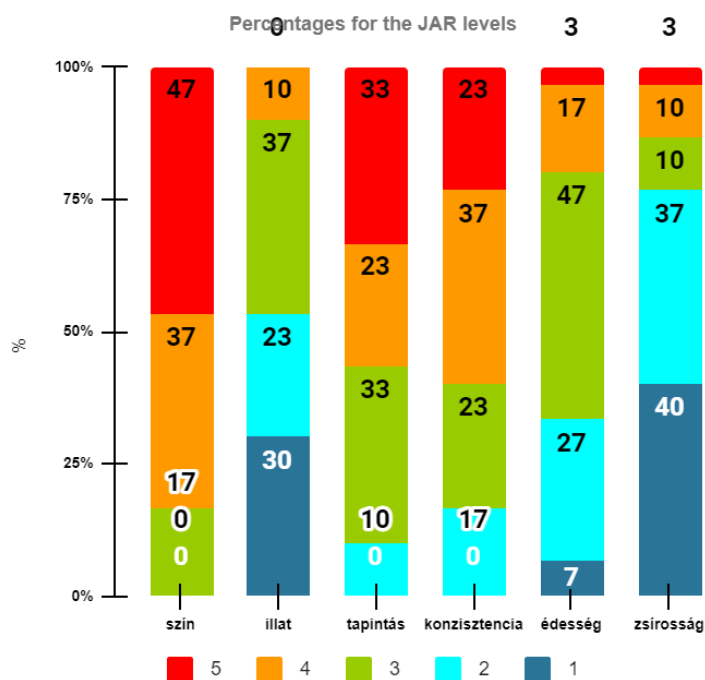


Az 5 grammot tartalmazó inulinos karamella színét a bírálók 53%-a kissé erősnek tartotta a kontroll karamellához képest. A karamella nem rendelkezett semmilyen mellékíllattal. A résztvevők 43%-a kissé simának ítélte meg tapintásra a karamellát, vagyis nem volt ragacsos a felszíne, de kisebb minimális hibák észlelhetőek voltak, ezért a karamella felülete nem nevezhető teljesen simának. A kóstolás során a karamella konzisztenciája enyhén nyúlónak bizonyult a bírálók 33%-a szerint, míg a bírálók 30%-a szerint kissé keménynek bizonyult. A karamella a jelenlévők 37%-nak enyhén édesebbnek érződött, míg a válaszadók 33%-nak a karamella megfelelő édes ízérzettel rendelkezett. A karamella zsírossága megfelelő volt, így a karamella az ideális tartalmú zsiradékkal rendelkezett.

Egyes bírálók utóízként megemlézték a mogyorót, illetve a keserű ízérzetet a karamella fogyasztása során. (lásd 16. ábra)

4.6.3. Prebiotikus karamella - 719-es minta

17. ábra 719-es minta érzékszervi diagramja (Forrás: Saját munka)



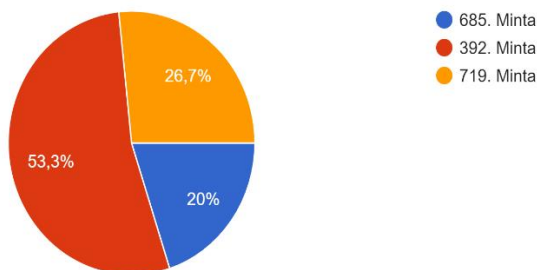
Az 5 gramm prebiotikummal készült karamella színe a résztvevők 47%-a szerint erősebb barnának mutatkozott, mint a kontroll karamella. A termék illatát a válaszadók 37%-a megfelelőnek ítélte meg, míg a 30%-a szerint a karamella egyáltalán nem rendelkezett illataromákkal. Tapintásnál a karamella felületét a bírálók egy része 33%-a teljesen simának érezte, míg a bírálók egy másik 33%-a pont megfelelőnek érzékelte. A kóstolás során a konzisztenciánál a karamella enyhén kemény érzettel rendelkezett a jelenlévők 37%-nál. A karamellában az édesíz érzet megfelelően érezhető volt a bírálók 47%-a szerint. A karamella zsírosságánál a diagram alapján azt lehet megállapítani, hogy a bírálók 40%-a egyáltalán nem érezte a karamellát zsírosnak.

