

SZAKDOLGOZAT

Simai Eszter Szakdolgozat

Simai Eszter

2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Különböző tehéntej és növényi tejhelyettesítők
összehasonlító vizsgálata

Simai Eszter

Budapest

2023

**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet**

Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki

Árúkezelési technológiák és minőségügy

Szakedolgozat készítés helye: Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Hallgató: Simai Eszter

A szakedolgozat címe: Különböző tehéntej és növényi tejhelyettesítők összehasonlító vizsgálata

Konzulensek: Vargáné Dr. Tóth Adrienn és Barkó Annamária

Beadás dátuma: 2023.05.02.



szakedolgozat készítés helyének vezetője

Dr. Friedrich László



konzulensek

Vargáné Dr. Tóth Adrienn
Barkó Annamária



Dr. Hirtka Géza

Árúkezelési technológiák és minőségügy ismeretkör felelős

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	1
2. A munka célja.....	2
3. Irodalmi áttekintés	3
3.1. A tehéntej összetétele.....	3
3.2. A tej habképződési és habstabilitási tulajdonságait befolyásoló tényezők.....	5
3.3. A tej UHT hőkezelésének hatása	6
3.3.1. Az UHT kezelés hatása a tej vitamin és ásványi anyag tartalmára, valamint érzékszervi tulajdonságaira.....	6
3.4. A tej színét befolyásoló tényezők	7
3.5. Növényi italok.....	8
3.5.1. Kókuszital.....	9
3.5.2. A zab és zabital jellemzői.....	10
3.5.3. Mandulaital.....	11
3.6. A TOTU termékek, valamint a tojásfehérje.....	11
3.7. Az élelmiszerek állományát befolyásoló adalékanyagok	12
4. Anyag és módszer.....	14
4.1. Felhasznált anyagok.....	14
4.1.1. A minták előkészítése az érzékszervi bírálathoz, valamint a késztermék állományának méréséhez	14
4.2. A mérések bemutatása	15
4.2.1. A pH érték vizsgálata.....	15
4.2.2. A minták színének meghatározása.....	15
4.2.3. Habképződési és habstabilitási tulajdonságok vizsgálata	16
4.2.4. A minták vízdoldható szárazanyagtartalmának meghatározása.....	17
4.2.5. A minták reológiai tulajdonságainak vizsgálata rotációs viszkoziméterrel	18
4.2.6. Pudingok oszcillációs módszerrel végzett állományvizsgálata	19
4.2.7. A tej- és növény ital minták érzékszervi bírálata	20
5. Eredmények	21
5.1. A minták pH értékének vizsgálata	21
5.2. A minták színének vizsgálata	22
5.3. Habképző- és habstabilitási tulajdonságok vizsgálata.....	25
5.4. A minták vízdoldható szárazanyagtartalmának vizsgálata	26
5.5. Érzékszervi bírálat	29

5.6. Reológiai tulajdonságok vizsgálata	30
5.6.1. A minták rotációs vizsgálatának eredményei.....	30
5.6.2. A mintákból készült pudingok oszcillációs mérési eredményeinek vizsgálata.	34
6. Összefoglalás.....	38
Irodalomjegyzék.....	40
Köszönetnyilvánítás	44
Mellékletek.....	45

Simai Eszter Szakdolgozat

1. Bevezetés

A tej az egészséges étrend részét képezi. Tápanyag- vitamin- és ásványianyag tartalma miatt fogyasztása ajánlott a megfelelő egészségi állapot fenntartásához. Régebben a nyers tejet fogyasztották, ma már a technológiai fejlődés következtében a hőkezelt tejek fogyasztása a jellemző, hiszen ezek mikrobiológiai szempontból biztonságosabbak. A tej jelentős allergén forrás lehet bizonyos fogyasztók körében.

Napjainkban a változó étkezési szokások és trendek, valamint az egyre magasabb fogyasztói igények és a tej bizonyos összetevőivel szembeni érzékenység következtében egyre nagyobb igény jelentkezik az új termékek kifejlesztésére. A növényi alapú termékek iránt egyre nagyobb kereslet mutatkozik a piacon, ami mögött főként egészségügyi, etikai, vagy környezetvédelmi okok állhatnak. A fogyasztók egy része a tehéntejet különféle tejhelyettesítő italokkal pótolja, melynek legfőbb oka az említett laktóz intolerancia és a tejfehérje allergia. Laktóz intolerancia esetében nem termelődik szervezetünkben elég laktáz enzim a laktóz lebontásához, melynek következtében puffadást és hasi fájdalmat okoz. A tejallergia főként gyermekek körében gyakori. Az immunrendszer negatív immunreakcióval válaszol a tej főbb fehérjéinek a hatására (Patra és munkatársai, 2021).

A vegán étrend képviselői mellőzik az állati eredetű termékek fogyasztását így közöttük a tejet is ezért tejhelyettesítő alternatívákkal próbálják pótolni a szervezet számára nélkülözhetetlen ásványi anyagokat, vitaminokat és nyomelemeket, valamint a tej élvezeti értékét például kávéban.

Míg a tej önmagában tartalmazza a fontosabb vitaminokat, nyomelemeket, a növényi italokban ezeket pótolni szükséges. A növényi italokat dúsítják B-vitaminokkal, kalciummal, D-vitaminnal és E-vitaminnal is. Fehérjetartalmuk kisebb, mint a tehéntejé. A legnagyobb fehérjetartalma a szójából készült termékeknek van. A nagy fehérje bevitel rendkívül fontos a sportolók számára izom építése szempontjából. A növényi italok kisebb fehérje tartalommal rendelkeznek, viszont a tojásfehérje alapú italok nagy fehérjetartalmukkal járulnak hozzá az optimális fehérje-szint fenntartásához.

A legtöbb alternatíva megjelenésre a tejhez hasonlít, viszont érzékszervi és funkcionális tulajdonságokban lehetnek különbözőségek. A növényi alapú italokat extrakcióval állítják elő, melyek készülhetnek mandulából, kókuszából, zabból, szójából, rizsből, kesudióból és quinoából, valamint megtalálható több termék cukormentes és ízesített változata is.

2. A munka célja

A tejet helyettesítő italok egyre nagyobb szegmenst kapnak az élelmiszerpiacon. A vegán étrend elterjedésével egyre szélesebb termékpalettával találkozhatunk az élelmiszerüzletekben, melyek előállításához különféle növényi eredetű, valamint tojásfehérje alapú alapanyagokat használnak fel. Találkozhatunk vegán főzőkrém-, tejföl-, joghurt-, majonéz-, puding-, tej alternatívákkal és még sok más termékkel is.

Dolgozatomban arra a kérdésre kerestem a választ, hogy a tejhelyettesítő italok érzékszervi, fizikai, kémiai tulajdonságaiban mennyire különböznek az UHT hőkezeléssel előállított tehéntejektől. Az UHT tejek között vizsgáltam eltérő zsírtartalmú és különböző gyártótól származó termékek.

Az összehasonlítást érzékszervi vizsgálat és műszeres mérések segítségével végeztem.

Az érzékszervi tulajdonságok vizsgálatával céлом volt a termékek alapvető tulajdonságait megismerni, melyek közé sorolható a szín, íz, állomány és összbenyomás. Ezek azon tulajdonságok közé tartoznak, melyek alapján el tudjuk dönteni, hogy megvásárolnánk-e az adott terméket.

Műszeres mérések során vizsgáltam a minták pH-értékét, színét, vízdoldható szárazanyag tartalmát, habképző és habstabilitási, valamint a reológiai tulajdonságait

Reológiai méréseim során a tejek és növényi ital minták folyási tulajdonságait rotációs viszkoziméter segítségével hasonlítottam össze, valamint a tejekből és növényi ital mintákból készítettem pudingot a késztermék állományának összehasonlítása céljából.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A tehéntej összetétele

A tej alapvető élelmiszerek közé sorolható, mely a szervezet számára nélkülözhetetlen tápanyagforrást jelent. Ez a legismertebb és a leggyakrabban fogyasztott tejfajta globális szinten. A világ tejtermelésének 85 %-át a tehéntej adja, kisebb hányadot tesznek ki a más állatfajoktól származó tejek, melyek közé tartozik a bivalytej, kecsketej, juhtej és tevetej (Marchand és munkatársai, 2009). Más országokban, mint pl. többek között: Hollandiában és Franciaországban előfordul a ló- és szamáritej fogyasztás is, melyek a világ tejtermelésének kevesebb mint 0,1%-át teszik ki (Marchand és munkatársai, 2009). Az előbbieket főként a kozmetikai ipar használja fel, valamint egészségügyi szempontból is előnyös tulajdonságokkal rendelkeznek (W. L. Claeys és munkatársai, 2014). Összességében elmondható, hogy ezek a tejek ugyanazokat a fő összetevőket tartalmazzák kisebb nagyobb mennyiségben, melyek a víz, fehérjék, szénhidrátok, zsírok, vitaminok és ásványi anyagok.

A tej összetételét rendkívül sok tényező befolyásolhatja. Ezek közé sorolhatók a takarmányozási tényezők, a takarmány tápanyagértéke és összetétele, melyet befolyásolhat az évszak is. A tejösszetételt meghatározza, sőt jelentősen befolyásolja a tejelő állat fajtája, a genetikai adottságai, a laktációs időszak és a tartási körülmények.

A tehéntej összetevőinek legnagyobb hányadát kb. 87,3%-t a víz alkotja melynek kb. 96%-a szabad víz és 3-4% kötött vízként a hidrát burokbán valamint kémiaiilag kötött formában található (Fenyvessy és munkatársai, 2014).

A víz diszperziós közeget jelent a fehérjéknek. A fehérjék kb. 3,4% -át alkotják a tej zsírintes szárazanyagtartalmának, melyek a fehér színének kialakításában is szerepet játszanak. A tejben található fehérjék két nagy csoportra különíthetők el: kazeinfehérjék és savófehérjék. A kérődzők és nem kérődzők tejének kazein- és savófehérje tartalma különbözik. A szarvasmarhatejet szokták „kazeintejnek” is nevezni a magas kazeinfehérje tartalom miatt, mely a fehérjéinek kb. 80%-át alkotja (Malacarne és munkatársai, 2002). A különböző foszfortartalmú α - β - κ kazeinfehérjék okozzák a tejnek az oltós, valamint savas alvadását.

A tejfehérjék másik csoportját savófehérjék adják, melyek különböznek a kazeinfehérjéktől, hiszen nagy részük nem denaturálódik oltóenzim és sav hatására, viszont hőérzékenyebbek. Ebbe a csoportba tartoznak vérszérum albumin, β -laktoglobulin,

immunglobulinok és α -laktalbumin (W. L. Claeys és munkatársai, 2014; Fenyvessy és munkatársai, 2014). Ezek alapján megkülönböztethetünk kazeintejet és albumintejet. Kazeintejek közé sorolhatjuk a tehén, kecske és juhtejet. Albumintejek tartozik közé a lószamár- és anyatej (Dr. Szabó, 2012).

A tej egy zsír a vízben emulzió, melyben a zsír emulgeált állapotban van jelen. A tej zsírtartalmának nagy hányadát a zsírgolyócskák, kisebb hányadát a szabad zsírsavak, valamint foszfolipidek alkotják. A triglicerideket zsírsavak építik fel, melyek lehetnek telítettek, vagy egyszeresen és többszörösen telítetlenek.

A tejben található telített zsírsavaknak egészségtani szempontból pozitív hatásai vannak. A telített vajsav szerepet játszik a daganatos megbetegedések megelőzésében. A kaprilsav és a kaprinsav vírusellenes tulajdonsággal rendelkezik, valamint a laurinsav antibakteriális tulajdonságú. A telítetlen zsírsavak közé sorolható a linolsav és az α -lonilénsav (W. L. Claeys és munkatársai, 2014; Wendie L. Claeys és munkatársai, 2013; Fenyvessy és munkatársai, 2014).

A laktóz, vagy más néven tejcukor egy diszacharid, amely egy glükóz és egy galaktóz egységből áll. A fogyasztók jelentős hányada érzékeny a tejcukorra. A tejben lévő laktózt a laktáz (β -D-galaktozidáz) enzim bontja, melynek hiányában vagy nem megfelelő mennyiségű szintetizálásának okán a laktózt nem tudjuk megemészteni. Az ebben a problémában szenvedő fogyasztóknak laktózmentes tejtermékeket fejlesztettek ki. A laktózmentes tejhez természetes laktáz enzimet adnak, mely felbontja a laktóz molekulát így a glükóz felszabadul, ezáltal édesebb ízt érzékelhetünk.

Az intoleranciát kellemetlen tünetek jelezhetik a tejcukrot tartalmazó élelmiszerek elfogyasztása után, mint pl.: puffadás, hasi fájdalom, vizes széklet.

A tejfehérje allergia nem egyenlő a laktóz intoleranciával. A tejfehérje allergia esetében az immunrendszer negatív válaszreakciót vált ki a tej különböző fehérjéivel szemben, mint pl.: α -laktalbumin, β -laktoglobulin, és kazein. Tejfehérje allergia esetében teljes tejfehérje mentes étrendet kell alkalmazni a tejfehérjével szemben kiváltott negatív immunreakció elkerülése végett. (Schaafsma, 2008).

A tehéntejben található ásványi anyagok és nyomelemek szervesen ionok és sók formájában fordulnak elő, vagy képezhetnek komplexeket is (Vegarud és munkatársai, 2000). A tejben található ásványi anyagok, főleg a kalcium fontos szerepet játszik a kazein micellák szerkezetének felépítésében, de megtalálható a foszfor, nátrium, kálium és magnézium is.

A tejben található vitaminok mennyisége az évszaktól függ. Tavasszal és nyáron egy enyhe emelkedés figyelhető meg ezek mennyiségében melynek oka a friss takarmány. A zsírban oldódó vitaminok közül jelen van a D, E, K, A. A vízben oldható vitaminok közül megtalálható a C-vitamin, riboflavin, niacin, tiamin, pantoténsav, piridoxin, folsav (W. L. Claeys és munkatársai, 2014; Guetouache és munkatársai, 2014).

3.2. A tej habképződési és habstabilitási tulajdonságait befolyásoló tényezők

A tejhab egy kolloid rendszer, melyben a buborékokat, a tejben levő felületaktív anyagok, a fehérjék és a lipidek stabilizálják (Damodaran, 2005). A kávé italoknál meghatározó szerepet tölt be a tejhab minősége és stabilitása. Manapság a kávékhoz nagyrészt tehéntej felhasználásával készítenek habot, de előfordul azért, hogy növényi alapú alternatívákat is habosítanak.

A tej habosítását kávézóokban általában tejhabosítóval, gőzöléssel végzik. Leggyakrabban mechanikai módszerrel keveréssel vagy buborékolatással állíthatunk elő a habot. Buborékolatás esetében a forró gázt egy vékony kapilláris csövön keresztül a tejbe befújják, melynek hatására a tej felmelegszik, ezáltal a fehérjék részlegesen denaturálódnak, mely növeli a habstabilitást (Silva és munkatársai, 2008). Általában ezt a módszert alkalmazzák kávézóokban. Keveréssel történő hab előállítás esetén a folyadékból habverő segítségével lehet habot előállítani (Marinova és munkatársai, 2009). Dolgozatomban a keveréses módszer segítségével állítottam elő a habot.

A lipidek közé sorolhatjuk a mono- és diglicerideket, szabad zsírsavakat és foszfolipideket.

A fehérjék felületaktív tulajdonságait a szerkezetükben levő hidrofil és hidrofób csoportok erősítik. Felületaktív fehérjék közé tartoznak a tejsavófehérjék, valamint a kazeinfehérjék, melyek adszorbeálódni tudnak a levegő-folyadék határfelületen. A tej habosságát befolyásolhatja az, hogy a fehérjék milyen gyorsan jutnak el a levegő-folyadék határfelületre, valamint a hab stabilitását meghatározhatja, hogy a levegő-folyadék határfelületen adszorbeálódott fehérjék képesek-e létrehozni intermolekuláris kölcsönhatásokkal viszkoelasztikus filmet (Damodaran, 1997).

Kamath és munkatársai (2008) különböző zsírtartalmú tejek habképző és habstabilitási tulajdonságait vizsgálta 5- 85 °C közötti hőmérsékleti intervallumon. Méréseik során megállapították, hogy a hőmérséklet és a tejszírtartalom hatással van a habképző és habstabilitási tulajdonságokra. Megállapították, hogy a tej felületi feszültsége csökken a

hőmérséklet emelésével, mely javítja a habképző tulajdonságot. Sovány tejből a legstabilabb habot 45 °C hőmérsékleten képezték. A teljes és sovány tejek habképző és habstabilitási tulajdonságai közötti eltérést a tejszírtartalom mennyiségével is összefüggésbe hozták mivel teljes tejből 15- 45 °C közötti hőmérsékleten nem képeztek olyan stabil habot, mint a sovány tejből.

