



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

FAGYLALTOK KÉSZÍTÉSE ÍRÓ FELHASZNÁLÁSÁVAL

TDK dolgozat

Készítette: Szücs Enikő

Témavezető: Nyulasné dr. Zeke Ildikó Csilla

Lezárás dátuma: 2024.

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

1.Bevezetés és célkitűzések	2
2. Irodalmi áttekintés	4
2.1.A fagylaltokról, azok összetevőiről és a gyártástechnológiáról	4
2.2. Fenntarthatósági megoldások a tejiparban és a termékfejlesztés aspektusaiban.....	7
2.3.Az íróról és annak tulajdonságairól, felhasználhatóságáról	9
2.3.1.Keletkezése és tulajdonságai	9
2.3.2.Felhasználása	10
2.3.3.Az író fermentálása	11
2.4. Az élelmiszerek színezése	12
3. Anyag és módszer	16
3.1. A fagylaltok elkészítéséhez felhasznált anyagok.....	16
3.2.Fagylaltok készítése	18
3.3.Vizsgálati módszerek.....	20
4. Eredmények és azok értékelése	24
4.1. pH-mérés	24
4.2. Színmérés	25
4.3.Reológiai tulajdonságok vizsgálata.....	28
4.4.Habosíthatóság vizsgálata	31
4.5. Állománymérés.....	33
4.6.Olvasási tulajdonságok.....	35
4.7. Érzékszervi jellemzők.....	37
5. Összefoglalás	39
6. Irodalomjegyzék	41

1.Bevezetés és célkitűzések

A fagylalt egy nagyon népszerű desszert, különösen a nyári hónapok során. Az elmúlt évtizedekben a termékkínálat jelentősen kibővült, így szinte minden cukrászdában és üzletben találhatunk olyan fagylaltot, amely megfelel a személyes preferenciáknak. Érdekesség, hogy Új-Zélandon egy fő évente akár 28,4 liter fagylaltot is elfogyaszt, míg hazánkban ez az érték jelentősen szerényebb, 3-4 literre tehető (Internet 1,2).

A fogyasztói igények változásával a piac és a termelés továbbra is folyamatosan alkalmazkodik az új elvárásokhoz. Az egészséges táplálkozás iránti fokozódó érdeklődés miatt szükségessé vált jó táplálkozási értékű fagylaltokat fejleszteni, természetes és kiváló minőségű alapanyagok felhasználásával, minimalizálva az adalékanyagok jelenlétét. A tudatos életstílusú vásárlók körében egyre népszerűbbek az alacsony kalóriatartalmú, cukormentes vagy alternatív édesítőszerrel készült fagylaltok, ami új kihívásokat és lehetőségeket teremt a gyártók számára (Aschemann-Witzel et al., 2013).

Napjaink égető kérdései nemcsak a helyes táplálkozásra fókuszálnak, hanem a fenntarthatóságra és az újrahasznosítás fontosságára is. Az élelmiszeriparban egyre jelentősebbé válik a fenntartható és költséghatékony működés, amely magába foglalja az alapanyagokkal való gondos bánásmódot, a hulladékok, valamint az erőforrások minimalizálását. A zöld kihívások közé tartozik, hogy miként gazdálkodhatnánk hatékonyan a tejiparban keletkező hatalmas mennyiségű melléktermékekkel, amelyek általában szennyvízként kerülnek ki a rendszerből, hatalmas környezeti terhelést magukkal vonva (McKenzie és Williams, 2015; Slavov, 2017).

Az élelmiszeripar azonban modern megoldásokkal igyekszik szembenézni a problémával, például új termékeket fejlesztenek a melléktermékek értékesanyag tartalmának figyelembevételével. Ilyen fejlesztési lehetőséget kínál a tejipari másodlagos termékek fermentálása is, amely jótékony hatásai mellett hozzájárul a változatos ízek és textúrák kialakításához.

A vajgyártás során keletkező író egy értékes melléktermék, amely foszfolipidekben, ásványi anyagokban és fehérjékben gazdag. Kiemelkedő táplálkozási értéke, valamint emulgeáló, íz- és állagjavító tulajdonságai miatt különféle élelmiszerekben, például fagylaltok készítése során is kiválóan felhasználható, sőt fermentálható (Mascarello et al., 2019; Szkolnicka et al., 2020b).

Tudományos munkám során a tejiparban keletkező, nagy mennyiségben rendelkezésre álló, értékes tulajdonságokkal bíró mellékterméket, az írórt használtam fel fagylaltok készítéséhez. Célom az volt, hogy megvizsgáljam, hogy milyen mértékben helyettesíthető a tej íróval a fagylaltokban. Választ kerestem arra is, hogy az írórtartalom változtatása hogyan befolyásolja a fagylaltmixek habosíthatóságát, reológiai- és viszkozitási tulajdonságait. Ami pedig a készterméket illeti, szerettem volna feltárni, hogy annak állománya, olvadási tulajdonságai, valamint érzékszervi jellemzői hogyan változnak az író és a fermentálás hatására. Dolgozatomban bemutatom a laboratóriumban végzett munkafolyamatokat, azok technológiai paramétereit, valamint a tudományos eredményeimet és következtetéseimet.

