

Szakdolgozat

Vincze Réka Szakdolgozat

Vincze Réka

2024



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

**Tojásfehérje alapú félkemény, félzsíros sajthelyettesítő
fejlesztése és vizsgálata**

Belső konzulens: Vargáné dr. Tóth Adrienn

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Állattermék és
Élelmiszertartósítási
Technológiai Tanszék

Készítette: Vincze Réka

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. Szakirodalmi áttekintés	2
2.1. A sajt történelme és szerepe a táplálkozásban	2
2.2. Sajtok csoportosítása	3
2.3. A trappista sajt	4
2.4. Laktóz- és tejfehérje érzékenység.....	6
2.5. Tojás, mint tejtermékhelyettesítő alapanyag.....	8
3. Anyagok és módszerek	9
3.1. Felhasznált alapanyagok.....	9
3.1.1. ToTu krém	9
3.1.2. Sörlesztőpehely.....	10
3.1.3. Keményítő (E1422)	11
3.1.4. Kókuszolaj.....	11
3.1.5. Zselatin	12
3.1.6. Konyhasó.....	12
3.1.7. Ételszínezék.....	12
3.2. A termék receptúrája.....	13
3.3. Elkészítésének menete	13
3.4. Vizsgálatok	15
3.4.1. pH mérés	15
3.4.2. Színmérés	15
3.4.3. Szárazanyag-tartalom meghatározás	15
3.4.4. SMS állomány mérések.....	16
3.5. Érzékszervi bírálat	17
4. Eredmények és értékelésük.....	19
4.1. pH mérés.....	19
4.2. Színmérés.....	20
4.2.1. Világossági tényező (L^*).....	20
4.2.2. Vörös-zöld (a^*) érték	21
4.2.3. Sárga-kék (b^*) érték	21
4.2.4. Színinger különbség (ΔE^*).....	22
4.3. Szárazanyag-tartalom meghatározás	23
4.4. SMS állomány mérések.....	24

4.4.1.	TPA teszt.....	24
4.4.2.	Vágási és Penetrációs mérés	25
4.5.	Érzékszervi bírálat	25
5.	Következtetések és javaslatok.....	28
6.	Összefoglalás	29
7.	Irodalomjegyzék	31
8.	Hivatkozott weboldal	33
9.	Táblázatok jegyzéke.....	34
10.	Ábrák jegyzéke	35
11.	Melléklet	36
12.	Nyilatkozatok.....	38

1. Bevezetés

A sajt az emberi táplálkozás egyik legrégebbi és legelterjedtebb tejterméke, mely a világ szinte minden kultúrájában megtalálható. A különböző sajtok a tej feldolgozásának, érlelésének és ízesítésének változatos módszereivel jönnek létre, és ma már több ezer különböző sajtajtát ismerünk világszerte. A világ legnagyobb sajt fogyasztói között találjuk az európai országokat, különösen Franciaországot, Németországot, Olaszországot és Hollandiát, de mi magyarok is előszeretettel gyártjuk, illetve fogyasztjuk a különféle sajtokat.

Hazánkban legelterjedtebb sajt típusai közé tartoznak a félkemény sajtok, friss sajtok, és nem utolsósorban a túró sajtok, de emellett sok más sajt típus is megtalálható a magyar piacon. A sajtok nem csak az élvezeti értékük miatt képezik részét a táplálkozásunknak, hanem számos egészségügyi előnnyel is rendelkeznek. Gazdagok fehérjékben, kalciumban, ásványi anyagokban, illetve vitaminokban is.

Az élelmiszeriparban az utóbbi években tapasztalható folyamatos innováció és a fogyasztói igények változása egyre nagyobb hangsúlyt helyez az egészségtudatos táplálkozásra és az ételérzékenységek kezelésére. Ezen trendek középpontjában a tejmentes és alacsony zsírtartalmú élelmiszerek állnak, amelyek nem csupán az egészségügyi, hanem az etikai megfontolásokból diétázók számára is alternatívát nyújtanak (dr. Szabó, 2023).

Szakdolgozatom célja egy olyan félkemény, félzsíros sajt fejlesztése, amely érzékszervi tulajdonságaiban megfelel a hagyományos félkemény sajtok elvárásainak, ugyanakkor különlegessége abban rejlik, hogy kizárólag tojásfehérjéből készül. Ezáltal a sajt tejfehérjementessé válik, ami különösen fontos azon fogyasztók számára, akik tejfehérje-allergiával küzdenek, vagy olyan étrendet követnek, amelyben a tejtermékek elhagyása szükséges. A cél tehát egy olyan innovatív sajt helyettesítő megalkotása, amely a sajt jellegzetes tulajdonságainak is megfelel: pH-értékében, színében, állományában, szárazanyag-tartalmában, valamint érzékszervi jellemzőiben is közelít a hagyományos sajt élményéhez.

2. Szakirodalmi áttekintés

Szakedolgozatom irodalmi áttekintésében célom, hogy átfogó képet nyújtsak a sajt, mint élelmiszer történetéről és táplálkozási szerepéről, majd ismertessem a különféle sajtok csoportosítását, különös tekintettel a trappista sajtra és annak jellegzetes tulajdonságaira. Mivel dolgozatom középpontjában egy sajt helyettesítő kifejlesztése áll, áttekintem továbbá a laktóz- és tejfehérje-érzékenység kérdését, amely sokak számára korlátozza a hagyományos tejtermékek fogyasztását. Végül bemutatok egy alternatív tejtermék-helyettesítő alapanyagot, amelyet fejlesztésem során is alkalmaztam.

2.1. A sajt történelme és szerepe a táplálkozásban

A sajt története több ezer évre nyúlik vissza, és szorosan összefonódik az emberiség mezőgazdasági fejlődésével. Bár pontos eredetét nehéz meghatározni, a sajtkészítés valószínűleg az ókori civilizációk idején kezdődött, amikor az emberek elkezdték a háziállatok tejét felhasználni. A legenda szerint a sajt véletlenül született, amikor egy nomád utazó a tejet állati gyomorból készült tartályban szállította. A tejsavó fermentációja miatt a tej megalvadhatott, és az állatok mozgása közben a túró összetört, ami szilárd túró és iható savót eredményezett (Walther, Schmid, Sieber, & Wehrmüller, 2008). A régészeti leletek és írásos források alapján már az ókori Egyiptomban, Görögországban és Rómában is ismert volt a sajt.

A középkorban a sajtkészítés művészete tovább finomodott, főként a kolostorokban, ahol a szerzetesek különböző technikákkal kísérleteztek. Ekkor kezdtek kialakulni a mai sajt fajták alapjai, mint például a parmezán vagy a gouda. A sajtkészítés a 19. század közepéig farmokon zajlott, és ma is sok helyen kézműves szinten folyik. Azonban a főbb sajt fajtákat ma már nagy, erősen gépesített gyárakban, fejlett technológiával állítják elő (Fox, Guinee, Cogan, & McSweeney, 2017).

Mi is az a sajt? A sajt egy erjesztett tej alapú szilárd tejtermék, amely fehérjékben és zsírokban gazdag. Elsődleges alapanyaga a tej, amelyet savas vagy enzimatikus eljárásokkal alvasztanak meg, hogy elválasszák a szilárd részeket, azaz az alvadékat a folyadéktól, másnéven savótól. Az alvadékat különféle eljárásokkal formálják, sózzák, majd érlelik, hogy kialakuljon a jellegzetes íz és textúra. A sajtok sokfélesége a tej eredetétől (tehén, kecske, juh, bivaly), az elkészítési módoktól, a zsírtartalomtól, valamint az érlelés időtartamától függően változik (Pradhan, Bansal, & Khanal, 2019).

2.2. Sajtok csoportosítása

Ahogy már említettem, a sajtok sokféle szempont alapján csoportosíthatók, többek között a felhasznált tej típusa, a készítési folyamata, a zsírtartalma és a tészta szerkezete alapján. A Nemzetközi Tejgazdasági Szövetség (IDF) által javasolt besorolás szerint a sajtok a következő kategóriákba sorolhatók: kemény sajtok (pl. parmezán, ementáli), félkemény sajtok (pl. gouda, trappista), lágy sajtok (pl. camembert), friss sajtok (pl. krémsajt), savanyútej-sajtok (pl. túró) és savósajtok (pl. ricotta). Míg az IDF a sajttészta szerkezete alapján különbözteti meg a sajtokat, addig a Magyar Élelmiszerkönyv az alvasztás típusa alapján kategorizálja be őket. Ide tartoznak az oltós alvasztású sajtok, a savas alvasztású sajtok, a vegyes alvasztású sajtok, valamint a sajtkészítmények (Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság, 2012).

Az oltós alvasztású érlelt sajt olyan tejtermék, amelyet speciális kultúrák és enzimek hozzáadásával állítanak elő, a folyamat során részben eltávolítják a savót, majd a kapott terméket szilárd vagy félszilárd állapotban érlelik. Az érlelés idejének hosszától függően fogyasztják. Ezeket a sajtokat többféle módon lehet osztályozni, például a tej típusa, a sajt szárazanyag-tartalmának zsírtartalma vagy az állaguk alapján. Leggyakrabban azonban az állaguk szerint csoportosítják őket, és így megkülönböztetünk kemény, félkemény és lágy sajtokat (Bara Tamásné, 2002).

Az oltós alvasztású sajtok esetében a zsírtartalom alapján is különbséget tehetünk: léteznek nagy zsírtartalmú sajtok, valamint zsíros, félzsíros, alacsony zsírtartalmú és zsírszegény sajtok. A zsírdús sajtok relatív zsírtartalma legalább 60%, a zsíros sajtoké 45–60%, a félzsírosaké 25–45%, míg a sovány sajtoké kevesebb mint 10% (Fenyvessy, Csanádi, Csapó, & Csapó-Kiss, 2014).