3.3. A tej UHT hőkezelésének hatása

A nyerstej az emberi egészségre nézve ártalmas élelmiszereredetű kórokozókat tartalmazhat, többek között *Salmonellát* és *E. colit*. A nyerstej fogyasztása kockázatot jelenthet egészségtani szempontból, de ez kiküszöbölhető a hőkezelés alkalmazásával.

A hőkezelési hőmérséklettől és a hőntartási időtől függően többféle módját különböztetjük meg: termizálás, pasztörözés, sterilizálás, melybe beletartozik az UHT hőkezelési technológia.

A termizálás a kíméletes hőkezelési eljárások közé tartozik, mely során a tejet 15-20 másodpercen keresztül 57-68 °C-on tartják. Ez az eljárás nem ad teljes biztonságot a kórokozókkal szemben.

A pasztörözés során a tejet 71-74 °C-on tartják, 15-40 másodpercig, ezáltal teljes védelmet biztosít a tejben levő összes mikroorganizmussal szemben ideértve a patogéneket is. Napjainkban egyre többen vásárolnak UHT tejet.

Az UHT (Ultra High Temperature Treated) technológiával kezelt tejet 135-140 °C-ra melegítik majd rövid 2-3 másodperc hőntartási idő után visszahűtik, ezt követően aseptikusan csomagolják (Qi és munkatársai, 2015). Az ilyen hőkezelési eljárással előállított termékek mikrobiológiai szempontból hosszan eltarthatók, akár szobahőmérsékleten is.

Kereskedelmi forgalomban különféle zsírtartalmú tejet különböztethetünk meg : 0,1%, 1,5%, 2,8% és 3,5%.Az UHT hőkezelési technológiával előállított termékek bontatlan állapotban akár 9-12 hónapig is eltarthatók hűtött tárolás nélkül (Akkerman és munkatársai, 2021).

3.3.1. Az UHT kezelés hatása a tej vitamin és ásványi anyag tartalmára, valamint érzékszervi tulajdonságaira

A tej sok vízben oldódó, valamint az összes zsírban oldódó vitamint tartalmazza. A vitaminok szempontjából fontos, hogy a hőkezelési hőmérséklet hatásának ellenére

megmaradjanak a szervezet normális működéséhez szükséges esszenciális vitaminok, valamint ásványi anyagok.

Ásványi anyagok szempontjából kiemelten fontos a kalcium. Ez az ásványi anyag szerepet játszik a véralvadásban, izomösszehúzódnásban, valamint nélkülözhetetlen az erős csontok megőrzéséhez és a megfelelő csontsűrűség fenntartásához. Egy kutatás során összehasonlították többek között a nyers tehéntej, valamint az UHT technológiával kezelt tej vitamin és ásványi anyag tartalmát. A kutatás eredményei szerint a vitaminok esetében különbséget a nyerstejhez képest a B2-vitamin és B12-vitamin mennyiségében állapítottak meg, mely a hőkezelés hatására csökkent viszont a hőkezelés nem csökkentette a tej ásványi anyag tartalmát, tehát a kalcium szint is megegyezik a nyerstejével (Wendie L. Claeys és munkatársai, 2013).

A nyers, valamint a hőkezelt tej íze és színe között különbség van. A különbséget feltételezhetően a hőkezelési eljárás következtében tapasztalhatjuk. Magas hőmérsékleten a redukáló cukrok szabad aminos csoporttal reagálnak, amit Maillard-reakciónak nevezünk. A reakció következtében karamellizálódást tapasztalhatunk, ami színben és ízben is eltérést okozhat a nyers tejtől. A Maillard reakció és/vagy karamellizálódás során keletkezett barna színű pigmentek (melanoidek) miatt tapasztalhatjuk a színelkülönbséget.

A bontatlan termék tárolása alatt különböző változások, fizikai-kémiai folyamatok mehetnek végbe a termékben, melyek negatív hatással lehetnek a minőségre. Bekövetkezhet irreverzibilis öregedési gélesedés, mely a fehérje térszerkezet változásának következtében jöhet létre, melynek következménye lehet az ülepedés a csomagolás alján és nagymértékű zsírkiválással a tej felszínén (Anema, 2019). Az üledékek a fehérjék aggregátumaiból vagy különböző méretű fehérje részecskékből állhatnak (Gaur és munkatársai, 2018).

Az öregedési folyamatok hatására a viszkozitásban növekedés figyelhető meg (Fellows, 2009). Ennek a háttérben állhat a kazein proteolitikus lebontása hőálló enzimek segítségével, valamint a kappa-kazein és β -laktoglobulin komplexek képződése (Fellows, 2009).

3.4. A tej színét befolyásoló tényezők

Általában a legelső szempont, amit a fogyasztók a termék vásárlásakor figyelembe vesznek, a termék színe. A termék színéből megállapítható az adott termék frissessége, de akár ízére is lehet következtetni. A tej színe utalhat az esetleges romlási állapotra is (Lakade, és munkatársai, 2017).

A termék színét színmérő készülékkel lehet meghatározni melynek eszköze lehet a koloriméter és spektrofotométer. A legtöbb ilyen eszköz alkalmas a termékek különböző színösszetevő értékeit megadni melyek a CIE színrendszer alapján L^* , a^* , és b^* .

A tej színét különböző tényezők alakíthatják. A tej alapvetően fehér színű természetes színét a zsírgolyócskák, kalcium-kazeinát valamint a kalcium-foszfát befolyásolhatja (Chudy és munkatársai, 2020).

Az „ L^* ” világossági tényező a folyadék fehérségét mutatja meg melyet a kazein micellák, valamint a zsírgömbök mennyisége befolyásolhat (Owens és munkatársai, 2001). A homogenizálás növelni tudja, a hőkezelés növekedést és csökkenést is tud előidézni az L^* értékében. A növekedés mögött a β -laktoglobulin denaturációja állhat (Chudy és munkatársai, 2020).

Ye és munkatársai, (2017) kolorimetriás és számítógépes látórendszer segítségével vizsgálták többek között a nyers tehéntej, sterilizált tehéntej, pasztörözött tehéntej színét, Megállapították, hogy a sterilizálással hőkezelt tej világossági tényezőjének értéke volt a legmagasabb (86,9) majd a pasztörözött tejé (86,4). A nyers tehéntejhez képest magasabb volt sterilizált tej világossági tényezőjének értéke. Tehát a magas hőmérsékleten történő hőkezelés a pasztörözés vagy az UHT technológia növelte a tej világossági tényezőjének az értékét.

A tej sárgás színét jellemző érték azaz a b^* értéke a zsírtartalom növekedésével a zsírban oldódó karotinoidek miatt magasabb lehet (McDermott és munkatársai, 2016). Szabad szemmel is látható, hogy a magasabb zsírtartalmú tej sárgásabb színű. Az UHT tej színe a tárolás alatt végbemenő fizikai-kémiai reakciók során változhat (Kneifel és munkatársai, 1992). A tárolási hőmérséklet emelkedése befolyásolja a végbemenő változások sebességét. Kneifel és munkatársai (1992) megállapították, hogy a b^* növekedését a savasodással is lehet magyarázni. Popov-Raljić és munkatársai (2008) szerint a tárolási idő növekedésével a sárga szín csökkenhet, amely a riboflavin, B-karotin és az A vitamin molekulák lebomlása következtében jelentkezhethet.

3.5. Növényi italok

A gyakori tejcukor-intolerancia, valamint tejfehérje allergia miatt egyre jobban előtérbe kerülnek különféle tejhelyettesítő italok. A legismertebb növényi italok a mandula, kókusz, zab, szója, rizs, de már a boltok polcain található többek között cukormentes, ízesített és barista változatok is (1. ábra).

Különbség van ezek tápanyagtartalmában, melyet a szárazanyagtartalom vizsgálat kiértékelésénél szemléltettek. A növényi italok fehérjetartalma alacsonyabb a tehéntejhez képest, ezért fogyasztásuk magas fehérjetartalmú étrend esetében nem a leghatékonyabb. Az említett italok dúsítva vannak a szervezet számára elengedhetetlenül fontos vitaminokkal és ásványi anyagokkal: B12 vitamin, riboflavin, kalcium, jód.



1. ábra: Tejhelyettesítő italok (saját kép)

3.5.1. Kókuszital

A kókuszpálma (*Cocos Nucifera*) a trópusi országokban, elsősorban az ázsiai régióban termesztett növény (Segura-Badilla és munkatársai, 2020). Gyümölcse a kókuszdió, mely igen hasznos tulajdonságokkal rendelkező gyümölcs. A kókuszdiónak szinte minden része értékes. Hasznosítható összetevői a kókuszolaj, kókusztej, kókuszhus, kókuszvíz, melyeket több területen fel lehet használni az élelmiszeriparban, de kozmetikai területen is.

A kókusztej és a kókuszvíz a különböző tejhelyettesítő italok fontos összetevője. A kókusztej egy fehér tejhez hasonlító folyadék, melyet a kókuszdió húsból nyernek ki extrakcióval (Patil és Benjakul, 2018). A kókusztej fogyasztásának jótékony hatását a vírusellenes, antibakteriális hatásával hozták összefüggésbe (Tulashie és munkatársai 2022). A kókusztej értékes összetevőket tartalmaz, mint például a tejben is megtalálható laurinsav, mely támogatja az immunrendszert, valamint zsírban oldódó antioxidáns hatású E-vitamint, mely véd a szabadgyökök káros hatásától. A tejhez hasonlóan tartalmaz ásványi anyagokat a megfelelő vörösvérsejt és hemoglobin képződéséhez szükséges vasat, valamint bőr-haj-köröm szépségét támogató és az immunrendszer megfelelő működését biztosító cinket. A kozmetikai iparban sokféle készítmény kapható, melyeket kókusztej vagy kókuszvíz hozzáadásával készítenek: arckrémek, hajapoló termékek, samponok. Tartalmazza még a csontok védelmét szolgáló kalciumot, valamint magnéziumot is. A kókusztej közepes szénláncú triglicerid zsírsavakat tartalmaz, melyek könnyen emészthetők, támogatják az anyagcserét. A kókusztej házilag is előállítható a kókuszhus kézi kipréselésével (Tulashie és munkatársai, 2022).

Több típusa megtalálható az Alpro termékcsaládon belül: eredeti kókuszital, valamint cukormentes változata, bio kókuszital, kókusz-mandulaital, csokis-kókuszital melyek tápanyagtartalomban eltérnek egymástól. Elmondható, hogy a cukormentes kókuszital tartalmazza a legkevesebb kalóriát. Mivel nem tartalmaz cukrot így megfelelő választás lehet cukorbeteg számára is.

A zsírok fontos tápanyagok melyek közreműködnek a szervezet anyagcseréjében, valamint energiaforrást biztosítanak továbbá a zsírban oldódó vitaminok felszívódását segítik elő. A megfelelő zsírmennyiség bevitelre oda kell figyelni, viszont a zsír mennyisége és a telített, valamint a telítetlen zsírsavak bevitelének aránya befolyásolja az egészségi állapotot.

A bio kókuszital és az eredeti kókuszital csak telített zsírsavakat tartalmaz. A telített zsírsavak főként az állati eredetű termékekben vannak jelen nagy mértékben, de ide sorolható a kókuszolaj is, mely szintén magas telített zsírsavtartalommal rendelkezik. A bio kókuszital tartalmazza a legkevesebb zsírt és vitamint a kókusztejtartalmú italok körében.

A mandulás kókuszital tartalmaz telített zsírsavak mellett egyszeresen telítetlen és többszörösen telítetlen zsírsavakat is. A telítetlen zsírsavak folyékony halmazállapotúak. A telítetlen zsírsavak a HDL koleszterinszint szintjének fenntartásához járulnak hozzá.

Vitamintartalom tekintetében mindegyikben megtalálható a kalcium. A mandula-kókuszitalban jelen van az E-vitamin, D-vitamin, B2 és B12 vitamin.

3.5.2. A zab és zabital jellemzői

A zab önmagában is kiváló rost- és fehérjeforrás. Több emberi egészséget pozitívan befolyásoló vegyületet tartalmaz, melyek segítenek a szív-és érrendszeri problémák, gyomorproblémák, valamint daganatos betegségek megelőzésében.

A béta glükán egy élelmi rost, melynek egyik fő forrása a zab. Koncentrációját a zab termesztési, feldolgozási körülményei befolyásolják (Patra és munkatársai, 2022). Egészségre gyakorolt pozitív hatásai közé tartozik a vércukorszint csökkentése, valamint a vér koleszterinszintjének csökkentése. A zab antioxidáns hatású összetevői közé tartozik az E-vitamin és a szterolok. Az utóbbi csökkenti a vér koleszterinszintjét. A zab és zabtermékek alacsony glikémiás indexszel rendelkeznek így fogyasztásuk előnyös a cukorbeteg számára (Martínez-Villaluenga és Peñas, 2017).

A zab kitűnő magnézium forrást jelent, mely a sejtek megfelelő oxigén ellátottságáért felelős. Nemcsak a sejtek működését segíti, hanem az emésztőrendszer működését is támogatja.

Az Alpro növényi tejhelyettesítő italok között is megtalálható az eredeti és a cukormentes változata. A cukormentes zabital több többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmaz, melyek a vér jó koleszterinszintjét növelik.

Vitamintartalom szempontjából az eredeti zabital és a cukormentes ital ugyanolyan mennyiségben tartalmaz B2, B12 és D vitamin, valamint kalciumot.

3.5.3. Mandulaital

A mandulaital enyhén édes-sárgás színű kolloid szuszpenzió, amely fő összetevői a víz és a mandula. A mandulamag magas zsirtartalommal (44-61%) és fehérjetartalommal (16-26%), viszont alacsony szénhidrát-tartalommal (2-8%) rendelkezik (Yada és munkatársai, 2011). A mandulában lévő lipidek intracelluláris olajcseppek formájában vannak jelen, melyeket egy foszfolipid réteg vesz körül (Beisson és munkatársai 2001).

Li és He, 2004 vizsgálatai alapján megállapították, hogy a mandulamagban összesen 188 különböző fehérje található. Ezek közül egyesek kisebb mások nagyobb mértékben találhatók meg a magban. A mandula fő fehérjéje az amandin, mely a vízzel extrahálható fehérjék 65-70 %-át teszi ki (Wolf és Sathe, 1998). A mandulafehérjék oldhatósága 6-11 pH között a legtokéletesebb, alacsonyabb pH értéken jelentősen csökken (Sathe 1992; Wolf és Sathe, 1998).

A mandulaital szintén kedvelt a fogyasztók körében. Megtalálható eredeti, és ízesített változatokban.

3.6. A TOTU termékek, valamint a tojásfehérje

A TOTU termékek tojásfehérje alapú termékek. A növényi italok mellett ezek a termékek is kiváló alternatívaként szerepelhetnek a laktóz intoleranciában, valamint a tejfehérje allergiában szenvedő fogyasztók étrendjében, hiszen laktózmentesek. A termékek fogyasztásának előnye, hogy tartósítószer mentesek. Kizárólag étkezési só, ételecet, valamint proteáz enzim felhasználásával készülnek. Nem tartalmaznak zsírt, valamint szénhidrát-tartalmuk is alacsony, ezáltal kalória-tartalmuk is csekély, valamint az alacsony cukortartalom miatt a cukorbetegnek is ideális. Alacsony szénhidrát-tartalmú étrendekbe is tökéletesen beilleszthető.

A megfelelő fehérje bevitel elengedhetetlen a sportolók, valamint testépítők körében is. Fehérje hiányában az izmok nem tudnak megfelelően működni és épülni. A TOTU termékek fő összetevője a tojásfehérje így optimális biztosítékot jelent a fehérje pótlásában és bevitelében.

A tojásfehérje a tyúktojás egyik összetevője. A tyúktojás az egészséges és kiegyensúlyozott étrend része. Élelmiszeripari feldolgozás szempontjából is kiemelten fontos, hiszen sütemények, kekszek, italok és még nagyon sok más élelmiszer előállításának kihagyhatatlan összetevője.