Fontosnak tartom az egészséges és mértékletes táplálkozást, amelybe olykor az édességek is beletartozhatnak. A fagylaltok elkészítése során törekedtem arra, hogy a lehető legrövidebb alapanyaglistával dolgozzak, mellőzve az esetlegesen káros hatást kiváltó mesterséges színezékeket és különféle kötőanyagok használatát. Emellett az írófagylaltok felét mezofil vajkultúra segítségével fermentáltam, amelynek hatását tanulmányoztam a fagylaltok technofunkcionális, valamint érzékszervi tulajdonságainak vonatkozásában. Munkám eredményeképp olyan kézműves jellegű, ám ideális táplálkozási értékkel rendelkező alapterméket szerettem volna elkészíteni, amely a későbbiekben különféle természetes aromákkal ízesíthető

Összességében tehát olyan írófagylaltokat szerettem volna készíteni, amelyek nemcsak megfelelő technofunkcionális tulajdonságokkal, hanem kiváló érzékszervi jellemzőkkel is rendelkeznek.

A kutatásom újdonsága az író fagylaltokban történő alkalmazása, amely egy viszonylag új koncepció az iparágban. Az író, mint tejipari melléktermék felhasználása nemcsak a fenntarthatóságot támogatja, hanem hozzájárulhat a tejipari hulladék csökkentéséhez is. Ezen túlmenően az író fermentálása tovább növelheti a fagylaltok tápértékét és emészthetőségét, ami illeszkedik az egészségtudatos és fenntartható élelmiszer-fejlesztési trendekhez. Ez a kutatás új perspektívákat kínálhat a fagylaltipar számára a természetes, adalékmentes termékek terén.

A munkám során végrehajtott mérésorozatok befejezése után az eredményekből egy tudományos cikk is készült, amely célja, hogy az eredményeket a tudományos közösséggel is megismertesse.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A fagylaltokról, azok összetevőiről és a gyártástechnológiáról

A fagylalt történelmi gyökerei egészen az ókori rómaiakhoz és kínaiakhoz köthetők, akik a hegyekről lehozott hó, jég, valamint tej és gyümölcsök összekeverésével állították elő hideg desszertjeiket. Számos történelmi személyről találhatunk arra vonatkozó információkat, hogy igencsak kedvelték az effajta édességet. Néró császár például borral és mézzel fogyasztotta a hűsítő falatokat (Weiss, 2012).

A fagylaltgyártás a 20. században jelentős mértékű fejlődésen ment keresztül az iparosodás és az új technológiai vívmányok megjelenésének hatására. Az elektromos hűtőberendezések elterjedése biztosította, hogy az addig luxuscikknek számító fagylalt többek számára is elérhetővé váljon. Az 1920-as években Clarence Vogt feltalálta a nagy áttörést hozó, folyamatos üzemű fagylaltkészítő gépet. Emellett már új termékek is megjelentek, a pálcikás jégkrémek és tölcsérek formájában. A második világháborút követően, a gyorséttermi láncok elterjedése magával hozta a fagylaltgyártás fellendülését. Ezt követően sorra jelentek meg a különféle adalékanyagok, amelyek használatával a termékek egyöntetű minősége és eltarthatósága garantálhatóvá vált (Mascarello et al., 2019).

A fagylaltok olyan egynemű, krémes vagy szilárd állományú termékek, amelyeket fagyasztott állapotukban fogyasztunk. Pasztörözött alapanyagokból, homogenizálás, érlelés, majd habosítás és fagyasztás útján készülnek. Többféleképp csoportosíthatók ezek az ízletes készítmények, például eltérhetnek az összetételükben, a habosítás mértékében, állományban (Fenyvessy et al., 2014). A homogenizálás elősegíti a zsírgolyócskák méretének csökkentését és egyenletes eloszlását a fagylaltkeverékben. A pasztörözés élelmiszerbiztonsági szempont, amely során a keveréket magas hőmérsékleten kezeljük a romlást okozó mikrobák elpusztításának érdekében. Az érlelés az elkészített fagylaltkeverékek hűtését jelenti, több órán, akár egy napon át. Ez a folyamat a zsírok megszilárdulása mellett a fehérjék hidratálódását is segíti, amely biztosítja a késztermék ideális állománytulajdonságainak elérését (Schmidt, 2004). A fagylaltok kifagyasztása során egyszerre zajlik a keverékek habosítása és fagyasztása. A habosítás révén légbuborékok épülnek be a fagylalt szerkezetébe, miközben a víz részleges kifagyása jégkristályok kialakulását eredményezi. A fagylaltgépek feladata a megfelelő térfogat-növekedés biztosítása, valamint a nagy jégdaraboktól mentes, egyenletes állomány elérése. A berendezések kialakítása a felhasználási céltól függően eltér: az otthon használt berendezések jellemzően kisebbek és kevésbé szabályozhatók, mint az iparban használt,

