

SZAKDOLGOZAT

Vajsz Dalma

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszermérnök alapképzési szak

**Fehérje alapú félkemény, félzsíros sajthelyettesítő fejlesztése és
eltarthatósági vizsgálata**

Belső konzulens: Vargáné Dr. Tóth Adrienn
tudományos munkatárs

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

Készítette: Vajsz Dalma

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	3
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1 LAKTÓZ ÉS LAKTÓZINTOLERANCIA	6
2.2 TEJFEHÉRJE ÉS TEJFEHÉRJE ALLERGIA	7
2.3 SAJTGYÁRTÁS, A SAJT GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA	8
2.4 FÉLKEMÉNY, FÉLZSÍROS SAJT	10
2.5 TOJÁSFEHÉRJE	10
2.5.1 Tojás	10
2.5.2 Tojásfehérje alkotórészei.....	12
2.6 SAJTHELYETTESÍTŐK	12
3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK.....	15
3.1 FELHASZNÁLT ALAPANYAGOK	15
3.1.1 Totu rögös.....	15
3.1.2 Totu krémes.....	15
3.1.3 Kókuszszír	16
3.1.4 Pálmaolaj.....	16
3.1.5 Módosított keményítő.....	16
3.1.6 Sörélesztő pehely.....	17
3.1.7 Konyhasó	17
3.1.8 Ivóvíz.....	17
3.1.9 Fűszerek.....	17
3.2 A VIZSGÁLT SAJTHELYETTESÍTŐ MINTÁK ELKÉSZÍTÉSE	18
3.3 VIZSGÁLATOK.....	22
3.3.1 Színmérés.....	22
3.3.2 pH mérés.....	23
3.3.3 Szárazanyagtartalom mérés	23
3.3.4 Állománymérés.....	24
3.3.5 Érzékszervi vizsgálat.....	24

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	26
4.1 TÁPÉRTÉK ADATOK.....	26
4.2 PH-ÉRTÉK.....	31
4.3 SZÁRAZANYAGTARTALOM	32
4.4 A MINTÁK SZÍNE	33
4.5 ÉRZÉKSZERVI BÍRÁLAT EREDMÉNYEI	36
4.6 ÁLLOMÁNYMÉRÉS EREDMÉNYEK.....	41
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	43
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	44
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	46
KÖNYVEK, ELŐADÁSANYAGOK.....	49
INTERNETES FORRÁSOK	49
8. ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	51
NYILATKOZAT	55

1. Bevezetés és célkitűzések

Az utóbbi években egyre nagyobb kereslet, illetve kínálat jellemző az alternatív, valamint a mentes élelmiszerek piacára. Szinte már természetes, hogy egy-egy nagyobb forgalommal rendelkező áruházban a polcokon ezek az élelmiszerek jól láthatóan jelölve vannak vagy akár egy-egy külön részleggel rendelkeznek. Azon kívül, hogy a termék csomagolásán szöveges formában feltüntetik, hogy mitől mentes az adott élelmiszer, bevett szokás, hogy a csomagolás színét is ezzel összhangban változtatják.

Alternatív összetevők felhasználásával olyan termékek előállítására nyílik lehetőség, melyeket azok is fogyaszthatnak, akik valamilyen allergiával vagy ételintoleranciával rendelkeznek. Ezzel számukra is biztosítható a változatos étrend, illetve elkerülhető számos kellemetlen tünetegyüttes, amelyet egy-egy élelmiszerösszetevő vált ki.

A 1169/2011/EU rendelet tartalmazza azt a 14 legfontosabb anyagot, esetlegesen hozzájuk tartozó határértékeket, melyek allergiát, illetve intoleranciát okozhatnak. A felsorolásban szereplő anyagok a glutén, földimogyoró, szója, puhatestűek, diófélék, olajos magvak, rákfélék, zeller, csillagfűrt, tojás, tej, szulfid, halak és a mustár. A sajtgyártás alapanyaga a tej, amely szintén szerepel ezen a listán, ezáltal szoros összeköttetésben van az általam választott témával. 2017-ben a két gyermekes háztartásokban az átlagos tejfogyasztás 40,5 liter/fő, a sajt- illetve túrófogyasztás pedig 5,7 kg/fő volt. 2020-ban szintén a két gyermekes családokat figyelembe véve az átlagos tejfogyasztás 44,6 liter/fő, a sajt- illetve túrófogyasztás pedig 7 kg/fő volt. Az előbb említett adatok, illetve a 2018 és 2019-es statisztikai adatokat is figyelembe véve megállapítható, hogy a tej, illetve sajt és túrófogyasztás növekvő tendenciát mutat az adott 2017-2020-ig tartó időszakban.

Gyermekek esetében a túlérzékenységi reakciók 90%-ért mindössze öt élelmiszeralkotó felelős, melyek a tej, tojás, mogyoró, szója és a búza. Felnőttek esetében ez valamivel kevesebb, négy jelentős összetevőre szűkíthető, amelyek a mogyoró, halak, diófélék és a kagyló. (Mednyánszky Zs., 2023)

A tejcukor intolerancia, közismertebb nevén laktózintolerancia a világ népességének több mint 50%-át érinti, továbbá kialakulását összefüggésbe hozzák a különböző

országok/kontinensek táplálkozási szokásaival. Általánosságban elmondható, hogy kialakulásáért a laktáz enzim hiánya felelős, ami a tejcukrot, ami egy diszacharid egy galaktóz és egy glükóz molekulára bontja. Szintén a tejhez köthető érzékenység a tejfehérje-allergia és a tejfehérje-intolerancia, ami a felnőttek 20-30 %-át érinti és számos kellemetlen tünetegyüttessel jár együtt.

Az előző bekezdésben szereplő adatok jól szemléltetik, hogy a tejből készült termékek számos ember számára jelentenek problémát. A tünetek elkerülése a legegyszerűbb módon tejmentes termékek fogyasztása által oldható meg.

Munkám célja:

Szakedolgozatom fő **célja** egy olyan fehérjealapú félkemény, félzsíros sajthelyettesítő kifejlesztése, amely megfelelő alternatív élelmiszerként szolgál azok számára, akik valamilyen allergiából, érzékenységből kifolyólag tejmentes diétára kényszerülnek. Mindemellett fontosnak tartom, hogy a termék biztosítsa a megfelelő fehérjebevitelt, valamint érzékszervi szempontból is optimális és kedvelt legyen a fogyasztók körében.

További célkitűzésem, hogy a kifejlesztett sajthelyettesítő mintán elvégzett egyes mérések eredményeit más sajtokon elvégzett vizsgálatok eredményeivel hasonlítsam össze. A sajthelyettesítőn a következő méréseket fogom elvégezni: pH mérés, színmérés, állománymérés, szárazanyagtartalom mérés, valamint kiszámolom a termék tápérték adatait.

Termékfejlesztésem során fehérjeforrásként a Capriovus Kft. által gyártott Totu termékek közül kettő kerül felhasználásra, amelyek a Totu rögös és a Totu krémes. A Totu termékek tojásfehérje alapú készítmények, ezáltal megfelelőek tejtermékek helyettesítésére, laktózmentesek, tartósítószer-mentesek, 0% zsírt és koleszterint tartalmaznak, továbbá magas fehérje- és alacsony szénhidrát-tartalommal rendelkeznek. Termékeiket kombinált hő- és nyomás-kezelése által állítják elő, ezáltal a gyártott tojásfehérjekészítmény olyan állománnyal rendelkezik, amely megfelelő alapanyagként szolgálhat egy sajthelyettesítő kialakítására.

A félkemény sajtokra jellemző 20-30% közötti zsírtartalmat kókuszszír, valamint pálmazsír felhasználásával is van lehetőség helyettesíteni. Ezek közül a kókuszszír az egyik legkedveltebb

zsiradékforrás, amelyet széleskörben alkalmaznak, többek között egészségtudatos étrendekben, továbbá szépségipari cikkek előállításához is egyaránt.

Vajsz Dalma Szakdolgozat

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 Laktóz és laktózintolerancia

A laktóz koncentrációja az anyatejben a legmagasabb, értéke 7,0-7,3 %, mellyel szemben a tehéntej mindössze 4,6-5,0 %-ban tartalmazza a laktózt, vagyis a tejcukrot. A laktóz mennyisége az ellést követő időszakban alacsonyabb koncentrációban van jelen a tejben, azonban értéke a későbbi időszakban már csak minimálisan változik. A tej szénhidráttartalmát meghatározza a benne található laktóz, valamint a kisebb mennyiségben előforduló más szénhidrátok is, melyek szabadon, fehérjékhez, zsírokhoz vagy foszfáthoz kötve vannak jelen. A laktóz α és β formában fordul elő a tejben, édesítőképessége pedig a glükóz édesítő erejének mindössze 27-39 %-a. (Csapó, 2002)

A laktóz a gyomorba kerülve nem hidrolizálódik, hanem egy része a vékonybél kezdeti szakaszán abszorbeálódni kezd, továbbá szintén a vékonybélben található laktáz enzim hatására galaktózra és glükózra bomlik. Mivel a laktóz felszívódása lassú, enyhe hashajtó hatással lehet számolni fogyasztása esetén, melynek oka a bél pH értékének lecsökkenése. Szintén a lassú felszívódásnak köszönhető, hogy a szervezet számára hosszabb ideig szolgáltat energiát, mint például a szacharóz. A laktóz bomlástermékei, tehát a glükóz és galaktóz diffúzió útján gyorsan, az emésztőrendszerből a vérbe kerülnek át. A kísérletek a laktóz számos kedvező tulajdonságát feltételezik, többek között például azt, hogy megakadályozza a máj zsíros elfajulását, a koleszterintartalmú epekő kialakulását, valamint, hogy a cukorbeteg is fogyaszthatják, ugyanis késlelteti a vércukorszint emelkedését. Cukorbeteg esetén napi 35-50 g laktózmennyiség elfogyasztása megengedett, továbbá tejtermékek fogyasztása által biztosítani tudják a nagyértékű fehérjéhez való hozzájutást is. (Csapó, 2002)

A tejben lévő szénhidrátok felszívódása során különböző típusú malabszorpció és intolerancia jelentkezhet. Ezek a tünetek nem feltétlenül csak a tej szénhidráttartalma következtében léphetnek fel, ugyanis azoknál az embereknél, akiknél ez megfigyelhető volt, azoknál más szénhidrátok metabolizmusa során is rendellenességek voltak tapasztalhatók. A laktózintolerancia és a laktózmalabszorpció között nincs összefüggés, továbbá a laktózintolerancia következtében alakul ki a tejintolerancia. (Csapó, 2002)

Laktóztoleranciáról akkor beszélünk, hogyha a laktóz 50 grammjának vagy annál kisebb adagjának a vizes oldata elfogyasztása esetén, valamint szokásos mennyiségű tej elfogyasztása után az alacsony laktázaktivitás eredményeként, klinikai tünetek jelentkeznek. A laktóz bontását végző enzim, tehát a laktáz enzim megjelenési formái a β -Galaktozidáz, savas- β -Galaktozidáz továbbá a hetero- β -galaktozidáz. (Csapó, 2002)

A laktózmalszorpció jellegzetes tünete a laktóz gyenge felszívódása, amely a laktázaktivitás csökkenésének a következménye. A laktózmalszorpció előfordulása különböző mértékben figyelhető meg az egyes etnikai népcsoportok esetében. Afrikában például a fulani és tutsi népcsoportok esetében a laktózmalszorpció előfordulása a lakosság körében 7-22 %, míg a bantu népcsoport esetében a lakosság 95%-át érinti. (Csapó, 2002)

2.2 Tejfehérje és tejfehérje allergia

A tehéntej átlagos fehérjetartalma körülbelül 3,4-3,5%. A tej valódifehérje-tartalma 3,3%, melynek értékét úgy kapjuk, hogy a tej nem-fehérje nitrogén tartalmát (NPN) kivonjuk az összes fehérjetartalomból. A tejben található fehérjék két nagy frakcióra oszthatók, a fehérjék 80%-át a kazein, 20%-át pedig a savó teszi ki. A kazein további négy frakcióra, α -, β -, γ -, és κ -kazeinre bontható. A kazeinmolekulák együttese alkotja a kazeinmicellát, amely átmérője 100-250 mikrométer és amely képes magába zárni a foszfátot, citrátot és a kalciumot is. A savófehérje szintén további frakciókra különíthető, amelyek a szérumalbumin, β -laktoglobulin, α -laktalbumin és a globulinok. (Csapó, 2002)

A tejfehérje allergia, valamint tejfehérje érzékenység előfordulása nem túl gyakori. Konkrét számadatok nem állnak rendelkezésre, azonban a becslések szerint az emberek mindössze 0,5-1%-át érinti. A tehéntejben az allergia kialakulásáért felelős fehérjefrakciók a β -laktoglobulin, α -laktalbumin, szérumalbumin és a kazein. Ezek közül a β -laktoglobulin a legjelentősebb, ugyanis ez a frakció az anyatejben nem fordul elő. Az allergiára utaló tünetek többek között a hányás, hasmenés, ekcéma, súlyvesztés, vékonybél nyálkahártyájának a károsodása, valamint anafilaxiás sokk is kialakulhat. Megállapítható, hogy azokban a családokban, ahol a betegséget már korábban is azonosították gyakrabban fordul elő, hogy a leszármazottak között is kimutatható a tejfehérje allergia, tehát örökletes is lehet a betegség. (Csapó, 2002)

A tejfehérje-intolerancia egyik legismertebb formája a fenilketonurea, amely esetében a a fenilalanin hidroxidáz enzim nem tudja a fenilalanint tirozinná alakítani, ezért akár sejtkárosodás, és a központi idegrendszer károsodása is kialakulhat. A betegség örökölt fogyatékoság következtében alakul ki. (Csapó, 2002)

2.3 Sajtgyártás, a sajt gyártástechnológiája

A sajtkészítés egy összetett, bonyolult biokémiai folyamat, amely során meghatározó szerepük van a különböző mikroorganizmusoknak, mint például a baktériumoknak, penészgombáknak és az élesztőgombáknak is. A baktériumok közül mind a Gram-pozitív (*Streptococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Micobacterium*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*), mind a Gram-negatív (*Aeromonas*, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*) törzsek is képviseltetik magukat (Tilocca és mtsai. 2020). A tejsavbaktériumok a fermentáció során képesek proteázokat, lipázokat és β -galaktizodázokat felszabadítani, ezáltal kialakítva a sajtra jellemző íz-, textúra- és aroma-jellemzőket (Li és mtsai. 2020).