A tyúktojás három fő részből áll. A meszes héjből, sárgájából, valamint fehérje részből. Részei értékes összetevőket tartalmaznak. Héja kollagén és hialuronsav tartalmának köszönhetően a bőr rugalmasságának, feszségének megőrzésében, valamint a porcok egészségének megőrzésében kiemelkedő szerepet játszik. A tojás három fő része közül a legnagyobb hányadot a tojásfehérje teszi ki majd a tojássárgája és a héj.

A tojásfehérje különböző funkcionális tulajdonságokkal rendelkező fehérjéket tartalmaz: ovalbumin, ovotranszferrin, ovomucin, ovomukoid, lizozim, globulin és avidin (Razi és munkatársai, 2023).

Az ovalbumin a tojásfehérje fő fehérjéje, mely növeli a fehérjék gélképző tulajdonságait valamint a habzási tulajdonságokat (Croguennec és munkatársai, 2007). Egy 45 kDa molekulatömeggel rendelkező glikoprotein, melynek izoelektromos pontja ~4,5 (Razi és munkatársai, 2023). Az ovoglobulin szintén fontos szerepet játszik a habképzésben. Három fontos frakcióját ismerjük (G1, G2 és G3), melyek közül a G1-et a lizozimmal azonosították (Mine, 1995; Razi és munkatársai, 2023). A lizozim tulajdonságai közé tartozik az antimikrobiális tulajdonság, mivel a Gram- pozitív baktériumok sejtfalában lévő murein fehérjét képes szétromcsolni (Razi és munkatársai, 2023).

3.7. Az élelmiszerek állományát befolyásoló adalékanyagok

A különböző élelmiszer adalékanyagok más-más funkciót töltenek be a termék tökéletessé tételében. Az Európai Unióban engedélyezett adalékanyagokat hivatalosan E-számokkal is jelölik. A termékek címkéjén gyakran találkozhatunk ezzel a jelöléssel. Az adalékanyagokat funkciójuk alapján csoportosíthatjuk, melyeket 3 jegyű számokkal jelölünk. Főbb csoportok a színezékek, tartósítószer, antioxidánsok, emulgeálószer, szervetlen sók, ízfokozók, édesítőszer, valamint a módosított keményítők.

A termék állományának megfelelő kialakítása rendkívül fontos a tejtermékek esetében is. Egy puding fogyasztásánál sem mindegy, hogy milyen állományú, viszkozitású terméket fogyasztunk, hiszen ez befolyásolja a fogyasztó kedveltségét az adott termékkel szemben. Puding esetében is különbséget lehet tenni a viszkózusabb, valamint a kevésbé viszkózus termék között, valamint az italok esetében is érzékelhető különbségeket tapasztalhatunk krémesség szempontjából. A megfelelő állomány és stabilitás kialakításában fontos szerepet

játszanak az E-400 jelöléssel kezdődő stabilizálószer, emulgeálószer, sűrítő anyagok, tömegnövelő szerek, zselésítő anyagok.

Az emulziók vagy víz az olajban, vagy olaj a vízben emulziók lehetnek. Az emulgeálószer segít abban, hogy ezek a fázisok homogén rendszert tudjanak alkotni, ne legyen fázisszétválás. Az emulgeátorokat leggyakrabban olaj a vízben emulziókban használják általában stabilizálószerekkel együtt (Lal, O'Connor, és Eyres, 2006).

A tejhelyettesítő italok összetevő listáján is megtalálhatók, többek között a guargumi, gellángumi, xantángumi, szentjánoskenyér liszt, valamint lecitinek. A xantángumi, egy természetes poliszacharid, melyet a *Xanthomonas campestris* baktérium termel (García-Ochoa és munkatársai 2000). A lecitin szintén egy természetes emulgeálószer, melyet felhasználnak az élelmiszeriparban, de a kozmetika- és a gyógyszeriparban is. Két típusa a napraforgó, valamint a szója lecitin ismert. A szentjánoskenyér liszt egy stabilizátor, mely képes növelni más stabilizálószerek hatását (Internet 2). A mandulaitalban a gellángumival együtt alkalmazzák. A gellángumit (E418) cukor erjesztésével állítja elő a *Sphingomonas elodea* baktériumfaj (Graham és Lise, 2021). A gellángumi szintén javíthatja más adalékanyagok, többek között a xantán és a szentjánoskenyér liszt zselésítő tulajdonságát (Internet 4).

4. Anyag és módszer

4.1. Felhasznált anyagok

1. táblázat: A mérésekhez felhasznált anyagok

Termék neve	Jelölés	Érzékszervi bírálathoz használt kódolás	Gyártó/gyártási hely	Zsírtartalom	Hőkezelés
Zabital	Z	105	Alpro	1,5 g	UHT
Kókuszital	K	109	Alpro	0,9 g	UHT
Kókuszital cukormentes	Kc	101	Alpro	1,2 g	UHT
Kókusz- mandulaital	KM	103	Alpro	1,3 g	UHT
Mizo 1,5 % tej (kontroll)	1,5% K	126	Sole-Mizo	1,5 g	UHT
Mizo 1,5 % laktózmentes tej	1,5% Lm	124	Sole-Mizo	1,5 g	UHT
Auchan tej	0,1% 0,1%	128	Magyarország	0,1 g	UHT
TOTU tojásfehérje készítmény	ital, TOTU	107	Capriovus Kft.	0 g	100°C alatti hőkezelés

A mintákat a vizsgálatok előtt hűtött körülmények között tároltam, 2 °C hőmérsékleten.

4.1.1. A minták előkészítése az érzékszervi bírálathoz, valamint a késztermék állományának méréséhez

Az érzékszervi bírálathoz a mintákból 20-20 ml-t töltöttem 80 ml-es műanyag poharakba, a szárazanyagtartalom méréshez 2 g-ot mértem ki petricsészékbe, a puding készítésnél 100 ml mintához adtam 15,6 g Dr. Oetker Gála főzés nélküli pudingport, a habstabilitás és habképződés vizsgálatához 150 ml mintát mértem ki.

4.2. A mérések bemutatása

Dolgozatomban az alábbi mérések elvégzésével hasonlítottam össze az általam kiválasztott növényi italok és a tehéntej, tojásfehérje alapú ital, valamint a mintákból készített pudingok tulajdonságait.

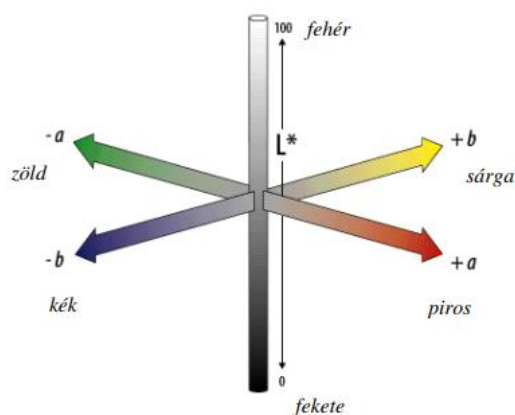
4.2.1. A pH érték vizsgálata

A termék pH-értékének vizsgálata rendkívül fontos, hiszen ez jelzi, különösen tejtermékek esetén a termék megfelelő minőségi/fogyaszthatósági állapotát. A savasodás a termék romlását jelezheti, mely a termék színében is változást idézhet elő (Kneifel és munkatársai, 1992). A pH-érték megállapításához TESTO 206 szűrőelektródás műszeres pH-mérőt használtam. Első lépésként pH=4 és pH=7 puffer oldattal kalibráltam a műszert. A mintákat 100 ml-es főzőpoharakba öntöttem és 3-3 párhuzamos mérést végeztem.

4.2.2. A minták színének meghatározása

Általában a szín az, mely a fogyasztóban az első benyomást kelti a termék felől. Legfőképpen ez alapján dönti el, hogy melyik terméket vásárolja, hiszen tükrözi a frissesség vagy érettség állapotát is.

A CIE-L*-a*-b* hazánkban is szabványos színrendszerét használtam a színösszetevők meghatározására. Az anyagok színe számszerűsíthető. A színek a három alapszínből: zöld, kék és vörös, előállíthatók. A CIE L*-a*-b* háromdimenziós színrendszer három tengelyen ábrázolja a koordinátákat: L* világosság (0-100), a* vörös-zöld (+50 - -50), b* sárga-kék (+50 - -50) színezetet jelenti (2. ábra) (McDermott és munkatársai, 2016). Minél nagyobb abszolút értéket tudunk leolvasni a különböző tengelyekről, annál intenzívebben érzékelhető a minta színe (McDermott és munkatársai, 2016).



2. ábra: A CIE Lab színrendszer (Csóka, 2014)

A színíngerkülönbséggel (ΔE_{ab}^*), azaz két színpont közötti térbeli távolsággal jellemezhető a minta színparamétereinek változása, melyet a következő egyenlettel számolhatunk (Milovanovic és munkatársai, 2021)

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2 + (L^* - L_0^*)^2} \quad \text{1. egyenlet}$$

Ahol: a^* - az adott minta vörös-zöld színezete, a_0^* - a kontroll minta vörös-zöld színezete, b^* - az adott minta sárga-kék színezete, b_0^* - a kontroll minta sárga-kék színezete, L^* - az adott minta világossági tényezője, L_0^* - a kontroll minta világossági tényezője. Minél nagyobb a ΔE_{ab}^* értéke, annál jobban érzékelhető a színekülönbség. Az érzékelhető színekülönbség tartományai a következők (Cserhalmi és munkatársai, 2006): nem érzékelhető (0-0,5), minimálisan érzékelhető (0,5-1,5), érzékelhető (1,5-3), jól érzékelhető (3-6), erősen érzékelhető (6-12), jelentős eltérés (12<).

Méréseimet a Konica Minolta CR-400 típusú készülékkel végeztem, melyet Folpack háztartási fólián keresztül az etalon segítségével kalibráltam. Minden mintából 5-5 párhuzamos mérést végeztem. Az eredményeket átlagoltam és ezekből határoztam meg a ΔE_{ab}^* értéket, melyet a kontroll mintához viszonyítottam.

4.2.3. Habképződési és habstabilitási tulajdonságok vizsgálata

A tej habzó tulajdonságai fontosak az élelmiszeriparban, de a mindennapi életben is egyaránt. Cappucino készítésénél, de akár más kávé típusoknál is fontos, hogy jó stabilitású habot képezzünk. Kávékészítéshez általában tehéntejből készítenek habot, de ritkább esetekben előfordul a növényi italok használata.

A tejjabok légbuborékok, víz és felületaktív fehérjék által alkotott kolloid rendszerek (Oetjen és mtsai. 2014). Ho és munkatársai (2019), vizsgálatuk során nyers tejet hasonlítottak össze homogenizált sovány tejjel, valamint pasztörözött teljes tejjel. A nyers tehéntejnek volt a legalacsonyabb habképző tulajdonsága. Megállapították, hogy a magas tejszírtartalom a habképződést negatívan befolyásolja, valamint a homogenizálás a habképződést növeli.

Oetjen és munkatársai (2014) az 1,5 % és 3,5% zsírtartalmú UHT és pasztörözött tejek habképző- és habstabilitási tulajdonságait különböző hőmérsékleteken vizsgálták és megállapították, hogy a habzási tulajdonság függ a hőmérséklettől is.

Mintáimból 150 ml-t mértem ki, melyekből a következő ábrán látható Silver botmixer segítségével képeztem habot.



3. ábra: Silver botmixer (saját kép)

A mintákat 60 mp-ig vertem majd, 60 perc letelte után, leolvastam a mérőhenger oldalán lévő skála segítségével a kiváló lé térfogatát. Mintáimból egy-egy mérést végeztem.

A következő képleteket használtam a számításokhoz:

$$\text{Habképződés (\%)} = \frac{\text{a képződött hab térfogata}}{\text{a kiindulási folyadék térfogata}} * 100 \quad \text{2. egyenlet}$$

$$\text{Habstabilitás (\%)} = \frac{\text{a hab térfogata a 60.percben}}{\text{a hab térfogata a 0.percben}} * 100 \quad \text{3. egyenlet}$$

4.2.4. A minták vízdoldható szárazanyagtartalmának meghatározása

A minta szárazanyag tartalmának a vizsgálat után visszamaradt anyag tömegét értjük tömegszázalékban kifejezve (MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV: III. kötet, 3-1-92/608 módszer, 2004). Az élelmiszerek több értékes komponenst tartalmaznak, kisebb nagyobb mértékben.

A mintákat először jól összeráztam a feltételezhető ülepedés miatt, hogy a komponensek egyenletesen osztdjanak el a termékekben. Az üres petri csészéket lemértem táramérlegen, majd lemértem a 2 g mintával együtt is. Az adatokat minden esetben feljegyeztem. A petri csészéket szárítószekrénybe helyeztem 102 °C-on, majd 24 óra elteltével táramérlegen visszamértem a mintákat a Petri csészékkel együtt. A szárítószekrényben a minták víztartalma elpárolgott. Minden mintából 3-3 párhuzamos mérést végeztem. Az adatokból kiszámoltam a minták szárazanyagtartalmát, melyet tömegszázalékban kaptam meg az alábbi egyenlet segítségével:

$$SZA\% = \frac{\text{visszamért tömeg} - \text{Petri csésze tömege}}{\text{bemért minta tömege}} * 100 \quad \text{4. egyenlet}$$

Minden mintából 3-3 párhuzamos mérést végeztem, majd az átlagolt adatokat diagramon szemléltetem.

4.2.5. A minták reológiai tulajdonságainak vizsgálata rotációs viszkoziméterrel

A reológia az anyag erőhatás bekövetkeztében fellépő deformációjának változásával foglalkozó tudomány (Park, 2007). Dolgozatomban a folyadék minták, valamint a belőlük készített pudingok reológiai tulajdonságait is vizsgáltam rotációs reometriai és oszcillációs mérésekkel. A folyadékrétegek elmozdításához erőkifejtés szükséges. A folyadékok fizikai tulajdonságai közé tartozik a viszkozitás. A viszkozitás a folyadék belső ellenállásának a mértéke az erőhatás kifejtésével szemben (Park, 2007). Megkülönböztetünk Newtoni és nem-Newtoni folyadékokat (Broniarz-Press és Pralat, 2009). A szakirodalom szerint a Newtoni folyadékok esetében a nyírófeszültség arányos a nyírási sebességgel (Park, 2007). A növényi italok többkomponensű kolloid rendszerek melyek folyási tulajdonságait a látszólagos viszkozitás görbéről tudjuk meghatározni. Ebben az esetben a látszólagos viszkozitást ábrázoltam a nyírási sebesség függvényében.

A tejmintákat és a tejhelyettesítő italminták vizsgálatát Anton Paar MCR 92-es rotációs és oszcillációs viszkoziméterrel végeztem. Rotációs mérések esetében a vizsgált tej és alternatíva mintákat két forgó elem (kúp-lap) közé helyeztem. Ez a mérőrendszer áll egy lapból, amely nem végez mozgást, valamint egy kúpból mely rotációs mozgást végez meghatározott sebességgel. Ezáltal létrejön a nyírófeszültség és a deformációsebesség. Ezek a mérő elemek lehetnek lap-lap, kúp-lap, és koncentrikus hengerek.

A műszereket Rheo Compass program vezérelte, mely a mérési adatokat Excelben rögzítette. A mérési tartomány 10-1000 (1/s). Minden minta esetében két intervallumot mértem, ezek a gyorsuló szakasz (10-1000 1/s), valamint a lassuló szakasz (1000-10 1/s). A mérési hőmérséklet 15 °C volt. Az intervallumonként felvett mérési pontok száma 31. Mintáimból 3-3 párhuzamos mérést végeztem, melyeket a Herschel-Bulkley modell segítségével értékeltem ki, melyet a következő egyenlet ír le:

$$\tau = \tau_0 + K\dot{\gamma}^n \quad \text{5. egyenlet}$$

A képlet összetevőinek jelentése (Broniarz-Press és Pralat, 2009):

- τ : nyírófeszültség, Pa
- τ_0 : folyáshatár, Pa
- K : konzisztencia állandó, $Pa s^{-n}$

- γ : deformációsebesség, 1/s
- n : folyásindex: számszerűsíti a Newtoni közegtől való eltérést (Park, 2007)

Az illesztés során az alábbi értékeket kaptam meg. A τ_0 , n , K , valamint az illesztés jóságát kifejező R^2 értéket. Az értékeket táblázatos formában szemléltetem az eredmények kiértékelése részben. Az n folyásindex értékéből következtettem arra, hogy a folyadék mennyire tér el a Newtoni tulajdonságoktól. Ha n értéke 1, akkor a folyadék Newtoni, 0-1 érték között pszeudoplasztikus viselkedés jellemző. A K -érték növekedése összefüggésben van a hidrokolloidok tartalmának mértékével (Janhøj és munkatársai, 2008).