Ennél a karamellánál sokan megjegyezték, hogy az utóíze enyhén grillázs jellegű vagy kesernyős, illetve mellékízként növényi vagy rost jellegű alapanyagot ízeltek. (lásd 17. ábra)

A várokozásokkal ellentétben a három minta közül meglepően az inulint tartalmazó karamella lett a legkedveltebb, a laikus bírálók 53,3%-a jelölte meg. (lásd 18. ábra)

18. ábra Érzékszervi bírálat-legkedveltebb karamella (Forrás: Saját munka)

Melyik karamella tetszett a legjobban a 3 közül?
30 válasz

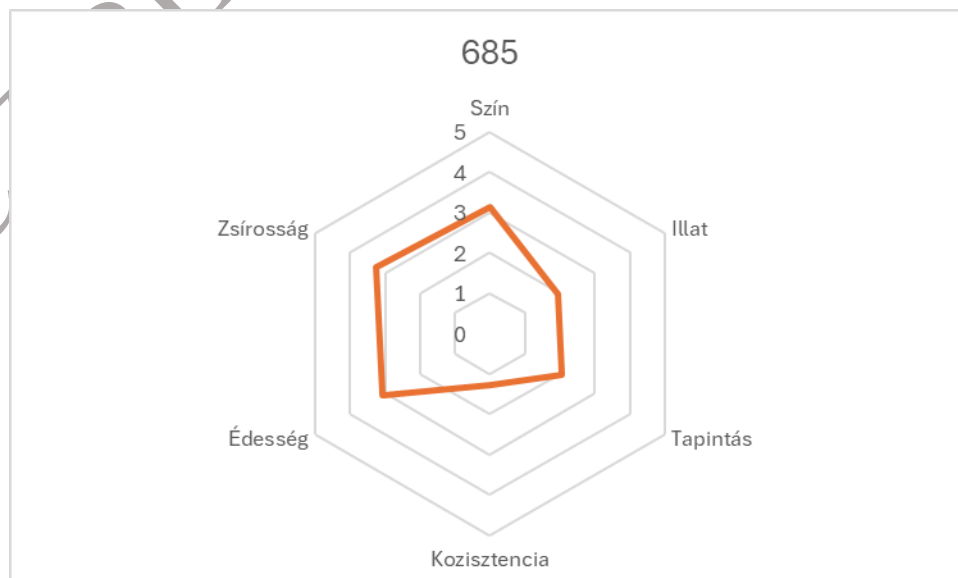


4.7. Érzékszervi bírálat - Akkreditált érzékszervi bírálókkal

Ezen az érzékszervi bírálaton is ugyanazt a bírálati kérdőívet töltötték ki az akkreditált érzékszervi bírálók, mint a laikus bírálók. Az érzékszervi bírálati lap a 9. Mellékletekben található.

4.7.1. Kontroll karamella - 685-ös minta

19. ábra 685-ös minta érzékszervi pókháló diagramja (Forrás: Saját munka)