A sajt termék jellemzőit nagymértékben befolyásolja, hogy milyen emlős állat tejéből kerül előállításra. Eurostat adatok alapján a tejtermelés az Európai Unióban 2017-ben 170,1 milliárd tonna volt, aminek a 97%-a tehéntejből és mindössze 3%-a a többi állattól származó nyerstejből tevődött össze. (Tilocca és mtsai. 2020) A kecsketej termelés növekvő tendenciát mutat, mivel gyakran alkalmazzák tehéntej helyettesítésére a magas zsírsavtartalma és jobb allergén potenciálja miatt (Tilocca és mtsai. 2020), azonban az egyes fajták tejének összetételében nagy különbségek figyelhetők meg (Pazzola és mtsai. 2019). A juhtej az Európai Unió (2017) termelés kicsivel több mint 1%-át teszi ki (Tilocca és mtsai. 2020).

Sajtok előállíthatók tejből, íróból, sajtsavóból vagy ezek keverékéből savas, oltós vagy pedig vegyes alvasztással. Az oltós alvasztású sajtokat csoportosíthatjuk a tej eredete (tehén, kecske, juh, bivaly...), a zsírtartalma (sovány, zsírszegény, félzsíros, zsíros, zsírdús), és az állománya szerint (lágy, félkemény, kemény, extra kemény) is.

A további fejezetekben a Trappista sajt gyártástechnológiájának lépéseiről lesz szó, amely a félkemény, félzsíros sajtok kategóriájába sorolható. Magyarországon a sajtfogyasztás igen alacsonynak mondható a többi európai nemzethez képest, valamint a fogyasztás 43%-át egyetlen sajt, (Szakály és mtsai. 2020) a Trappista teszi ki.

A Trappista sajt gyártástechnológiájának első lépése a tej zsírtartalmának beállítása, 2,7-2,9%-os értékre. Ezt követően a tejet pasztörözik 72-74 °C-on 35-40 másodpercig, majd a terméket visszahűtik 31-32°C-ra. A pasztörözés egy olyan hőkezelési módszer, amellyel a tejben jelenlévő romlást okozó mikroorganizmusok száma nagymértékben csökkenthető, ezáltal hosszabb ideig eltarthatóvá válik a termék. A pasztörözés mindig 100 °C alatti hőmérsékleten történik, azonban a teljes mikrobiológiai biztonság csak sterilizációval biztosítható, amely egy 135-145 °C-on végzett hőkezelést jelent pár másodperc erejéig (Liao és mtsai. 2018).

A hűtést követően a sajttejet 0,5-1%-os starterkultúra, CaCl_2 valamint KNO_3 színezőanyagok hozzáadásával javítják fel. A következő és egyben az egyik legfontosabb gyártási folyamat az alvasztás, amely a rennin oltóenzim adagolásától számított 30 percig tart. A rennin oltóenzimen kívül a tej tartalmaz egyéb enzimeket, melyek a természetes mikrobiota tagjai, ilyen például a lipáz, amiláz, alkalikus foszfatáz és a vérből származó plazmin (Moradi és mtsai. 2021).

A kazein micellák aggregációja, más néven koaguláció (alvasztás) során a tejben szol-gél átalakulás megy végbe, melynek eredményeként kialakul az alvadék. Amennyiben a tejben magas a szomatikus sejtszám, károsodhat a felhasznált oltó és a mikroba tenyészet is, ezáltal pedig az alvadék kialakulásának mechanizmusa. (Moradi és mtsai. 2021) Az alvadékot a megfelelő savókiválás érdekében 3-7 mm-es darabokra aprítják, részlegesen leeresztik a kivált savót és felmelegítik a terméket 38-40 °C-ra. Következő folyamatok a formázás, majd préselés, amely 2-3 óráig tart, 20-22°C-on, 20kg/sajt kg terhelés mellett és ennek hatására a maradék savó is kiválik a sajttésztaából.

Az ezt követő sózás 20-24 órát vesz igénybe, 14-15°C-on, 20-22%-os sólé felhasználásával. A só (NaCl) felhasználása az őskorra tekint vissza, amikor már az élelmiszer tartósítás egyik jellegzetes módszere volt (Guinee és Fox 2017), sőt értékét jól szemlélteti, hogy akkoriban fizetőeszközként is funkcionált. Sós ízérzet kialakítására elsősorban azok a vegyületek képesek, amelyek nátriumot vagy lítiumot tartalmaznak (Guinee és Fox 2017), azonban a kálium és a kalcium is kelthetnek sós ízérzetet (Guinee és Fox 2017).

A sózást követő szikkasztás 20°C-on 24 óráig tart, melyet az érlelés, mint elengedhetetlen sajtfeldolgozási folyamat követ. Érlelés során, gázképződés hatására alakulnak ki az erjedési

lyukak, továbbá a sajt jellegzetes íze, és aromája. Sajt fajtáknak megfelelően csomagolásként alkalmazható a zsugorfólia, vákuum és/vagy módosított légterű csomagolás, impregnált alumínium fólia, mélyhúzott műanyag fólia és a tégely is. (Huszák, 2023)

2.4 Félkemény, félzsíros sajt

„A félkemény sajtokat a szilárd, de jól vágható állomány, a közepes méret és tömeg, a szabályos alak, valamint a többhetes érési idő jellemzi. Egész tömegükben egyenletesen érnek, egyes alcsoportok érésében a kéregflóra is szerepet játszik.” (Codex Alimentarius Hungaricus, 1-3/19-1 számú előírás)

A sajtok zsírtartalmát illetően megkülönböztetünk sovány, zsírszegény, félzsíros, zsíros és zsírdús sajtokat. A zsírtartalom a félzsíros sajtok esetében minimum 25% és legfeljebb 45% lehet a szárazanyagtartalomra vonatkoztatva. Állományukat tekintve beszélhetünk lágy, félkemény, kemény vagy extra kemény sajtokról, annak függvényében, hogy mennyi a víztartalom a zsírmentes sajtanyagban %-os értékben. Félkemény sajtoknál ez az érték 54 és 69 között megengedett. A félkemény sajtokat továbbá négy alkategóriába lehet sorolni, melyek az erjedési lyukas-, röglyukas-, hevített-gyúrt- és a nemespenésszel és/vagy rúzsflórával érő sajtok. (Codex Alimentarius Hungaricus, 1-3/19-1 számú előírás)

2.5 Tojásfehérje

2.5.1 Tojás

A tojás azon élelmiszerek közé tartozik, amelyet szerte a világon fogyasztanak vallási és etnikai hovatartozástól függetlenül, köszönhetően ezt annak, hogy kiemelkedő tápértékekkel rendelkezik. A fejlődő országokban csökkenő tendencia tapasztalható a tojásfogyasztás függvényében, ami a tojás magas koleszterin- és zsír-tartalmának tudható be. (Abeyrathne, Lee, és Ahn 2013) A tojás egy óriási petesejt, amely tartalmazza mindazon tápanyagokat, amelyek lehetővé teszik belőle az új élet kifejlődését, megfelelő körülmények biztosítása mellett. Magas fehérjetartalma miatt számos kedvező élettani hatással bír, valamint megannyi vegyülete rendelkezik antioxidáns tulajdonságokkal (Nimalaratne és Wu 2015). Az orvosok úgy tartják, hogy fehérjéi a legjobb minőségű fehérjék, amelyek közel az anyatejjel egyenértékűek. (Légrády, 2001) Magyarországon a kereskedelmi forgalomban kapható tojás alatt kizárólag a tyúktól származó tojást értjük, eltérő esetben kötelező feltüntetni a csomagoláson a tojó állat fajának nevét is. (Vargháné, 2023)

2022-ben a KSH adatai alapján a hazai tojásfogyasztás 2330 millió darab volt, ami 242 darab egy főre jutó fogyasztásnak felel meg. Az 1970-től 2021-ig terjedő időszakban 1990-ben volt a legmagasabb a tojástermelés hazánkban, 4697 millió darab termelt mennyiséggel. (KSH, 2023, <https://www.ksh.hu/infografika/2023/tojas-infografika.pdf>)

A tojás, szerkezetét és kémiai összetételét tekintve három, jól elkülöníthető részre osztható. Tömege 9,5%-a héj, 63%-a fehérje és 27,5%-át sárgája alkotja. Ehető részének 74%-a víz, 12%-a fehérje, 12%-a lipid, valamint a fennmaradó 2%-ot szénhidrátok, vitaminok és ásványi anyagok alkotják. (Nimalaratne és Wu 2015)

A tojás héját kívülről körülvevő vékony fehérjeréteg a kutikula, egy nagyon vékony, áttetsző, vízhatlan hártya. A tojás elsődleges védelmi vonalaként ismert, ezért megóvására kifejezetten oda kell figyelni, ugyanis sérülése esetén a pórusokon át a tojás könnyen befertőződhet romlást előidéző mikroorganizmusokkal. A tojáshéj szilárdságának mértékét a táplálékból bekerülő kalcium mennyisége határozza meg, ugyanis tömegének jelentős részét kalcium-karbonát alkotja. A téli hónapokban vastagabb, míg a nyári hónapokban a vékonyabb héj jellemző. A tyúktojás átlagos héjvastagsága 0,3-0,4 mm, valamint héjának felülete körülbelül 68 cm², amelyen több mint 10 000 pórus található. A héjon belül egy kettős hártya helyezkedik el, amelyek között a tojás világra jöttétől számított 2 perc és 1óra között alakul ki a légkamra. Ennek oka a pórusokon át fokozatosan beáramló levegő, ami leginkább a tojás gömbölyűbb felén jellemző. Az előbb említett kettős hártya az utolsó mechanikus védelmi vonal, amin keresztül a gázok és folyadékok áramlása ozmózissal vagy diffúzióval megy végbe. (Vargháné, 2023)

A tojásfehérje, amely egyaránt tartalmaz sűrűbb és hígabb részeket, három rétegben veszi körül a tojássárgáját. A középső réteg a legsűrűbb, leginkább fonalszerű fehérjemolekulákat tartalmaz, valamint a hígabb rétegekhez képest több rostanyaggal rendelkezik. A tojássárgájára szintén jellemző a különböző rétegek váltakozása. Esetében 6-6 világosabb és sötétebb szikréteget különíthetünk el, melyek közül a legbelső világos réteg a latebra. A tojássárgáját egyben tartó, rugalmas réteg a szikhártya, melynek köszönhetően a fehérje és sárgája részek nem homogenizálódnak. Alatta helyezkedik el a csírafolt, amelyről lámpázással jól megállapítható, hogy megtermékenyült állapotban van-e, ugyanis ilyenkor

megnagyobbodik, megvastagodik. Megtermékenyületlenül átmérője 3-4 mm nagyságú. (Vargháné, 2023)

2.5.2 Tojásfehérje alkotórészei

A tojásfehérje, mint leglényegesebb összetevője a tojásnak, megközelítőleg 40 különböző fehérjét tartalmaz, melyek közül a legjelentősebbek az ovalbumin (54%), ovotranszferrin (12%), ovomukoid (11%), ovomucin (3,5%) és a lizozim (3,5%). Kisebb arányban jelenlévő fehérjék az ovoinhibitor (1,5%), ovoglikoprotein (1,0%), ovoflavoprotein (0,8%), avidin (0,05%), cisztatin (0,05%) és az ovomakroglobulin (0,5%). (Abeyrathne és mtsai. 2013)

Rendkívül magas kereslet jellemző a tojásfehérjeporokra a vásárlók körében, ezért új, hatékonyabb módosító feldolgozási módszerek alakultak ki. A fehérjék funkcionális tulajdonságai megváltoztathatók kémiai, fizikai vagy enzimes kezelési módszerekkel, azonban ezek közül a kémiai módszerek még nagyon kezdetlegesek és egyes esetekben ártalmasak lehetnek az emberi szervezetre, az enzimes kezelés pedig fölöttébb magas költségekkel jár együtt. A fizikai módszerek közül az ultrahanggal való kezelésre külön figyelmet fordítottak, mind állati, mind pedig a növényi (szója, köles rizs) fehérjéket górcső alá véve. Elsősorban az ultrahangos fürdő és az ultrahangos szonda használatosak a módosítási folyamatok során. (Jun és mtsai. 2020) Jun és munkatársai 2020-ban tanulmányuk során megállapították, hogy nagy teljesítményű, ultrahangos (HP-US), legfőképp 20/40 kHz-es folyamatos kettős frekvenciás kezelés hatására a tojásfehérje oldhatósága szignifikánsan javult.

2.6 Sajthelyettesítők

A sajt helyettesítők olyan sajtutánzatok, amelyekben a tejsírt vagy a fehérjét, esetlegesen mindkettőt valamilyen, többnyire növényi eredetű alapanyaggal pótolják, tej felhasználása nélkül.

Az élelmiszerek eltarthatóságának növelésére alkalmazott eljárás az erjesztés, amely során savtermelés hatására a pH lecsökken. Savtermelésre alkalmazott baktérium törzsek többek között a *Lactobacillus spp.*, *Lactococcus spp.*, és a *Streptococcus spp.*, amelyek képesek a tejben lévő szénhidrátot a laktózt átalakítani tejsavvá. Amellett, hogy a termék minőségét hosszabb ideig megőrzi, és a káros mikroorganizmusok számára alkalmatlan környezetet teremt, fontos illat-, textúra- és íz-kialakító szerepe is van az erjesztésnek. A folyamat során

lebomlanak az allergénekhez kapcsolódó peptidek, ezáltal csökken a termék allergén hatása, valamint növelhető egyes élelmiszerekkel szemben a tolerancia. (Chen és mtsai. 2020)

Azok számára, akik valamilyen érzékenységből kifolyólag nem fogyaszthatnak tejtermékeket, fontos, hogy legyen olyan alternatív termék helyettesítő, esetünkben sajthelyettesítő, amellyel biztosíthatók a sajthoz köthető tápanyagok és íz jellemzők. Az utóbbi évek egyik termékfejlesztésének eredménye a fermentált kesudió „sajt-szerű” termék, amiben a tej kesudióval van helyettesítve. (Prazeres, Carvalho, és Rivas 2012) A kesudió 47% zsírt, 21% fehérjét és 22% szénhidrátot tartalmaz, ezáltal megfelelő alapanyagként bizonyul magas fehérjetartalma végett. (Oyeyinka, Odukoya, és Adebayo 2019)

A következő képen egy kesunövény, valamint a rajta található termés látható, melynek része a kesudió.