4.2.6. Pudingok oszcillációs módszerrel végzett állományvizsgálata

A puding mintákat oszcillációs reometriai módszerrel vizsgáltam. Ezen módszerrel vizskoelasztikus tulajdonsággal rendelkező anyagokat vizsgálhatunk. A pudingok nyírásra vastagodó anyagok. Ezek az anyagok rendelkeznek viszkózus tulajdonsággal, azaz deformációs erő hatására visszafordítható alakváltozáson mennek keresztül. A deformáció az erőhatás abbamaradása után megszűnik az elasztikus viselkedés következtében (Mezger, 2006).

A mérés során a minták lap-lap mérőrendszer közé kerülnek. Az alsó lap nem végez mozgást a felső lap meghatározott sebességgel mozog. Fontos paraméterek a lapok közötti távolság és a lap sugara. A nyírófeszültség függvényében ábrázoltam a rugalmassági vagy tárolási modulust G' és a veszteségi modulus G'' értékeket. A rugalmassági modulus a vizsgált minta elasztikus tulajdonságát a veszteségi modulus a viszkózus tulajdonságot szemlélteti. A két görbe metszéspontját nevezzük folyáshatárnak.

Különböző reológiai viselkedésformákat különböztethetünk meg a folyáshatár alapján (Hórvölgyi Zoltán, 2011).

- Dilatáns viselkedés: A deformációsebesség növekedésével a viszkozitás nő. Ezek az anyagok keverés hatására viszkózusabb tulajdonságot mutatnak.
- Reopektikus viselkedés: Állandó deformációsebesség mellett, növekszik a nyírófeszültség az idő függvényében.
- Tixotróp viselkedésnek hívjuk azt a jelenséget, amikor a nyírófeszültség az idő függvényében csökken állandó deformáció sebesség mellett. Nyírásra vékonyodó anyagok.
- Pszeudoplasztikus vagy nyírásra vékonyodó viselkedés: A deformációsebesség növekedésével csökken a viszkozitás.

- **Plasztikus viselkedés:** A viszkózus áramlás bekövetkeztének oka a folyáshatárnál nagyobb nyírófeszültség. Az deformációt okozó erőhatás megszűnése után a deformáció megmarad.

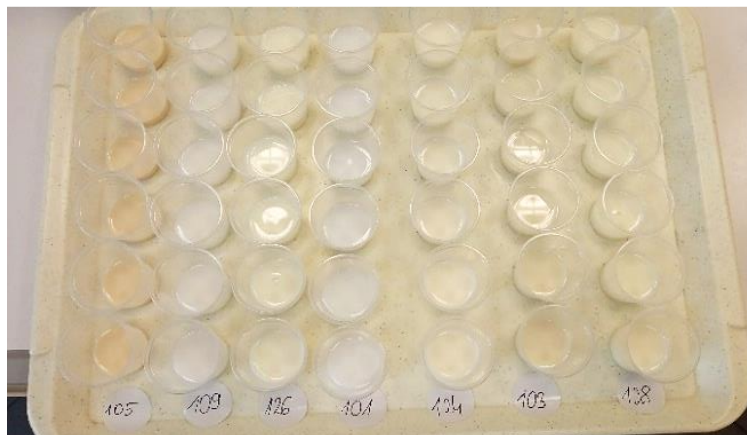
A pudingok folyási tulajdonságait szintén Anton Paar MCR 92-es viszkoziméter segítségével (4. ábra) mértem lap-lap rendszerrel, PP50 mérőfejjel 10 °C-on. Minden mintából 3-3 párhuzamost mértem. A nyírófeszültség értékeket (Pa), ábrázoltam a G' rugalmassági modulus (Pa), és G'' veszteségi modulus (Pa) függvényében, melyet a következő fejezetben szemléltetek.



4. ábra: Anton Paar MCR 92 rotációs és oszcillációs viszkoziméter (saját kép)

4.2.7. A tej- és növény ital minták érzékszervi bírálata

A minták érzékszervi jellemzőit is vizsgáltam. A bírálatban 12 laikus bíráló vett részt. Összesen 7 mintával dolgoztam melyeket véletlenszerű 3 jegyű számkódokkal láttam el (5. ábra). A bírálat pozitív pontozásos rendszerben történt 1-5-ig (1: nagyon nem jellemző az adott termékre, 5: nagyon jellemző az adott termékre). A bírálat szempontjai az összes minta esetében a szín, állomány, illat, íz és összbenyomás volt.

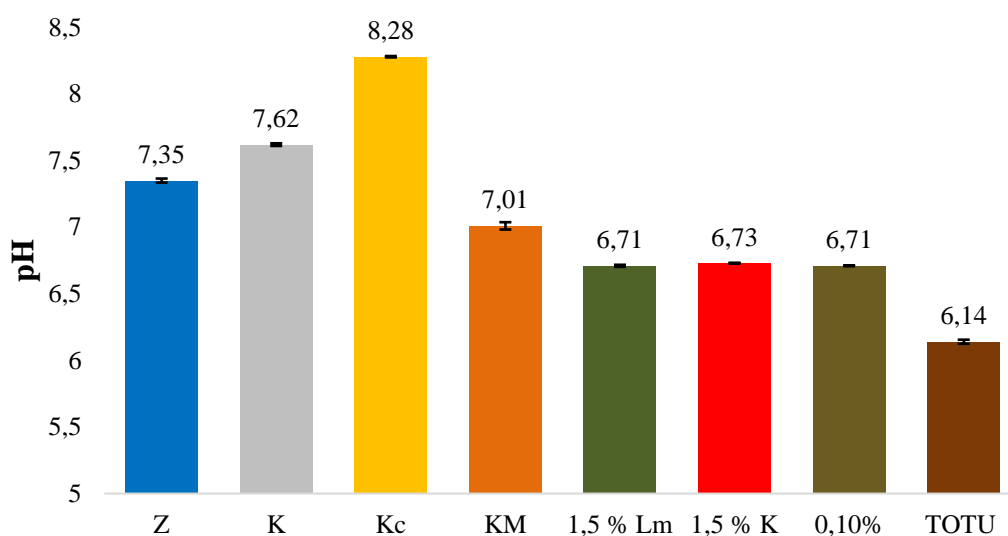


5. ábra: A minták érzékszervi bírálata (saját kép)

5. Eredmények

5.1. A minták pH értékének vizsgálata

A minták pH értékének vizsgálata alapvető szempont. A pH érték vizsgálata rendkívül fontos, hiszen a nyerstej átvételénél is elsődleges szempont. A pH érték alakulásából következtethetünk a termék megfelelőségére, illetve romlására is. A nyerstej pH értéke 6,4 -6,8 között van (Mäkinen és munkatársai. 2015), (Internet 3).



6. ábra: A minták pH értékének szemléltetése

A tehéntej minták pH-értékei között minimális különbség van egymáshoz képest (6. ábra). Látható, hogy az elfogadható tartományon belüli értékeket kaptam, melyből arra következtettem, hogy megfelelő frissességgel rendelkeznek a tejek. A minták pH értékei 6,71 és 6,73 értékek között voltak, ez gyakorlati szempontból is elenyésző különbséget jelent. A kontroll minta mutatta a tehéntejek közül a legmagasabb értéket.

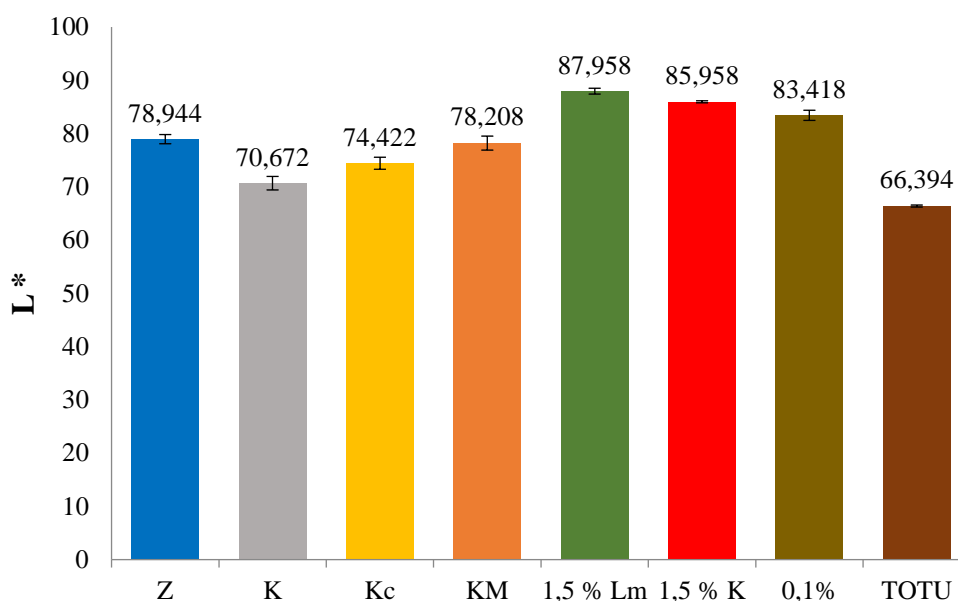
Általánosságban elmondható, hogy a növényi italok esetében magasabb pH-értéket mértem. Az összes növényi ital minta 7-es pH érték fölötti semleges vagy közel lúgos tartományban található. A legmagasabb pH értéke a cukormentes kókuszitalnak van 8,28-as értékkel, melyet már lúgos tartományba sorolunk. A kontroll mintához legközelebb álló tejhelyettesítő a kókusz-mandulaital. A növényi eredetű tejhelyettesítők között is megfigyelhető eltérés, mely a növény fajtájából adódóan következhet.

A tojásfehérje alapú ital pH értéke volt a legalacsonyabb (6,14). Ez az érték van legközelebb a savas tartományhoz.

5.2. A minták színének vizsgálata

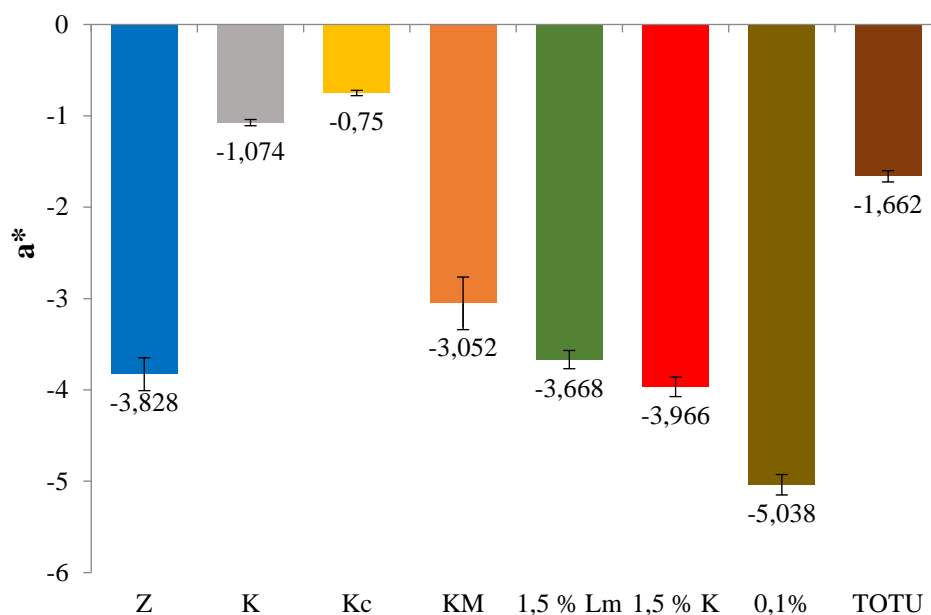
A termék színéből következtethetünk a frissességi állapotra, érettségre. A fogyasztó ránézésre is el tudja dönteni, hogy megvásárolja vagy sem az adott terméket. A minták színének vizsgálata során a következő színösszetevőket vizsgáltam.

Az egyes minták világossági tényezői között nagy különbséget nem állapítottam meg. Az eredményeket a következő diagram szemlélteti.



7. ábra: A minták világossági tényezőjének az ábrázolása

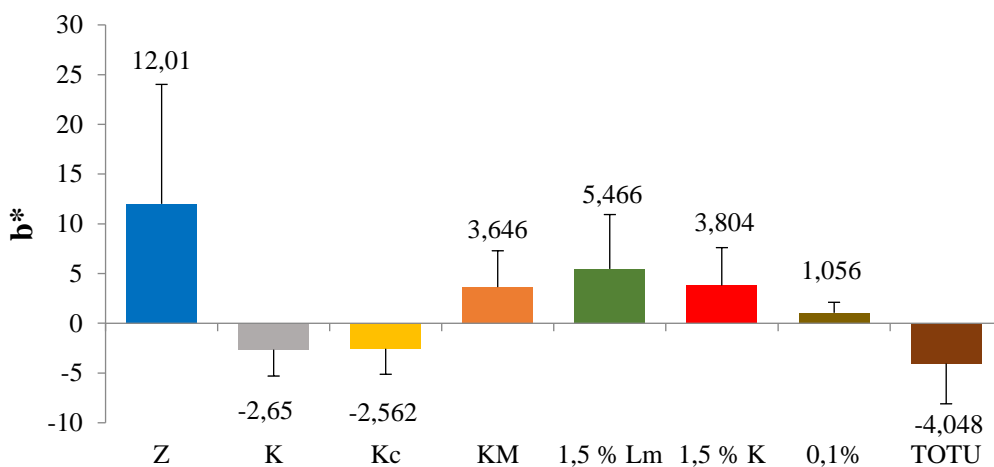
A legvilágosabb minta az 1,5%-os laktózmentes tej volt 87,958 %-kal. A legalacsonyabb értékkel a tojásfehérje ital rendelkezik. A tejek közül a 0,1 % zsírtartalmú a legsötétebb, ebből következtethetünk arra, hogy a világossági tényező összefüggésbe van a zsírtartalommal. Ez jól megfigyelhető a növényi tejhelyettesítők körében is. A kókuszitalnak a legalacsonyabb a zsírtartalma (0,9 g) és ez a legsötétebb is, valamint a zabitalnak a legmagasabb a zsírtartalma (1,5 g) és ez a legvilágosabb minta. A kontroll mintához viszonyítva a laktózmentes tej a legvilágosabb.



8. ábra: A minták vörös-zöld szintényezőjének szemléltetése

A minták vörös-zöld színösszetevőjének vizsgálata során az összes minta negatív értéke alapján a zöld színezeti tartományba esik (8. ábra). A legkisebb értékkel (-5,038) a 0,1% zsírtartalmú tej, valamint a növényi italok közül a zabital (-3,828) rendelkezik, mely adatok alapján ezek tartalmazzák a legtöbb zöld színösszetevőt.

A legnagyobb különbséget a kontroll mintához viszonyítva a cukormentes kókuszital mutatta -0,75 értékkel, melyet a kókuszital követett. Ezek a minták tartalmazzák a legtöbb vörös színösszetevőt. A kókuszital, cukormentes kókuszital és a tojásfehérje ital több vörös színösszetevőt tartalmaz. A zabital, kókusz-mandulaital, 1,5%-os laktózmentes tej, 0,1%-os tej és a kontroll minta inkább zöld színösszetevőből tartalmaz többet.



9. ábra: A minták kék-sárga színösszetevőjének szemléltetése

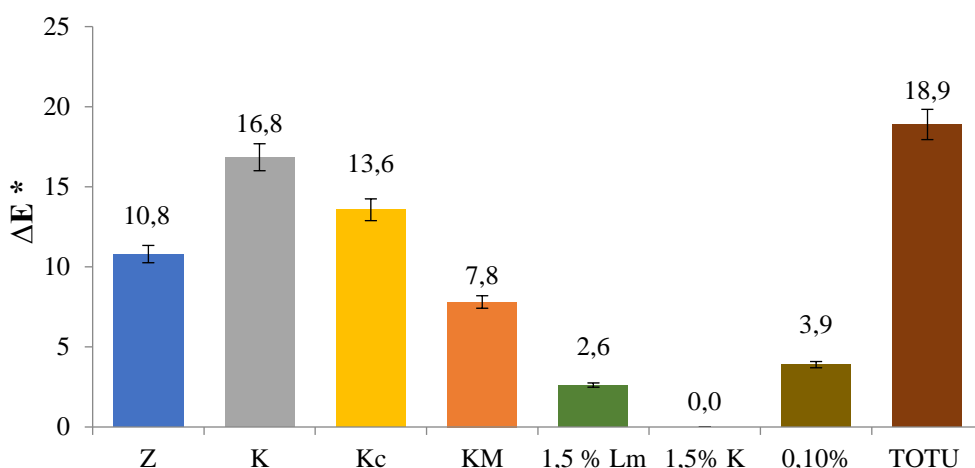
A zabital tartalmazza a legtöbb sárga színösszetevőt (12,01) (9. ábra). A kontroll mintához viszonyítva a zabital a legsárgásabb színű (10. ábra), majd a laktózmentes tej, majd a kókusz-mandulaital. A kókusz-mandulaital és laktózmentes tej között nem nagy különbséget tapasztaltam. A legtöbb kék színösszetevőt a tojásfehérje ital tartalmazza (-4,048) értékkel.