folyamatos működésű, automatizált gépek. Működési elvük mégis azonos, kapartfalú hőcserélőként működnek, ahol a fagylaltkeverék ráfagy a berendezés falára. Ezt a réteget a kaparóelemek leválasztják, majd a masszába forgatják, így kristálygócok alakulnak ki, amelyek segítik az egyenletes fagyás megindítását. Emellett megtörténik a légbuborékok bekeverése is, hozzájárulva a termék állagának kialakításához (Harfoush et al., 2024). A fagylaltkészítés utolsó lépéseként végzett keményítés lényege a jégkristályok és légbuborékok stabilizálása a gyors hőelvonás révén. A folyamat során -35°C és -40°C közötti hőmérsékletű levegőt fújnak a fagylalt felületére, amelynek köszönhetően gyorsan elérhető a megfelelő keménység (Clarke, 2012).

A köznyelvben gyakran használjuk rokon értelmű szavakként a jégkrém és fagylalt szavakat. A Magyar Élelmiszerkönyv 2-401 számú irányelve alapján jégkrémek, azaz a kemény fagylaltok gyártása pontosan meghatározott paraméterek és üzemi körülmények között zajlik, majd egységenként kerülnek csomagolásra. A lágy fagylaltokról elmondható, hogy cukrászati technológiával, javarészt az elfogyasztás helyszínén készülnek (Internet 3,4). A fagylalt előállítására, az adagolva forgalmazott fagylaltra és az adagolva forgalmazott jégkrémre vonatkozó előírásokat a vendéglátó-ipari termékek előállításának és forgalomba hozatalának élelmiszerbiztonsági feltételeiről szóló a 62/2011. (VI. 30.) VM rendelet 2. melléklete tartalmazza. A kézműves fagylaltok ismérveit a Magyar Élelmiszerkönyv 2-109 számú irányelve foglalja össze. Ezek a termékek a hagyományos alapanyagok mellett természetes ízesítő- és színezőanyagok, gyümölcsök és csokoládék felhasználásával készülnek. Nem adagolható hozzájuk aroma, színezék és tartósítószer sem, hiszen a főzési folyamat biztosítja a megfelelő tartósító hatást. Állományjavítóként szentjánoskenyérmag-liszt, alginátok, valamint gyümölcspektin használható fel (Internet 5,6).

A fagylaltok magas folyadék- és fehérjetartalommal rendelkeznek, hiszen általában tejtermékeket és tojást tartalmaznak, ezzel kiváló táptalajt biztosítva a baktériumok számára, a fagylaltok gyors romlását előidézve. A fagylalt csomagolatlan élelmiszernek minősül, így könnyen szennyeződhet az értékesítés során is. A folyamatos hűtés biztosítása mellett, tehát kiemelten fontos élelmiszerbiztonsági szempont a higiéniai feltételek betartása (Internet 7).

Qamar és munkatársai (2018) munkája tartalmaz áttekintést nyújt a fagylaltok összetevőinek szerepéről és azok technológiai alkalmazásáról, valamint hatásairól a késztermék tulajdonságainak kialakításában. A fagylaltok fogyasztói megítélésének kiemelkedően fontos szempontja a textúra, amelyet az alkalmazott összetevők és a technológiai lépések egyaránt befolyásolnak. A fagylaltok szerkezetét a folyékony és szilárd fázisok által alkotott

mikrokristályos hálózat adja, amelyben levegőbuborékok találhatóak. Jelen vannak benne továbbá fehérjék, zsírok, cukor, oldható és oldhatatlan sók. A fagylaltokhoz adagolhatók egyéb adalékanyagok, mint stabilizátorok, emulgeáló anyagok és ízesítők is. A felsorolt összetevők egy összetett fizikokémiai és kolloid rendszert alkotnak, befolyásolva a fagylalt kialakuló szerkezetét. A stabilizátorok és emulgeálószerkezetek a szabad vízmolekulák megkötésével hozzájárulnak a viszkozitás növeléséhez. Túl nagy mennyiségben alkalmazva őket kedvezőtlennek válhatnak a fagylalt olvadási és habosodási képességei. A cukor biztosítja az édes ízt, továbbá testességet (szárazanyag-tartalom) ad a terméknek. Csökkenti a keverék fagyáspontját, így kisebb jégkristályok alakulnak ki, krémesebb textúrát kialakítva. A zsírtartalom hasonlóan a cukorhoz, jelentős hatással van a testességre, emulzióképződésre és az ízek intenzitására. Hordozza is fokozza az ízeket, aromákat, felelős a krémes állomány kialakításáért is. A zsírok megakadályozzák a túlságosan nagy jégkristályok kialakulását. A zsírok adják a termék energiatartalmának jelentős hányadát. Nagyobb mennyiségben gyorsabb olvadást eredményez a zsírcseppek destabilizációjával és agglomerációjával, ezenfelül a légbuborékok összeesnek, amelynek következtében a fagylalt zsugorodik. Rostok adagolásával a szabad víz megköthető, így növelve a viszkozitást. Ilyen hordozók lehetnek a gyümölcsökből készülő pürék, paszták és koncentrátumok. A járulékos anyagok közé sorolhatók továbbá a tej- és savó izolátumok, a tojás és annak sárgája, az olajos magvak, probiotikus termékek (Qamar et al., 2018).