1. ábra: Kesu növény
(forrás: Internet 2)

A hüvelyesek közül sajtanalóként alkalmazott összetevő a szójabab, amely egyedülálló tápérték összetétellel és jó alvadási tulajdonságokkal rendelkezik. Nigériában őshonos növénynek számít, melyet általában szója sajt analóg (továbbiakban szójasajt) előállítására használnak fel, a szójabab erjesztése nélkül. Leginkább a szegény régiókban van nagy piaca, mivel a magasabb jövedelemmel rendelkező rétegekben az íze kevésbé elfogadott, ezáltal kevésbé népszerű termék. Többek között ez az oka annak, hogy más növényitej forrásokkal kombinálják a szójatejet a szójasajt előállítása során. Egy 2019-es tanulmány során a szójatejet 0%, 20%, 40% 80% és 100%-os arányokban kesudió tej felhasználásával helyettesítették, melyek közül a 40%-os kesudió tej felhasználási arány bizonyult a legmegfelelőbbnek, ugyanis ennek volt a legmagasabb a fehérje- és hamu-tartalma. Továbbá a termék kiváló esszenciális zsírsav összetétellel rendelkezik. (Oyeyinka és mtsai. 2019)

A következő képen a szója hüvelyes termése látható, amely tartalmazza a szójababokat.



2. ábra: Szója termés
(forrás: Internet 3)

A hagyományos sajtokban jelen lévő tejsír helyettesítőjeként gyakran alkalmazott zsiradékforrás a szűz kókuszolaj, ami csökkenti az összkoleszterinszintet, a triglicerideket és a foszfolipideket, valamint növeli a nagy sűrűségű lipoprotein koleszterinszintet a vérben. Ennek következményeként pedig, csökken a szív- és érrendszeri-megbetegedések kockázata is. (Aini és mtsai. 2020)

Vietnám és az ázsiai országok egyik közkedvelt növénye a mezőgazdasági termesztésben a kukorica, ami egy 2019-es kutatás szerint megfelelő alapanyagnak bizonyult kukoricatej előállítására. (Aini és mtsai. 2020) Összefüggést találtak a kukorica szüretelésének időpontja és egyes kémiai összetevők mennyiségei között. Az ültetést követő 65. napon volt a legmagasabb a kukorica fehérje (4,473 %), lipid (1,983 %) valamint az E vitamin (0,31 mg/kg) tartalma is. (Lien, Anh, és Hue é. n.) Alacsony zsírtartalmú, kenhető sajtok előállítása csemegekukorica-kivonatból megvalósítható, ugyanis hasonló aroma, szín, állag és íz tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a tehéntejből előállított változatai. (Aini és mtsai. 2019)

3. Anyagok és módszerek

A termékfejlesztés során méréseimet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campusán, az Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszékén végeztem 2024-ben.

3.1 Felhasznált alapanyagok

3.1.1 Totu rögös

A sajthelyettesítő egyik legfontosabb alapanyaga a Capriovus Kft. által gyártott Totu rögös, amely egy tojásfehérje alapú készítmény. A termék „A” osztályú friss tyúktojásból készül és ezen kívül más allergén összetevőt nem tartalmaz. A termék tápérték adatait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Totu rögös tápérték adatai

Átlagos tápérték 100 g termékben	
Energia	330 kJ/78 kcal
Szénhidrát	0,4 g
Cukrok	0,2 g
Fehérje	19,0 g
Só	0,40 g



3. ábra: Totu rögös tojásfehérjekészítmény
(forrás: Internet 4)

3.1.2 Totu krémes

A második felhasznált alapanyag a Totu krémes, melyre szintén igazak a fent (Totu rögösnél) említett tulajdonságok. Gyártója és forgalmazója a Capriovus Kft. A kísérlet során fehérjeforrásként használt alapanyag. A termék tápérték adatait a 2. táblázat tartalmazza.



4. ábra: Totu krémes tojásfehérjekészítmény
(forrás: Internet 5)

2. táblázat: Totu krémes tápérték adatai

Átlagos tápérték 100 g termékben	
Energia	260 kJ/60 kcal
Szénhidrát	0,3 g
Cukrok	0,2 g
Fehérje	15,0 g
Só	0,30 g

3.1.3 Kókuszszír

A termék előállítása során alkalmazott egyik zsiradékforrás a kókuszszír, melynek forgalmazója a Bio Egészség Kft. A kókuszszírt a kókuszpálma érett húsának megszáritásából és kisajtolásából nyerik. Nehezen oxidálódik, valamint az előírt tárolási körülmények között akár 23 évig is eltartható avasodás nélkül. A termék tápérték adatait a 3. táblázat tartalmazza.



5. ábra. Kókuszszír
(forrás: Internet 6)

3. táblázat: kókuszszír tápérték adatai

Átlagos tápérték 100 g termékben	
Energia	900 Kcal
Zsír	100 g
telített zsírsavak	91 g

3.1.4 Pálmaolaj

A másik felhasznált zsiradékforrás a pálmaolaj, amit a trópusi olajpálma gyümölcsének magjából nyernek ki. Glicerol tartalma miatt nehezen oxidálódik, ezért hosszú ideig eltárolható, valamint a szilárd állag is ennek köszönhető. A termék gyártója a Palmfood Kft. A termék tápérték adatait a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat: pálmaolaj tápérték adatai

Átlagos tápérték 100 g termékben	
Energia	884 kcal
Zsír	100 g
telített zsírsavak	49,3 g
egyszeresen telítetlen	37 g
többszörösen telítetlen	9,3 g



6. ábra: Pálmaolaj
(forrás: Internet 7)

3.1.5 Módosított keményítő

Az általam használt módosított keményítő kódja E1422. Az acetilezett dikeményítő-adipátot (E1422) kémiai úton állítják elő, acetilezett keményítóből (E1420) és adipinsavból. Sűrítő anyagként alkalmazható, és bekerül a szénhidrát-anyagcserébe.

3.1.6 Sörélesztő pehely

Az általam fejlesztett sajt helyettesítő ízének kialakításáért felelős összetevő a sörélesztő pehely, amely a *Saccharomyces cerevisiae* nevű élesztőgombából kerül előállításra. A kísérlethez felhasznált termék forgalmazója a BIOrganik Kft. A termék tápérték adatait a 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat: sörélesztő pehely tápérték adatai

Átlagos tápérték 100 g termékben	
Energia	1345 kJ/320 kcal
Zsír	4,8 g
telített zsírsavak	1,6 g
Szénhidrát	9 g
amelyből cukrok	9 g
Fehérje	47 g
Só	0,5 g



7. ábra: Sörélesztő pehely
(forrás: Internet 8)

3.1.7 Konyhasó

A sajt helyettesítő mintához konyhasót használtam fel.

3.1.8 Ivóvíz

A kísérlet során csak ivóvíz tisztaságú, mikrobiológiailag megfelelő víz használható.

3.1.9 Fűszerek

A sajt helyettesítő minták ízesítésének céljából chili, valamint zöldfűszer keverék lett felhasználva. Az elkészített zöldfűszer keverék, különböző mennyiségekben tartalmaz bazsalikomot, oregánót és fokhagyma fűszersót.

3.2 A vizsgált sajt helyettesítő minták elkészítése

Az első labormunka során hat receptúra alapján készítettem el a különböző sajt helyettesítő mintákat, melyet a 6. és 7. táblázat adatai szemléltetnek.

6. táblázat: sajt helyettesítő minták receptúrája az első négy kísérletnél
(forrás: saját szerkesztés)

Sajt helyettesítő minták				
Összetevők	1.receptúra (g)	2.receptúra (g)	3.receptúra (g)	4.receptúra (g)
Kókuszszír	30	30	15	15
Pálmaolaj	0	0	15	15
Totu rögs	48	24	48	24
Totu krém	0	24	0	24
Víz	15	15	15	15
Keményítő	5	5	5	5
Sörélesztő-peh.	1	1	1	1
Só	1	1	1	1
Összesen	100	100	100	100

7. táblázat: sajt helyettesítő minták receptúrája a második kettő kísérletnél
(forrás: saját szerkesztés)

Sajt helyettesítő minták		
Összetevők	5.receptúra (g)	6.receptúra (g)
Kókuszszír	30	30
Totu rögs	47	17
Totu krém	0	30
Víz	15	15
Keményítő	5	5
Sörélesztő-peh.	2	2
Só	1	1
Összesen	100	100

Az első négy receptúra megalkotása során a fehérje és zsíradékforrásokat különböző arányokban határoztam meg. Ennek célja a megfelelő állománykialakítás volt, valamint az hogy a tapasztalt termékjellemzők alapján a legjobban sikerült mintákat kiválasztva azokat tovább tudjam fejleszteni. A 7. táblázat tartalmazza a már továbbfejlesztett receptúrákat, melyek pálmaolajat már nem tartalmaznak, mivel a belőle készült minták esetében jelentős zsírkiválás volt megfigyelhető.

A második labormunka során a 6. receptúrát alkalmaztam, amely Totu rögöst és Totu krémet is tartalmaz, továbbá a termékek zöldfűszer keverékkel és chilivel lettek ízesítve.

A 8. táblázat tartalmazza a 6. receptúrából továbbfejlesztett 7. és 8. receptúrákat.

8. táblázat: sajthelyettesítő minták receptúrája a harmadik kísérletnél, fűszerek adagolásával (forrás: saját szerkesztés)

Sajthelyettesítő minták		
Összetevők	7.receptúra (g)	8.receptúra (g)
Kókuszszír	30	30
Totu rögös	17	17
Totu krém	30	30
Víz	15	15
Keményítő	5	5
Sörélesztő-peh.	2	2
Só	1	1
Zöldfűszer keverék	2	0
Chili fűszer	0	1

A 7. receptúrában alkalmazott zöldfűszer keverék összetevőit a 9. táblázat szemlélteti.

*9. táblázat: a zöldfűszer keverék összetevői
(forrás: saját szerkesztés)*

Zöldfűszer keverék 100 g mintához	
Összetevők:	Mennyiség:
Bazsalikom	1 g
Oregánó	0,75 g
Fokhagyma fűszersó	0,25 g
Összesen:	2 g

A 8. táblázatban szereplő receptúrák alapján a megadott mennyiségeket táramérlegen, két tizedes pontossággal mértem ki. A keményítőt külön mérőpohárba készítettem elő, 15 g forró vizet adagoltam hozzá, majd intenzív keverés után hozzáadtam a többi összetevőhöz. Az előkészített mintát Sencor SHB 4461 GR-EUE3 kézi botmixerrel homogenizáltam, két percig. A chilis és zöldfűszeres ízesítésű sajthelyettesítő mintákból 600-600 g adagot készítettem, hogy a különböző mérésekhez megfelelő mennyiségű minta álljon rendelkezésre. A homogenizálást követően 200 grammonként kör alakú formába helyeztem az elkészített mennyiségeket, így kapva 3-3 chilis illetve zöldfűszeres ízesítésű sajthelyettesítő „korongot”. A formákkal együtt hűtőbe helyeztem mind a hat adagot, majd negyed óra elteltével elválasztottam őket a formáktól.

Az elkészített sajthelyettesítő „korongokat” a 8. és a 9. ábra szemlélteti.



*8. ábra: zöldfűszeres sajthelyettesítő minta
(forrás: saját fénykép)*



*9. ábra: chilis sajthelyettesítő minta
(forrás: saját fénykép)*

A formaleválasztást követően a 3-3 „korongot” fóliatasakba helyeztem, feliratoztam és fóliaheggesztővel lezártam, majd visszahelyeztem őket a hűtőszekrénybe. A fóliatasakba helyezett, valamint feliratozott mintákat a 10. és 11. ábra szemlélteti.



10. ábra: fóliatasakba helyezett minták
(forrás: saját fénykép)



11. ábra: fóliatasakba helyezett minták
(forrás: saját fénykép)

3.3 Vizsgálatok

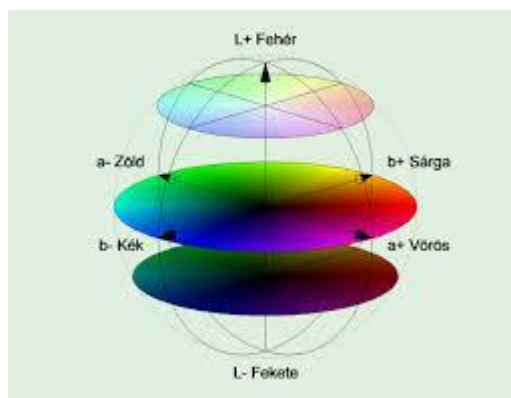
3.3.1 Színmérés

A sajthelyettesítő minták színmérését kézi Minolta CR-400 tristimulusos színmérő készülékkel végeztem, ami a 12. ábrán látható. A mérés megkezdése előtt kalibrációra van szükség, amelyet egy (a készülékhez gyárilag csomagolt) kerámia lap segítségével lehet elvégezni. A színmérő készülék a CIELAB színekoordináta rendszer alapján az L^* , a^* valamint b^* színtényezők megállapítására alkalmas, melyek értékeit a kijelzőjéről le lehet olvasni. Az L^* a világossági színtényező, amely 0-100 közötti értékeket vehet fel, továbbá minél magasabb értéket kapunk, annál világosabb a mért minta. Az a^* a vörös-zöld színtényező, amely (-50) – (+50)-ig terjedő skálán mozog. (-50)-nél a zöld színezetet találjuk +50-nél pedig a vörös színezetet. A b^* színtényező szintén (-50) – (+50)-ig terjedő skálán mozog, viszont a negatív oldal a kék, a pozitív oldal pedig a sárga színt foglalja magába. Minden mintánál 5-5 párhuzamos mérést végeztem.