10. ábra: A minták színének vizsgálata (saját kép)

A 11. diagram szemlélteti a kontroll mintához viszonyított színbeli eltérést. Összességében látható, hogy a tejhelyettesítők mutatták a legnagyobb különbséget a kontroll mintához képest. A legnagyobb különbséget a tojásfehérje ital esetében láthatunk, melynek világossági tényezője a legnagyobb mértékben tért el a kontroll mintától.

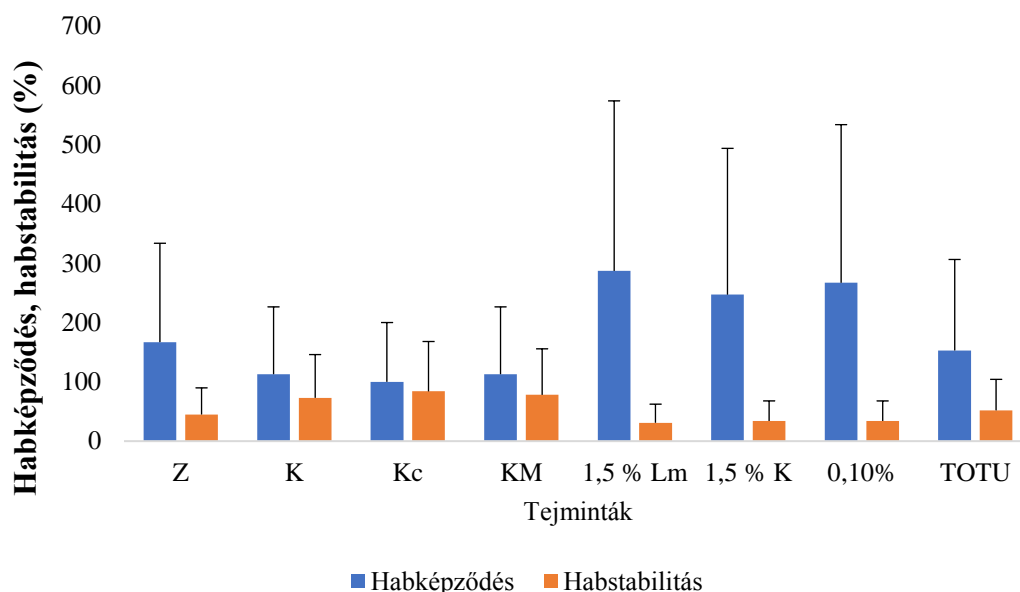
A legkisebb mértékben a laktózmentes tej tért el a kontrolltól. A laktózmentes tej, illetve a 0,1 %-os tej színkülönbsége mindössze 1,3%-kal tér el egymástól.



11. ábra: A minták színinger különbsége a kontroll mintához viszonyítva

5.3. Habképző- és habstabilitási tulajdonságok vizsgálata

A hab egy kétfázisú kolloid rendszer, melyben a buborékok a folyamatos folyadék fázisban diszpergálódnak (Walstra, 1989). A kávék, legfőképpen a cappuccino és a latte típusú italok esetében meghatározó a tejhab minősége és stabilitása, mely hozzájárul a pozitív fogyasztói kedveltség kialakításához. A következő ábra szemlélteti a minták habképző- és habstabilitási tulajdonságainak eredményeit (12. ábra).

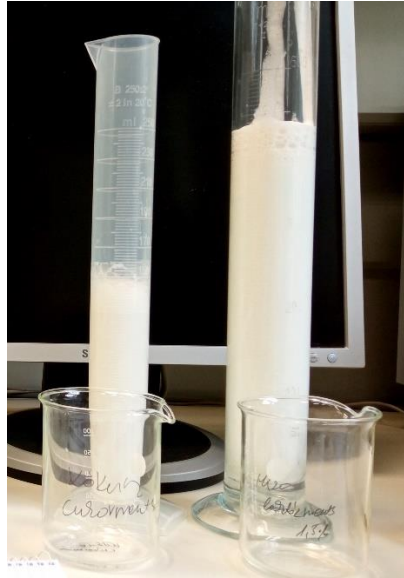


12. ábra: Habstabilitási és habképződési tulajdonságok eredményei

Általánosan elmondható, hogy a méréseim alapján a tehéntejek mutattak magasabb habképző tulajdonságot. A kontroll minta esetében a kiindulási folyadéktérfogatból (150 ml) 370 ml habot tudtam verni. Ez 247 % habképzést jelent. A laktózmentes 1,5% zsírtartalmú tej közel 2,9-szeres térfogatra verődött, mely a legmagasabb eredményt mutatta habképződés szempontjából (13. ábra). A 0,1% zsírtartalmú tej esetében szintén magas habképző tulajdonságot tapasztaltam. A 0,1% valamint az 1,5% zsírtartalmú tejek habképződési és habstabilitási tulajdonságaiban nem tapasztalható nagy eltérés. Ebből arra következtettem, hogy a zsírtartalom nem befolyásolta jelentős mértékben a habképző tulajdonságot.

Habstabilitásuk viszont alacsonyabb értékeket mutatott a növényi italokkal és a tojásfehérjével szemben. A tejminták habstabilitása közel egyforma értékeket mutatott.

A tejminták után a növényi italok közül a zabitalnak volt a legnagyobb a habképzése, ez 250 ml habot jelent, viszont habstabilitás szempontjából a kókusz cukormentes ital mutatta a legmagasabb értéket (84%) a növényi italok közül.



13. ábra: Cukormentes kókuszitalból (bal mérőhenger) és laktózmentes tejből (jobb mérőhenger) képződött hab (saját kép)

Összességében elmondható, hogy a tejminták habképző tulajdonsága jobb a növényi italoknál és a tojásfehérje italnál. Több helyen kétszeres habtérfogatot kaptam. Az alternatívák körében a cukormentes kókuszital esetében volt a legalacsonyabb, a legmagasabb a zabital esetében. A tejminták esetében a kontroll mintának volt a legalacsonyabb a habképződése, a legmagasabb a laktózmentes tejnek.

Stabilitás szempontjából a növényi italok és a tojásfehérje lé is stabilabb habot képezett a tehéntejnél. A kontroll mintához leghasonlóbb habstabilitási tulajdonsággal a zabital rendelkezik.

5.4. A minták vízdoldható szárazanyagtartalmának vizsgálata

A szárazanyagtartalom méréséből lehet következtetni a mintában lévő értékes komponensek mennyiségére. Amelyik mintának magasabb a szárazanyag tartalma az több értékes komponenst tartalmaz. A következő táblázatokban szemléltetem a tejhelyettesítők (2. táblázat) és a tejek (3. táblázat) tápanyagtartalmát 100 ml-re vonatkoztatva. Látható, hogy növényi ital minták közül a zabital rendelkezik a legmagasabb tápanyagtartalommal. Ebben található a legtöbb zsír, szénhidrát. Szénhidrát tartalma az összes minta közül a legmagasabb, valamint cukortartalom szempontjából a tejek után következnek. A legalacsonyabb tápanyagtartalma a cukormentes kókuszitalnak van (56 kJ/14kcal). Állati eredetű minták esetében a kontroll minta és a laktózmentes tej tápanyagértéke megegyezik (186 kJ/44 kcal). A TOTU ital nem tartalmaz zsírt, cukortartalma és szénhidrát tartalma is minimális, így ennek a mintának a legalacsonyabb a tápértéke (105 kJ/25kcal).

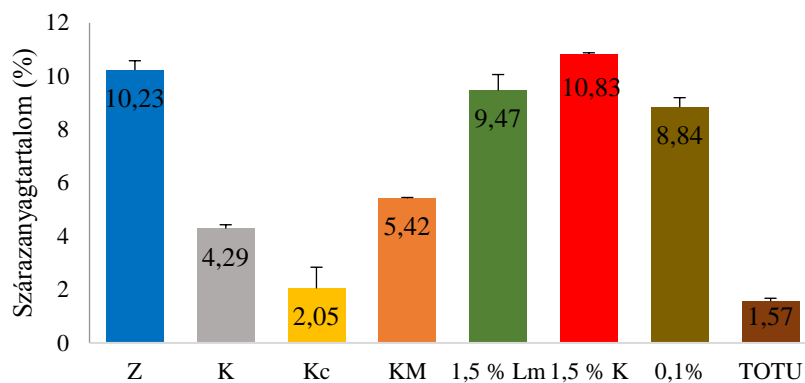
2. táblázat: A növényi eredetű minták tápanyagértékei 100 ml-ben

Minták	Z	Kc	K	KM
Energia	192kJ/46 kcal	56 kJ/14 kcal	85 kJ/ 20 kcal	99 kJ/24 kcal
Zsír	1,5 g	1,2 g	0,9 g	1,3 g
Telített zsírsav	0,1 g	1,1 g	0,9 g	0,6 g
Egyszeresen telítetlen	0,7 g	0,1 g	0 g	0,5 g
Többszörösen telítetlen	0,7 g	0 g	0 g	0,2 g
Szénhidrát	7,2 g	0 g	2,7 g	2,5 g
Cukrok	3,3 g	0 g	1,9 g	2,5 g
Rost	1,5 g	0 g	0,1 g	0 g
Fehérje	0,3 g	0,1 g	0,1 g	0,3 g
Só	0,09 g	0,07 g	0,13 g	0,12 g
Vitaminok				
D-vitamin	0,75 µg	0,75 µg	0,75 µg	0,75 µg
B2-vitamin	0,21 µg			0,21 µg
B12-vitamin	0,38 µg	0,38 µg	0,38 µg	0,38 µg
E-vitamin				1,8 mg
Ásványi anyagok				
Kalcium	120 mg	120 mg	120 mg	120 mg

3. táblázat: Állati eredetű minták tápanyagértékei 100 ml-ben

Minták	0,1%	1,5 % K	1,5% Lm	TOTU
Energia	136 kJ/32 kcal	186 kJ/ 44 kcal	186 kJ/ 44 kcal	105 kJ/ 25 kcal
Zsír	0,1 g	1,5 g	1,5 g	0 g
Telített zsírsav	<0,1 g	1,0g	1,0 g	0 g
Szénhidrát	4,7 g	4,7 g	4,7 g	0,2 g
Cukor	4,7 g	4,7 g	4,7 g	0,1 g
Fehérje	3,1 g	3,0 g	3,0 g	0,6 g
Só	0,13 g	0,13 g	0,13 g	0,4 g

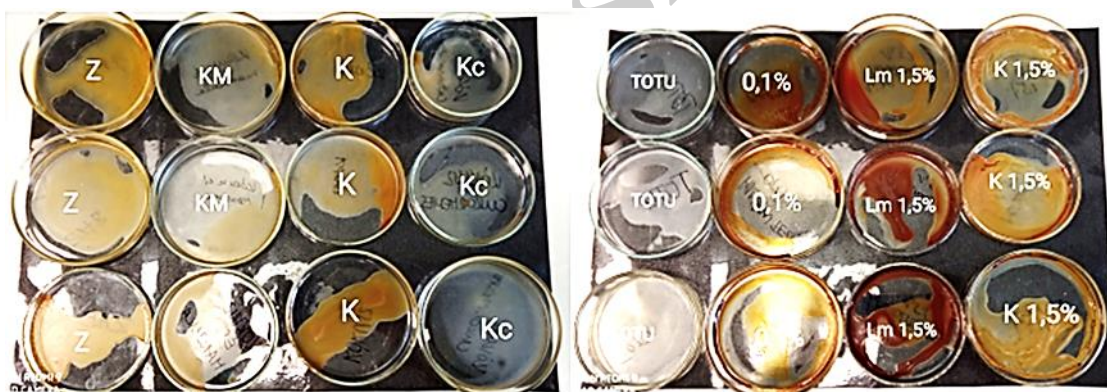
A mérés alapján megállapítottam, hogy a kontroll mintának volt a legnagyobb a vízzoldható szárazanyagtartalma (14. ábra), melyre a legjobban hasonlít a zabital.



14. ábra: A minták szárazanyagtartalom értékeinek ábrázolása

A kókuszital, cukormentes kókuszital, kókusz-mandulaital jelentősen alacsonyabb szárazanyagtartalommal rendelkezik, mint a tejek és a zabital. A tojásfehérje alapú ital szárazanyagtartama ~0,5%-kal kisebb a cukormentes kókuszitaltól.

Összességében megállapítottam, hogy az állati tejek magas szárazanyagtartalommal rendelkeznek. A legmagasabb a kontroll mintáé, a legalacsonyabb a tojásfehérje italé. Szárítószekrényből való kivétel után is szembetűnő különbségeket tapasztaltam a minták között, amit a 15. ábra alapján szemléltetek.

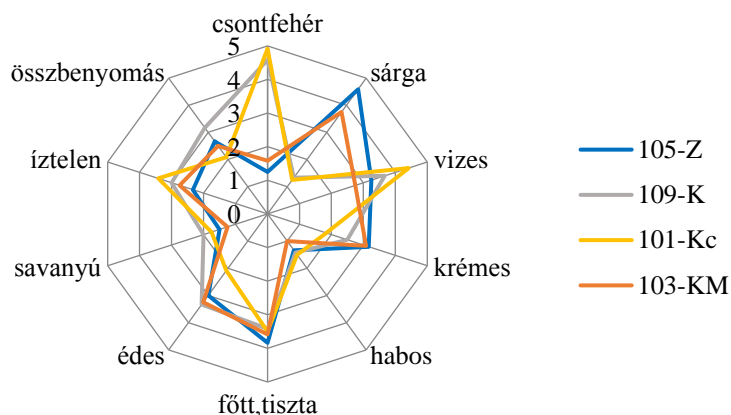


15. ábra: A minták szárítószekrényből való kivétel után

Jól látszik, hogy a cukormentes kókuszitalból és a TOTU italból kevés anyag maradt vissza, melyet a mérési eredményeimmel is igazoltam korábban. A laktózmentes tejből intenzíven barnás anyag képződött, melyben feltételezhetően a magasabb cukortartalom is közre játszik. Összességében az állati tejek magasabb cukortartalommal rendelkeznek így a színelkülönbségnek feltételezhetően ez is oka lehet (Maillard-reakció). Növényi italok közül a zabital hasonlít legjobban a kontrollra, hiszen magas szénhidrát tartalommal (7,2 g) és magas cukortartalommal (3,3 g) rendelkezik.

5.5. Érzékszervi bírálat

A mintáim felhasználásával érzékszervi bírálatot végeztem a kiválasztott növényi italok (16. ábra) és tehéntej, valamint tojásfehérje alapú ital (17. ábra) érzékszervi különbözőségeinek és hasonlóságainak felmérésére, melyet az alábbi diagramok szemléltetnek.



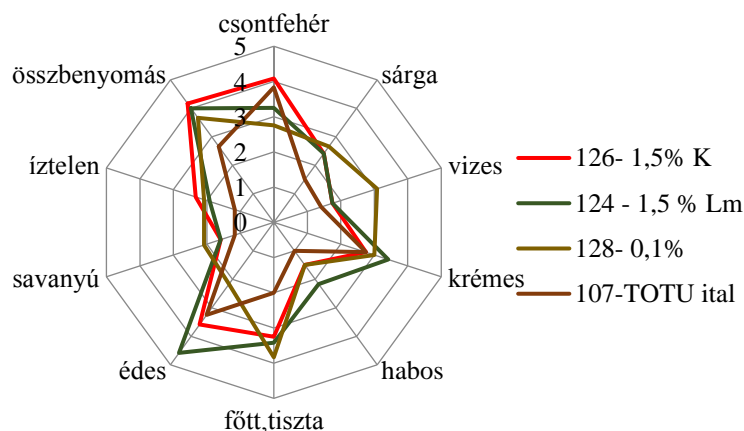
16. ábra: Növényi ital minták érzékszervi bírálatának eredményei

A legnagyobb különbséget a bírálók a minták színe között tapasztalták. A zabital a legsárgább, a cukormentes kókuszital a legfehérebb a bírálók szerint. Viszont kis különbség van a kókuszital és cukormentes kókuszital színe között.