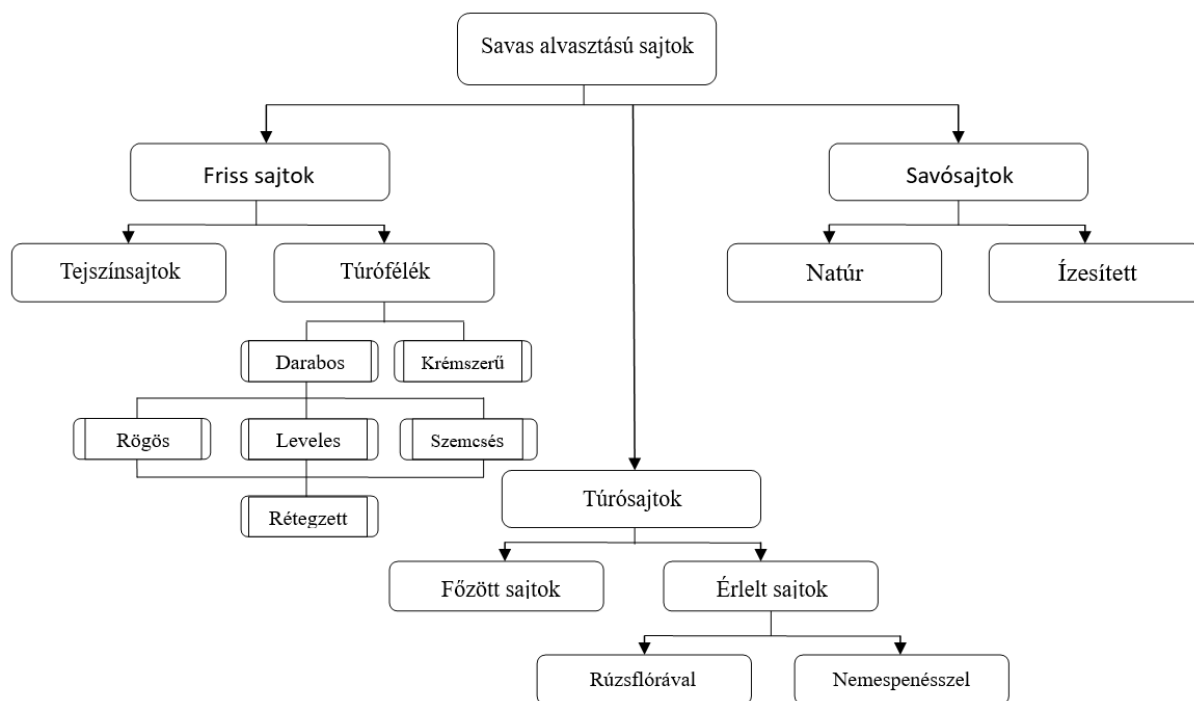
1. táblázat Oltós alvasztású sajtok csoportosítási szempontjai

Oltós alvasztású sajtok csoportosítása	
Tej eredete szerint	kecske-, juh-, tehén-, kevert tej
Sajt zsírtartalma szerint	zsírdús, zsíros, félzsíros, zsírszegény, sovány
Sajt állománya szerint	extra kemény, kemény, félkemény, lágy

forrás: Pásztorné dr. Huszár Klára, Sajtgyártás előadás alapján szerkesztett

A savas alvasztású sajtok esetében az alvadék képződését elsősorban az erjedés során keletkező szerves savak, illetve a pH érték 4,6-hoz való közelítése biztosítja. A vegyes alvasztású sajtok esetén az alvadást a savas közeg és az oltóenzim együttes hatása idézi elő.

1. ábra Savas alvasztású sajtok csoportosítása



forrás: Pásztorné dr. Huszár Klára, Savas alvasztású sajtok előadása alapján szerkesztett

2.3. A trappista sajt

A trappista sajt ma is az egyik legnépszerűbb és legszeleesebb körben fogyasztott sajt Magyarországon. Francia eredetű, ahonnan a trappista szerzetesrend terjedésével jutott el különböző országokba, köztük Magyarországra is (Zách, 2022). Az 1880-as években Boszniában, a Banjaluka közelében található „Mária csillaga” kolostorban kezdték el készíteni. A sajt a Monarchia idején vált igazán népszerűvé, és akkoriban juh-, kecske- és tehéntej keverékéből állították elő. Az 1950-es években Tomka Gábor a Tejgazdasági Kísérleti Intézetben korszerűsítette a gyártási folyamatát (Begunov, 1981).

A trappista sajt a félkemény sajtok egyik ismert képviselője, amelyet erjedés közben kialakuló lyukak jellemeznek. Előállításához pasztörözött tejet, tejsavbaktériumokat, oltóenzimet, kalcium-kloridot és kálium-nitrátot használnak. A sajtot sózzák és érlelik, melynek során kialakul a félkemény állomány, és jellegzetes ízvilág. Általában légmentes

műanyag csomagolásban, 1-1,5 kg-os korong formában kerül forgalomba. Állaga rugalmas, jól vágható, belseje halványsárga, metszésfelületén apró, kerek erjedési lyukakkal. Íze aromás, enyhén sós és savanykás, rugalmas textúrával, amely a szájban könnyen elomlik (Unger, Domonkos, Kozma, Kurunczi, & Dr. Molnár, 2001).

A 2. táblázat a trappista sajt fizikai és kémiai jellemzőit mutatja be, a Magyar Élelmiszerkönyv előírásai szerint. A táblázat három fő paramétert tartalmaz, amelyeket a "Zsíros" és a "Félzsíros" kategóriákra bontva értékel. A táblázatban szereplő szárazanyagtartalom érték a sajtban található szárazanyag mennyiségét jelöli, míg a zsírtartalom a szárazanyagban, az erre vetített zsírtartalmat mutatja.

2. táblázat Trappista fizikai és kémiai jellemzői

Jellemzők	Követelmények az egyes zsírfokokban	
	Zsíros	Félzsíros
Szárazanyagtartalom(g/100g)	$58,0 \pm 2,5$	$55,0 \pm 2,5$
Zsírtartalom a szárazanyagban(g/100g)	$47,5 \pm 2,5$	$32,0 \pm 2,5$
Sótartalom(g/100g)	$1,5 \pm 0,5$	

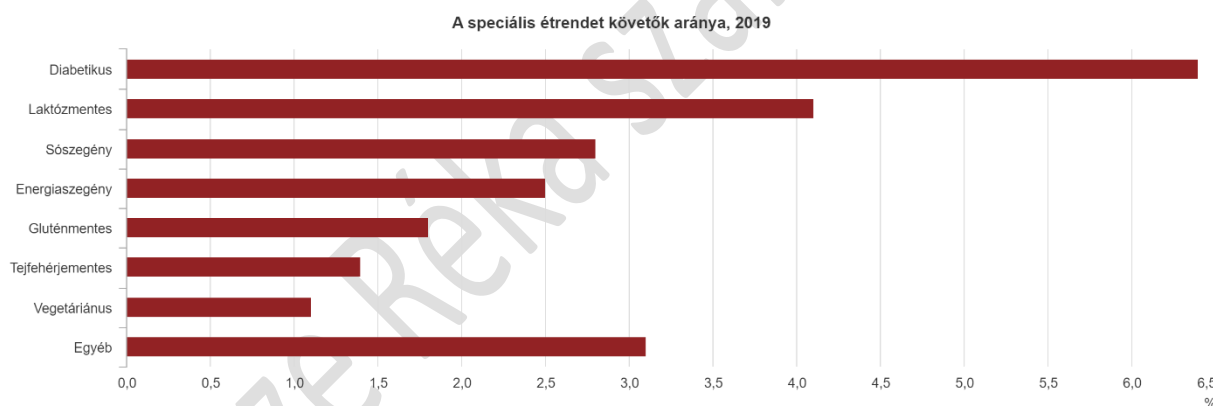
forrás: Magyar élelmiszerkönyv

2.4. Laktóz- és tejfehérje érzékenység

Manapság egyre több ember küzd különféle allergiákkal vagy intoleranciákkal. Ezek az érzékenységek túlnyomó részt élelmiszer eredetűek, vagyis az elfogyasztott táplálékok váltják ki őket. A laktózérzékenység, illetve a tejfehérje érzékenység az egyik legelterjedtebb táplálékintoleranciák közé tartoznak. Az intolerancia olyan esetekre vonatkozik, amikor az élelmiszerek vagy azok összetevői specifikus és visszatérő, kedvezőtlen reakciókat váltanak ki, de ezek a reakciók nem immunológiai vagy pszichés okok miatt következnek be (Pálfi, 2004).

Az alábbi ábrán látható egy 2019-es KSH (Központi Statisztikai Hivatal) felmérés, melynek során a Magyarországon élő speciális étrendet követők arányát mérték fel. Az eredmény alapján kiderült, hogy a lakosság egyötöde, azaz 19%-a követ tudatosan valamilyen étrendet. A leggyakrabban alkalmazott speciális táplálkozások közé tartoznak, a diabetikus (6,4%) és a laktózmentes étrendek (4,1%).

2. ábra Speciális étrendet követők arányának felmérése (forrás: Internet 1)



Egy Magyarországon végzett felmérés szerint a lakosság 14%-a laktózintoleranciával küzd (Szakály, 1981). A laktózérzékenység gyakorisága a fiatalok körében viszonylag alacsony, de a serdülők és a fiatal felnőttek esetében már valamivel magasabb. Ezzel szemben a felnőtt korosztályban az intolerancia megjelenése jelentősen növekszik, különösen a nők körében (Dr. Bodánszky, Horváth, Pálfi, & Bárdos, 2003).

A laktóz egy olyan diszacharid cukor, amely az emlősök tejében található meg, és a tej össztömegének 2-8%-át teszi ki, bár ez a mennyiség fajonként és egyedenként eltérő lehet. Például az emberi anyatejben körülbelül 7,2 g/100 ml laktóz található, míg a tehéntejben ez az érték 4,7 g/100 ml. A laktóz egy nagyobb cukormolekula, amely két egyszerűbb cukorra, glükózra és galaktózra bomlik le. Ezt a bontást a laktáz enzim végzi, amely segít abban, hogy

a lebontott cukrok felszívódjanak a bél enterocitái által a véráramba. Ennek az enzimnek, az alacsony száma vagy hiánya okozza az intoleranciát a tejcukorral szemben (Rienzo, D'Angelo, & F D'Aversa, 2013).