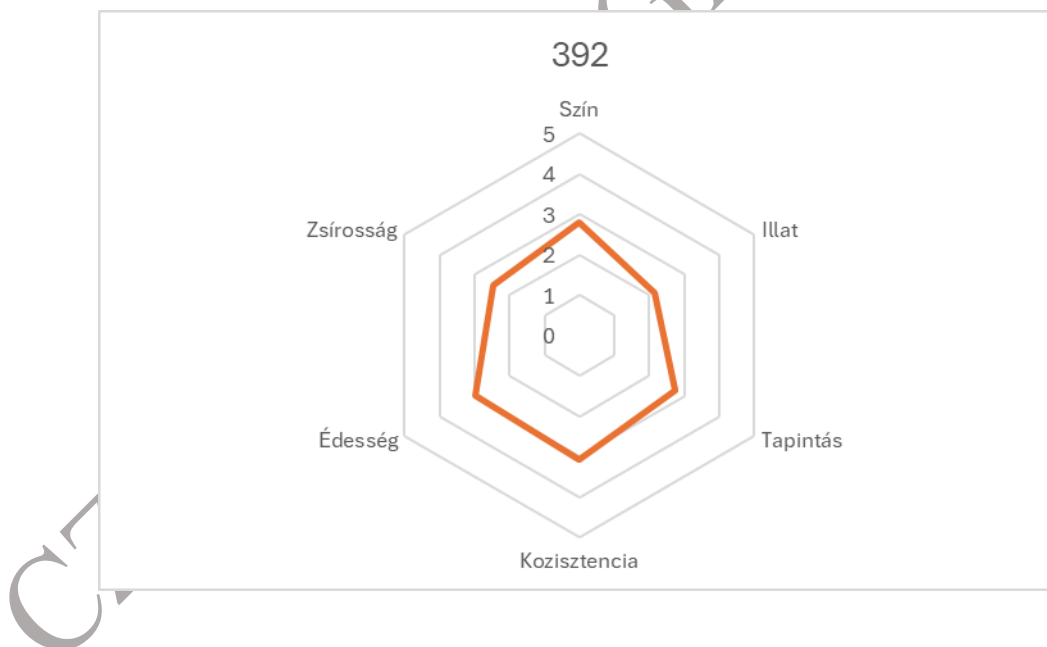


A kontroll karamella pókháló diagramja jól szemlélteti, hogy az akkreditált bírálók az élelmiszer színét a karamellának megfelelő barna árnyalatúnak állapították meg (3-as értéket kapott), de a színmérési eredmények alapján a karamella világosabb árnyalattal rendelkezik. A karamella jellegzetes aromáját a bírálók véleménye szerint kismértékben lehetett érzékelni, amelyből arra lehet következtetni, hogy a termék nem rendelkezik intenzív illattal (2-es érték). A karamella felületének vizsgálatakor a bírálók a tapintás segítségével tudták meghatározni, hogy milyennek érzékelhető a karamella felszíne. A termék felületét enyhén ragacsosnak érzékelték a bírálók.

A kontroll karamella konzisztenciájánál a bírálók egyhangúan megszavazták, hogy a karamella igen nyúlós szerkezettel rendelkezett (1-es érték). A termék édességét és zsírosságát az érzékszervi bírálók fogyasztásra alkalmasnak ítélték meg a kóstolás során. (lásd 19. ábra)

4.7.2. Inulinos karamella - 392-es minta

20. ábra 392-es minta érzékszervi pókháló diagramja (Forrás: Saját munka)



Az 5 gramm inulinnal kiegészített karamella színezete a résztvevők észrevételeik alapján elfogadhatónak bizonyult, vagyis a kontroll karamellához hasonló barnás árnyalattal rendelkezett, de a színmérésen kapott eredmények szerint a karamellának sötétebb árnyalattal kellett volna rendelkeznie. A karamella illatanyagait nagyon enyhén lehetett érezni, valamint a bírálók nem érzékelték semmilyen mellékilletot a felmérés alatt, amelyből azt lehetett megállapítani, hogy a termék nem rendelkezett intenzív vagy kellemetlen mellékilletallal.

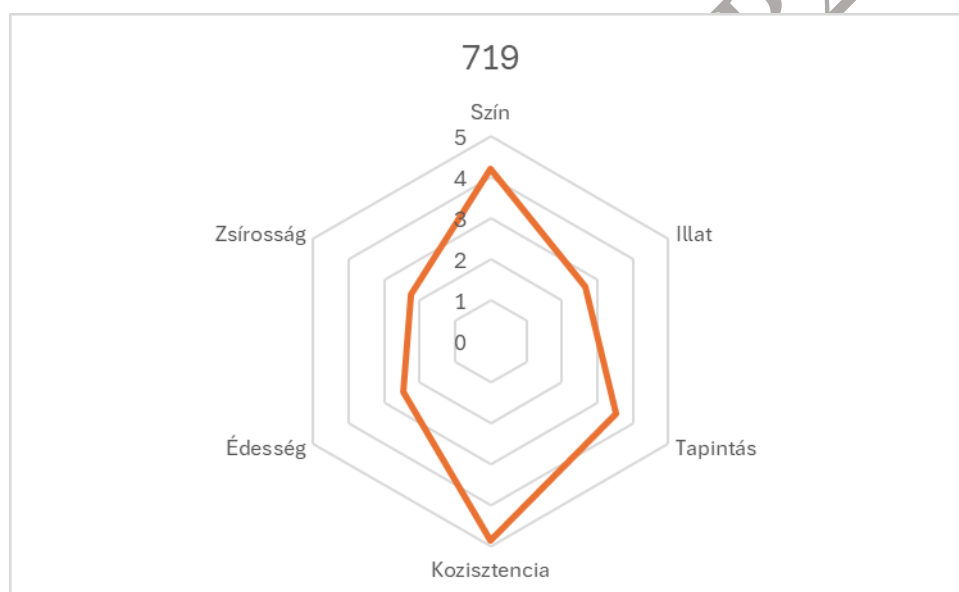
A karamella felületének tapintása során a bírálók ideálisnak találták a termék felületét, vagyis a karamella felszíne megfelelően simának és ragacsosnak bizonyult a kontroll karamellához képest.