A zöldfűszeres sajthelyettesítő minta színmérését a 12. ábra, a CIELab színmodell leegyszerűsített ábrázolását pedig a 13. ábra szemlélteti.



12. ábra: Minolta CR-400 készülékkel színmérés
(forrás: saját fénykép)



13. ábra: CIELAB színmodel leegyszerűsített
ábrázolása
(forrás: Internet 9)

3.3.2 pH mérés

A sajt helyettesítő minták pH mérését a Testo 206 pH2 mérőkészülékkel végeztem el, amely alkalmas félszilárd, valamint viszkózus anyagok pH értékének mérésére. A készülék alkalmas a hőmérséklet meghatározására is, mivel beépített hőmérséklet érzékelővel rendelkezik. A mérés előtt kalibrációra van szükség, ami egy pH=4 és egy pH=7-es elektrolit oldat segítségével lehetséges. Minden mintánál 5-5 párhuzamos mérést végeztem. A mérések között minden alkalommal bő vízzel lemostam, majd megtöröltem a készülék érzékelő részét.

3.3.3 Szárazanyagtartalom mérés

A szárazanyag tartalom meghatározásához a termékben lévő nedvesség kivonására van szükség, amely szárítószekrény segítségével valósítható meg. A szárítószekrényben 105 °C-on, körülbelül két óráig történik a szárítás, tömegállandóságig. A Petri-csészékbe való minta bemérés előtt a Petri-csészék tömegét is le kell mérni, analitikai mérlegen, négy tizedes pontossággal. A lemerést követően következik a minták bemérése, 1-2 g közötti mennyiségben, szintén négy tizedes pontossággal feljegyezve. A megfelelő kiszáradás érdekében a mintákat eloszlatjuk a Petri-csészékben, majd behelyezzük őket a szárítószekrénybe, és a már említett tömegállandóságig hagyjuk benne száradni. Minden mintánál 3-3 párhuzamos mérést végeztem.

A szárítást követően a Petri-csészéket a benne kiszáradt mintákkal együtt exsikkátorba helyezzük, ahol hagyjuk lehűlni szobahőmérsékletűre. A lehűlést követően analitikai mérlegen lemérjük őket, valamint négy tizedes pontossággal feljegyezzük az értékeket. A feljegyzett adatok segítségével a Magyar Élelmiszerkönyv 3-1-92/608 számú előírása szerint a következő képlettel számítjuk ki az összes szárazanyag tartalmat tömegszázalékos értékben:

$$Wr = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100$$

ahol

W_r → az összes szárazanyag-tartalom, (g/100 g)

m₀ → az edény és a fedő tömege, (g)

m₁ → az edény, a fedő és a vizsgálati anyag tömege, (g)

m₂ → az edény, a fedő és a vizsgálati anyag tömege, szárítás után, (g)

3.3.4 Állománymérés

A sajthelyettesítő minták állományát az SMS TA.XT.Plus állománymérő készülékkel mértem meg, amely a 14. ábrán látható. A méréshez a 35 mm átmérőjű mérőfejet használtam. A készülék az emberi rágást imitálja, így alkotva egy képet arról, hogyan viselkedik egy adott minta állománya, valamint mennyi erő befektetésre van szükség a roncsolásához. A mérés előtt be kell állítani, hogy mekkora távolságra legyen a mérőfej a mintaasztaltól. Az én mérésem során ez az érték 15 mm-re lett beállítva. A sajthelyettesítő mintákból a mérés előtt 15-15 darab 12 mm magasságú kicsi hengert állítottam elő, speciális lyukasztó eszköz segítségével. Miután a számítógépen beállítottam minden szükséges paramétert, a mintákat egyesével a mintaasztal közepére helyeztem és elvégeztem a mérést.

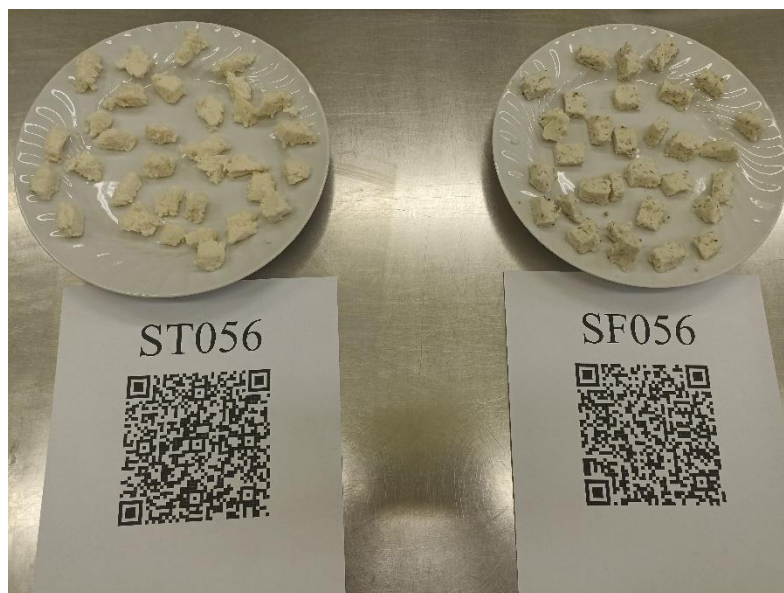


14. ábra: SMS TA.XT.Plus állománymérő készülék, mérés közben
(forrás: saját fénykép)

3.3.5 Érzékszervi vizsgálat

Az érzékszervi bírálatot a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusán, az Állattermék és Élelmiszer-tartósítási Technológia Tanszéken végeztem el 40 laikus bíráló segítségével. A bírálók a chilis, illetve a zöldfűszeres sajthelyettesítő mintákat is értékelték adott tulajdonságok alapján egy 1-10-ig terjedő skálán. A vizsgált érzékszervi tulajdonságok a külső megjelenés, szín, illat, állomány, íz, és az összebenyomás voltak, továbbá a kérdőív utolsó kérdése pedig arra vonatkozott, hogy a bíráló megvásárolná-e a terméket. A bírálatra a sajthelyettesítő minták elkészítésének napján került sor, miután a hűtőszekrényben kellően

lehűltek. Az értékelést a bírálók az általam szerkesztett Google űrlap segítségével készítették el. Az érzékszervi bírálatra előkészített sajthelyettesítő mintákat a 15. ábra szemlélteti.



15. ábra: sajthelyettesítő minták az érzékszervi bírálatához előkészítve
(forrás: saját fénykép)

4. Eredmények és értékelésük

4.1 Tápérték adatok

Az általam elkészített sajthelyettesítő minta tápérték adatait és energiatartalmát 100 g termékre vonatkoztatva számoltam ki, az összetevők csomagolásán található tápértéktáblázatok segítségével, továbbá a 1169/2011 EK rendelet előírásai alapján. A tápértékszámítás részeredményeit az 10. táblázat adatai szemléltetik.

10. táblázat: tápértékszámítások eredményei a 100 g sajthelyettesítő mintához felhasznált összetevők mennyiségeinek függvényében (forrás: saját szerkesztés)

Összetevők	Tápérték adatok adott mennyiségre vonatkoztatva
Kókuszszír	Felhasznált mennyiség: 30 g Zsír: 30 g amelyből telített zsírsavak: 27,3 g
Totu krémes	Felhasznált mennyiség: 30 g Szénhidrát: 0,09 g amelyből cukrok: 30 g → 0,06 g Fehérje: 4,5 g Só: 0,09 g
Totu rögös	Felhasznált mennyiség: 17 g Szénhidrát: 0,068 amelyből cukrok: 0,034 Fehérje: 3,23 g Só: 0,068 g
Sörélesztő pehely	Felhasznált mennyiség: 2 g Zsír: 0,096 g amelyből telített zsírsavak: 0,032 g Szénhidrát: 0,18 g amelyből cukrok: 0,18 g Fehérje: 0,94 g Só: 0,01 g
Só	Felhasznált mennyiség: 1 g Só: 1 g
Összesen	100 g sajthelyettesítő mintában: Szénhidrát: $0,18 + 0,068 + 0,09 = 0,338$ g amelyből cukrok: $0,18 + 0,034 + 0,06 = 0,274$ g Zsír: $30 + 0,096 = 30,096$ g amelyből telített zsírsavak: $27,3 + 0,032 = 27,332$ g Fehérje: $0,940 + 3,23 + 4,5 = 8,67$ g Só: $0,01 + 0,068 + 0,09 + 1 = 1,168$ g

Az energiatartalom kiszámításához a 1169/2011 EK rendeletben szereplő szorzókat használtam. Miután a sajthelyettesítő minta szénhidrát-, zsír- és fehérje-tartalmait összesítettem, felsoroztam a kapott eredményeket az adott összetevőhöz tartozó szorzóval. Az energiatartalom számítás eredményeit a 11. táblázat, a sajthelyettesítő minta tápérték adatait pedig a 12. táblázat adatai szemléltetik.

11. táblázat: energiatartalom számítás eredményei
(forrás: saját szerkesztés)

Összetevők	Energiatartalom
Szénhidrát	0,338*17= 5,746 kJ/kg 0,338*4= 1,352 kcal/g
Zsír	30,096*37= 1113,552 kJ/kg 30,096*9= 270,864 kcal/g
Fehérje	8,67*17= 147,39 kJ/kg 8,67*4= 34,68 kcal/g
Összesen	1266,688 kJ/kg 306,896 kcal/g

12. táblázat: a sajthelyettesítő minta tápérték táblázata
(forrás: saját szerkesztés)

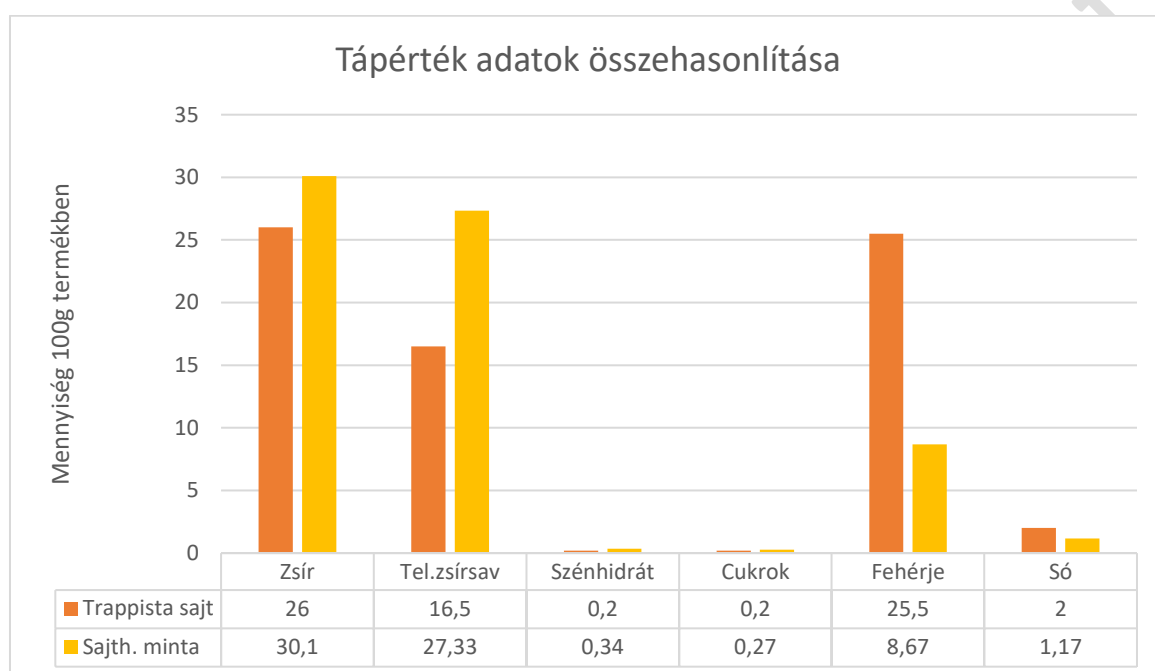
Átlagos tápérték 100 g termékben	
Energia:	1267 kJ/kg (307 kcal/g)
Zsír:	30,1 g
-amelyből telített zsírsavak:	27,33 g
Szénhidrát:	0,34 g
-amelyből cukrok:	0,27 g
Fehérje:	8,67 g
Só:	1,17 g

Az általam készített sajthelyettesítő minta tápérték adatait, egy szintén félkemény, félszíros sajttal, és egy zsírszegény sajt tápérték adataival hasonlítottam össze. A referencia

mintaként választott sajtok a Tolle márkájú Trappista és a Tolle zsírszegény trappista sajtok voltak.

A 16. ábra az energiatartalom kivételével összefoglalja a Tolle trappista sajt és a sajt helyettesítő minta tápérték adatait, gramm mértékegységben.

16. ábra: Trappista sajt és a sajt helyettesítő minta tápérték adatai 100 g termékben
(forrás: saját szerkesztés)



A diagram jól szemlélteti, hogy a Trappista sajt és a sajt helyettesítő minta 100 g termékben lévő zsírtartalma közötti eltérés mindössze 4,1 gramm, azonban a sajt helyettesítőben lévő zsír telített zsírsavtartalma közel 11 grammal magasabb, mint a Trappista sajt esetében. A Trappista sajtban az összes zsírtartalom 63 %-a, a sajt helyettesítőben lévő zsírnak pedig 90%-a áll telített zsírsavakból. Ez adódhat abból, hogy amíg az egyik termék növényi-, a másik állati zsiradékot tartalmaz, továbbá a tejzsír zsírsavösszetétele a többi természetes zsírtól jelentősen eltér. A kókuszzsír 80%-ban tartalmaz telített zsírsavakat, melynek köszönhetően szobahőmérsékleten a halmazállapota szilárd.