A laktózérzékenységgel élők számára kiváló alternatívát nyújtanak a laktózmentes tejtermékek, amelyek speciális eljárással készülnek. Ebben a folyamatban laktáz enzimet adnak a tejhez, amely lebontja a laktózt, így az sokkal könnyebben emészthetővé válik a szervezetük számára (Dekker, Koenders, & Bruins, 2019). Ezek a termékek nemcsak megőrzik a hagyományos tej ízét és tápanyagait, hanem ugyanolyan gazdag kalcium- és fehérjeforrást jelentenek, mint a normál tej. Az elmúlt években ezek a laktózmentes készítmények egyre népszerűbbé váltak, és ma már széles körben elérhetők.

A tejfehérje-érzékenység, más néven tejfehérje-allergia, akkor jelentkezik, amikor a szervezet tévesen ellenséges anyagként azonosítja a tejben található fehérjéket, és ezáltal az immunrendszer túlzott reakciót vált ki. A tehéntej két alapvető fehérjét tartalmaz: kazeint és savófehérjéket. Bár mindkét fehérje allergiás reakciókat válthat ki, a kazein gyakrabban okoz gondot.

Az allergia kialakulása során az immunrendszer sejtjei, azaz az antitestek úgy érzékelik a tejfehérjéket, mintha azok veszélyes kórokozók lennének, például vírusok vagy baktériumok. Ekkor az immunrendszer immunglobulin E (IgE) nevű antitesteket kezd termelni a tejfehérjék ellen. Amikor a tejfehérjék újra bejutnak a szervezetbe, az IgE antitestek azonnal riasztják az immunrendszert, amely hisztamint és más vegyületeket szabadít fel, hogy megküzdjenek a tejfehérjékkel. Ezek a vegyületek okozzák az allergiás reakció tüneteit (Gasparin, Carvalho, & Araujo de, 2010).

A tejfehérje-érzékenyek számára fontos a tejtermékek teljes kerülése, mivel a kazein és savófehérjék allergiás reakciókat okozhatnak. Számos növényi alapú alternatíva áll rendelkezésükre, például szójatej, mandulatej, zabtej, valamint növényi alapú sajtok, joghurtok és vajak, amelyek hasonló ízt és tápanyagtartalmat nyújtanak, mint a tejtermékek. A tejtermék helyettesítőkben a növényi alapú termékek mellett, a tojásfehérje is megjelenik, mint alternatív fehérjeforrás. Ezzel az érzékenységgel küzdő emberek számára fontos, hogy figyeljenek a feldolgozott élelmiszerekre, illetve a gyógyszerekre is, hiszen ezek tartalmazhatnak hozzáadott tejfehérjét (Téglásy, 2017).

2.5. Tojás, mint tejtermékhelyettesítő alapanyag

A tojás kiemelkedően értékes tápanyagforrás, amely ősidők óta alapvető szerepet játszik az emberi táplálkozásban. Telített és telítetlen zsírsavakat, teljes értékű fehérjét, valamint számos vitamint és ásványi anyagot tartalmaz, ami az egyik legideálisabb élelmiszerré teszi. Különlegessége, hogy tápanyag-összetétele annyira kiegyensúlyozott, hogy biológiai értéke az anyatejhez hasonlítható.

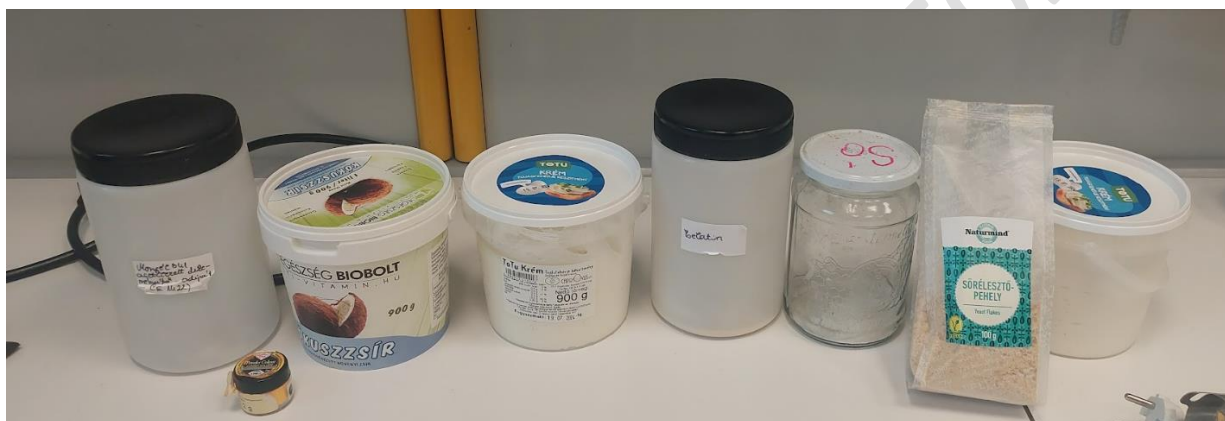
A tojásban található 40 féle magas tápértékű fehérje 18 aminosavat tartalmaz, amelyek közül 9 esszenciális, vagyis a szervezet számára létfontosságú. A tojás nagy mennyiségben biztosít olyan ásványi anyagokat és vitaminokat, amelyek más élelmiszerekben csak nehezen találhatók meg. Egy átlagos tyúktojás 11 különböző vitamin és ásványi anyag napi ajánlott bevitelének legalább 10%-át fedezi, ezért a táplálkozási szakértők szinte "csodás élelmiszernek" tartják (Dr. Légrády, 2001).

3. Anyagok és módszerek

A termékfejlesztés során, méréseimet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszéken végeztem a 2023/24-es tanévben.

3.1. Felhasznált alapanyagok

3. ábra Felhasznált anyagok



forrás: Saját készítés

3.1.1. ToTu krém

A termékfejlesztésem fő alapanyagát a ToTu krém adta, mely egy kizárólag tojásfehérjéből készült laktózmentes készítmény. A Capriovus kifejezetten sportolók, illetve tejfehérjére érzékeny emberek számára fejlesztette ki. A Totu márkanév alatt futó termékcsaládjuk négyféle natúr termékből áll: ToTu Rögös, ToTu Krém, ToTu ital és ToTu Extra Krémes. Ezek a termékek magas biológiai értékű fehérjéket biztosítanak, teljesen zsírmentesek, valamint mentesek a tejallergénektől és a laktóztól, így kiváló alternatívát nyújtanak a hagyományos tejtermékek helyett (Cardoso, Bogas, & Ossmane, 2013).

3. táblázat A ToTu krém tápérték adatai

4. ábra ToTu Krém (forrás: Internet 2)



Tápanyag	Mennyiség/100g
Energia	60 kcal
Fehérje	15g
Szénhidrát	0,3g
Ebből cukrok	0,2g
Zsír	0g
Ebből telített zsírsav	0g
Rost	0g
Nátrium	0,3g

forrás: capriovus.eu weboldaláról szerkesztett

3.1.2. Sörélesztőpehely

A sörélesztőpehely egy inaktív élesztő, amelyet gyakran használnak ételek ízesítésére, különösen a vegán étrendekben. Ez az élesztőfajta a *Saccharomyces cerevisiae* élesztőtörzsből származik, amelyet sör- vagy borélesztőként is ismerhetünk. A sörélesztőpehely azonban nem ugyanaz, mint az aktív élesztő, amit sütéshez használunk, mivel a benne lévő élesztősejteket hőkezelés során inaktiválják, így nincs erjesztő hatása. Enyhén diós, sajtos ízvilága miatt használtam a Naturmind sörélesztőpehelyét.

4. táblázat A sörélesztő pehely tápérték adatai

5. ábra Sörélesztőpehely (forrás: Internet 3)



Tápanyag	Mennyiség/100g
Energia	327 kcal
Szénhidrát	9g
Ebből cukrok	8g
Zsír	5g
Ebből telített zsírsav	1,7g
Fehérje	49g
Só	0,5g

3.1.3. Keményítő (E1422)

Az E1422, más néven dikeményítő-foszfát, egy módosított keményítő, amelyet élelmiszer-adalékanyagként használnak. Funkciója, hogy javítsa a feldolgozott ételek textúráját, konzisztenciáját és stabilitását, különösen hő- és saválló tulajdonságai révén. Előállításánál különböző növényi keményítőket, például kukorica- vagy burgonyakeményítőt módosítanak foszfát- és acetátcsoportok hozzáadásával. (MAŁYSZEK & LEWANDOWICZ, 2018)

6. ábra E1422 módosított keményítő



forrás: Saját készítés

3.1.4. Kókuszolaj

A kókuszolaj, vagy kókuszzsír, a kókuszdió húsából nyert olaj, amelyet az élelmiszeriparban elsősorban sütésre és főzésre használnak. Magas telített zsírsavtartalma miatt hőstabil, így alkalmas magas hőfokon történő sütéshez is. Gyakran alkalmazzák tejtermékek helyettesítőjeként növényi alapú élelmiszerekben.

7. ábra Kókuszolaj (forrás: Internet 4)



3.1.5. Zselatin

Az élelmiszeripari zselatin egy gélképző anyag, amelyet állati eredetű csontokból és bőrből nyernek ki. Előállításánál során savas, vagy lúgos kezelés után vizes extrakció révén nyerik ki a kollagént ezekből az alapanyagokból. Termékfejlesztésem során hőre duzzadó marha zselatint használtam a Böllér Kft.-től, mely melegítés hatására duzzad és zselésedik (Csapó & Albert, 2018).