A karamella édessége a bírálók véleménye alapján ideális édes ízérzettel rendelkezett, míg a karamella zsírosságánál csak minimálisan volt érzékelhető a zsír jelenléte.

Egyes bírálók utó-; mellékízként megemlítették a kissé égetett idegen vagy kesernyés ízérzetet, amelyet a karamella fogyasztása közben érzéltek. Ezt a karamellát nevezhetjük legmegfelelőbbnek, mivel sok paramétere a 3-as pontozást kapta. (lásd 20. ábra)

4.7.3. Prebiotikus karamella - 719-es minta

21. ábra 719-es minta érzékszervi pókháló diagramja (Forrás: Saját munka)



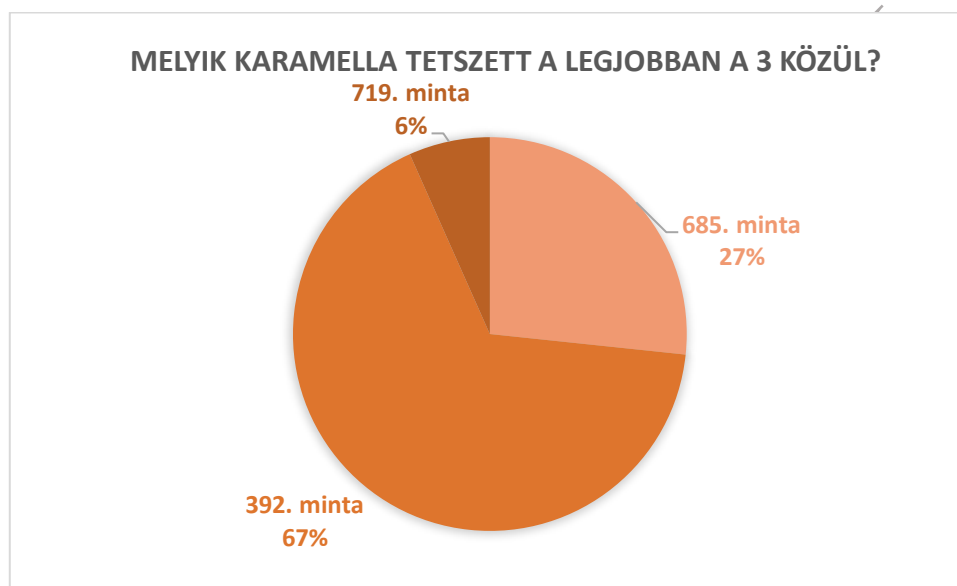
Az 5 gramm prebiotikummal előállított karamella barna színárnyalatát a válaszadók enyhén erősebbnek érezték a kontroll karamellához képest. A prebiotikus karamella aromája ideálisan érezhetőnek bizonyult, valamint mellékíllattal nem rendelkezett. A résztvevők kissé simának ítélték meg tapintásra a karamellát, vagyis nem volt ragacsos a felszíne, de minimális hibák észlelhetőek voltak, amiből azt lehetett megállapítani, hogy a karamella felülete nem volt teljesen sima.

A prebiotikus karamella kóstolása alatt a konzisztenciánál a bírálók egységesen megszavazták, hogy a karamella nagyon kemény volt a kontrollhoz képest. A termék édességénél és zsírosságánál a bírálók azt állapították meg, hogy az édes ízérzet enyhén érzékelhető kóstolás alatt, valamint alacsony zsírtartalommal rendelkezett a karamella.