Kimagasló eltérés a két termék fehérjetartalma között figyelhető meg. A Trappista sajt fehérjetartalma közel 17 grammal magasabb, mint a sajt helyettesítő mintában található mennyiség. Ennek oka lehet, hogy a sajt helyettesítőhöz fehérjeforrásként felhasznált alapanyagok, vagyis a Totu rögzös és Totu krémes fehérjetartalma jelentősen alacsonyabb,

mint az egységnyi Trappista sajt alapanyagául szolgáló tejmenntiségnek. A fehérjeforrásként felhasznált alapanyagok közül a Totu rögösnek volt a legmagasabb a fehérjetartalma, 100 g termékben 19 gramm fehérje mennyiséggel. A Totu krémesben nem sokkal kevesebb, 15 g fehérje található 100 gramm termékben. A sörélesztő pehely fehérjetartalma 47 gramm 100 g termékben, azonban ebből a felhasznált mennyiség elenyésző a termék egészére vonatkoztatva, ezáltal a fehérjetartalmat nem sokban befolyásolja.

A termékfejlesztésem során az egyik célkitűzésem az volt, hogy egy magas fehérje tartalmú terméket tudjak előállítani, azonban a tápérték adatok számítása alapján egy átlagos Trappista sajthoz képest a sajthelyettesítőben található fehérjemennyiség jelentősen, közel háromszor kevesebb.

A sajthelyettesítőben és a referencia termékként választott Tolle márkájú Trappista sajtban is a szénhidrát és a cukrok mennyiségére is közel azonos értékeket kaptam. A só mennyisége a Trappista sajtban, kis mértékben magasabb, 100 g termékben 2 g található, míg a sajthelyettesítőben ez az érték mindössze 1,17 g, 100 g termékre vonatkoztatva.

A 13. táblázat adatai szemléltetik a trappista sajt és a sajthelyettesítő minta energiatartalmait.

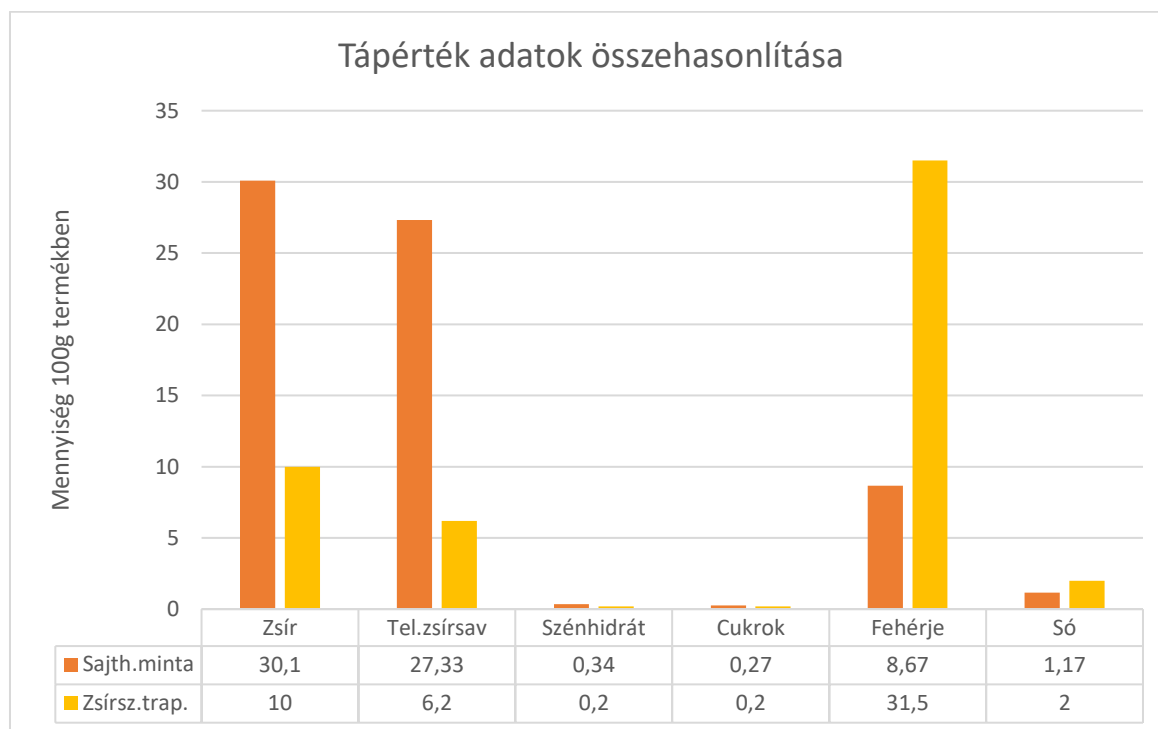
*13. táblázat: a Trappista sajt és sajthelyettesítő minta energiatartalma
(forrás: saját szerkesztés)*

Minta	Energiatartalom 100 g termékben
Trappsita sajt (Tolle)	337 kcal/g
Sajthelyettesítő minta	307 kcal/g

A Trappista sajt energiatartalma 337 kcal/g, a sajthelyettesítő minta energiatartalma pedig 307 kcal/g. Jelentős eltérés a két termék energiatartalma között nem tapasztalható, melynek oka lehet, hogy a termékek fő energiaforrásként szolgáló zsír mennyisége a két termék esetén közel azonos. A Trappista sajt fehérjetartalma magasabb, ennek köszönhetően fordulhat elő az, hogy ennek a terméknek az energiatartalma is magasabb lett.

A 17. ábra az energiatartalom kivételével összefoglalja a zsírszegény Tolle trappista sajt és a sajthelyettesítő minta tápérték adatait, gramm mértékegységben.

17. ábra: Zsírszegény trappista sajt és a sajthelyettesítő minta tápérték adatai 100 g termékben



A zsírszegény trappista sajt és a sajthelyettesítő minta zsírtartalma 20 grammal tér el egymástól (100 gramm termékre vonatkoztatva), amely várható volt, hiszen a trappista sajt a sajthelyettesítő mintával szemben egy zsírszegény termék. Ennek függvényében a sajthelyettesítő minta telített zsírsavtartalma is magasabb lett. A két termék szénhidráttartalma jelentősen nem tér el egymástól, azonban a fehérjetartalmak közti különbség annál számottevőbb. A sajthelyettesítő minta fehérjetartalma 8,67 g, a zsírszegény trappista sajté 31,5 g, továbbá a fentebb említett sima trappista sajt fehérjetartalma pedig 25,5 g. Jól látható, hogy a sajthelyettesítő minta fehérje tartalma a kettő referencia mintához képest sokkal alacsonyabb, továbbá az is megfigyelhető, hogy a zsírszegény trappista sajt fehérje tartalma a legmagasabb a három minta közül.

A 14. táblázat adatai szemléltetik a zsírszegény trappista sajt és a sajt helyettesítő minta energiatartalmait.

14. táblázat: a zsírszegény trappista sajt és a sajt helyettesítő minta energiatartalma

Minta	Energiatartalom 100 g termékben
Zsírszegény trappista sajt (Tolle)	222 kcal/g
Sajt helyettesítő minta	307 kcal/g

A zsírszegény trappista sajt energiatartalma 222 kcal/g, a sajt helyettesítő minta energiatartalma pedig 307 kcal/g, 100 g termékre vonatkoztatva. Az eltérés oka lehet, hogy az energiatartalmat nagyrészt befolyásoló kettő alkotó, a zsír és fehérje tartalom a két termék esetén jelentősen eltér.

4.2 pH-érték

Az 5-5 párhuzamos pH mérés eredményeként kapott értékekből átlagot és szórás számítottam, a chilis valamint a zöldfűszeres sajt helyettesítő minta esetén is, amelynek eredményeit a 15. táblázat szemlélteti.

15. táblázat: a sajt helyettesítő minták pH értékei és szórásai

Minta	pH	
	Átlag	Szórás
Chilis	6,96	0,151
Zöldfűszeres	6,67	0,031

Az adatok segítségével megállapítható, hogy mind a kettő sajt helyettesítő minta esetén is közel semleges pH értékek voltak mérhetők. A chilis minta esetén az átlag pH érték 6,96, a zöldfűszeres mintánál pedig 6,67 lett. Általánosságban elmondható, hogy a legtöbb mikroorganizmus, például a baktériumok is a semlegeshez közeli pH értéken szaporodnak, ezért a semleges pH érték nem kívánatos paraméter az élelmiszerek esetén. Ennek következtében a termékben gyorsabban indulnak be a romlási folyamatok, továbbá kevesebb ideig lesz eltárolható. A pH érték befolyásolja a sajtok olvadási tulajdonságait (Talbot-Walsh,

Kannar, és Selomulya 2019), továbbá a sajt keménységére is hatással van (Ong és mtsai. 2020). Minél magasabb a sajt pH értéke, annál alacsonyabb a keménysége.

Az általam fejlesztett sajthelyettesítő minta, egy átlagos félkemény, félzsíros trappista sajttal szemben nem esett át olyan műveleti lépéseken, mint például érlelés, sólében áztatás, amelyek az eltarthatósági időt növelni tudnák. A minőségmegőrzési idő meghosszabbításának egyik lehetséges módja a termék hűtve tárolása. Ezt bizonyítja továbbá, hogy a fehérjeforrásként felhasznált Totu rögös és Totu krémes is hűtött körülmények között tárolandó.

Az eltarthatóság szempontjából további fontos paraméter a csomagolás módja, valamint a megfelelő csomagolóanyag kiválasztása. Sajtok és egyéb tejtermékek csomagolóanyagaként gyakran használnak műanyagot, például polietilént és polisztirolt. A tárolás során a csomagolóanyagból kioldódható anyagok maximális, még elfogadható mennyisége vízdíszírozható anyagok esetén 15 mg/kg, a zsírdíszírozható anyagoknál pedig 50-60 mg/kg. (Csapó, 2002)

4.3 Szárazanyagtartalom

A 3-3 párhuzamos mérés eredményei alapján meghatároztam a chilis és a zöldfűszeres sajthelyettesítő mintának is az átlag szárazanyagtartalmát. A számoláshoz a következő képletet használtam:

$$Wr = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100$$

ahol

$W_r \rightarrow$ az összes szárazanyag-tartalom, (g/100 g)

$m_0 \rightarrow$ az edény és a fedő tömege, (g)

$m_1 \rightarrow$ az edény, a fedő és a vizsgálati anyag tömege, (g)

$m_2 \rightarrow$ az edény, a fedő és a vizsgálati anyag tömege, szárítás után, (g)

A számoláshoz szükséges számadatokat a 16. táblázat adatai szemléltetik.

16. táblázat: Szárazanyagtartalom mérés eredmények
(forrás: saját szerkesztés)

Mérés	Petri csésze (g)	Bemért minta (g)	Visszamért tömeg (g)	Szárazanyag tartalom (%)	Átlag sz.a. tartalom (%)	Szórás
Chilis sajthelyettesítő minta						
1.	14,2575	1,4724	14,9089	44,24	46,09	1,7113
2.	14,1831	1,5489	14,9206	47,61		
3.	14,2188	1,5532	14,9399	46,43		
Zöldfűszeres sajthelyettesítő minta						
1.	14,3039	1,5714	15,0428	47,02	46,36	0,7856
2.	14,2697	1,6980	15,0604	46,57		
3.	13,9669	1,5350	14,6652	45,49		

A chilis sajthelyettesítő minta szárazanyagtartalma 46,09%, a zöldfűszeres mintáé pedig 46,36%. A kettő minta mért értékei között minimális eltérés tapasztalható a szárazanyagtartalom függvényében, amely annak tudható be, hogy a kettő receptúra azonos, csupán a fűszerezés és a fűszerek mennyisége tér el egymástól. A szórás a chilis minta esetén magasabb, 1,71 az értéke.

4.4 A minták színe

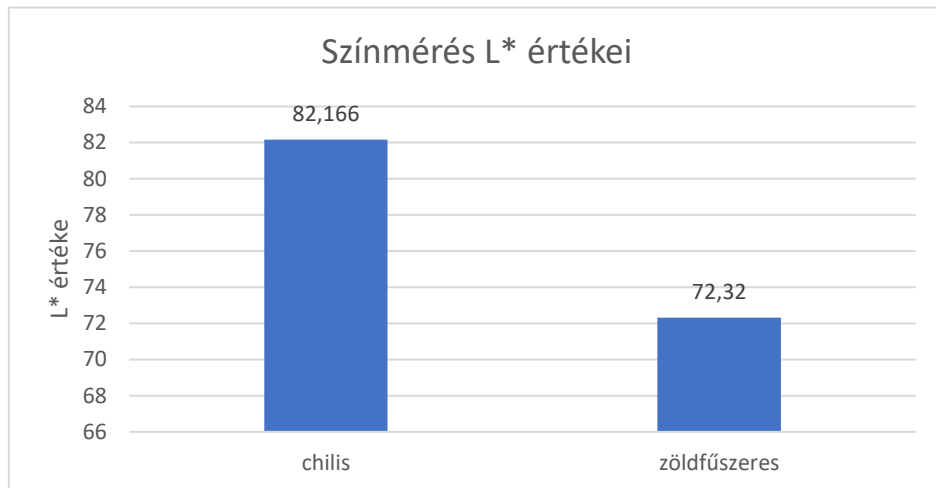
A sajthelyettesítő minták színmérését a CIE által létrehozott CIELab rendszerben vizsgáltam. Az egyes mintákon a színmérést öt-öt alkalommal végeztem el, majd a kapott eredményekből kiszámoltam az L^* , a^* valamint b^* átlagértékeket.

A CIELab színingertér összetevői a következők szerint alakul:

- L^* → világossági tényező → értéke 0-100 között változik
- a^* → $+a^*$ vörös színezet, $-a^*$ zöld színezet → értéke -50 és +50 között változik

- b^* → $+b^*$ sárga színezet, $-b^*$ kék színezet → értéke -50 és +50 között változik

A sajthelyettesítő mintákon elvégzett színmérés L^* értékeinek átlageredményeit a 18. ábra szemlélteti.