3.1.6. Konyhasó

A konyhasó, más néven nátrium-klorid (NaCl), egy alapvető élelmiszeripari adalékanyag, amelyet főként ízesítésre és tartósításra használnak. Elsősorban tengervízből vagy földalatti sóbányákból nyerik ki. Az élelmiszeriparban a konyhasót különböző termékekben, például konzervárukban, pékárukban és fűszerekben alkalmazzák, mivel javítja az ízt, elősegíti a tartósítást

3.1.7. Ételszínezék

Az ételszínezékek olyan természetes vagy mesterséges anyagok, amelyeket az élelmiszerek színének fokozására, változtatására vagy javítására használnak. Az élelmiszeriparban széles körben alkalmazzák őket, mivel a szín fontos szerepet játszik az ételek vonzerejében és a fogyasztói élményben. A tökéletes szín eléréséhez, a The Vanilla Valley által gyártott por állagú ételszínezéket használtam Sunset Yellow árnyalatban.

8. ábra Ételszínezék (forrás: Internet 5)



3.2. A termék receptúrája

A ToTu sajt receptje 500g-ra vonatkoztatva:

- 140g Coco 24 kókuszolaj
- 240g ToTu krém
- 7,5g Naturmind sörélesztő pehely
- 5g Karas só
- 15g 1422 keményítő (45 g vízben feloldva)
- 10g Böllér Kft. marha zselatin (37,5g vízben duzzasztva)
- 0,1g The Vanilla Valley ételszínezék

3.3. Elkészítésének menete

A sajt helyettesítő elkészítéséhez először egy analitikai mérlegen kimérek 240 g toTu krémet egy 100 ml-es műanyag főzőpohárba. Ehhez hozzáadom a száraz összetevőket: sörélesztőpehelyt, sót és ételszínezéket, mindezt szintén pontosan kimérve. Ezt követően egy 250 ml-es üveg főzőpohárba 15 g keményítőt mérek, majd 45 g desztillált vizet öntök hozzá, és alaposan elkeverem, hogy egynemű legyen. Az így elkészített keveréket az előzőleg kimért alapanyagokhoz adom. Egy másik üveg főzőpohárba kimérek 10 g zselatint, amit desztillált vízzel elkeverve szintén hozzáadok a keverékhez. Egy harmadik edénybe 140 g kókuszolajat mérek. Mivel a zselatin hő hatására aktiválódik, néhány másodpercre mikrohullámú sütőben felmelegítem, és a csomók elkerülése érdekében a kókuszolajat is átmelegítem. Végül a feloldott zselatint és kókuszolajat a többi alapanyaghoz öntöm.

9. ábra Alapanyagok kimérése és előkészítése



forrás: Saját készítés

Ha minden összetevő készen áll, egy Sencor botmixerrel maximum fordulatszámon 5 percig keverem, amíg a keverék teljesen sima, homogén állagot nem ölt.

10. ábra Sajtmassza homogenizálása botmixerrel



forrás: Saját készítés

Az elkészült masszát spatula segítségével szilikon formákba adagolom, majd 24 órára hűtőbe helyezem. Amikor a massa megszilárdul, kiviszem a formákból, ezzel pedig el is készül a tojásfehérje alapú sajthelyettesítő.

3.4. Vizsgálatok

3.4.1. pH mérés

A sajtok pH méréséhez a Testo 206 pH1 mérő készüléket használtam, mely kifejezetten szilárd halmazállapotú élelmiszerek mérésére alkalmas. Az előkészített öt minta felületébe szúrva az eszközt, 3-3 párhuzamos mérést végeztem.

3.4.2. Színmérés

A kész sajtok felületén, illetve vágási metszetén színmerést végeztem a Minolta CR 400 koloriméterrel, amely a CIE Lab* színrendszer alapján három színikoordináta mentén határozza meg a minták árnyalatait (L*, a*, b*). Az L* a világosságot, az a* a vörös-zöld, a b* pedig a sárga-kék színtartományt jelzi.

A mérés előtti első lépés a kalibrálás, amit egy fehér kalibráló csempe segítségével végeztem el. Miután ez megtörtént, a mintákat egy fehér lapra helyeztem, megbizonyosodva arról, hogy azok felülete egyenletes és szennyeződésmentes. A készüléket a mérni kívánt felületekre helyezve, 2-2 párhuzamos vágási, illetve felületi mérést végeztem az öt különböző mintán így megkapva az előbb említett értékeket. A teljes színínger különbséget kiszámolva, megállapítható a minták közötti különbség.

Ezt a ΔE^* értéket a következőképpen kell kiszámolni:

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

3.4.3. Szárazanyag-tartalom meghatározás

A szárazanyag-tartalom meghatározását szárítószekrény segítségével végeztem az alábbi lépések szerint. Először táramérlegen lemértem három darab tiszta, száraz petricsészét, és feljegyeztem a tömegüket, ami a „tára” súlya lett. Következő lépésként a sajtminákból 1-2g-ot helyeztem a petricsészékbe, így megkapva a „nedves minta súlyát”. A mintákat a szárítószekrénybe helyezem, amely 102-105 °C-on, 4-6 óra alatt eltávolítja a sajt nedvesség

tartalmát. A szárítás végén kiveszem a mintát, hagyom szobahőmérsékletre hűlni egy exsikkátorban, majd újra lemérem a súlyát, ami a „száraz minta súlya” lesz. Végül a szárazanyag-tartalmat az alábbi képlettel számítom ki:

$$SzA.-tartalom (\%) = \frac{\text{száraz minta súlya} - \text{tára súlya}}{\text{nedves minta súlya} - \text{tára súlya}} * 100 \quad (\text{Második egyenlet})$$

3.4.4. SMS állomány mérések

Az SMS állománymérés Stable Micro Systems Texture Analyzer, röviden SMS TA egy széles körben alkalmazott módszer az élelmiszerek, különösen a sajtok textúrájának meghatározására. Az SMS műszerrel végzett állománymérés során különböző mechanikai paraméterekkel jellemzik az élelmiszer állományát, mint például keménység, rugalmasság, adhézió, valamint az élelmiszer tömöríthetősége. Ezek a tulajdonságok fontosak az élelmiszerek minőségének és fogyasztói élményének értékeléséhez. Vizsgálataim során TPA tesztet, vágási és penetrációs mérést végeztem el az SMS TA műszeren különféle mérőfejekkel.

Az műszer kalibrálása elengedhetetlen a pontos és megbízható mérésekhez. A folyamat első lépéseként az erőmérő cellát nullázom, hogy alaphelyzetbe állítsam. Ezután ismert tömegű súlyt használok az erőmérő cella kalibrálásához, így a műszer pontosan képes mérni a mintára gyakorolt erőt. A mérőfej pozícióját egy referencia pont alapján állítom be, hogy a műszer pontosan érzékelje a mintához viszonyított helyzetét. A rendszeres kalibrálás biztosítja a pontos és reprodukálható eredményeket.

Penetrációs mérés

A mérés során a penetrációhoz szükséges maximális erőt határoztam meg. Egy 10 mm átmérőjű henger formájú mérőfejet használtam, melyet a mérés előtt a 70 mm átmérőjű, 50 mm magas mintakorong felszínéhez illesztettem. A mintát egymástól 15-20 mm távolságban 5-ször szúrtam meg, mely 10 mm-re hatolt be. A mérés során a mérőfej sebessége 5 mm/s volt, míg a mérés után 10 mm/s.

Vágás teszt

A vágás teszt eredményei alapján megállapítható a minta elvágásához szükséges vágási erő. A mintákból 15 mm magas, 15 mm széles, és 50 mm hosszú hasábtesteket vágtam ki, melyeknek a felületéhez igazítottam a kés mérőfejet. A mérőfej sebessége 5 mm/s volt a mérés közben, majd utána 10 mm/s.

TPA teszt

A TPA teszt segítségével számos tulajdonságot tudunk meghatározni, például a minta rághatósságát, keménységét, illetve rugalmasságát. A mérést egy 25 mm átmérőjű henger mérőfejjel végeztem, melyet a 12 mm átmérőjű, 12 mm magasságú henger formájú minta felszínére illesztettem. A mérés közben a mintát 5 mm/s sebességgel kétszer nyomtam össze, ahol az összenyomás mértéke 70% volt. A mérés utáni sebesség ebben az esetben is 10 mm/s volt.

A minta keménysége, rugalmassága, rághatósága, illetve kohéziója a következőképpen számolható ki (Darnay, 2016).

- Keménység: TPA mérés során az első kompressziós ciklus maximális erőértékéből számítjuk ki.
- Kohézió: $K=W_2/W_1$,
- Rugalmasság (E): A deformáció mértékeinek különbsége
- Rághatóság: Az étel szétrágásához szükséges energia, a keménység, kohézió és rugalmasság szorzata

3.5. Érzékszervi bírálat

A szakdolgozatom középpontjában egy innovatív, félkemény, félzsíros tojásfehérje alapú sajt fejlesztése áll, amely a trappista sajtot veszi alapul, mint referenciát. Azért választottam a trappistát viszonyítási alapnak, mert jól ismert a félkemény sajtok kategóriájában, így megfelelő mércét nyújtott a kifejlesztett termék érzékszervi tulajdonságainak értékelésére.

Ahhoz, hogy megállapítsam, sikerült-e elérni a trappista sajt jellegzetes érzékszervi jellemzőit, érzékszervi bírálatot végeztem. Ebben az értékelésben 29 laikus bíráló vett részt, akik különböző érzékszervi szempontok alapján vizsgálták meg a kifejlesztett sajtot. A bírálat során a résztvevők egy általam készített Google-űrlapot töltöttek ki, amely lehetővé tette számukra, hogy a trappista sajthoz viszonyítva értékeljék a kifejlesztett termék tulajdonságait.

Az érzékszervi bírálat célja az volt, hogy alaposan megismerjük az új sajt jellemzőit, és részletes összehasonlítást végezzünk a hagyományos trappista sajttal. Az így nyert tapasztalatok és adatok továbbá segítenek a termék fejlesztésében és tökéletesítésében.