A következőkben néhány tanulmány következtetéseit szeretném röviden bemutatni, amelyek hatással voltak a munkám során felhasznált anyagok kiválasztására és a receptúra megalkotására.

A szentjánoskenyérmag-liszt kis koncentrációban is hozzájárul a szinerézis megakadályozásához, és a megfelelően krémes állomány kialakításához. Vízkötőképességének hatékonyságát nem befolyásolja sem a pH, sem a hőmérséklet változása. Továbbá fagylaltokban alkalmazva csökkenti a jégkristályok méretét és lassítja azok kialakulását, ezzel javítja a fagylalt állagát (Barak és Mudgil, 2014).

Az általam készített fagylaltok zsírtartalma körülbelül 10% volt, amely mellé az irodalom javasolja az állományjavítók használatát, valamint a termék stabilitásának biztosítása érdekében, a cukrok beépítését is. Ezek az összetevők segítenek megelőzni a jégkristályok szerkezetének megváltozását a fagyasztva tárolás során (Hui, 2006).

Anatolievna és munkatársai az általuk készített tanulmányban (2023) többek között 84 százalékos tejfehérje izolátum hozzáadásával (5 g/ 100 g) készített fagylaltok tulajdonságait vizsgálták. Mikrostrukturális elemzéseik szerint a tejfehérje izolátum használatával csökkent a jégkristályok mérete, amelyet a fehérjék vízmegtartó képessége befolyásol. Megállapításaik szerint a tejzsírmentes szárazanyag-tartalom tej-és tejfehérje koncentrátumokkal vagy izolátumokkal való helyettesítése hatékony módszere a fagylaltok fehérjetartalmának növelésének.

2.2. Fenntarthatósági megoldások a tejiparban és a termékfejlesztés aspektusaiban

A fenntarthatóság mindenféle iparágban, köztük az élelmiszeriparban is különösen aktuális. A fagylaltkészítés, amely nagy mennyiségű tejet igényel, hozzájárulhat a tejtermelés növekvő terheléséhez. Ugyanakkor a tejipar hatalmas mennyiségű szennyvízkibocsátással rendelkezik, amelynek további kezelése sokszor magas költségekkel és kis energiahatékonysággal jár. Sok esetben a rendelkezésre álló melléktermékek, köztük az író, kiválóan alkalmasak lehetnek a termékfejlesztésben, egy-egy összetevőt helyettesítve. Az újrahasznosítás, amely a környezetre gyakorolt hatás csökkentését szolgálja, egy dinamikusan fejlődő tudományággá nőtte ki magát, korszerű megoldásaival és kutatási eredményeivel, hozzájárulva a természet védelméhez.

A szakirodalomban a tejipari, köztük az írókat tartalmazó szennyvizek kémiai és biológiai oxigénigényére vonatkozóan többféle számadattal is találkozhatunk, hiszen ezen értékek meghatározását számos tényező befolyásolja. Friss kutatások szerint az író kémiai oxigénigénye 91 000-95 000 mg O₂/l, a biológiai oxigénigénye pedig 322 100 mg O₂/l (Kırdar és Genc, 2020; Meghzili et al., 2024).

A következőkben néhány példán keresztül bemutatom a tejipari szennyvizek kezelésére irányuló fejlesztéseket és kutatási irányokat.

Az irodalomban változatos membránszűrési eljárásokról olvashatunk, azok közül is kiemelve az ultraszűrést és a membrándeztillációt, amelyek szintén potenciális megoldások a tejipari szennyvíz kezelésére (Hamdan et al., 2024).

Bora és munkatársai (2024) által végzett kutatás szerint a szennyvízben jelenlevő mikroalgák tenyésztésével egyidejűleg valósítható meg a szennyvízkezelés és a bioenergia (biodízel, bioelektromosság) előállítása. A tanulmány eredményei szerint a *Chlorella sorokiniana* KP mikroalgatörzs sikeresen alkalmazható erre a célra.