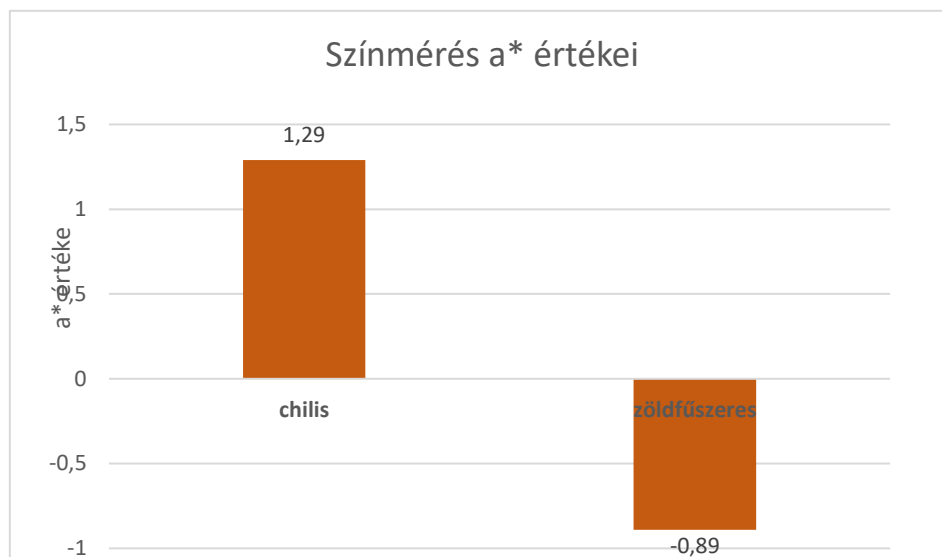


18. ábra: Sajthelyettesítő minták színmérésének L^* értékei
(forrás: saját szerkesztés)

Az L^* világossági tényező értéke a chilis minta mérése esetén 82, 166, a zöldfűszeres minta esetén pedig 72,32 lett. Az eredmények alapján a chilis minta lett a világosabb színezetű. A színezetek közötti eltérések egyik lehetséges oka az általam készített minták különböző fűszerezése, ennek tudható be, hogy a zöldfűszeres minta világossági tényezője 10 értékkel lett magasabb a chilis minta világossági tényező értékénél.

Egy 2012.-es kutatás során alacsony zsírtartalmú cheddar sajtok színvizsgálatánál az L^* értéke 69,6 lett, amely az általam vizsgált sajthelyettesítőknél mért értékeknél alacsonyabb. (Wadhwani és McMahon 2012) Ez azt jelenti, hogy az akkor vizsgált alacsony zsírtartalmú cheddar sajt L^* értéke mindössze 3 értékkel alacsonyabb az általam készített zöldfűszeres minta L^* értékéhez képest. Az adatok alapján tehát elmondható, hogy a zöldfűszeres minta világossági tényező értéke közel azonos az akkor vizsgált zsírszegény cheddar sajt L^* értékével.

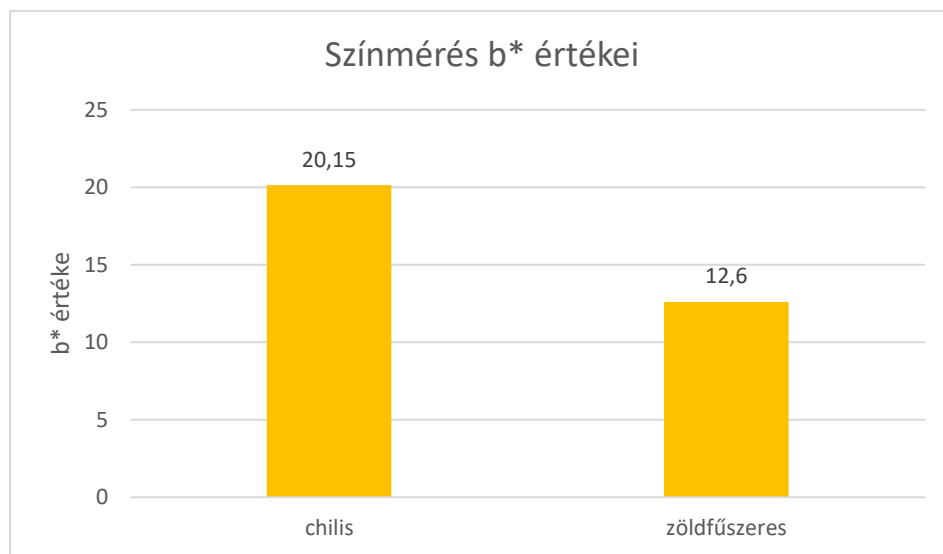
A sajthelyettesítő mintákon elvégzett színmérés a^* értékeinek átlageredményeit a 19. ábra szemlélteti.



19. ábra: Sajthelyettesítő minták színmérésének a^* értékei
(forrás: saját szerkesztés)

Az a^* értékek a következőképpen alakulnak: a zöldfűszeres sajthelyettesítő minta esetén -0,89, a chilisnél pedig 1,29 az értéke. A fent említett 2012.-es kutatáshoz viszonyítva, ahol a zsírszegény cheddar sajt a^* értéke 9,6 lett (Wadhwani és McMahon 2012), jól látható, hogy az általam fejlesztett sajthelyettesítő minták a^* értékei jelentősen alacsonyabbak, ugyanis az eltérés közel 10 érték. Az eltérés oka lehet, hogy a cheddar sajt köztudottan erősebb narancssárga színnel rendelkezik, ebből adódóan a színezete is közelebb áll a vörös színezethez, tehát magasabb a^* érték jellemzi.

A sajthelyettesítő mintákon elvégzett színmérés b^* értékeinek átlageredményeit a 20. ábra szemlélteti.



20. ábra: Sajthelyettesítő minták színmérésének b^* értékei
(forrás: saját szerkesztés)

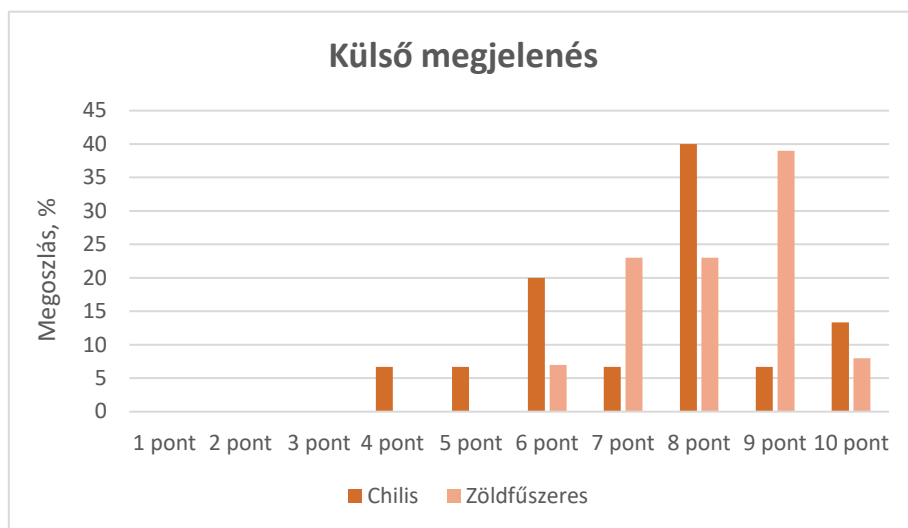
A b^* értékek a következőképpen alakulnak: a zsírszegény cheddar sajt esetén 28,7 (Wadhwani és McMahon 2012), a zöldfűszeres sajthelyettesítő minta esetén 12,6, a chilisnél pedig 20,15 az értéke. Pozitív értékek figyelhetők meg, amely azt jelenti, hogy alapvetően a sárga színezet a jellemzőbb mindegyik termékre, azonban a zsírszegény cheddar sajt b^* értéke a legmagasabb, továbbá a zöldfűszeres mintához képest az eltérés közel 16 érték. A három mintát összehasonlítva ez volt a tapasztalt legnagyobb eltérés.

4.5 Érzékszervi bírálat eredményei

Az érzékszervi bírálatot 40 laikus bíráló segítségével végeztem el. Az általuk 1-10 pontig terjedő skálán értékelt tulajdonságok a külső megjelenés, szín, illat íz, állomány, összebenyomás voltak, továbbá a kérdőív utolsó kérdése arra vonatkozott, hogy megvásárolnák-e a vizsgált sajthelyettesítő mintát.

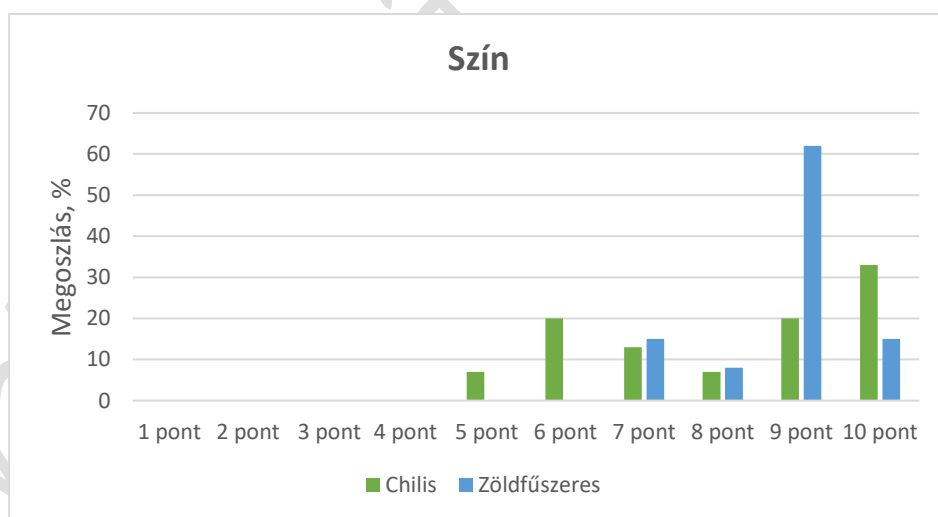
Az értékelésnél az egyes tulajdonságokról külön-külön diagramokat készítettem, továbbá egy összesítő pókháló diagramot is, amely az összes értékelt paramétert egybefoglalja és az egyes tulajdonságokra adott pontszámok átlageredményeit hasonlítja össze egymással. Az eredményeket a 21., 22., 23., 24., 25., 26. és a 27. ábra szemlélteti.

Az értékelő diagramok vízszintes tengelyén az adott tulajdonságra adott pontszám látható, a függőleges tengelyen pedig az, hogy a bírálók hány százaléka értékelte a mintát az adott pontszámmal.



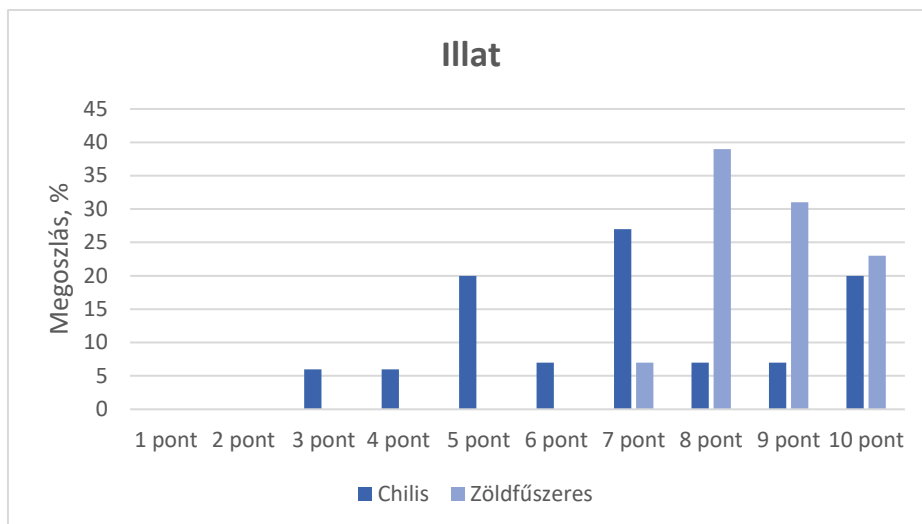
21. ábra: A külső megjelenés értékelésének százalékos eloszlása
(forrás: saját szerkesztés)

A bírálók közül a chilis minta külső megjelenésére 8 pontot, a zöldfűszeres mintánál pedig 9 pontot adtak a legtöbben.



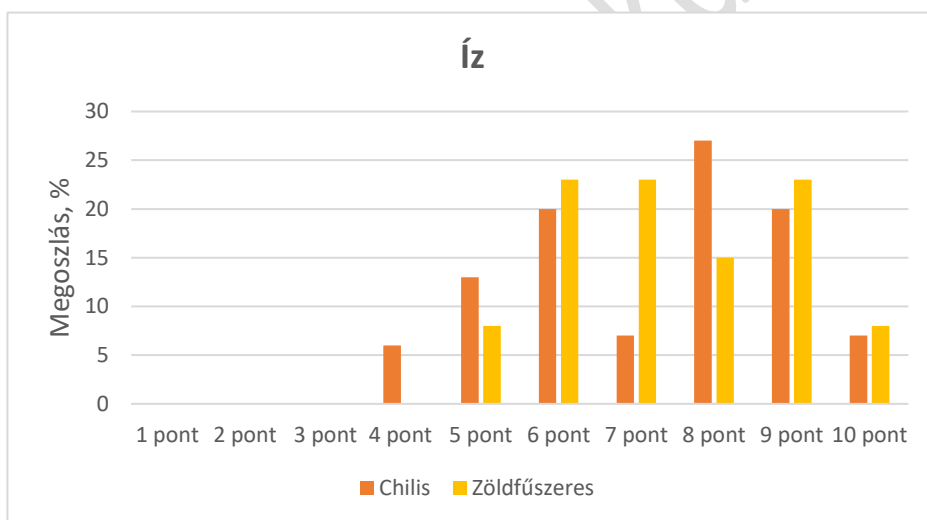
22. ábra: A szín értékelésének százalékos eloszlása
(forrás: saját szerkesztés)

A chilis minta színének értékelése megosztó volt, azonban a zöldfűszeres minta színét a legtöbben 9 pontra értékelték.