Nagy különbség van a minták édes ízérzete között. A cukormentes kókuszital kapta a legkevesebb pontot és ezt bírálták a legízletlenebbnek is. Ez az összbenyomás pontozásában is látszik, mivel ez az alternatíva mindössze 2 pontot kapott.

A legkisebb különbséget a minták állománya között tapasztalták.

Összbenyomás alapján a kókuszital kapta a legmagasabb pontozást, a bírálók ezt kedvelték a legjobban.

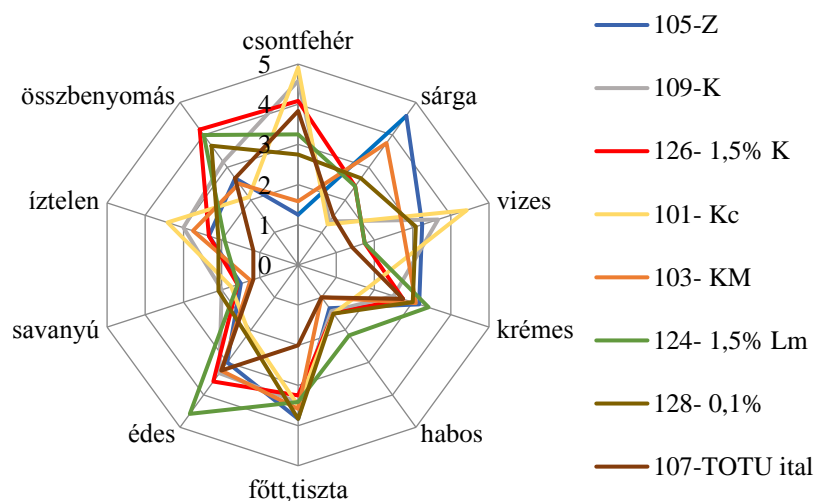


17. ábra: Tehéntej és tojásfehérje alapú ital érzékszervi bírálatának eredményei

A legnagyobb különbséget a minták édes íze között tapasztalták a bírálók. A legédesebb a laktózmentes tej, a legkevésbé édes az Auchan tej. (17. ábra)

A legkisebb különbséget a minták állománya között tapasztalták, azon belül is a krémesség mértékében.

Összességében elmondható, hogy a kontroll minta volt a legkedveltebb és a tojásfehérje ital volt a legkevésbé kedvelt a bírálóknak.



18. ábra: A minták érzékszervi bírálatának eredményei

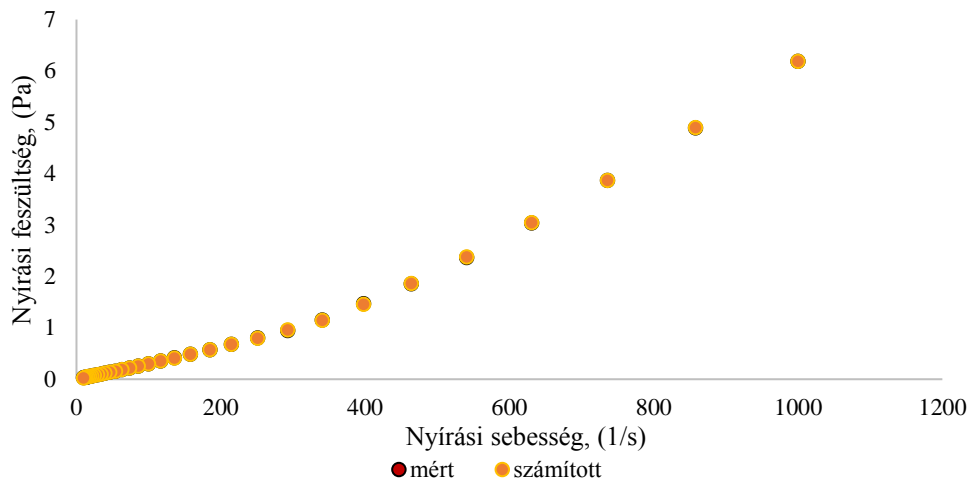
Összbenyomás szempontjából a kontroll minta kapta a legtöbb pontot. A második legkedveltebb a laktózmentes tej, a harmadik legkedveltebb a 0,1% zsírtartalmú tej volt. Összességében a bírálók a tehéntej mintákat jobban kedvelték, mint a növényi italokat. A legvizezebb és legízletlenebb minta a cukormentes kókuszital, mely összbenyomás szempontjából a legkevesebb pontot kapta.

5.6. Reológiai tulajdonságok vizsgálata

5.6.1. A minták rotációs vizsgálatának eredményei

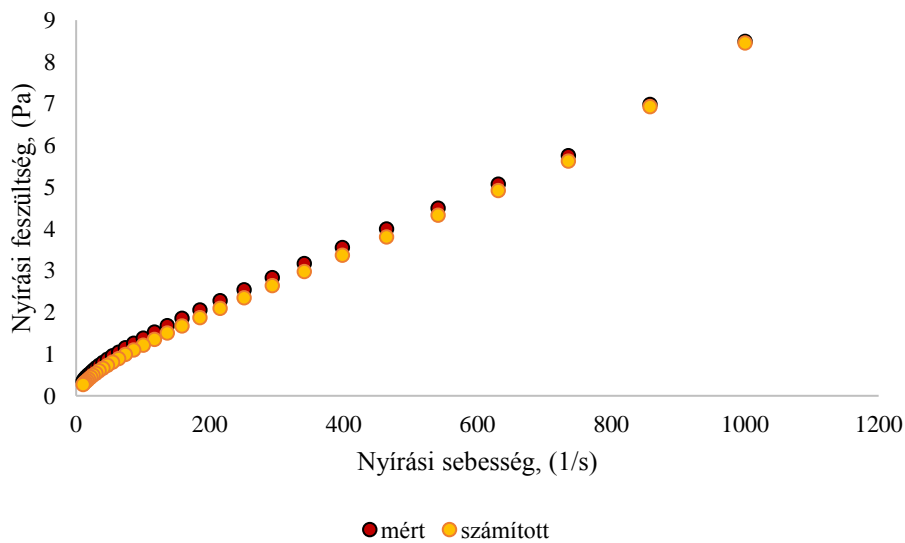
A következő ábrákon szemléltetem a kontroll minta, valamint a legnagyobb eltérést mutató növényi ital minta folyásgörbéjét a mért, valamint a Herschel-Bulkley modell által számolt adatokkal, melyeken a gyorsuló szakasz mérési adatai láthatók.

Általánosságban elmondható, hogy az összes állati minta hasonló lefutású görbével rendelkezik, valamint a mért és a számolt pontok nagyban illeszkednek egymásra.



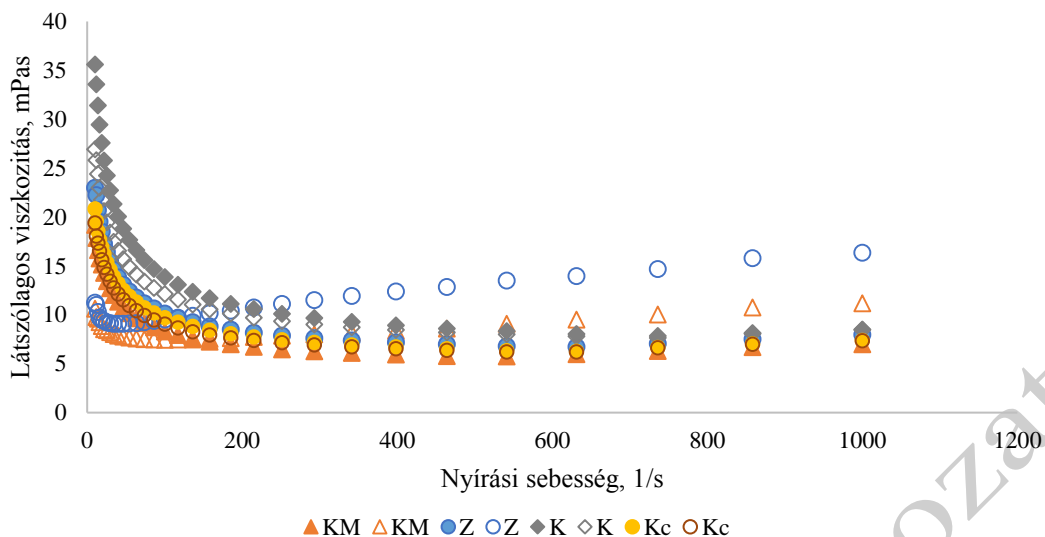
19. ábra: A kontroll minta folyásgörbéje a mért és a Herschel-Bulkley modell által számított eredményekkel

A 19. ábraszemléltetem a kontroll minta folyásgörbét, melyen látható, hogy a mért és a számolt pontok szinte teljesen egybe esnek. Ez az összes állati eredetű mintáról elmondható. Az alternatívák esetében a mért és számolt pontok között kicsit nagyobb különbségek vannak. A legnagyobb eltérést a mért és a számolt pontok között a kókuszital esetében tapasztaltam, melyet a 20. ábraán szemléltetek.



20. ábra: A kókuszital minta folyásgörbéje a mért és Herschel-Bulkley modell által számított eredményekkel

Látható, hogy a kontroll mintához képest nagyobb az eltérés a mért és számolt mérési pontok illeszkedése között. Elképzelhető, hogy a mérés megkezdése előtt a minták nem lettek alaposan összerázva, melynek eredményeképpen a komponensek nem egyenletesen osztdódtak el a termékben.

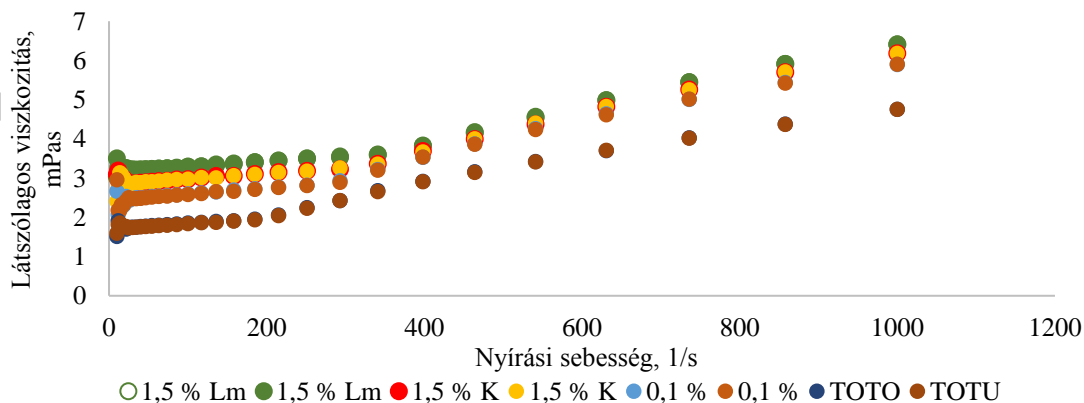


21. ábra: A növényi ital minták viszkozitás görbéjének ábrázolása a nyírási sebesség függvényében

A 21. ábrán szemléltetem a növényi ital mintáim viszkozitásgörbéjének alakulását a nyírási sebesség függvényében. Kezdetben a kókusz-mandulaital viszkozitásgörbéről olvashatjuk le a legkisebb látszólagos viszkozitás értékeket, majd a nyírási sebesség növekedésével a lassuló szakasz pontjaiban enyhe növekedés figyelhető meg. A gyorsuló és lassuló szakasz pontjai nem esnek egymásra.

Kezdetben a legmagasabb látszólagos viszkozitás értéket a kókuszital görbéjéről tudunk leolvasni, majd a nyírási sebesség növelésével ez csökken. Gyorsuló és lassuló szakasz görbéi közelítenek egymáshoz. A cukormentes kókuszital görbéjének lefutása hasonló tendenciát mutat, mint a kókuszital esetében. A gyorsuló és lassuló szakasz pontjai szinte teljesen egymásra esnek.

Állati eredetű mintáik esetében a viszkozitásgörbék más lefutást mutatnak (22. ábra).



22. ábra: Állati eredetű minták viszkozitás görbéjének ábrázolása a nyírási sebesség függvényében

Általánosságban elmondható, hogy a minták látszólagos viszkozitás értékei növekedtek a nyírási sebesség növekedésével. Az összes minta esetében a gyorsuló és lassuló szakasz méréspontjai szinte egymásra estek. A legmagasabb látszólagos viszkozitás értékei a laktózmentes tejnek voltak, majd a kontroll mintának. A legalacsonyabb pedig a TOTU italnak, de a görbe lefutása teljes mértékben hasonlít a tehéntej görbéjének lefutására.

A folyadékok reológiai típusát a folyáshatár és a newtoni viselkedéstől való eltérést kifejező hatványkitevő segítségével lehet behatározni (n). A Herschel-Bulkley modell számolt értékeit a minták esetében az 4. táblázatban szemléltetem.

4. táblázat: A Herschel-Bulkley modell számolt értékei a minták esetében

Minták	τ_0 (Pa)	K (Pas ⁿ)	n (-)	R^2
1,5% K	0,0001 ± 0,0000	0,000204 ± 0,000003	1,49 ± 0,0000	0,9994
1,5% Lm	0,0297 ± 0,0513	0,000217 ± 0,000064	1,49 ± 0,0477	0,9995
0,1%	0,0854 ± 0,1030	0,000217 ± 0,000047	1,57 ± 0,0734	0,9998
TOTU	0,0230 ± 0,0199	0,000112 ± 0,000024	1,54 ± 0,0287	0,9994
Z	0,3634 ± 0,0316	0,002785 ± 0,000784	1,14 ± 0,0384	0,9963
Kc	0,0001 ± 0,0000	0,011402 ± 0,000969	0,92 ± 0,0118	0,9926
K	0,2723 ± 0,2358	0,019165 ± 0,014511	0,89 ± 0,0987	0,9997
KM	0,3190 ± 0,0229	0,001509 ± 0,000712	1,22 ± 0,0488	0,9996

Láthatjuk, hogy a folyáshatár értéke az állati eredetű minták esetében kisebb, mint a növényi eredetű minták esetében, kivételt képez a cukormentes kókuszital, melynek folyáshatár értéke közel megegyezik a kontroll minta értékével. A legnagyobb folyáshatár értékkel a zabital rendelkezik (0,3634), majd a kókusz-mandulaital (0,3190). Állati eredetű minták közül a 0,1% zsírtartalmú tejnek a legmagasabb a folyáshatár értéke. A legkisebb folyáshatár értéke állati minták közül a kontroll mintának (0,0001), növényi minták közül pedig a cukormentes kókuszitalnak van (0,0001). Konzisztencia állandó esetében szintén azt állapítottam meg, hogy a növényi eredetű minták értékei magasabbak, melyet a szakirodalomban összefüggésbe hozták a stabilizáló- valamint emulgeáló-szerek jelenlétével (Janhøj és munkatársai, 2008). A vizsgált növényi mintáim mindegyike

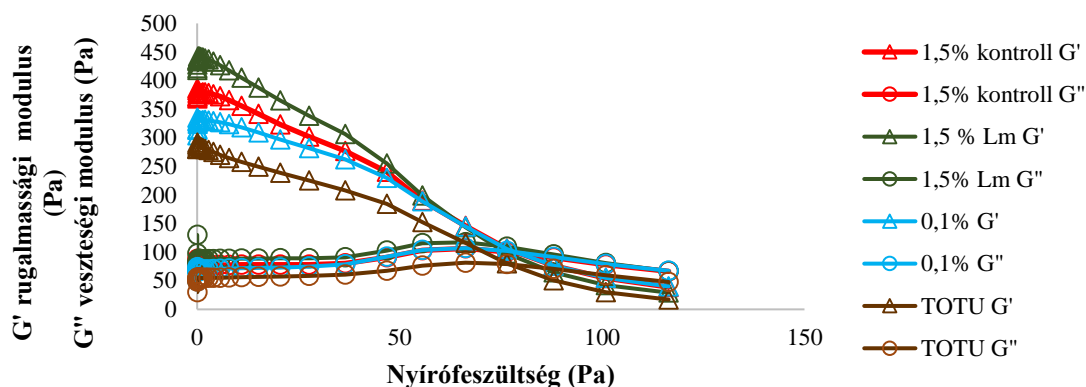
tartalmaz valamilyen stabilizáló- vagy emulgeáló szert, melyek a szentjánoskenyérlist, gellángumi, guargumi, xantángumi.