Kijelenthető, hogy nagy figyelem irányul a biológián alapuló módszerekre. A más iparágak által fel nem használt vagy akár veszélyes hulladékok lebontására, semlegesítésére végezhető a bioremediáció. A folyamat során (mikro)biológiai szervezetek kémiai reakciók útján lebontják kevésbé mérgező vagy nem mérgező formákká a szennyeződések, ezáltal orvosolják vagy megszüntetik a környezetszennyezést. A bioremediáció végezhető *in situ*, mely során a szennyezett anyag az eredeti helyén marad, vagy *ex situ*, amikor a szennyezett anyagot az eredeti helyéről kezelés, hosszú távú tárolás vagy végleges ártalmatlanítás céljából elszállítják (Fennell et al., 2011).

Cristiani-Urbina és munkatársai (2000) ígéretes kutatásaik során tejsavót kezeltek kevert élesztőkultúrákkal, amelyek alkalmazása révén csökkenthető a savó kémiai oxigénigénye. Munkájukkal megalapozták továbbá a biomasszatermelés növelésének alternatív módszerét is, a különböző élesztőkultúrák kombinációjának használatával.

A környezet védelme mellett fenntarthatóvá kell tenni az ételmezésünket is, melyhez szükséges felmérni, hogy melyek azok a lehetséges beavatkozási területek, ahol nagyobb hatékonysággal és kevesebb pazarlással gazdálkodhatnánk. A fiatalabb generációk fogyasztási és ételmiszervásárlási preferenciái jelentős változást mutatnak, amely különféle egészségi problémákra és környezeti aggályokra vezethető vissza. Számukra az egészség, a termékminőség, az állatjólét és a könnyű beszerezhetőség mellett döntési szemponttá válik a fenntartható opciók választása is (Aschemann-Witzel, 2015; Ran et al., 2022).

Amennyiben ezen szemlélet mentén, a fogyasztói igények figyelembevételével folytatjuk termékfejlesztési stratégiánkat, úgy figyelembe kell vennünk, hogy a produktum ne csak minőségi szempontból és ár-érték arányban legyen megfelelő, hanem valóban rendelkezzen fenntartható attribútumokkal, amelyeket kommunikálhatunk az edukációs és marketingtevékenységek során.

2.3. Az íróról és annak tulajdonságairól, felhasználhatóságáról

2.3.1. Keletkezése és tulajdonságai

A statisztikák nem követik az évente keletkező író mennyiségét, azonban ennek értékét a vajtermelés alapján közelíthetjük, hiszen közel azonos mennyiségben keletkezik az író, mint a vaj. Világszerte a tej 6,5-7,0%-át használják fel a vajgyártásban, amely évente 3,2 millió tonna írot eredményez (Krebs et al., 2021; Kumar et al., 2015). Az író minél széleskörűbb alkalmazása hozzájárulna a fenntartható élelmiszer-termeléshez, csökkentve a tejipar hulladékát és elősegítve a körforgásos gazdaságot. Magyarországon ez az érték a KSH adatai szerint megközelíti a 20 ezer tonnát (Internet 8).

Az író a vajgyártás értékes tápanyagokat tartalmazó mellékterméke, így elsőként a vajkészítés technológiájának fontos elemeit szeretném ismertetni, amelyek hatással vannak az író tulajdonságaira is.

A gyártást hazai szerzők művének segítségével mutatom be a továbbiakban (Fenyvessy et al., 2014). A vaj szobahőmérsékleten szilárd, ám mégis kenhető, zsírban oldódó vitaminokban és energiában gazdag termék, amely zsírtartalmát kizárólag tejszír adja. Az író alacsony zsírtartalmú, így kevés zsírban oldódó vitamint tartalmaz. Ahogy a vaj összetétele nem állandó az évszakok és a takarmányozás változásával, úgy az íróé sem (Magan et al., 2021). A nyári hónapok során a vajzsírban több telítetlen zsírsav, főként olajsav található. Ezzel szemben, télen a telítetlen zsírsavak, mint mirisztinsav, sztearinsav és palmitinsav, aránya mutatkozik nagyobbak. A vajkészítés leginkább kiemelendő része a fázismegfordulást eredményező köpülés. A tejszínből, amely „zsír a vízben” emulzió, ekkor „víz a zsírban” emulzió képződik. A kívánt eredmény eléréséhez a tejszínt előzetesen érlelni kell, amely hatására a tejszínben található zsírgolyócskák burkai szétválnak, halmazokat képeznek. Ezen burkok a 8-12°C-on végzett köpüléskor szét is szakadnak, utat engedve a bennük lévő vajolajnak, amely fokozatosan segíti az érlelés során már részben emulgeált zsírgolyócskák összetapasztását. Ezt követően a zsírgolyócskák rögzökké egyesülnek, magukba zárva a plazma egy kis hányadát, elkülönülve a plazma nagyobb hányadaként megjelenő írótól (Fenyvessy et al., 2014).

A membránok sérülésének következtében felszabaduló, vizes közegben diszpergált komponensek, mint a foszfolipidek és a szétszakadt zsírgolyócskák membrándarabjai, hozzájárulnak az író emulzióképző tulajdonságainak fokozásához (Sodini et al., 2006).