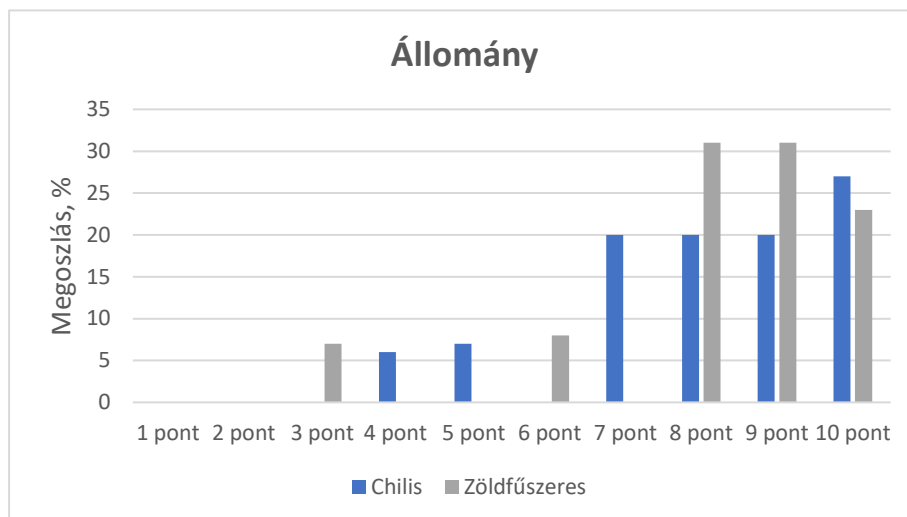
23. ábra: Az illat értékelésének százalékos eloszlása
(forrás: saját szerkesztés)

Az illat értékelése során a bírálók többsége a zöldfűszeres mintára jobb pontot adott, mint a chilis mintára.



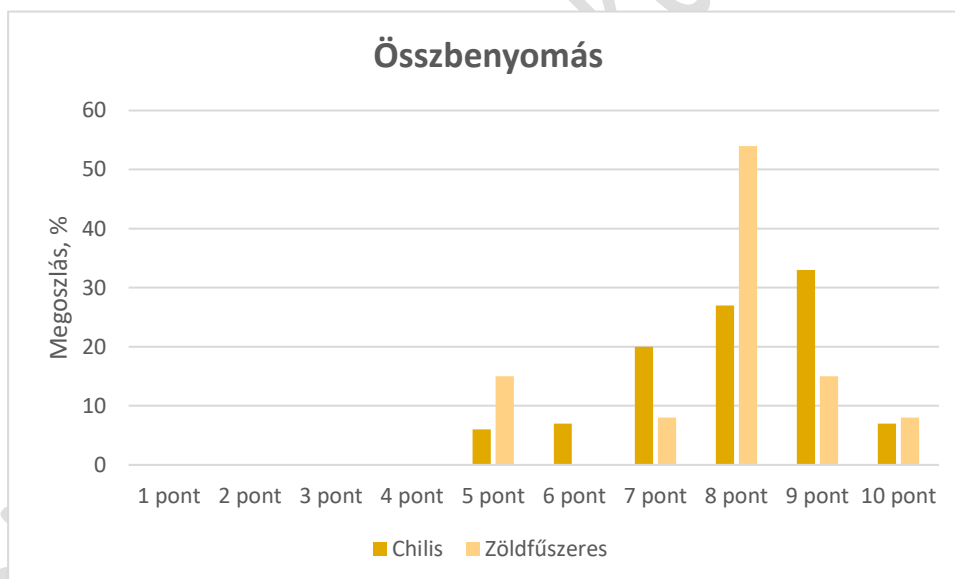
24. ábra: Az íz értékelésének százalékos eloszlása
(forrás: saját szerkesztés)

Az íz értékelésének szempontjából nagyobb megoszlás figyelhető meg. A bírálók többsége mindkettő mintát 6, 7, 8 vagy 9 pontosra értékelte.



25. ábra: Az állomány értékelésének százalékos eloszlása
(forrás: saját szerkesztés)

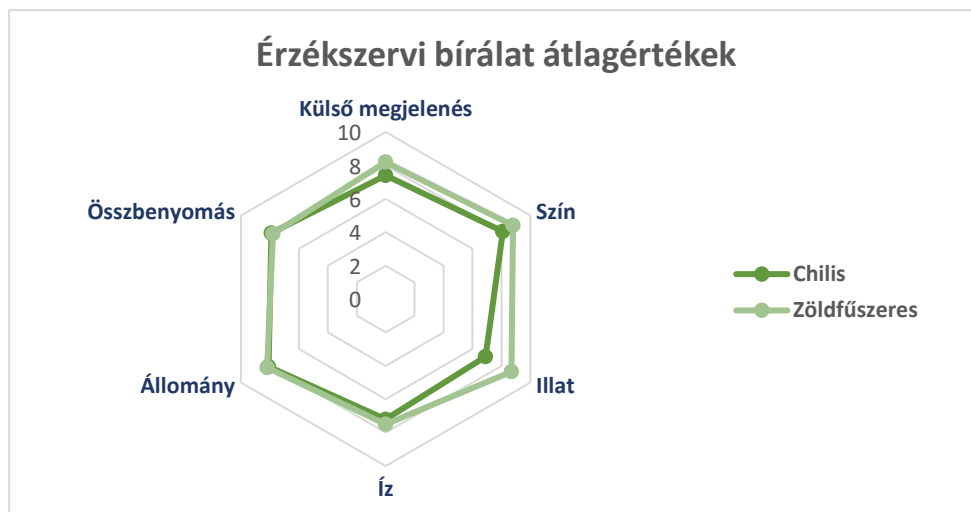
Az állományt a bírálók többnyire 8, 9 és 10 ponttal értékelték. A chilis minta esetében a 10 pontot adó bírálók száma volt a legmagasabb.



26. ábra: Az összebenyomás értékelésének százalékos eloszlása
(forrás: saját szerkesztés)

Az összebenyomás értékelése a chilis minta esetén megosztó volt, azonban a zöldfűszeres mintát a legtöbben 8 pontra értékelték. A chilis mintánál ugyan nagyobb szórás tapasztalható, mégis a 9 pontot adó bírálók száma volt a legmagasabb.

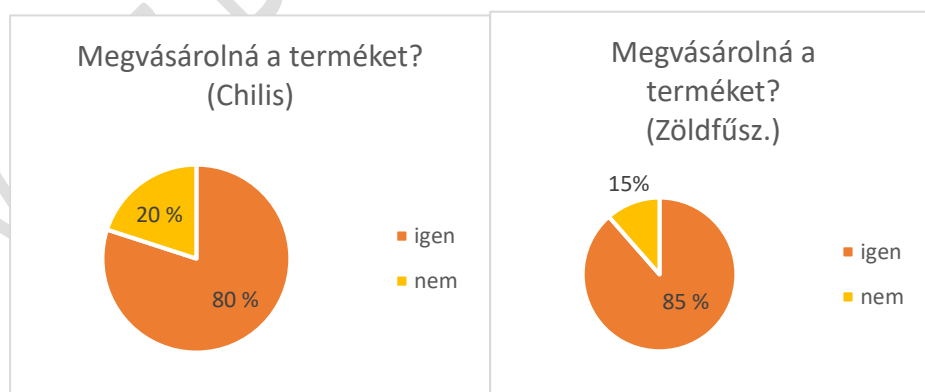
Az érzékszervi bírálat során az egyes tulajdonságokra adott pontszámok átlagértékeit a chilis és a zöldfűszeres mintát külön vizsgálva a 27. ábrán látható diagram szemlélteti.



27. ábra: Az érzékszervi bírálat átlageredményei
(forrás: saját szerkesztés)

A diagram jól szemlélteti, hogy a zöldfűszeres mintánál a bírálók körében az íz, illat és külső megjelenés tulajdonságok magasabb pontszámot kaptak, mint a chilis mintánál. Az összbenyomás, állomány és íz tulajdonságok mind a kettő minta esetén szinte azonos átlagot értek el. Összességében tehát elmondható, hogy az érzékszervi bírálatot végzők körében a zöldfűszeres ízesítésű sajthelyettesítő minta lett a kedveltebb termék.

A kérdőív utolsó kérdése arra vonatkozott, hogy a bíráló esetlegesen megvásárolná-e az adott sajthelyettesítő mintát. A kérdésre adott válaszok eredményeit a 28. ábra szemlélteti.



28. ábra: A sajthelyettesítő minták megvásárlására vonatkozó kérdés válaszainak százalékos eredményei
(forrás: saját szerkesztés)

A bírálatot végzők legalább 80%-a mindkettő ízesítésű sajthelyettesítő mintát megvásárolná. A zöldfűszeres minta értékelése kedvezőbbnek bizonyult, ezt a terméket többen megvásárolnák, mint a chilis sajthelyettesítő mintát. Feltehetően ez annak köszönhető, hogy a chilis sajthelyettesítő minta íze sokkal intenzívebb, csípősebb, aminek esetlegesen negatív hatása lehetett a megítélésre.

4.6 Állománymérés eredmények

A sajthelyettesítő minták állományának vizsgálatát TPA (Texture Profile Analysis) módszerrel, vagyis állományprofil analízissel végeztem el. A TPA módszer segítségével úgy mond a rágást imitáljuk. Az SMS TA.XT Plus állománymérő készülék rögzíti a minta roncsolásához szükséges erőt az idő függvényében, melynek függvénye a minta textúráját jelzi. A nyomófej visszahúzásához szükséges munka az adhéziós munka, ami a minta ragadóságának mértékére utal.

➔ Kohézió kiszámításának képlete: $K = W_2/W_1$

➔ Rághatóság kiszámításának képlete: $R = F_1 \cdot K \cdot E$

Az állománymérés eredményeit egy táblázatban (17. táblázat) összesítettem, amely tartalmazza az egyes mintákhoz tartozó keménységet, biológiai folyáshatárt, rugalmasságot, továbbá az általam számolt kohézió és rághatóság értékeket.

17. táblázat: Állománymérés eredmények (forrás: saját szerkesztés)

	Keménység, W (N.mm)	Biológiai folyáshatár, S (N)	Rugalmasság, E (mm)	Kohézió, K	Rághatóság, R (J)
Chilis sajthelyettesítő minta					
Átlag	112,09	1,09	2,59	0,12	0,34
Szórás	85,28	0,84	4,47	-	-
Zöldfűszeres sajthelyettesítő minta					
Átlag	93,48	0,91	1,24	0,09	0,11
Szórás	18,57	0,18	2,02	-	-

A keménység értékeket összehasonlítva megállapítható, hogy a chilis minta keményebb, valamint a biológiai folyáshatárára is magasabb értéket kaptam, mint a másik ízesítésű mintánál. Rugalmasság szempontjából a chilis minta bizonyult rugalmasabbnak, viszont a minták között tapasztalható szórás sokkal magasabb értéket mutat (4,47), mint ami a zöldfűszeres minták esetében (2,02) volt tapasztalható. A számolt kohézió értékekre közel azonos értékeket kaptam, a rághatóság pedig a chilis sajthelyettesítő mintánál 0,34 J, a zöldfűszeres minta esetében pedig 0,11 J lett.

Vajsz Dalma Szakdolgozat

5. Következtetések és javaslatok

- A szakirodalmi adatok rávilágítanak arra, hogy a tejből készült termékek számos ember számára jelentenek problémát. Ennek következtében szükségessé vált olyan élelmiszerek kifejlesztése, amelyek tejmentesek, továbbá magas tápértékekkel rendelkeznek.
- A termékfejlesztésem során választott kettő zsiradékforrás közül az állománykialakítás szempontjából a kókuszszír bizonyult megfelelőbbnek. A kókuszszír az egyik legkedveltebb zsiradékforrásnak számít legfőképp az egészségtudatos fogyasztók körében, tehát ilyen szempontból is állítható, hogy a sajthelyettesítő termék megfelelő alapanyagául szolgál.
- Az elkészített sajthelyettesítő mintákon először pH mérést végeztem, aminek eredményei alapján mind a kettő termék pH értékére közel semleges lett. Ez a tulajdonság az eltarthatóság szempontjából kedvezőtlen, ugyanis a termék hamarabb indul romlásnak, kevesebb ideig tudja megőrizni minőségét. Ph-t csökkentő adalékanyagok hozzáadása által a minőségmegőrzési idő jelentősen meghosszabbítható lehet.
- A sajthelyettesítő minta tápérték adatait az összetevők függvényében kiszámítottam, majd összehasonlítottam egy általam választott kereskedelemben kapható zsírszegény és egy normál trappista sajt tápérték adataival. Jelentős különbség a termékek fehérje tartalmai között voltak megfigyelhetők. A sajthelyettesítő minta fehérjetartalmának növelése érdekében további fehérjeforrás felhasználása, például fehérjeporok adagolása lehetőséget nyújthat a fehérjetartalom növelésére.
- Az érzékszervi vizsgálat eredményei alapján a bírálók közül az összebenyomásra a 10 pontból a legtöbben 8 vagy 9 pontot adtak, továbbá a bírálatot végzők legalább 80%-a megvásárolná a sajthelyettesítő mintákat. Érzékszervi szempontból a sajthelyettesítő minta kedvelt terméknek bizonyult a bírálók körében.

6. Összefoglalás

A szakirodalmi adatok rávilágítanak arra, hogy a tejből készült termékek számos ember számára jelentenek problémát. Ennek következtében szükségessé vált olyan élelmiszerek kifejlesztése, amelyek tejmentesek, azonban ettől függetlenül magas tápértékekkel rendelkeznek.

Szakedolgozatom fő célja egy olyan sajthelyettesítő termék kifejlesztése volt, amely megfelelő alternatív élelmiszerként szolgálhat azok számára, akik valamilyen okból kifolyólag nem fogyaszthatnak tejtermékeket. További elképzelés volt, hogy az általam fejlesztett termék a tejtermékekhez hasonlóan magas fehérjetartalommal rendelkezzen, továbbá érzékszervi szempontból is megfeleljen az esetleges fogyasztói igényeknek.

Termékfejlesztésem során zsiradékforrásként kettő alapanyagot választottam, a kókuszszírt és a pálmaolajat, azonban ezek közül az állománykialakítás szempontjából a kókuszszír kedvezőbbnek bizonyult. Fehérjeforrásként a Capriovus Kft. által forgalmazott fehérjekészítmények közül választottam kettőt, amelyek a Totu krémes és a Totu rögös voltak. A kereskedelemben is megtalálható sajtokhoz hasonlóan az egyik sajthelyettesítő mintát zöldfűszer keverékkel, a másikat pedig chilivel ízesítettem.