A résztvevők az alábbi szempontok szerint értékelték a sajt hasonlóságát a referenciához egy 1-től 10-ig tartó skálán:

- Küllem
- Illat
- Szín
- Állomány
- Íz
- Összbenyomás

4. Eredmények és értékelésük

4.1. pH mérés

5. táblázat pH mérés eredményei

Párhuzamos mérések				Átlag	Szórás
1.minta	6,73	7,71	6,77	6,74	0,0306
2.minta	6,69	6,79	6,80	6,76	0,0608
3.minta	6,94	6,87	6,85	6,89	0,0473
4.minta	7,02	6,96	6,95	6,98	0,0379
5.minta	7,00	6,96	6,93	6,96	0,0351

forrás: Saját készítés

A mérés eredményei alapján a vizsgált minták pH-értéke viszonylag egységesnek bizonyult. Az átlagértékek 6,74 és 6,98 között változnak, ami azt jelenti, hogy a vizsgált minták pH-ja enyhén savas tartományban van. A mérések során kapott értékek szűk tartományban mozogtak, tehát a mérési folyamat megbízható volt, illetve a párhuzamos mérések között csak kis eltérések voltak, ami tovább erősíti a mérés pontosságát.

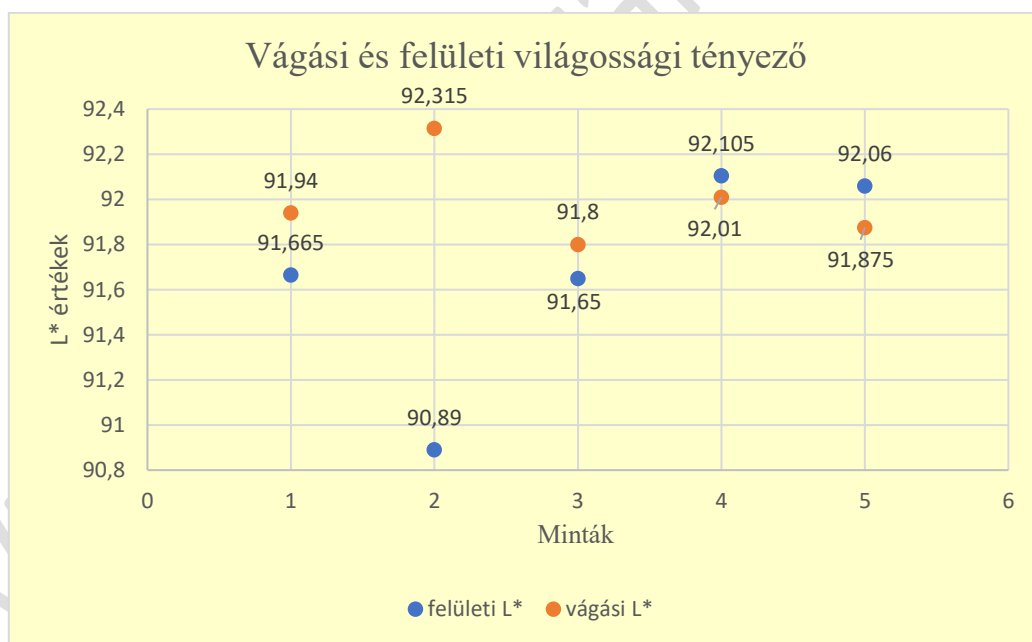
Összességében a kifejlesztett sajtnak nem elég savas a pH-ja, hiszen mikrobiális szempontból az optimális pH-érték általában 4,9 és 5,4 között van. Ebben a tartományban a legtöbb nem kívánt kórokozó és romlást okozó mikroorganizmus növekedése jelentősen korlátozott.

4.2. Színmérés

4.2.1. Világossági tényező (L^*)

A színmérésem világossági értékeit a 11. ábra foglalja össze. A skála értékei 0-tól 100-ig terjednek, ahol 0 a legsötétebb, míg 100 a legvilágosabb színt jelenti. A diagramon a párhuzamos mérések átlagait tüntettem fel. Jól látható, hogy az öt minta esetében a felületi, illetve a vágási eredményeknél egyaránt hasonló eredmények születtek. A diagramról leolvasható legsötétebb érték a 2. minta felületi mérése (90,89), míg a legvilágosabb szintén ennek a mintának a vágási értéke (92,315). Ebből arra lehet következtetni, hogy az adott minta feltehetően nem volt teljesen homogén. Összeségében viszont el lehet mondani, hogy mind a vágási, mind a felületi méréseknél stabil, szoros eredmények születtek.

11. ábra Felületi és vágási világossági tényezőket szemléltető diagramm

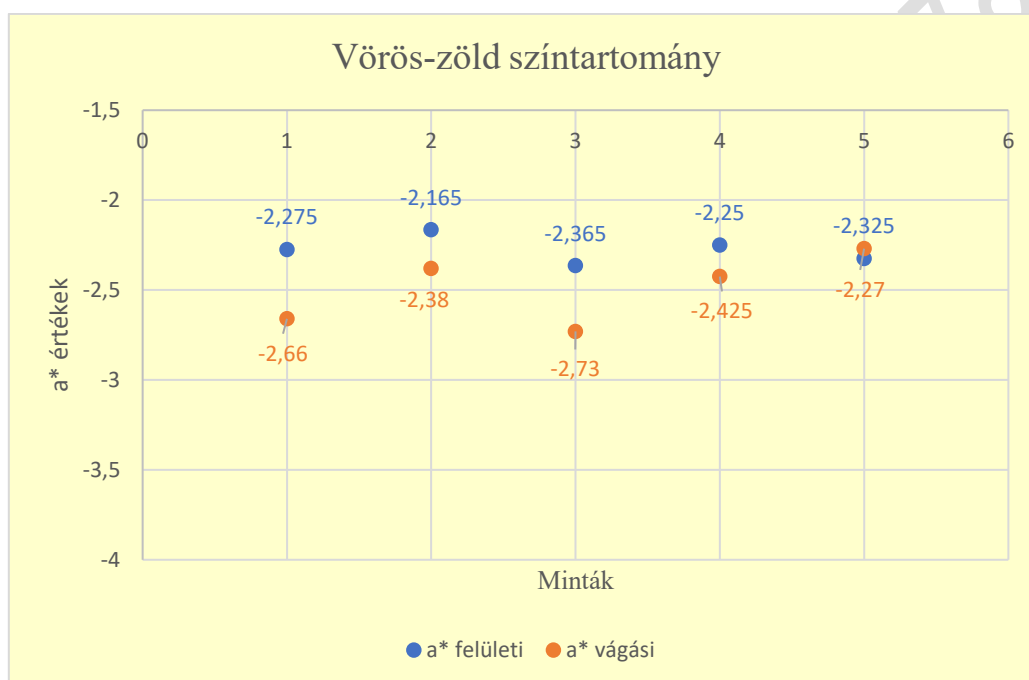


forrás: Saját mérés és szerkesztés

4.2.2. Vörös-zöld (a^*) érték

A 12. ábra az a^* átlagértékeit foglalja össze az öt sajt minta esetében. Az a^* értékek a vörös-zöld színkomponenst jelölik a színmérés során, ahol a pozitív értékek a vörös felé, a negatív értékek pedig a zöld felé tolódást jelzik. A diagram alapján megállapítható, hogy a kapott átlag értékek között nincs nagy különbség, de általánosságban ki lehet jelenteni, hogy a felületi színek jobban a vörös árnyalathoz közelítenek.

12. ábra Felületi és vágási a^* értékeket szemléltető diagram

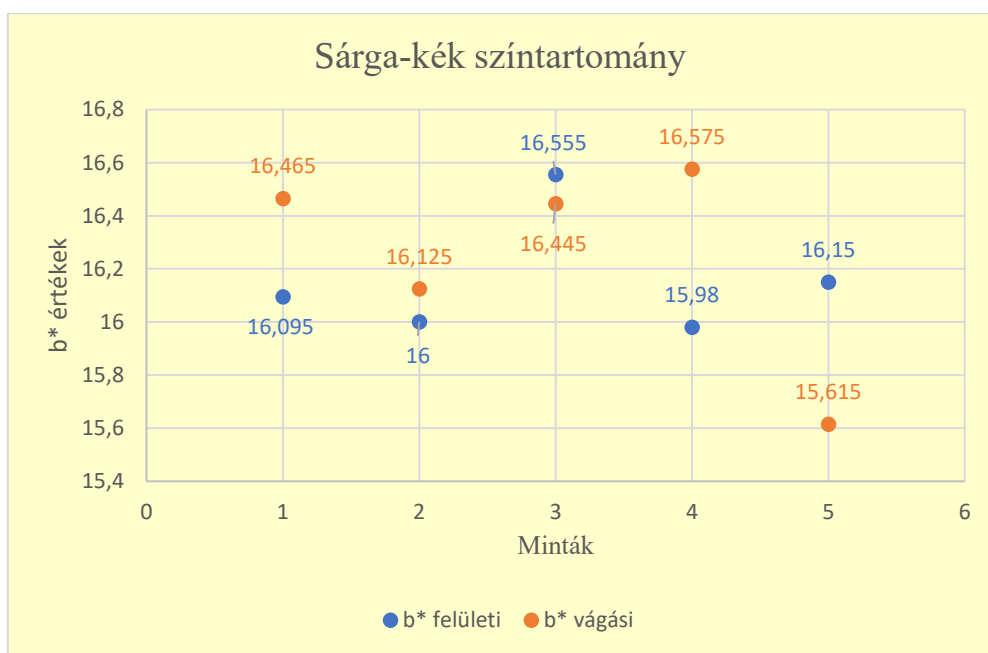


forrás: Saját mérés és szerkesztés

4.2.3. Sárga-kék (b^*) érték

A színmérés során kapott b^* értékeket a 13. ábrán láthatjuk. A b^* értékek a sárga-kék színkomponenst jelölik, ahol a pozitív értékek a sárga, a negatív értékek pedig a kék felé mutatnak. Mivel az összes érték pozitív előjellel rendelkezik, így kijelenthető, hogy sárgás árnyalatúak a minták. Míg az a^* színtartományánál elmondható, hogy a minták vágási és felületi értékei hasonló eltéréseket mutatnak, addig a b^* esetében ez nem kijelenthető, hiszen a diagrammon jól látható az értékek ingadozása.