Az író leválasztása a technológia során a köpülés és a vaj mosása között zajlik. A későbbi hasznosítás érdekében ekkor történik az író pasztörözése és csomagolása. Ilyen formában, hűtve is fellelhető, főként külföldön a boltok polcain különböző kiszerelésekben, akár egyéb összetevők hozzáadásával (Fenyvessy et al., 2014).

Az író tartósítása a pasztörözés mellett gyakran történik sűrítéssel vagy porlasztva szárítással a későbbi felhasználhatóság céljából (Mascarello et al., 2019).

2.3.2. Felhasználása

Az író felhasználását technológiai és biológiai tulajdonságait és alacsony beszerzési költsége (Burns et al., 2010), valamint nagy rendelkezésre álló mennyisége mellett az is indokolja, hogy a kibocsátása környezetszennyezési problémákat okoz (Shaikh és Rath, 2009). Összességében tehát az író újrahasznosítása gazdaságilag és fenntarthatósági szempontból is ösztönzi a felhasználásával kapcsolatos kutatásokat, termékfejlesztéseket, amelyeket a következőkben mutatok be röviden.

Az író felhasználásával készíthetők különféle humán táplálékok, például sajtok (Meghzili et al., 2024), joghurt (JAO és KAA, 2017) és kefiryszerű termékek is (McGovern et al., 2024). Állati fogyasztásra kerülő termékekben is megtalálható, amelyekben általában porként jelenik meg (Davey, 1962).

A felszakadt tejszírmembrán gazdag lipidekben, foszfo- és szfingolipidekben, valamint mono-, di- és trigliceridekben. A foszfolipidek kinyerését azok emulzióképző képessége, bioaktív jellemzői, valamint jótékony egészségügyi hatásai indokolják, amelyek által nemcsak az élelmiszeriparban, hanem az orvoslásban is hasznosíthatók (Ali et al., 2019; Gauthier et al., 2014). A foszfolipidek szuperkritikus extrakcióval történő kinyerését Ubeyitogullari és Rizvi (2020) kutatták, míg Costa és munkatársai (2010) ultraszűrést is alkalmaztak a hatékonyság növelésének céljából.

Egy kutatás során biofilmek kukoricakeményítő és az író eltérő arányú keverékéből történő előállítását vizsgálták. A biopolimerek elkészítése ez esetben a biopolimerek fenntartható csomagolásban való alkalmazását célozta (Moreno et al., 2014).

Egy külföldi tanulmány készítői szénsavas italokat állítottak elő íróval és változatos gyümölcs ízesítésekkel. A kísérlet során változtatták az italok gyümölcs- és cukortartalmát, vizsgálva az érzékszervi jellemzőket, valamint a szén-dioxid oldódási tulajdonságait. Megállapították, hogy a gyümölcslevek segítettek elfedni az író ízét és színét, hozzájárultak a termék fogyasztói

megítélésének javításához. Fontos megjegyezni továbbá, hogy az íróitalok magasabb fehérje-, vitamin-és ásványi anyag tartalommal, valamint jobb fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkeztek, mint a piacon fellelhető italok (Shaikh és Rathi, 2009).

Az író felhasználható erjesztési folyamatokhoz szükséges adalékanyagként is. Egy tudományos munkában az írot, mint szénforrást élesztőkivonattal (nitrogénforrás) kiegészítve használták fel probiotikus *Lactobacillus*ok táptalajaként (Antunes et al., 2009).

2.3.3. Az író fermentálása

A fermentált tejtermékek már azelőtt is részét képezték az emberi táplálkozásnak, hogy a tudomány feltárta volna a tejben található mikroorganizmusok ismérveit, vagy a tej lassú megsavanyodásának okát. A korszerű mikrobiológiai eljárásoknak köszönhetően lehetőségessé vált ellenőrzött körülmények között, magasabb táplálkozási értékkel rendelkező, fermentált tejtermékek előállítására (Panesar, 2011).

Az író fermentálása többféle baktériumtörzzsel is lehetséges, amelynek eredményeképp előállíthatók akár funkcionális íróitalok is (Liutkevičius et al., 2016; Sharma et al., 2021).