Az n kitevő, azaz a folyásindex megmutatja, hogy az adott minta mennyire tér el a Newtoni folyadékok jellemző tulajdonságaitól. Ezek alapján, ha n értéke 0 és 1 közé esik, akkor nyírásra vékonyodó, azaz pszeudoplasztikus folyadékról, ha 1-hez közelít, akkor newtoni folyadékokról, ha nagyobb mint 1 akkor nyírásra vastagodó folyadékokról beszélünk. Megállapítottam, hogy a cukormentes kókuszital és a kókuszital Newtoni folyadéknak tekinthető az n kitevő értékük alapján. Az állati minták folyásindex értéke magasabb, ezeknél a mintáknál nyírásra vastagodó tulajdonságot figyeltem meg. A legmagasabb n -érték a 0,1% zsírtartalmú tejé, majd a TOTU ital - melynek csak 0,3-mal alacsonyabb az n -értéke-, majd a kontroll és a laktózmentes minta következik egyforma (1,49) folyásindex értékkel.

A korreláció értéke a zabital és a cukormentes kókuszital kivételével, közel megegyező eredményeket mutat a többi minta esetében.

5.6.2. A mintákból készült pudingok oszcillációs mérési eredményeinek vizsgálata

A következő 23. ábra szemléltetem az állati eredetű mintáim rugalmassági modulus és veszteségi modulus értékeit a nyírófeszültség függvényében.



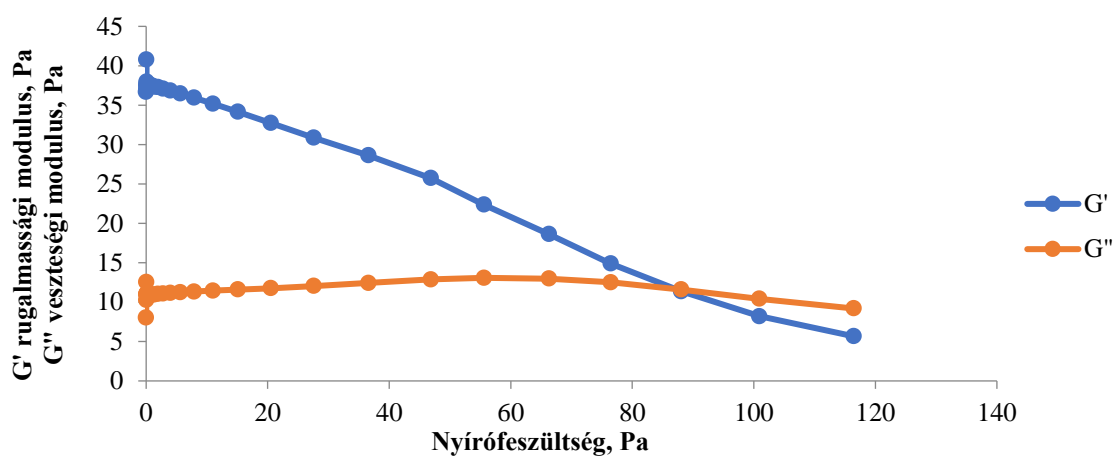
23. ábra: Az állati eredetű minták G' és G'' értékeinek ábrázolása a nyírófeszültség függvényében

Láthatjuk, hogy az összes minta esetében a rugalmassági modulus kezdetben kisebb, majd nagyobb mértékben csökken a nyírófeszültség függvényében. A G' és G'' értékei egy pontban metszik egymást. A veszteségi modulus alakulásában kezdetben egyik mintánál sem látunk változást, majd 40 Pa nyírófeszültség értéktől egy enyhe növekedést figyelhetünk meg.

A rugalmassági modulus esetében ezt nem állíthatjuk. Az 1,5% zsírtartalmú laktózmentes tejminta kezdeti G' értéke kimagasló eredményt mutat, valamint a G'' kezdeti értéke is ennek a mintának a legmagasabb. Láthatjuk, hogy a minták G' és G'' értékei magas nyírófeszültség értéknél metszik egymást.

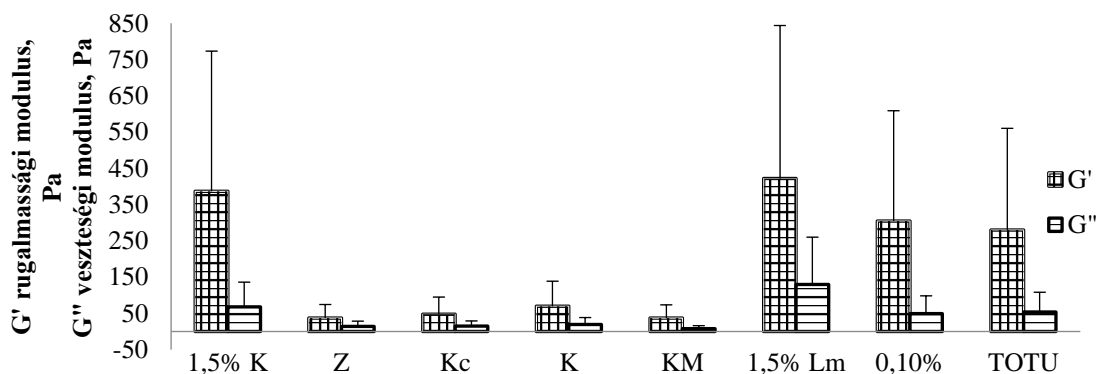
A növényi alapú italok esetében is hasonló lefutású görbéket kaptam.

Viszont különbséget tapasztaltam a rugalmassági modulus és veszteségi modulus értékeiben a tejekhez képest, melyet később oszlopdiagramon szemlélteték. A 24. ábrán látható a kókusz-mandulaitalból készült puding G' és G'' értékei a nyírófeszültség függvényében.



24. ábra: A kókusz-mandulaital G' és G'' értékei a nyírófeszültség függvényében

A reogram jól szemlélteti, hogy a veszteségi modulus és a rugalmassági modulus is alacsony értékeket vesz fel. Ebből arra következtethetünk, hogy ez a mintánk rendelkezik a legfolyósabb tulajdonsággal, amely szabad szemmel is tapasztalható.



25. ábra: A minták kezdeti G' és G'' értékei

Megfigyelhetjük, hogy a 1,5% laktózmentes tejnek volt a legmagasabb a kezdeti G' értéke, valamint ennek volt a legmagasabb a G'' értéke (25.ábra). Ebből azt állapíthatjuk

meg, hogy ez volt a legrugalmasabb és legviszkózusabb minta. Ez a minta a legszilárdabb nyugalmi állapotában, melyet követ a kontroll minta, a 0,1% zsírtartalmú tej, valamint a tojásfehérje alapú ital. Láthatjuk, hogy a megegyező (kontroll tej és laktózmentes tej), vagy közel megegyező (0,1% zsírtartalmú tej és tojásfehérje alapú ital, mely nem tartalmaz zsírt), kezdeti G' értékei között nem nagy az eltérés. Állati eredetű minták közül a tojásfehérje alapú italnak volt a legkisebb a rugalmassági modulus értéke.

A növényi eredetű minták szilárdsága eltér az állati mintákhoz képest, főleg a kókusz-mandulaital esetében. Ez a minta rendelkezik a legalacsonyabb G' és G'' értékkel, amelyből megállapíthatjuk, hogy a legfolyósabb. A kókuszitalnak a legnagyobb a kezdeti G' értéke. A növényi minták kezdeti G' és G'' értékei között kiugró eltérés nem figyelhető meg.

Összességében megállapítottam, hogy az állati eredetű minták rugalmassági tényezője magasabb, mint a növényi italoké, a legszilárdabb puding a laktózmentes tejből készült. A legmagasabb kezdeti G'' értéke szintén a laktózmentes tejnek van.

A növényi italok kezdeti G'' értéke nagyban eltér ehhez képest. Megállapítottam, hogy a szilárdságuk minimális az állati tejekhez képest, mely leginkább a kókusz-mandulaital esetében mutatkozik meg. Melyet a pudingok készítésénél szemmel látható módon is tapasztaltam (26. ábra és 27. ábra).



26. ábra: Kókusz-mandulaitalból készült puding

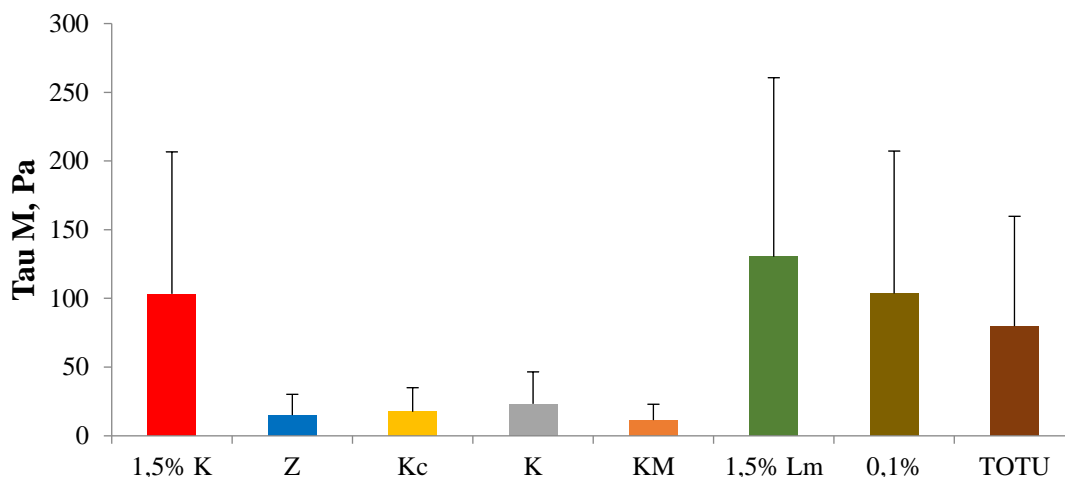


27. ábra: 1,5% laktózmentes tejből készült puding

A veszteségi modulus vizsgálata során, megállapítottam, hogy a 1,5 %-os laktózmentes tej a legkevésbé, míg a kókusz-mandulaital rendelkezik a folyadékokra leginkább jellemző

tulajdonságokkal, melyet a következő képeken mutatok be. A cukormentes kókuszital esetében minimális eltérést tapasztalhatunk a G' és G'' értékeik összehasonlításában, így a kókusz-mandulaital és cukormentes kókuszital közel egyforma folyási tulajdonsággal rendelkezik.

A következő ábrán szemléltetem a mintáim Tau M értékét a metszéspontban. (28. ábra)



28. ábra: A különböző mintákból készült pudingok nyírófeszültség értéke a metszéspontban

Látható, hogy a laktózmentes tej G' és G'' értéke a legnagyobb a metszéspontban, ez a legrugalmasabb, valamint legkrémesebb puding. Állati tejek esetében összességében pudingra emlékeztető állományú készítményeket kaptam.

Növényi italok esetében ez nem mondható el. Az összes minta esetében folyósabb állagú pudingokat kaptam. A pudinghoz legközelebb álló állományú termék a kókuszitalból készült puding volt. A legfolyékonyabb, azaz a legkevésbé pudingra emlékeztető a kókusz-mandulaital mintából készült.

Megállapítottam, hogy a legkrémesebb puding az 1,5%-os laktózmentes tejből készült, a legkevésbé krémes pedig a kókusz-mandulaitalból.

6. Összefoglalás

Dolgozatom céljából tűztem ki, a különböző tejek, növényi tejhelyettesítők, valamint tojásfehérje ital tulajdonságainak összehasonlítását. Vizsgálatomhoz különböző zsírtartalmú, valamint laktózmentes UHT tejeket, kókusz-, cukormentes kókusz-, kókusz-mandula-, zabitalt, valamint tojásfehérje italt választottam. Ehhez vizsgáltam a minták (pH, szín, habképződés és habstabilitás, vízmentes szárazanyagtartalom és reológiai) tulajdonságait, valamint említett alternatívák és az UHT hőkezeléssel tartósított tehéntej mintáimból - főzés nélküli pudingpor használatával - pudingot készítettem, mely által képet kaptam a mintákból készült késztermék állományáról.

A vizsgálatok során a következő eredményeket kaptam. A pH mérés eredményei alapján megállapítottam, hogy a növényi alternatívák a semleges és enyhén lúgos tartományban helyezkednek el, a kontroll mintához képest magasabb pH értékkel rendelkeznek. A kókusz-mandulaital rendelkezik a kontroll mintához leghasonlóbb értékkel.

A színmérés során a legnagyobb különbséget a minták kék-sárga színösszetevőjének vizsgálata során tapasztaltam, mely szemmel látható módon is szembeűnő. A kontroll mintára legjobban hasonlító alternatíva a kókusz-mandulaital. A legnagyobb különbséget a zabital esetében tapasztalhatjuk, mely a legsárgásabb minta és a legkevésbé hasonlít a tej színéhez.

Habképződés vizsgálata során megállapítottam, hogy a tehéntej jobb habképző tulajdonsággal rendelkezik, mint az alternatívák. Az összes tejmintám jobb habképződési tulajdonsággal rendelkezett, mint a növényi italok. A kontroll mintához legközelebb álló eredményt az alternatívák közül a zabital produkálta. A tojásfehérje ital is közel hasonló habképződési tulajdonsággal rendelkezik, mint a zabital.

Habstabilitás szempontjából az alternatívák magasabb eredményt mutattak. A legstabilabb habot a cukormentes kókuszital képezte, a kontroll mintához hasonló stabilitású habot a zabital esetében kaptam.

Szárazanyagtartalom vizsgálata során megállapítottam, hogy a kontroll mintának a legmagasabb a szárazanyagtartalma. Összességében a tehéntejek magasabb szárazanyagtartalommal rendelkeznek. Az alternatívák közül a zabital szárazanyagtartalma hasonlít legjobban a kontroll mintához. Zsírtartalmuk megegyezik, energiatartalmuk kis mértékben különbözik egymástól. A tojásfehérje itálnak a legalacsonyabb az értéke, hiszen ez tartalmazza a legkevesebb energiát, fehérje tartalma is alacsonyabb a tehéntejhez képest, valamint nem tartalmaz zsírt.

Érzékszervi tulajdonságok vizsgálata során a bírálók a tehéntejeket kedvelték jobban. Az alternatívák közül a kókuszitalnak volt a legmagasabb a kedveltsége.

A minták rotációs viszkoziméterrel történő vizsgálata során megállapítottam, hogy az állati eredetű tejek alacsonyabb folyáshatárral rendelkeznek, mint a növényi italok. Az tejeknél nyírásra vastagodó tulajdonság figyelhető meg. A cukormentes kókusz-, és a kókuszital n kitevő alapján közel Newtoni folyadékoknak tekinthető.

Oszcillációs reológiai vizsgálatok alapján megállapítottam, hogy a tehéntejből készült pudingok sűrűbb állagúak, mint a növényi italokból készült pudingok, viszkozitás értékeik a nyírási sebesség növelésével nőnek. A növényi italok folyós állagú pudingot produkáltak és nem hasonlítottak a kontroll minta állományához hiszen ezen minták kezdeti G' és G'' értékei jelentősen alacsonyabbak a tejekhez képest. Az alternatívák közül a tojásfehérje italból készült puding mutatott a kontroll mintából készült pudinghoz hasonló állagot.

Összességében elmondható, hogy pudingkészítéshez a legmegfelelőbb állagú terméket a laktózmentes tejből kaptam, de az összes tehéntejből készült puding állománya kellően sűrű volt. Alternatívák közül a tojásfehérje lé volt a legalkalmasabb pudingkészítéshez. A növényi italok esetében főzés nélküli pudingpor használatával híg állagú termékeket kaptam. A legfolyósabb puding a kókusz-mandulaitalból készült.

Dolgozatom során a mérések és az érzékszervi vizsgálat alapján arra következtettem, hogy a tejhelyettesítő alternatívák és az UHT tehéntejek között jelentős különbségek vannak, melyeket a méréseim is igazolnak.