13. ábra Felületi és vágási b^* értékeket szemléltető diagramm

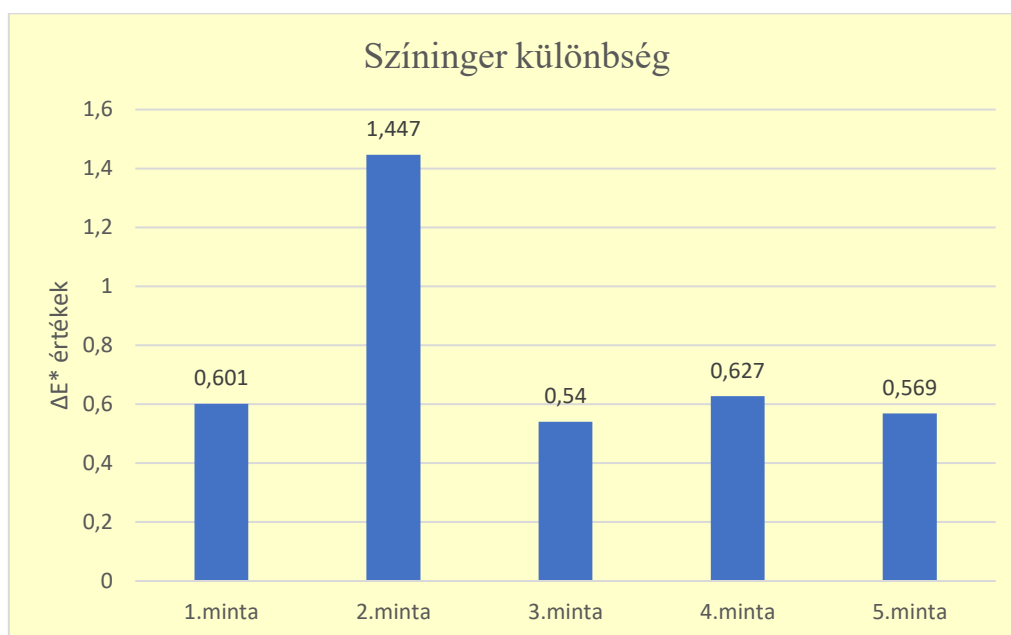


forrás: Saját mérés és szerkesztés

4.2.4. Színinger különbség (ΔE^*)

A 14. ábra, a sajtminták színingerkülönbségét (ΔE^*) ábrázolja, amely a színérzékelés szempontjából fontos információt nyújt. Az 5 sajtmintán végzett színinger különbség mérései szerint a 2. minta mutatta a legnagyobb eltérést, 1,447-es ΔE^* értékkel, ami szignifikánsabb különbséget jelent a többi minta színéhez képest. Ez arra utal, hogy a minta színárnyalata eltér a többi mintától, ami esetleg annak tudható be, hogy a minta nem volt elég homogén. Az 1., 3., 4. és 5. minta színingere ennél kisebb eltéréseket mutat, ami egy kisebb, kevésbé észrevehető színekülönbségre utal. Ezek az eltérések már közelebb állnak egymáshoz, és valószínűleg a termékek megjelenése szempontjából nem szembetűnőek. Összességében a mérések alapján a színingerek különbség nem észrevehető az emberi szem által.

14. ábra Felületi és vágási színínger különbséget szemléltető diagramm



forrás: Saját számítás és szerkesztés

4.3. Szárazanyag-tartalom meghatározás

A három minta átlagos szárazanyag-tartalma 42,1%, ami azt jelzi, hogy a vizsgált sajt több mint felét víz alkotja, míg a másik fele száraz anyagokból, mint például fehérjék, zsírok és ásványi anyagok áll. A szárazanyag-tartalom szórása viszonylag alacsony (0,5), ami arra utal, hogy a minta homogén, vagyis a különböző mintákban a szárazanyag-tartalom közel azonos.

6. táblázat Szárazanyag-tartalom meghatározás eredményei

Szárazanyag-tartalom(%)			
	1.minta	2.minta	3.minta
Tára tömeg(g)	13,762	14,324	13,4615
Bemért minta tömeg(g)	1,0839	1,5751	1,588
Nedves minta tömeg(g)	14,8459	15,8991	15,0495
Száraz minta tömeg(g)	14,2246	14,9828	14,125
Szárazanyag-tartalom(%)	42,6792	41,8259	41,7821

forrás: Saját készítés

4.4. SMS állomány mérések

4.4.1. TPA teszt

7. táblázat TPA eredmények összehasonlítása

	Light trappista			Vegán sajt (Violife)			ToTU sajt helyettesítő		
	átlag	szórás	variációs együttható	átlag	szórás	variációs együttható	átlag	szórás	variációs együttható
Keménység 1. (N)	71,13	10,55	14,84	29,75	2,84	9,55	3,56	0,29	8,05
Biológiai folyáshatár (N)	4,28	15,75	368,26	21,61	2,48	11,46	3,56	0,29	8,05
Munka 1. összenyomás (N mm)	187,81	36,93	19,66	154,54	12,39	8,02	15,61	1,96	12,58
Keménység 2. (N)	46,23	7,20	15,57	23,11	2,46	10,63	3,56	0,29	8,07
Deformáció mértéke 4. (mm)	11,39	0,01	0,05	11,40	0,00	0,02	11,39	0,01	0,04
Deformáció mértéke 3. (mm)	3,96	0,31	7,96	8,10	0,67	8,31	10,03	0,23	2,27
Rugalmasság (mm)	7,44	0,32	4,26	3,30	0,67	20,43	1,36	0,23	16,78
Munka 2. összenyomás (Nmm)	73,61	13,45	18,27	17,01	1,82	10,70	2,18	0,35	15,79
Kohézió	0,40	0,06	16,19	0,11	0,01	9,03	0,14	0,02	14,47
Rághatóság (N mm)	210,14	46,09	21,93	10,94	3,36	30,74	0,69	0,20	28,49

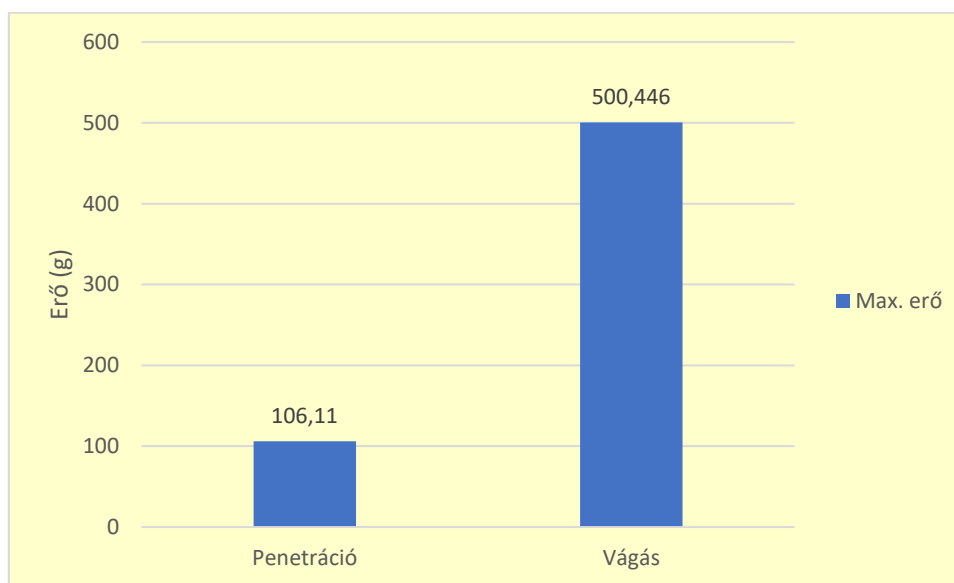
forrás: Saját számítás és szerkesztés

A ToTu sajt helyettesítő textúrája több szempontból is jelentősen eltér a light trappista és a vegán Violife sajttól. Keménysége lényegesen alacsonyabb mindkettőnél, ami puhább állagra enged következtetni. A kohéziós érték azt mutatja, hogy a termékem belső összetartása gyengébb a trappistaénál, de valamivel szilárdabb a vegán sajtnál. Rugalmasság szempontjából a legkisebb, ami azt jelenti, hogy kevésbé képes visszanyerni eredeti formáját nyomás után, szemben a trappista sajttal, amely sokkal rugalmasabb. Rághatósága szintén jóval kisebb, ezáltal ez a legkönnyebben rágható és leglágyabb szerkezetű a három sajt közül.

Összességében tehát az általam készített sajt helyettesítő inkább egy krémesebb, lágyabb termék, a light trappista klasszikus rághatóságával és keménységével szemben.

4.4.2. Vágási és Penetrációs mérés

15. ábra Penetrációhoz és vágáshoz szükséges maximális erő



forrás: Saját mérés és szerkesztés

A 15. ábrán láthatjuk a minták penetrációjához, illetve az átvágásához szükséges maximális erőt. A vágáshoz szükséges erő jelentősen nagyobb, mint a penetrációhoz szükséges erő, ez azt jelenti, hogy a sajt szerkezete a vágás során nagyobb ellenállást tanúsított, mint a behatolás során. A keletkezett értékek alacsonynak bizonyulnak egy trappista sajthoz szükséges maximális erő kifejtéséhez képest, hiszen akár 1000g, azaz 1 kilogramm erőt is ki kell fejteni annak elvágásához. Ezek alapján, arra tudunk következtetni, hogy a mintám állománya sokkal lágyabb, puhább szerkezetű.

4.5. Érzékszervi bírálat

Az érzékszervi bírálati szempontok átlagértékeit a 16. ábra szemlélteti, és ezek alapján megállapítható, hogy a kifejlesztett sajt helyettesítő több területen is közepes eredményeket ért el. A küllem esetében a résztvevők többsége átlagosnak ítélte meg a termék megjelenését, habár néhányan magasabb pontszámokat is adtak, ami arra utal, hogy a sajt küllemével kapcsolatban nincs széles körű elégedetlenség.