A fermentálás egészségre gyakorolt előnyeiről Katz (2016) készített összefoglalót fermentálásról szóló könyvében. Élő mikroorganizmusokat tartalmazó készítményeket bizonyítottan egészséges fogyasztani, amelyekkel növelhetjük a szervezetünkben található jótékony mikrobakultúrák biodiverzitását, amelyek támogatják az emésztőrendszer munkáját a táplálék lebontása és a tápanyagok beépítése során. Amellett, hogy fermentálás hatására könnyebben emészthető és jobban felszívódó formákra bomlanak a tápanyagok, javul az ásványi anyagok biológiai hozzáférhetősége. A fermentáció során új tápanyagok is keletkeznek. A mikrobák életfolyamataik során termelnek B vitaminokat, köztük folsavat, riboflavint, niacint, tiamin és biotint. Egyes termékek természetüknél fogva nem tartalmaznak élő mikroorganizmusokat, mint például a pékáruk, hőkezelt tejtermékek vagy fagylaltok. Azonban ezen termékek esetében a végső mikroba elpusztító technológiai lépés (sütés, hőkezelés, fagyasztás) előtt hasznát vehetjük a fermentálásnak, hiszen segíthet emészthetőbb formákra bontani a tápanyagokat, vagy kialakítani a termék ízét, állományát. Szemléltetésként jó példa lehet a joghurtok esete, melyek készítéséhez nélkülözhetetlen starterkultúrát használni. A kívánt hatás elérését követően azonban a joghurtot általában pasztörözik, így elpusztítva az élő törzseket (Katz, 2016).

2.4. Az élelmiszerek színezése

Az 1333/ 2008 EK rendelet az adalékanyagokat technológiai funkcióik szerint osztályozza. A rendelet megfogalmazása szerint „a színezékek: olyan anyagok, amelyek felerősítik vagy helyreállítják az élelmiszerek színét; ide tartoznak az élelmiszerek természetes összetevői vagy más természetes források, amelyeket önmagukban élelmiszerként nem fogyasztanak, és élelmiszerek jellegzetes összetevőiként általában nem használnak. Az élelmiszerekből és más természetes eredetű ehető alapanyagokból fizikai és/vagy kémiai kivonással nyert készítmények e rendelet értelmében akkor tekinthetők színezékeknek, ha a színezőanyagot a tápanyagoktól és az aromatikusan összetevőktől szelektív módon elkülönítették.” (Internet 9).

A színezés kiemelt szerepet játszik az élelmiszeriparban, különösen a fagyasztott desszertek esetében, ahol az érzékszervi értékelés és az élelmiszervásárlás, valamint a fogyasztói elfogadás esetében a termék színe meghatározó szerepet tölt be (Sukkwai et al., 2018).

A mesterséges színezékek előnye, hogy alacsony költséggel előállíthatók, és használatukkal nagy stabilitású, érzékszervi szempontból is tetszetős színárnyalatokat érhetünk el. Mindazonáltal a fogyasztói elvárások formálódása és a kereslet ösztönzi a mesterséges színezékek természetes alternatívákkal való helyettesítését (Sigurdson et al., 2017).

A növekvő kereslethez azon mesterséges színezékekkel szembeni fogyasztói aggodalmak járulnak hozzá, amelyek azok potenciálisan veszélyes egészségügyi és környezeti hatásaiból erednek (Albuquerque et al., 2021).

A mesterséges színezékek, mint a tartrazin, kinolinsárga vagy az azorubin, korábban széles körben használtak voltak. Népszerűségük csökkent, mivel különféle betegségekkel, toxicitási folyamatok kialakulásával és allergiás, intoleranciás reakciókkal hozták őket összefüggésbe, különösen érzékeny csoportoknál és gyermekeknél. Egyes kutatások alátámasztják, hogy a mesterséges színezékek hozzájárulhatnak a gyermekeknél tapasztalható viselkedési problémák, köztük a hiperaktivitás kialakulásához (McCann et al., 2007; Potera, 2010).

Habár a jelenleg használt mesterséges színezékeknek szigorú élelmiszerbiztonsági ellenőrzéseknek kell megfelelniük, az élelmiszeripar hangsúlyt fektet a természetes alternatívák használatára a vevői igények kielégítésének céljából. Látható ugyanis, hogy a fogyasztók előnyben részesítik a természetes színű, egészséges és biztonságos termékeket, így ezt érdemes a termékfejlesztés során is figyelembe venni (Simon et al., 2017).

A természetes pigmentek alkalmazását magasabb költségeik mellett számos tényező korlátozhatja. Előfordulhat, hogy kevésbé erőteljes vagy instabil színárnyalatot kapunk a használatukkal, vagy hordozhatnak nemkívánatos aromákat, mint például a retekéből vagy céklából készült színezékek. Ezen kívül kölcsönhatásba léphetnek az élelmiszer-összetevőkkel, illetve érzékenyek lehetnek a környezetükben megtalálható különböző fémionokra, fehérjékre, valamint a pH-változásra, a hőre és az oxidációra (Lakshmi, 2014; Rodriguez-Amaya, 2016; Wrolstad és Culver, 2012).

A kutatásom fókuszában álló fagylaltmixek a gyártás és tárolás során a már említett, színtabilitást befolyásoló tényezők mellett nyíróerőnek is ki vannak téve. A fagyasztott desszertekben tehát a megfelelő színárnyalat mellett annak stabilitásának biztosítása is kulcsfontosságú tényező. Az iparban megtalálhatók azok a természetes színezékek és színező élelmiszerek, amelyek alkalmasak ezen célok eléréséhez (Buchweitz, 2016; Krahle et al., 2024). Nagy előnyük továbbá, hogy gyakran rendelkeznek antioxidáns és egyéb, a szervezet egészségét támogató jellemzővel is (Meena et al., 2022).