A bírálók közül sokan megemlítették a sós ízérzetet, ami igen meglepett, mivel sót egyik karamella sem tartalmazott. Emellett kesernyés és idegen mellékízt érzékeltek a karamella elfogyasztása során. (lásd 21. ábra)

A három minta közül az inulint tartalmazó karamella lett a legkedveltebb, az akkreditált bírálók 67%-a jelölte meg. (lásd 22. ábra)

22. ábra Érzékszervi bírálat-legkedveltebb karamella (Forrás: Saját munka)



5. Következtetések és javaslatok

A kísérleteim során a prebiotikummal dúsított karamellák előállíthatóságát vizsgáltam meg, ahol különböző prebiotikumokat alkalmaztam azok előállításakor, valamint többféle alapanyag alternatívákat is kipróbáltam a receptúra fejlesztése alatt (sűrített tej, Ghí vaj). A választásom a kereskedelemben megvásárolható prebiotikumok közül az inulinra és egy alma rostot tartalmazó, C - vitaminnal dúsított prebiotikum termékre esett.

Ezt követően három féle mintám volt a mérések elvégzésére, egy kontroll karamella, inulinnal dúsított karamella és a prebiotikummal készült karamella.

A 4.1- 4.7. fejezetekben leírt prebiotikus karamelláknak nemcsak a receptúrájuk kifejlesztésénél fordítottam jelentős figyelmet a vizsgálatok alatt, hanem a karamellákon elvégzett ötféle mérésre is, ahol a karamellák fizikai és érzékszervi tulajdonságainak a feltárása volt a fő célom.

A végtermékek nedvességtartalom vizsgálatánál megfigyelhető volt, hogy a kapott eredmények igen alacsonyak voltak, amely a 24 órás pihentetésnek az eredménye, mivel szobahőmérsékleten a termékek veszítettek a nedvességtartalmukból.

Mindazonáltal a termékek vízaktivitásának tanulmányozása során az eredmények optimálisak voltak, mivel a karamellák vízaktivitásának eredményei a megfelelő skálatartományba tartoztak (0,00 - 0,60 a_w). A kapott eredmények alátámasztják, hogy a mikroorganizmusok, baktériumok és penészek nem tudnak megtelepedni a késztermékekben, mivel nincsenek biztosítva számukra a megfelelő életfeltételek.

Javaslatok:

A prebiotikus karamella kutatásának további szakaszaiban az alábbiakat javaslom:

- A prebiotikus karamellák nedvességtartalmának újbóli vizsgálatának az elvégzése az egy órás hűtést követően, majd 24 órás pihentetés után meg egy mérést javaslok elvégezni a differenciák összehasonlításának érdekében.

- Javaslom az eltarthatósági vizsgálat elvégzését a legkedveltebb inulinos karamellával 1 éves időtartamra vonatkozóan, mivel fontos a kereskedelemben történő forgalmazása szempontjából.
- Terveim között szerepel a prebiotikus karamella cukormentes változatának a megvalósítása és receptúrájának megalkotása.
- Más típusú karamellákkal való kísérletezések többféle konzisztencia kialakításáért.

CZIBERE KINGA - P22L13

6. Összefoglalás

A szakdolgozatom témája a prebiotikum hozzáadásával készült karamellák előállíthatóságának kutatása, továbbá fizikai és érzékszervi tulajdonságainak vizsgálata, valamint nem utolsósorban az egészséges táplálkozásra gyakorolt hatásai.

A tudatos táplálkozás, a folyamatos egészségmegőrzés egyre nagyobb társadalmi hangsúlyt kap napjainkban, melynek következtében az élelmiszeriparban is számos kutatás foglalkozik az egészséges élelmiszerek, élelmiszerösszetevők előállításával kapcsolatosan.

A munkámban részletesen bemutatom a prebiotikumot. Az élelmiszerekben ezek az anyagok rostként vannak jelen, hozzájárulnak a bélflóra egészséges fenntartásához és kialakulásához, ezáltal elősegítve a vastagbél aktivitását és a hasznos baktériumoknak a növekedését. Továbbá említésre került a karamella és annak fajtái, valamint előállíthatóságának és technológiai hátterének a bemutatása.