Az illat értékelése esetében is hasonló eredmények születtek, mivel az átlag értékelés az 5-ös lett. Ez arra enged következtetni, hogy bár az illat nem kiemelkedő, nem is rontja

jelentősen a termék élvezeti értékét. A szín tekintetében az eredmények valamivel pozitívabb képet mutattak, tehát a bírálók többsége megfelelőnek találta azt. Bár a szín közel állt a trappista sajt elvárható árnyalataihoz, a termékkel kapcsolatos javaslatok pontban sokan említették egy sárgásabb szín elérését. Az állag esetében azonban már több bíráló volt elégedetlen. Itt a bírálatok inkább a negatív tartomány felé tolódtak el, jelezve, hogy a termék textúrája nem felelt meg a kívánt félkemény állagnak.

Az értékelések összegzése alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a sajhelyettesítő állománya további fejlesztést igényel. Végül az íz tekintetében a bírálatok eredményei széles skálán mozogtak, de a többség összességében kellemesnek ítélte a termék ízvilágát. Bár az íz szempontjából a termék kiegyensúlyozott értékeléseket kapott, még mindig van lehetőség további finomításra, hogy a fogyasztói igényekhez még jobban igazodjon.

16. ábra Érzékszervi bírálat szempont átlagok

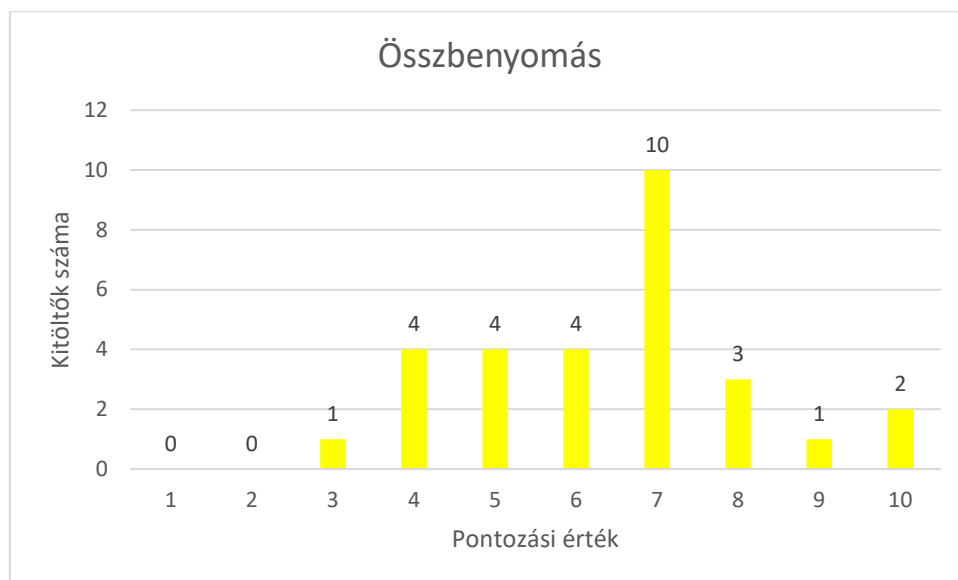


forrás: Saját adatgyűjtés és szerkesztés

A 17.ábrán a válaszok egy jobbra eltolt, aszimmetrikus eloszlást mutatnak, ami arra utal, hogy a vélemények nagy része a magasabb pontszámok köré csoportosul. Ez kedvező összképet fest a termékről, hiszen a fogyasztók többsége pozitívan értékelte. A legtöbb bíráló a 7-es pontszámot adta az összbenyomásra, ami azt jelzi, hogy a terméket általánosságban

megfelelőnek és kielégítőnek tartják. Ugyanakkor ez az eredmény azt is sugallja, hogy van még hely a termék bizonyos érzékszervi jellemzőinek fejlesztésére, hogy tovább javuljon a fogyasztói élmény.

17. ábra Érzékszervi bírálat eredményei az összbenyomás alapján



forrás: Saját adatgyűjtés és készítés

5. Következtetések és javaslatok

A szakdolgozatomban fejlesztett tojásfehérje alapú sajthelyettesítőt a korábban ismertetett szempontok szerint vizsgáltam. Az eredmények elemzése alapján megállapítható, hogy a termék bizonyos tulajdonságai, mint például a pH-érték és az állomány, jelen formájukban még nem ideálisak a hosszabb eltarthatóság, valamint az állag és az érzékszervi élmény szempontjából.

A pH-érték elemzése rámutatott, hogy a termék savassága nem kielégítő, amely korlátozza a tárolási időtartamot. Ennek javítására savanyító anyagok, például citromsav vagy egyéb természetes savanyítószeres adagolása lenne javasolt. Emellett érdemes megfontolni a tárolási idő növelését célzó egyéb technológiai eljárások alkalmazását is, mint például az UV-kezelést vagy a magas hidrosztatikus nyomású kezelést (HHP), amelyek segítenek a mikrobiológiai stabilitás elérésében.

Számos vizsgálati módszer alátámasztotta, hogy a sajthelyettesítő állománya ebben a formában nem felel meg a kitűzött célnak, azaz a félkemény félzsíros sajt tulajdonságainak. Az állomány a kívánnál lágyabbnak bizonyult, így tehát az összetevők arányának módosítását javasolnám. Elsősorban a keményítő tartalom növelését ajánlanám, hogy a sajt állaga egy szilárdabb, jobban vágható állományt képviseljen. Továbbá egy új alternatív összetevő, mint például a rögös ToTu hozzáadását is érdemes megfontolni, hogy a termék állománya tömörebbé és stabilabbá váljon.

A termék érzékszervi bírálatának során kiderült, hogy a sajthelyettesítő színe is fejlesztésre szorul, mivel a fogyasztói elvárások alapján a termék esetében a természetes sárgás árnyalat kedvezőbb lenne. Ennek érdekében a hozzáadott ételszínezék mennyiségét is módosítanám, hogy ezzel javítsam a termék megjelenését, és vonzóbbá tegyem azt a fogyasztók számára.

Végül, de nem utolsósorban, érdemes lenne különféle fűszerekkel gazdagítani a termék ízvilágát, hogy ezáltal fokozzuk a kedvelhetőségét. A megfelelően kiválasztott fűszerek nemcsak a sós íz intenzitását növelhetnék, hanem segíthetnének a sörélesztőpehely erőteljes ízjegyeinek finomabbá tételében is.

6. Összefoglalás

Szakdolgozatom fő célja egy olyan tojásfehérje alapú félkemény félzsíros sajthelyettesítő volt, amely a vizsgálati szempontok alapján megfelel az elvárt tulajdonságoknak. A termék elkészítésénél a trappista sajtot tekintettem támpontnak, így annak az érzékszervi és egyéb tulajdonságainak elérésére törekedtem. Termékem fő alapanyaga a Capriovus Kft. által gyártott ToTu krém volt, mely egy tojásfehérjéből készült laktózmentes készítmény.

Az első feladatomban a termék végső receptjének tökéletesítése volt, amelyet több kísérleti recept kipróbálásával és azoknak érzékszervi vizsgálatával értem el. Az egyes változatok összehasonlítása és értékelése segített abban, hogy az íz, állag és megjelenés szempontjából a lehető legjobb eredményt érjem el. A termék kifejlesztése során több vizsgálati szempontot alkalmaztam, amelyek mind az érzékszervi tulajdonságok optimalizálását és a trappista sajttal való összehasonlíthatóságot célozták meg.

A mintákon első sorban pH mérést végeztem, melynek célja az volt, hogy megállapítsam a termék savassági szintje megfelel-e a kívánt félkemény sajt kategóriának. Ez azért fontos, mert a pH érték befolyásolja a sajt állagát, ízét és mikrobiológiai stabilitását. Az eredmények arra mutattak rá, hogy a várt 5,0-5,5-ös pH értékhez képest nagynak bizonyultak, mivel az átlag értékek 6,74 és 6,98 között mozogtak. Ahogy az a javaslatoknál is említettem, célszerű lenne olyan módosításokat végezni a receptben, amelyek segítenek a pH-csökkentésben, például savanyító anyagok alkalmazásával.

A termék megjelenése szintén kulcsfontosságú volt, hiszen a fogyasztók gyakran vizuális benyomásaik alapján ítélik meg a termék minőségét, így tehát színmérést is végeztem. A színmérés során a minták felületén, illetve vágási metszetén 2-2 párhuzamos méréssel összehasonlítottam a sajthelyettesítő világossági tényezőit, színe koordinátáit, és színíngert különbségeit. A vizsgálatok eredményei alapján a kifejlesztett termék színe közel állt az elvárt értékekhez, de a világossági tényező alapján megállapítható, hogy nem elég sárgás színű, mivel az átlagos 91,5-ös érték egy nagyon világos árnyalatra enged következtetni.

A szárazanyag-tartalom meghatározása elengedhetetlen ahhoz, hogy pontos képet kapjunk a termék szilárd alkotóelemeinek arányáról. Ezt a mérést szárítószelekrény alkalmazásával végeztem, amely lehetővé tette, hogy a mintákat víztartalmuktól megfosztva

pontosan kiszámoljam a szárazanyag és víz arányát. A három mintából mért 42,1%-os átlagos szárazanyag-tartalom alapján elmondható, hogy a termék szilárd komponensei hasonlóak a trappista sajthoz, amelynek szárazanyag-tartalma általában 45-50% között mozog. A kapott érték némileg kisebb, ami azt jelenti, hogy a mintáim magasabb víztartalommal rendelkeznek. Ebből arra lehet következtetni, hogy a sajthelyettesítőm állaga valamivel lágyabb lehet, mint az eredeti trappista sajt.

Az állomány pontos jellemzésére háromféle vizsgálatot végeztem el SMS TA műszer segítségével. Először egy penetrációs tesztet, amely során a minta behatolásához szükséges maximális erőt mértem, majd egy vágási tesztet, amely lehetővé tette az átvágáshoz szükséges erő meghatározását. A műszert mindkét esetben a minta felületéhez helyeztem, majd elindítottam a mérést. A mérés során a mérőfejek azonos 5mm/s sebességgel hatoltak a mintába, illetve azonos 10mm/s sebességgel mozogtak a mérés után. A kapott maximális erőértékeket összehasonlítva, meghatároztam, hogy körülbelül fele annyi erő szükséges a termékem penetrációjához, mint átvágásához.