A kifejlesztett sajthelyettesítő mintán a következő vizsgálatokat végeztem el: pH mérés, állománymérés, szárazanyagtartalom mérés, színmérés, érzékszervi vizsgálat, valamint kiszámoltam a készített termék tápérték adatait. A termék tápérték adatait kereskedelemben kapható trappista- és zsírszegény trappista sajtok tápérték adataival, a színmérés eredményeit pedig szakirodalmi adatokkal hasonlítottam össze.

Összességében elmondható, hogy a kifejlesztett sajthelyettesítő minta az érzékszervi tulajdonságait figyelembe véve megfelelőnek bizonyult, azonban a kémiai tulajdonságai az eltarthatóság szempontjából nem ideálisak. Az megfelelő érzékszervi tulajdonságok kialakításán kívül további célom volt a termékfejlesztés során, hogy a sajthelyettesítő magas fehérjetartalommal rendelkezzen, azonban a fejlesztett termék fehérjetartalma jelentősen alacsonyabb lett a kereskedelemben kapható hasonlóan félkemény, félzsíros trappista sajt fehérjetartalmához képest.

A termék további fejlesztésének egyik lehetséges módja lehet a fehérjetartalom növelése, például fehérjeporok adagolása által. Ezáltal biztosítható lenne, hogy a sajthelyettesítő tápérték adatai, de legfőképp a fehérjetartalma a kereskedelemben kapható félzsíros sajtok fehérjetartalmával közel azonos legyen.

A termék másik paramétere a pH, amelyen az esetleges tovább fejlesztés során érdemes lenne változtatni, ugyanis a termék minőségmegőrzési ideje, ezáltal akár több héttel is meghosszabbítható lehetne. A pH csökkentés egyik lehetséges módja, pH-t csökkentő adalékanyagok hozzáadása a termékhez.

7. Irodalomjegyzék

- 1) Abeyrathne, E. D. N. S., H. Y. Lee, és D. U. Ahn. 2013. „Egg White Proteins and Their Potential Use in Food Processing or as Nutraceutical and Pharmaceutical Agents—A Review”. *Poultry Science* 92(12):3292–99. doi: 10.3382/ps.2013-03391.
- 2) Aini, N., J. Sumarmono, B. Sustriawan, V. Prihananto, és E. Priscillia. 2020. „The quality of corn milk-based cheese analogue made with virgin coconut oil as a fat substitute and with various emulsifiers”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 443(1):012039. doi: 10.1088/1755-1315/443/1/012039.
- 3) Aini, Nur, Vincentius Prihananto, Budi Sustriawan, Didik Romadhon, és Riza N. Ramadhan. 2019. „The Formulation of Cheese Analogue from Sweet Corn Extract”. *International Journal of Food Science* 2019:1–8. doi: 10.1155/2019/8624835.
- 4) Chen, Jennifer M., Kait F. Al, Laura J. Craven, Shannon Seney, Margaret Coons, Heather McCormick, Gregor Reid, Colleen O'Connor, és Jeremy P. Burton. 2020. „Nutritional, Microbial, and Allergenic Changes during the Fermentation of Cashew ‘Cheese’ Product Using a Quinoa-Based Rejuvelac Starter Culture”. *Nutrients* 12(3):648. doi: 10.3390/nu12030648.
- 5) Guinee, Timothy P., és Patrick F. Fox. 2017. „Salt in Cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects”. O. 317–75 in *Cheese*. Elsevier.
- 6) Jun, Sun, Mu Yaoyao, Jing Hui, Mohammed Obadi, Chen Zhongwei, és Xu Bin. 2020. „Effects of Single- and Dual-Frequency Ultrasound on the Functionality of Egg White Protein”. *Journal of Food Engineering* 277:109902. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2020.109902.
- 7) Li, Jie, Qian Huang, Xiaochun Zheng, Zhengkai Ge, Ke Lin, Dandan Zhang, Yu Chen, Bin Wang, és Xuewei Shi. 2020. „Investigation of the Lactic Acid Bacteria in Kazak Cheese and Their Contributions to Cheese Fermentation”. *Frontiers in Microbiology* 11:228. doi: 10.3389/fmicb.2020.00228.

- 8) Liao, J., L. Yang, A. M. Sheppard, és Y. F. Liu. 2018. „Comparison of DNA Quality in Raw and Reconstituted Milk during Sterilization”. *Journal of Dairy Science* 101(1):147–53. doi: 10.3168/jds.2017-13461.
- 9) Lien, Huynh Thi Kiem, Nguyen Thi Van Anh, és Nguyen Van Hue. é. n. „Production of Corn Milk from Local Corn in Hue City”.
- 10) Moradi, Mehran, Abdullah Khalid Omer, Roghayieh Razavi, Sima Valipour, és Jonas T. Guimarães. 2021. „The Relationship between Milk Somatic Cell Count and Cheese Production, Quality and Safety: A Review”. *International Dairy Journal* 113:104884. doi: 10.1016/j.idairyj.2020.104884.
- 11) Nimalaratne, Chamila, és Jianping Wu. 2015. „Hen Egg as an Antioxidant Food Commodity: A Review”. *Nutrients* 7(10):8274–93. doi: 10.3390/nu7105394.
- 12) Ong, Lydia, Anita P. Pax, Adabelle Ong, Jitraporn Vongsvivut, Mark J. Tobin, Sandra E. Kentish, és Sally L. Gras. 2020. „The Effect of pH on the Fat and Protein within Cream Cheese and Their Influence on Textural and Rheological Properties”. *Food Chemistry* 332:127327. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127327.
- 13) Oyeyinka, Adewumi T., Julianah O. Odukoya, és Yusuf S. Adebayo. 2019. „Nutritional Composition and Consumer Acceptability of Cheese Analog from Soy and Cashew Nut Milk”. *Journal of Food Processing and Preservation* 43(12). doi: 10.1111/jfpp.14285.
- 14) Pazzola, Michele, Giorgia Stocco, Maria L. Dettori, Giovanni Bittante, és Giuseppe M. Vacca. 2019. „Effect of Goat Milk Composition on Cheesemaking Traits and Daily Cheese Production”. *Journal of Dairy Science* 102(5):3947–55. doi: 10.3168/jds.2018-15397.
- 15) Prazeres, Ana R., Fátima Carvalho, és Javier Rivas. 2012. „Cheese whey management: A review”. *Journal of Environmental Management* 110:48–68. doi: 10.1016/j.jenvman.2012.05.018.
- 16) Szakály, Zoltán, Mihály Soós, Nikolett Balsa-Budai, Sándor Kovács, és Enikő Kontor. 2020. „The Effect of an Evaluative Label on Consumer Perception of Cheeses in Hungary”. *Foods* 9(5):563. doi: 10.3390/foods9050563.

- 17) Talbot-Walsh, Grace, David Kannar, és Cordelia Selomulya. 2019. „pH effect on the physico-chemical, microstructural and sensorial properties of processed cheese manufactured with various starches”. *LWT* 111:414–22. doi: 10.1016/j.lwt.2019.05.036.
- 18) Tilocca, Bruno, Nicola Costanzo, Valeria Maria Morittu, Anna Antonella Spina, Alessio Soggiu, Domenico Britti, Paola Roncada, és Cristian Piras. 2020. „Milk Microbiota: Characterization Methods and Role in Cheese Production”. *Journal of Proteomics* 210:103534. doi: 10.1016/j.jprot.2019.103534.
- 19) Wadhwani, R., és D. J. McMahon. 2012. „Color of Low-Fat Cheese Influences Flavor Perception and Consumer Liking”. *Journal of Dairy Science* 95(5):2336–46. doi: 10.3168/jds.2011-5142.

Könyvek, előadásanyagok

1. Légrády P., 2001, Tojás, táplálkozás, egészség, Maecenas Könyvkiadó
2. Csapó J., Csapóné Kiss Zs., 2002, Tej és tejtermékek a táplálkozásban, Mezőgazda Kiadó, Budapest
3. Mednyánszky Zs. előadásanyag, Táplálkozási allergiák c. tárgy (tantárgy felvétele: 2023/2024 tanév, első félév), Állati eredetű allergének c. előadásanyag
4. Vargháné Tóth A. előadásanyag, Árukezelés c. tárgy (tantárgy felvétele: 2023/2024 tanév, első félév), A tojás és tojástermékek áruismerete, minőségi jellemzői, értékmérő tulajdonságai, átvételi szempontok c. előadásanyag

Internetes források

1. KSH, 2023 adatok
<https://www.ksh.hu/infografika/2023/tojas-infografika.pdf>
2. Kesu növény
<https://depositphotos.com/hu/photos/cashew-plant.html>
3. Szója növény
<https://www.agraroldal.hu/szojabab-termesztese-es-elonyei-zeni.html>
4. Totu rögös
<https://capriovus.eu/feldolgozott-tojastermekek/>
5. Totu krémes
<https://capriovus.eu/feldolgozott-tojastermekek/>
6. Kókuszszír
<https://multi-vitamin.hu/olajok/kokuszsir-kokuszolaj-1000ml-p2723>

7. Pálmaolaj

<https://multi-vitamin.hu/olajok/palmfood-fritozolaj-muanyag-vodorben-1l-p6044>

8. Sörélesztő pehely

<https://biobolt.eu/termek/naturmind-sorelesztto-pehely-300g/>

9. CIELab színmodell leegyszerűsített vázlata

https://mogi.bme.hu/TAMOP/muszaki_optika/ch04.html

10. 2011. évi 1169/2011/EU rendelet A fogyasztók élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatásáról

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:304:0018:0063:hu:PDF>

11. Codex Alimentarius Hungaricus 1-3/19-1 számú előírása a tejtermékekről

<https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/522773613/Magyar+elelmiszerkonyv.pdf>

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ábra: Kesu növény	13
2. ábra: Szója termés.....	14
3. ábra: Totu rögzös tojásfehérjekészítmény.....	15
4. ábra: Totu krémes tojásfehérjekészítmény	15
5. ábra: Kókuszszír.....	16
6. ábra: Pálmaolaj	16
7. ábra: Sörélesztő pehely	17
8. ábra: Zöldfűszeres sajthelyettesítő minta	20
9. ábra: Chilis sajthelyettesítő minta.....	20
10. ábra: Fóliatasakba helyezett minták.....	21
11. ábra: Fóliatasakba helyezett minták.....	21
12. ábra: Minolta CR 400 színmérő készülékkel színmérés.....	22
13. ábra: CIELAB színmodell leegyszerűsített ábrázolása	22
14. ábra: Állománymérő készülék, mérés közben.....	24
15. ábra: Sajthelyettesítő minták az érzékszervi bírálathoz előkészítve.....	25
16. ábra: Trappista sajt és a sajthelyettesítő minta tápérték adatai 100 g termékben	28
17. ábra: Zsírszegény trappista sajt és a sajthelyettesítő minta tápérték adatai 100 g termékben	30
18. ábra: Sajthelyettesítő minták színmérésének L^* értékei.....	34
19. ábra: Sajthelyettesítő minták színmérésének a^* értékei	35
20. ábra: Sajthelyettesítő minták színmérésének b^* értékei	36
21. ábra: A külső megjelenés értékelésének százalékos eloszlása.....	37
22. ábra: A szín értékelésének százalékos eloszlása	37
23. ábra: Az illat értékelésének százalékos eloszlása.....	38
24. ábra: Az íz értékelésének százalékos eloszlása	38
25. ábra: Az állomány értékelésének százalékos eloszlása.....	39
26. ábra: Az összbenyomás értékelésének százalékos eloszlása	39
27. ábra: Az érzékszervi bírálat átlageredményei	40

28. ábra: A sajthelyettesítő minták megvásárlására vonatkozó kérdés válaszainak százalékos eredményei.....	40
--	----

1. táblázat: Totu rögzös tápérték adatai	15
2. táblázat: Totu krémes tápérték adatai.....	15
3. táblázat: Kókuszszír tápérték adatai	16
4. táblázat: Pálmaolaj tápérték adatai	16
5. táblázat: Sörélesztő pehely tápérték adatai	17
6. táblázat: sajthelyettesítő minták receptúrája az első négy kísérletnél.....	18
7. táblázat: sajthelyettesítő minták receptúrája a második kettő kísérletnél	18
8. táblázat: sajthelyettesítő minták receptúrája a harmadik kísérletnél, fűszerekkel	19
9. táblázat: a zöldfűszer keverék összetevői	20
10. táblázat: tápértékszámítások eredményei a 100 g sajthelyettesítő mintához felhasznált összetevők mennyiségeinek függvényében.....	26
11. táblázat: Energiatartalom számítás eredményei.....	27
12. táblázat: A sajthelyettesítő minta tápérték táblázata.....	27
13. táblázat: a Trappista sajt és a sajthelyettesítő minta energiatartalma	29
14. táblázat: a zsírszegény trappista sajt és a sajthelyettesítő minta energiatartalma.....	31
15. táblázat: a sajthelyettesítő minták pH értékei és szórásai	31
16. táblázat: szárazanyagtartalom mérés eredmények	33
17. táblázat: állománymérés eredmények.....	41

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani a konzulensemnek, Vargháné Dr. Tóth Adriennek, amiért a szakdolgozatom megírása során mindig számíthattam a segítségére, valamint széleskörű szakmai tapasztalata által biztosította számomra a téma megfelelő kidolgozását.

Köszönettel tartozom továbbá az Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszéknek, hogy lehetővé tették számomra a méréseim elvégzését.

Vajsz Dalma Szakdolgozat

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Vajsz Dalma**
A Hallgató Neptun kódja: **G52NZK**
A dolgozat címe: **Fehérje alapú félkemény, félzsíros sajt helyettesítő fejlesztése és eltarthatósági vizsgálata**
A megjelenés éve: **2024.**
A konzulens intézetének neve: **Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**
A konzulens tanszékének a neve: **Állattermék és Élelmiszer-tartósítási 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.

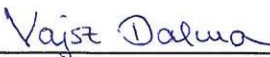
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. 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 könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024.10.29.


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Vajsz Dalma (G52NZK) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2024.10.29.



belső konzulens