A karamella készítése során fontos volt, hogy milyen nyersanyagok kerülnek felhasználásra. A próbamérések során különféle alapanyagokkal és adagolási sorrendjűkkel kísérleteztem, azt vizsgáltam miként hatnak a puha karamella (kontroll karamella) színére, illatára, ízére és konzisztenciájára. Az eredményes előkísérleteknek köszönhetően három féle végterméket sikerült előállítanom és a további szükséges méréseket ezeken végeztem el.

Kísérleteim során többek között megvizsgáltam, hogy a két felhasznált prebiotikum hozzáadása hogyan befolyásolja a karamellák állományát, nedvességtartalmukat és az érzékszervi tulajdonságukat. A végtermékek érzékszervi bírálata során a laikus és az akkreditált bírálók segítségével sikerült felmérni a karamellák fontos tulajdonságait, valamint, hogy melyik karamella a legkedveltebb. A kapott eredmények alapján azt tapasztaltam, hogy nem a kész C-vitaminnal dúsított prebiotikum készítményt tartalmazó karamella nyerte el a bírálók tetszését, hanem az inulint tartalmazó karamella.

Összességében tehát elmondható, hogy a megfelelő alapanyagok és adagolási sorrend alkalmazása esetén, valóban előállítható a prebiotikus karamella. A termék kedvező élettani hatása miatt az egészségtudatos vásárlók érdeklődését is felkeltheti, továbbá színesítheti az egészségesebb édességek körét.

7. Irodalomjegyzék

- Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mohkam, M., Masoumi, S., Berenjian, A., & Ghasemi, Y. (2019). Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications. *Foods*, 8(3), 92. <https://doi.org/10.3390/foods8030092>
- Dr. Mohos Ferenc. (2006). *Édesipari technológia II.: Vol. É-705/2*. Herman Ottó Intézet, FMV Képzési és Szaktanácsadási Intézet. ISBN 978-963-9317-81-9
- Élelmiszerkönyv. (n.d.). *MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV Codex Alimentarius Hungaricus 2-84 számú irányelv Édesipari termékek Confectionery products, waffles and biscuits Jóváhagyta a Magyar Élelmiszerkönyv módosított kiadás).*
- EUROPEAN COMMISSION. (2010). *Functional Foods*. <https://doi.org/10.2777/82512>
- Gruskiene, R., Lavelli, V., & Sereikaite, J. (2024). Application of inulin for the formulation and delivery of bioactive molecules and live cells. *Carbohydrate Polymers*, 327, 121670. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2023.121670>
- Hartel, R. W., von Elbe, J. H., & Hofberger, R. (2018). *Confectionery Science and Technology*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61742-8>
- Kathuria, D., Hamid, Gautam, S., & Thakur, A. (2023). Maillard reaction in different food products: Effect on product quality, human health and mitigation strategies. *Food Control*, 153, 109911. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2023.109911>
- Kaur, A. P., Bhardwaj, S., Dhanjal, D. S., Nepovimova, E., Cruz-Martins, N., Kuča, K., Chopra, C., Singh, R., Kumar, H., Şen, F., Kumar, V., Verma, R., & Kumar, D. (2021). Plant Prebiotics and Their Role in the Amelioration of Diseases. *Biomolecules*, 11(3), 440. <https://doi.org/10.3390/biom11030440>
- Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H. R., Shakeel, A., Ansari, A., & Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymers*, 147, 444–454. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2016.04.020>
- Vollmuth, T. A. (2018). Caramel color safety – An update. *Food and Chemical Toxicology*, 111, 578–596. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2017.12.004>
- Vörös, A., Kovács, Z., & Sipos, L. (2023). Effect of Residence Time and Enzyme Load on the Synthesis of Fructo-oligosaccharides in an Enzymatic Membrane Reactor – Summary. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 69(2), 4399–4409. <https://doi.org/10.52091/EVIK-2023/2-1-HUN>
- [Internet 1]
Elérhető: <https://healthandyouth.hu/minden-betegseg-a-belekben-kezdodik-hippokratesz/#>
(Megtekintés időpontja: 2024.01.15.)
- [Internet 2] Elérhető: <https://isappscience.org/>
(Megtekintés időpontja: 2024.02.20.)