Ezen kívül egy TPA tesztet is elvégeztem, amely számos textúrával kapcsolatos jellemzőt vizsgált, például a minta rághatóságát, keménységét és rugalmasságát. Ehhez egy 25 mm átmérőjű henger mérőfejet használtam, amelyet a 12 mm átmérőjű és 12 mm magas henger alakú mintára helyeztem. A teszt során a mintát 5 mm/s sebességgel kétszer nyomtam össze, 70%-os deformációt elérve, majd a mérőfej 10 mm/s sebességgel tért vissza. Az elemzés során az így kapott értékeket egy korábbi egyetemi gyakorlat során vizsgált két sajttípus adataival vetettem össze, hogy pontosan felmérhessem az egyes tulajdonságok közötti különbségeket, melyek alapján megállapítottam, hogy termékem nem érte el az elvárt félkemény állományt.

Az érzékszervi bírálat során a terméket az alábbi szempontokból vizsgálták a bírálók: küllem, illat, íz, állag és összbenyomás. Az eredmények alapján a termék külleme és színe általában pozitív visszajelzéseket kapott, míg az illat és íz tekintetében vegyes vélemények születtek. Az állag esetében már azonban nem voltak pozitívak az értékelések. A bírálók többsége szerint nem hasonlított textúrában a trappista sajthoz, ugyanis ahogy azt a vizsgálatok is mutatták, túl lágnak bizonyult. Az összbenyomás azonban mégis kedvező volt, ami azt mutatja, hogy a termék alapvetően megfelelt a fogyasztói elvárásoknak, de még finomításra szorul.

7. Irodalomjegyzék

- Bara Tamásné, d. H. (2002). *Műszeres és érzékszervi vizsgálatok egyes sajtok minőségkövetésében.*
- Begunov, V. L. (1981). *Sajtok könyve.* Budapest: Mezőgazdasági kiadó.
- Cardoso, C., Bogas, P., & Ossmane, E. (2013). Mobilidade e Circularidade: Territórios Inteligentes e Sustentáveis. (old.: 375). Portugal: Instituto Politécnico de Setúbal.
- Csapó, J., & Albert, C. (2018). Funkcionális élelmiszerek. (old.: 111). Debreceni Egyetemi Kiadó.
- Darnay, L. (2016). *Mikrobiális transzglutamináz alkalmazhatósága tej-és húsipari termékeknél.*
- Dekker, P. J., Koenders, D., & Bruins, M. J. (2019). *Lactose-Free Dairy Products: Market Developments,*
- Dr. Bodánszky, H., Horváth, Z., Pálfi, E., & Bárdos, G. (2003). *Laktózérzékenyek könyve.* Budapest: Anonymus Kiadó.
- Dr. Légrády, P. (2001). *Tojás-táplálkozás-egészség.* Budapest: Maecenas Könyvkiadó.
- dr. Szabó, E. (2023). *Investigation on purchasing habits and.* Budapest: University of Veterinary Medicine.
- Fenyvessy, J., Csanádi, J., Csapó, J., & Csapó-Kiss, Z. (2014). *Tejipari technológia.* Kolozsvár: Scientia.
- Fox, P., Guinee, T., Cogan, T., & McSweeney, P. (2017). *Fundamentals of Cheese Science.* New York: Springer.
- Gasparin, F. S., Carvalho, J. M., & Araujo de, S. C. (2010). *Alergia à Proteína do Leite de Vaca Versus Intolerância à Lactose: As Diferenças e Semelhanças.* Saúde & Pesquisa.
- Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság. (2012). Megkülönböztető minőségi jelöléssel ellátott.
- MAŁYSZEK, Z., & LEWANDOWICZ, J. (2018). *WPLYW STOPNIA PODSTAWIENIA SKROBI EI422 NA WŁAŚCIWOŚCI.*
- Pálfi, E. (2004). *Táplálkozási allergiák és intoleranciák.*
- Pradhan, M., Bansal, N., & Khanal, S. (2019). *Cheese: Importance and Introduction to Basic Technologies.* Nepal.
- Rienzo, T. D., D'Angelo, G., & F D'Aversa. (2013). *Lactose intolerance: from diagnosis to correct management.*
- Szakály, S. (1981). *A táplálkozástudomány helyzete és feladatai Magyarországon.* Budapest: Akadémiai kiadó.

- Téglásy, N. (2017). *A speciális étrendű fogyasztók szokásai és a magyarországi kínálat*.
- Unger, K., Domonkos, A., Kozma, K., Kurunczi, M., & Dr. Molnár, J. (2001). *Sajtoskönyv*.
Budapest: Magyar Könyvklub-Pannontej Rt.
- Walther, B., Schmid, A., Sieber, R., & Wehrmüller, K. (2008). *Cheese in nutrition and health*.
- Zách, L. (2022). *A Transnational History of Trappist Cheese*.

Vincze Réka szakdolgozat

8. Hivatkozott weboldal

Internet 1: Speciális étrendet követők arányának felmérése

https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/elef/te_2019/index.html

(Letöltés dátuma: 2024.10.02.)

Internet 2: ToTu krém

<https://capriovus.eu/totu-krem-tojasfeherjebol-200-g/>

(Letöltés dátuma: 2024.09.11.)

Internet 3: Sörélesztőpehely

<https://www.biorganik.hu/Naturmind-sorelesztopenhely-300g?srsId=AfmBOooTJ9sIug7Wd-bnFAuI6tXaHejlhYQcbsZJNZoVqpMa3D-X8jPW>

(Letöltés dátuma: 2024.09.11)

Internet 4: Kókuszolaj

<https://www.biosziget.hu/coco24-kokuszolaj-kokuszzsir-1000-ml-27185>

(Letöltés dátuma: 2024.09.11.)

Internet 5: Ételszínezék

<https://thevanillavalley.co.uk/rainbow-dust-powder-colour-sunset-yellow/>

(Letöltés dátuma: 2024.09.11.)

9. Táblázatok jegyzéke

1. táblázat Oltós alvasztású sajtok csoportosítási szempontjai	3
2. táblázat Trappista fizikai és kémiai jellemzői	5
3. táblázat A Totu krém tápérték adatai	10
4. táblázat A sörélesztő pehely tápérték adatai.....	10
5. táblázat pH mérés eredményei	19
6. táblázat Szárazanyag-tartalom meghatározás eredményei	23
7. táblázat TPA eredmények összehasonlítása	24

Vincze Réka Szakdolgozat

10. Ábrák jegyzéke

1. ábra Savas alvasztású sajtok csoportosítása	4
2. ábra Speciális étrendet követők arányának felmérése (forrás: Internet 1)	6
3. ábra Felhasznált anyagok	9
4. ábra Totu Krém (forrás: Internet 2)	10
5. ábra Sörélsztőpehely (forrás: Internet 3)	10
6. ábra E1422 módosított keményítő	11
7. ábra Kókuszolaj (forrás: Internet 4)	11
8. ábra Ételszínezék (forrás: Internet 5)	12
9. ábra Alapanyagok kimérése és előkészítése	14
10. ábra Sajtmassza homogenizálása botmixerrel	14
11. ábra Felületi és vágási világossági tényezőket szemléltető diagramm	20
12. ábra Felületi és vágási a^* értékeket szemléltető diagramm	21
13. ábra Felületi és vágási b^* értékeket szemléltető diagramm	22
14. ábra Felületi és vágási színínger különbséget szemléltető diagramm	23
15. ábra Penetrációhoz és vágáshoz szükséges maximális erő	25
16. ábra Érzékszervi bírálat szempont átlagok	26
17. ábra Érzékszervi bírálat eredményei az összbenyomás alapján	27

11. Melléklet

1. Melléklet: Érzékszervi bírálati űrlap 1/2

2024. 10. 29. 15:22	Tojásfehérje alapú félkemény félzsíros sajthelyettesítő érzékszervi bírálata																																																												
Tojásfehérje alapú félkemény félzsíros sajthelyettesítő érzékszervi bírálata Szakdolgozatom célja egy olyan félkemény, félzsíros sajthelyettesítő kifejlesztése, amely érzékszervi tulajdonságai tükrözik a sajttípus jellemzőit. Az alábbi szempontok szerint kérem értékeljék egy 1-től 10-ig terjedő skálán, hogy mennyire emlékeztet trappista sajtra, illetve mennyire sajtszerű a következő érzékszervi szempontok szerint. * Kötelező kérdés 1. Küllem Soronként csak egy oválist jelöljön be. <table><thead><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th></tr></thead><tbody><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></tbody></table> 2. Illat Soronként csak egy oválist jelöljön be. <table><thead><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th></tr></thead><tbody><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></tbody></table> 3. Szín Soronként csak egy oválist jelöljön be. <table><thead><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th></tr></thead><tbody><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></tbody></table>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																				
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																				
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																				
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																				

https://docs.google.com/forms/d/1jJ_d_6eTlnGpoVITFXDz7M5aSmYjPycA04tBI07Q4YU/edit

1/2

2. Melléklet: Érzékszervi bírálati űrlap 2/2

2024. 10. 29. 15:22

Tojásfehérje alapú félkemény félzsíros sajt helyettesítő érzékszervi bírálata

4. Állomány

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

5. Íz

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

6. Összbenyomás

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

7. Termékkel kapcsolatos javaslatok *

Ezt a tartalmat nem a Google hozta létre, és nem is hagyta azt jóvá.

Google Űrlapok

12. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

Vincze Réka (hallgató Neptun azonosítója: ELRM05) 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. év október hó 24. nap



belső konzulens

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Vincze Réka**
A Hallgató Neptun kódja: **ELRM05**
A dolgozat címe: **Tojásfehérje alapú félkemény félzsíros
sajthelyettesítő fejlesztése és vizsgálata**
A megjelenés éve: **2024**
A konzulens intézetének neve: **Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem**
A konzulens tanszékének a neve: **Állattermék és Élelmiszer-tartósítási 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 mindenkor szellemi tulajdonkezelési 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, 2024.10.23



Hallgató aláírása