Irodalomjegyzék

- Akkerman, M., Johansen, L. B., Rauh, V., Sørensen, J., Larsen, L.B., Poulsen, N.A. (2021): Relationship between Casein Micelle Size, Protein Composition and Stability of UHT Milk. *International Dairy Journal*. 112(10): 48-56. DOI: 10.1016/j.idairyj.2020.104856
- Anema, Skelte G. (2019). Age Gelation, Sedimentation, and Creaming in UHT Milk: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 18(1): 140–66. DOI: 10.1016/j.idairyj.2014.08.010
- Beisson, F., Ferté, N., Bruley, S., Voultoury, R., Verger, R., Arondel, V. (2001): Oil-Bodies as Substrates for Lipolytic Enzymes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids*. 1531(1): 47–58. DOI: 10.1016/S1388-1981(01)00086-5
- Broniarz-Press, Lubomira, és Karol Pralat. (2009): Thermal Conductivity of Newtonian and Non-Newtonian Liquids. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 52(21): 4701–4710. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2009.06.019
- Chudy, Sylwia, Agnieszka Biliska, Ryszard Kowalski, és Joanna Teichert. (2020): Colour of Milk and Milk Products in CIE L*a*b* Space. *Medycyna Weterynaryjna* 76(2): 77–81. DOI: 10.21521/mw.6327
- Claeys, W. L., Verraes, C., Cardoen, S., De Block, J., Huyghebaert, A., Raes, K., Dewettinck, K., Herman, L. (2014): Consumption of Raw or Heated Milk from Different Species: An Evaluation of the Nutritional and Potential Health Benefits. *Food Control*. 42: 188–201. DOI: 10.1016/j.foodcont.2014.01.045
- Claeys, W.L., Cardoen, S., Daube, G., De Block, J., Dewettinck, K., Dierick, K., De Zutter, L., Huyghebaert, A., Imberechts, H., Thiange, P., Vandenplas, Y., Herman, L. (2013): Raw or Heated Cow Milk Consumption: Review of Risks and Benefits. *Food Control*. 31(1): 251–62. DOI: 10.1016/j.foodcont.2012.09.035
- Croguennec, T., Renault, A., Beaufils, S., Dubois, J. J., Pezenec, S. (2007): Interfacial Properties of Heat-Treated Ovalbumin. *Journal of Colloid and Interface Science*. 315(2): 627–636. DOI: 10.1016/j.jcis.2007.07.041
- Cserhalmi Zs., Sass-Kiss Á., Tóth-Markus M., Lechner N. (2006): Study of pulsed electric field treated citrus juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 7(1): 49-54. DOI: 10.1016/j.ifset.2005.07.001
- Csóka Mariann. (2014): Fűszerpaprika örlemények szín- és illattulajdonságainak vizsgálata. PhD. Corvinus University of Budapest. <http://phd.lib.uni-corvinus.hu/794/> (2022. november 28.). DOI: 10.14267/phd.2014065
- Damodaran, S., & Alain P. (1997): Food Proteins and Their Applications. Madison Avenue, New York, pp. 57-111.
- Damodaran, Srinivasan, (2005): Protein Stabilization of Emulsions and Foams. *Journal of Food Science*. 70(3): R54-R66. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.tb07150.x
- D.Li., S.He. (2004): Analysis of total proteins in the seed of almonds (*Prunus dulcis*) by two-dimensional electrophoresis *Chinese Journal of Cellular & Molecular Immunology*, 20 (4): 473-477
- Dr. Szabó P. Balázs. (2012): Élelmiszerek és az egészséges táplálkozás. https://eta.bibl.u-szeged.hu/716/1/elelmiszerek_es_az_egeszseges_taplalkozas_teljes.pdf
- Fellows, P. J. (2009). „13 - Heat Sterilisation”. In Fellows, P.J. (Ed.), *Food Processing Technology (Third Edition)*, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, (pp.396–429). Woodhead Publishing,

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845692162500141> (2022. ISBN: 978-1-84569-216-2
- Fenyvessy J., Csanádi J., Csapó J., és Csapó-Kiss Zs. (2014): Tejipari technológia: tej és tejtermékek a táplálkozásban. Scientia, Kolozsvár ISBN: 978-973-1970-80-6
- García-Ochoa, F., V. E Santos, J. A. Casas, és E. Gómez. (2000): Xanthan Gum: Production, Recovery, and Properties. *Biotechnology Advances*. 18(7): 549–579. DOI: 10.1016/S0734-9750(00)00050-1
- Gaur, Vikas, Jos Schalk, és Skelte G. Anema. (2018): Sedimentation in UHT Milk. *International Dairy Journal*. 78: 92–102. DOI: 10.1016/j.idairyj.2017.11.003
- Graham Sworn, Lise Stouby (2021): Gellan Gum. *Handbook of Hydrocolloids*. 28: 855-855. DOI: 10.1016/B978-0-12-820104-6.00009-7
- Guetouache, Mourad, Betache Guessas, és Samir Medjekal. (2014). Composition and Nutritional Value of Raw Milk. *Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research*. 2(10): 115–122. DOI:
- Ho, T. M., Le, T.H.A., Bhandari, B.R., Bansal, N. (2019): Foaming Properties and Foam Structure of Milk during Storage. *Food Research International*. 116: 379–386. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.08.051
- Hórvölgyi Zoltán. (2011): A nanotechnológia kolloidkémiai alapjai egyetemi tananyag. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék, Budapest: Typotex. ISBN: 978-963-279-467-9
- Janhøj, Thomas, Michael Bom Frøst, és Richard Ipsen. (2008): Sensory and Rheological Characterization of Acidified Milk Drinks. *Food Hydrocolloids*. 22(5): 798–806. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2007.03.006
- Jeske, Stephanie, Emanuele Zannini, és Elke K. Arendt. (2017): Evaluation of Physicochemical and Glycaemic Properties of Commercial Plant-Based Milk Substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*. 72(1): 26–33. DOI: 10.1007/s11130-016-0583-0
- Kamath, S., Huppertz, T., Houlihan, A.V., Deeth H. C. (2008): The Influence of Temperature on the Foaming of Milk. *International Dairy Journal* 18(10): 994–1002. DOI: 10.1016/j.idairyj.2008.05.001
- Kneifel, W., F. Ulberth, és E. Schaffer. (1992): Tristimulus Colour Reflectance Measurement of Milk and Dairy Products. *Le Lait-Dairy Science and Technology* 72(4): 383–391. DOI: 10.1051/lait:1992427
- Lakade, Ankita Jagannath, K. Sundar, és Prathapkumar H. Shetty. (2017): Nanomaterial-Based Sensor for the Detection of Milk Spoilage. *LWT-Food Science and Technology*. 75: 702–709. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.10.031
- Lal, Shane N. D., Charmian J. O'Connor, és Laurence Eyres. (2006): Application of Emulsifiers/Stabilizers in Dairy Products of High Rheology. *Advances in Colloid and Interface Science*. 123–126: 433–37. DOI: 10.1016/j.cis.2006.05.009
- MAGYAR - ÉLELMISZERKÖNY: III. kötet, 3-1-92/608 számú módszer (2004). A közvetlen emberi fogyasztásra szánt, hőkezelt tej vizsgálati módszerei
- Mäkinen, O. E., Thérèse U.L., O'Mahony, J.A., Arendt, E.K. (2015): Physicochemical and Acid Gelation Properties of Commercial UHT-Treated Plant-Based Milk Substitutes and Lactose Free Bovine Milk. *Food Chemistry*. 168: 630–638. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.07.036
- Malacarne, M., Francesca, M., Andrea, S., és Primo, M. (2002): Protein and Fat Composition of Mare's Milk: Some Nutritional Remarks with Reference to Human and Cow's Milk. *International Dairy Journal*. 12(11): 869–877. DOI: 10.1016/S0958-6946(02)00120-6

- Marchand, S., Merchiers, M., Messens W., Coudijzeer, K., De Block, J. (2009): Thermal Inactivation Kinetics of Alkaline Phosphatase in Equine Milk. *International Dairy Journal*. 19(12): 763–67. DOI: 10.1016/j.idairyj.2009.05.009
- Marinova, K., Basheva, E. S., Nenova, B., Temelska, M., Mirarefi, A.Y., Campbell, B., Ivanov, I. B. (2009): Physico-chemical factors controlling the foamability and foam stability of milk proteins: Sodium caseinate and whey protein concentrates. *Food Hydrocolloids*. 23(7):1864-1876. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2009.03.003
- Martínez-Villaluenga, Cristina, és Elena Peñas. (2017).: Health Benefits of Oat: Current Evidence and Molecular Mechanisms. *Current Opinion in Food Science*. 14: 26–31. DOI: 10.1016/j.cofs.2017.01.004
- McDermott, A., Visentin, G., McParland, S., Berry, D.P., Fenelon, M.A., De Marchi, M. (2016): Effectiveness of Mid-Infrared Spectroscopy to Predict the Color of Bovine Milk and the Relationship between Milk Color and Traditional Milk Quality Traits. *Journal of Dairy Science*. 99(5): 3267–3273. DOI: 10.3168/jds.2015-10424
- Mezger, T.G. (2006): The Rheology Handbook, Vincentz Network, Hannover, pp.19-28
- Milovanovic, B., Tomovic, V., Djekic, I., Miocinovic, J., Solowiej, B. G., Lorenzo, J.M., Barba, F.J., Tomasevic, I. (2021): Colour Assessment of Milk and Milk Products Using Computer Vision System and Colorimeter. *International Dairy Journal*. 120: 105084.
- Mine, Yoshinori. (1995): Recent Advances in the Understanding of Egg White Protein Functionality. *Trends in Food Science & Technology*. 6(7): 225–232. DOI: 10.1016/S0924-2244(00)89083-4
- Oetjen, K., Christine, B.K. Mania, M., Thomas, W., (2014): Temperature Effect on Foamability, Foam Stability, and Foam Structure of Milk. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 460: 280–285. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2014.01.086
- Owens, S. L., J. L. Brewer, S. A. Rankin. (2001): Influence of Bacterial Cell Population and PH on the Color of Nonfat Milk. *LWT - Food Science and Technology*. 34(5): 329–333. DOI: 10.1006/fstl.2001.0781
- Park, Y. W. (2007). Rheological Characteristics of Goat and Sheep Milk. *Small Ruminant Research*. 68(1): 73–87. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.015
- Patil, Umesh, és Soottawat Benjakul. (2018): Coconut Milk and Coconut Oil: Their Manufacture Associated with Protein Functionality. *Journal of Food Science*. 83(8): 2019–2027. DOI: 10.1111/1750-3841.14223
- Patra, Tiffany, Claudia Axel, Åsmund Rinnan, és Karsten Olsen. (2022): The Physicochemical Stability of Oat-Based Drinks. *Journal of Cereal Science*. 104: 103-422. DOI: 10.1016/j.jcs.2022.103422
- Patra, Tiffany, Åsmund Rinnan, és Karsten Olsen. (2021): The Physical Stability of Plant-Based Drinks and the Analysis Methods Thereof. *Food Hydrocolloids*. 118: 106-770. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2021.106770
- Popov-Raljić, Jovanka V., és munkatársai. (2008): Color Changes of UHT Milk During Storage. *Sensors* 8(9): 5961–5974. DOI: 10.3390/s8095961
- Qi, P. X., Ren, D., Xiao, Y., Tomasula, P. M. (2015): Effect of Homogenization and Pasteurization on the Structure and Stability of Whey Protein in Milk1. *Journal of Dairy Science*. 98(5): 2884–2897. DOI: 10.3168/jds.2014-8920
- Razi, Saeed Mirarab, Hoda Fahim, Sepideh Amirabadi, és Ali Rashidinejad. (2023): An Overview of the Functional Properties of Egg White Proteins and Their Application in the Food Industry. *Food Hydrocolloids*. 135: 108-183. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2022.108183

- Sathe, S.k. (1992): Solubilization, Electrophoretic Characterization and in Vitro Digestibility of Almond (*Prunus Amygdalus*) Proteins^{1,2}. *Journal of Food Biochemistry*. 16(4): 249–264. DOI: 10.1111/j.1745-4514.1992.tb00450.x
- Schaafsma, Gertjan. (2008). Lactose and Lactose Derivatives as Bioactive Ingredients in Human Nutrition. *International Dairy Journal*. 18(5): 458–465. DOI: 10.1016/j.idairyj.2007.11.013
- Segura-Badilla, O., Lazcano- Hernández, M., Kammar- García, A., Vera-Lopez, O., Aguilar- Alonso, P., Ramírez-Calix, J, Navarro- Cruz, A. (2020): Use of Coconut Water (*Cocos Nucifera* L) for the Development of a Symbiotic Functional Drink. *Heliyon* 6(3): e036-53. DOI: 10.1016/j.heliyon. 2020.e03653
- Silva, S., Espiga, A., Niranjana, K., Livings, S., Gummy, J. C., Sher, A., (2008). Chapter 16 - Formation and Stability of Milk Foams. In C. Grant M. & S. Martin G. & P. D. Leo (Eds.) *Bubbles in Food 2*, American Associate of Cereal Chemists International. AACC International Press, 153–61.
- Tulashie, S. K., Amenakpor, J., Atisey, S., Odai, R., Akpari, E. E. (2022): Production of Coconut Milk: A Sustainable Alternative Plant-Based Milk. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*. 6: 1002-1006. DOI: 10.1016/j.cscee.2022.100206
- Vegarud Gerd E., Langsrud T., és Svenning C. (2000). Mineral-binding milk proteins and peptides; occurrence, biochemical and technological characteristics. *British Journal of Nutrition*. 84(S1): 91–98. DOI: 10.1017/S0007114500002300
- Walstra, P. (1989): Principles of Foam Formation and Stability. In *Foams: Physics, Chemistry and Structure*, Springer Series in Applied Biology, szerk. Ashley Wilson. London: Springer, 1–15. ISBN: 978-1-4471-3807-5
- Wolf, Walter J., és Shridhar K. Sathe. (1998): Ultracentrifugal and Polyacrylamide Gel Electrophoretic Studies of Extractability and Stability of Almond Meal Proteins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 78(4): 511–521. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0010(199812)78:4<511:AID-JSFA148>3.0.CO;2-X
- Yada, Sylvia, Karen Lapsley, és Guangwei Huang. (2011): A Review of Composition Studies of Cultivated Almonds: Macronutrients and Micronutrients. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24(4): 469–480. DOI: 10.1016/j.jfca.2011.01.007
- Ye, Aiqian, Jian Cui, Douglas Dalglish, és Harjinder Singh. (2017): Effect of Homogenization and Heat Treatment on the Behavior of Protein and Fat Globules during Gastric Digestion of Milk. *Journal of Dairy Science*. 100(1): 36–47. DOI: 10.3168/jds.2016-11764

Internet 1: Alpro, <https://www.alpro.com/hu/>

Internet 2: E-410 Szentjánoskenyér-mag- liszt, Tudatos Vásárlók, <https://tudatosvasarlo.hu/eszam/e-410-szentj-noskeny-rmag-liszt/>

Internet 3: https://ng.24.hu/tudomany/2013/08/05/eves_utan_egy_pohar_tej/

Internet 4: <https://tudatosvasarlo.hu/eszam/e-418-gell-ngumi/>

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik támogattak, dolgozatom készítésében.

Először is szeretnék köszönetet mondani Vargáné Dr. Tóth Adriennek és Barkó Annamáriának, akik szakmai tudásukat és tapasztalataikat átadva láttak el tanácsokkal, valamint biztosították az egyetem tanszékén a dolgozat gyakorlati megvalósításához szükséges eszközöket és megfelelő körülményeket.

Köszönöm az egyetemi hallgatótársaim segítségét, akik közreműködtek abban, hogy az érzékszervi bírálat sikeres legyen.

Köszönettel tartozom a Családom felé, akik mindvégig mellettem voltak és támogattak tanulmányaim során is.

Simai Eszter Szakdolgozat

Mellékletek

1. Melléklet: Érzékszervi bírálat során alkalmazott bírálati lap

Érzékszervi bírálati lap

Pontozza 1 és 5 között a mintákat az alábbi szempontokat vizsgálva: szín, illat, íz, állomány, összbenyomás. Magyarázat: 1- egyáltalán nem édes, 5- nagyon édes. Összbenyomás vizsgálata során a mintákat az alapján értékelje, hogy mennyire kedveli az adott terméket!

Minta kódja	Szín		Állomány			Illat	Íz			Összbenyomás
	Csontfehér	Sárgás	Vizes	Krémes	Habos	Főtt, tiszta	Édes	Savanyú	Íztelen	
105										
109										
126										
101										
124										
103										
128										
107										

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Simai Eszter
A Hallgató Neptun kódja: FWU3EW
A dolgozat címe: Különböző tehéntejek és növényi tejhelyettesítők összehasonlító vizsgálata
A megjelenés éve: 2023.
A konzulens tanszék neve: Állattermék és Élelmiszertartósítási 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 mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2023.04.27.


Hallgató aláírása

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Simai Eszter (hallgató Neptun azonosítója: FWU3EW) 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 védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen **nem***²

Kelt: 2023. 04. 24.



Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.