[Internet 3] Elérhető: <https://lubbockgastro.com/prebiotics-are-you-eating-enough/>
(Megtekintés időpontja: 2024.01.22.)

[Internet 4] Elérhető: <https://naturalswiss.hu/prebiotikum/>
(Megtekintés időpontja: 2024.01.15.)

[Internet 5] Elérhető: <https://prebioticassociation.org/gos/>
(Megtekintés időpontja: 2024.09.12.)

[Internet 6] Elérhető: <https://clasado.com/galactooligosaccharides-gos/>
(Megtekintés időpontja: 2024.09.12.)

[Internet 7] Elérhető: <https://www.coeurdexocolat.com/the-origins-of-caramel>
(Megtekintés időpontja: 2024.02.05.)

[Internet 8] Elérhető: <https://tastefranceforbusiness.com/our-territories/bretagne/>
(Megtekintés időpontja: 2024.02.05.)

[Internet 9] Elérhető: <https://www.caramelfacts.org/>
(Megtekintés időpontja: 2024.01.20.)

[Internet 10]
Elérhető: <https://hu.strephonsays.com/maillard-reaction-and-caramelization-11312>
(Megtekintés időpontja: 2024.01.15.)

Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=4nV5v_GDr7o
(Megtekintés időpontja: 2024.02.07.)

8. Táblázatok és ábrák jegyzéke

8.1. Ábrák

1. ábra Inulin szerkezeti felépítése (Forrás: Internet 1).....	5
2. ábra Fruktó-oligoszacharidok szerkezeti képe (Forrás: Internet 2)	6
3. ábra A három végső receptúra karamellái (Forrás: Saját munka).....	17
4. ábra Stable Micro Systems TA-TX plus penetrométer mérés közben (Forrás: Saját munka).....	19
5. ábra Sartorius gyors nedvességmérő készülék (Forrás: Saját munka).....	20
6. ábra Novasina MS1 AW vízáktivitás mérő (Forrás: Saját munka).....	20
7. ábra Penalty analysis (Forrás: Saját munka)	22
8. ábra Karamellák világossági tényezőinek az értékei (Forrás: Saját munka)	25
9. ábra Karamellák a* értékei (piros/zöld színarány) (Forrás: Saját munka)	26
10. ábra Karamellák b* értékei (sárga/kék színarány) (Forrás: Saját munka)	26
11. ábra Karamella keménysége (Forrás: Saját munka).....	28
12. ábra Karamella ragacsossága (Forrás: Saját munka).....	29
13. ábra Nedvességmérés eredményei (Forrás: Saját munka).....	31
14. ábra Vízáktivitás táblázat (Forrás: Internet 3).....	32
15. ábra 685-ös minta érzékszervi diagramja (Forrás: Saját munka)	34
16. ábra 392-es minta érzékszervi diagramja (Forrás: Saját munka)	35
17. ábra 719-es minta érzékszervi diagramja (Forrás: Saját munka)	36
18. ábra Érzékszervi bírálat-legkedveltebb karamella (Forrás: Saját munka)	37
19. ábra 685-ös minta érzékszervi pókháló diagramja (Forrás: Saját munka).....	37
20. ábra 392-es minta érzékszervi pókháló diagramja (Forrás: Saját munka).....	38
21. ábra 719-es minta érzékszervi pókháló diagramja (Forrás: Saját munka).....	39
22. ábra Érzékszervi bírálat-legkedveltebb karamella (Forrás: Saját munka)	40

8.2. Táblázatok

1. táblázat Az emberi szem által érzékelt színekülönbségek (Forrás: Internet 1).....	18
2. táblázat Az állománymérést végző műszer beállításának adatai (Forrás: Saját munka)	18
3. táblázat ΔE^* színínges különbségek értékei a karamelláknál (Forrás: Saját munka)	27
4. táblázat Anova varianciaanalízis (Forrás: Saját munka)	29
5. táblázat Karamella Post Hoc teszt (Forrás: Saját munka)	30
6. táblázat Vízáktivítása a mért karamelláknak (Forrás: Saját munka)	32

8.3. Internet

1. ábra: Internet 1, Letöltés időpontja: 2024.01.25.

Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Inulin>

2. ábra: Internet 2, Letöltés időpontja: 2024.11.01.

Forrás: <https://en.wikipedia.org/wiki/Fructooligosaccharide>

14. ábra: Internet 3, Letöltés időpontja: 2024.06.25.

Forrás: <https://vtechworks.lib.vt.edu/items/ec3a3514-638b-49a0-b8fc-b8ad4d37f91f>

1. táblázat: Internet 1, Megtekintés időpontja: 2024.04.20.

Forrás: https://mogi.bme.hu/TAMOP/muszaki_optika/ch04.html#ch-IV.11.1.3

CZIBERE KINGA - P22L13

9. Mellékletek

1. sz. melléklet: Demográfiai kérdések

Becsült kitöltési időtartam: körülbelül 3 perc

1. Nem
2. Kor
3. Lakhely
4. Milyen gyakran fogyaszt karamellát?
5. Ha igen, akkor milyen márkájú karamellákat szokott fogyasztani?

2. sz. melléklet: Karamella érzékszervi tulajdonságaival kapcsolatos kérdések

Becsült kitöltési időtartam: körülbelül 15 perc

1. Karamella kódja
2. Milyennek látja a karamella színét?
1 - halvány barna 2 - kevésbé halvány barna 3 - Pont megfelelő 4 - enyhén erős barna 5 - erős barna
3. Milyen intenzív a karamella illata?
1 - nem lehet érezni 2 - kevésbé érezhető 3 - Pont megfelelő 4 - enyhén erős 5 - nagyon erős
4. Milyen a karamella tapintásra?
1 - nagyon ragacsos 2 - enyhén ragacsos 3 - Pont megfelelő 4 - enyhén sima 5 - teljesen sima
5. Milyen a karamella konzisztenciája kóstolás során?
1 - nyúlós 2 - enyhén nyúlós 3 - Pont megfelelő 4 - enyhén kemény 5 - Kemény
6. Mennyire édes a karamella?
1 - nem érzékelhető édes ízérzet 2 - kevésbé édes 3 - Pont megfelelő 4 - enyhén édes 5 - nagyon édes

7. Mennyire hagy zsíros érzetet kóstolás után a karamella?

1 - nem érzékelhető a zsírossága 2 - kevésbe zsíros 3 - Pont megfelelő 4 - enyhén zsíros 5 - nagyon zsíros

8. Ha esetleg tapasztal utó-; mellékízt, kérem írja le. (Körülbelül 2 perc)

9. Melyik karamella tetszett a legjobban a 3 közül?

685. Minta 392. Minta 719. Minta

CZIBERE KINGA - P22L13

10. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném hálás köszönetemet kifejezni, Lambertné Meretei Anikó konzulensemnek a szakdolgozatom elkészítésében nyújtott sok segítségért, az adott tanácsokért, ötletekért, szakmai támogatásért.

Szeretném megköszönni kedves szaktársaimnak és tanárainak az érzékszervi bírálaton való részvételüket.

Külön szeretném megköszönni az akkreditált bírálóknak a megrendezett érzékszervi bírálaton való részvételüket, valamint annak lebonyolításában segítő közreműködésüket.

Köszönettel tartozom Családomnak a sok gondoskodásért, amelyek elkísértek és segítségemre voltak a tanulmányaim során, valamint a szakdolgozat elkészítése alatt nyújtott folyamatos támogatásukért.

11. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

Szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Czibere Kinga
A Hallgató Neptun kódja: P22L13
A dolgozat címe: Prebiotikus karamella – egy klasszikus édesség újjászületése
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Gabona és Iparnövény Technológia 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 valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

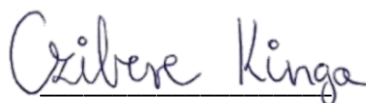
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-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: Budapest, 2024. október 30.



Hallgató aláírása

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Czibere Kinga (hallgató Neptun azonosítója: P22L13) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

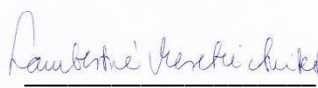
A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz:

igen

nem^{*3}

Kelt: Budapest, 2024. október 28.



Lambertné Meretei Anikó

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.