Sigurdson és munkatársai (2017) kémiai tulajdonságai alapján osztályozták a főbb természetes színezékeket, amelyek mellett feltüntették azok növényi, állati, mikrobiális vagy ásványi forrását is, amelyek közül néhány növényi opciót szeretnék kiemelni. A szőlőtörköly és a bogyósgyümölcsük kiváló forrásai az antocianinoknak, míg céklából betalain nyerhető. A kukorica, sárgarépa, paprika, paradicsom vagy sáfrány felhasználásával karotinoidokhoz juthatunk.

Teixeira és munkatársai (2022) nanokapszulázott kurkumin, spirulina, valamint hibiszkusz kivonatokkal színezték élelmiszereket, helyettesítve a tartrazin és Sunset Yellow FCF (sárga), illetve ponceau 4R (piros) elnevezésű mesterséges színezékeket. Emellett meghatározták a természetes színezékek antioxidáns kapacitását is.

A lila szín a kék és vörös színek, ennek megfelelően például antocianinok és spirulina kombinációjaként állítható elő. A kék és lila szín elérése kapcsán a pillangóborsó virág (*Clitoria ternatea*) is felhasználható, amelynek egyedülállóan acilezett antocianinjainak köszönhetően, 3-5-ös pH-érték mellett lila, míg pH 5-7 között kék árnyalatok érhetők el (Abdullah et al., 2010).

Összegezve a szakirodalmak megállapításait, kijelenthető, hogy a természet sokféle lehetőséget kínál a színezékek kinyerésére. A hatékony kinyerés mellett fontos megtalálni azonban annak a módját is, hogy a színyanyagok az élelmiszertermékekben hosszú távon is megfelelően stabil

hatást nyújtsanak. A technológia fejlődésével a színárnyalatok palettája remekül bővíthető, a természetes színezékek egészséget támogató tulajdonságainak megőrzésével együtt (Sigurdson et al., 2017).

Tudományos munkám során kiemelten foglalkoztam a pillangóborsó virág felhasználhatóságával a fagyaltok elkészítése során, így az élelmiszerek színezéséhez kapcsolódó fejezet az ezen növényhez kapcsolódó szakirodalom rövid áttekintése zárja.

A pillangóborsó (*Clitoria ternatea*) Ázsiában honos, jellegzetes, élénk kék színű szirmairól ismert növény. A hagyományos ajurvédikus és kínai gyógyászatban évszázadok óta használják agyserkentő, lázcsillapító, gyulladáscsökkentő és fájdalomcsillapító hatása miatt. Ezen kívül a pillangóborsó kivonatát, természetes kék színezőanyagként, helyettesítve a mesterséges színezékeket, teakeverékek, desszertek vagy koktélok elkészítéséhez is használják (Shirodkar et al., 2023).

Nagy népszerűségéhez hozzájárul, hogy színét képes megváltoztatni a pH-értéktől függően, amelyet Deepak és Kadam (2022) is tanulmányoztak. Tudományos munkájuk a *Clitoria ternatea* virágából származó pigment felhasználhatóságát tárgyalja a textiliparban. Megfigyelték, hogy a virág pigmentje pirosról lilára, majd kékre, végül zöldre változik, ahogy a pH-t változtatják. A jelenséget az antociánok szerkezetének pH-indukált módosulása magyarázza, hiszen ezek a vegyületek érzékenyek a környezetük savasságára (Deepak és Kadam, 2022).

A növény szirmaiban nagy mennyiségben található meg bioaktív vegyületek, mint antioxidánsok, melyek a szirmok jellegzetes színét is adják, továbbá antociaoninok, flavonoidok és peptidek (Kazuma et al., 2003).

Oguis és munkatársai (2020) tanulmányukban három ajurvédikus növényből, köztük a pillangóborsóból származó kivonatok bőrbetegségek kezelésére szolgáló készítményekben és kozmetikai termékekben való felhasználhatóságát vizsgálták. Eredményeik alátámasztják, hogy a pillangóborsó értékes forrása a biológiailag aktív anyagoknak, amelyek hozzájárulnak a bőr egészségének megőrzéséhez és a tökéletlenségek megelőzéséhez.

A Gaytos és Lumagbas (2019) tanulmányt készítettek a pillangóborsó virág elfogadhatóságáról, egy fagyalt összetevőjeként. Kutatásukban összesen 70 személy részvételével, előzetes, összehasonlító és végső tesztek során vizsgálták a pillangóborsó virággal készített fagyaltok elfogadhatóságát, figyelembe véve az íz, illat, megjelenés, állomány és általános

elfogadhatóság szempontjait. A válaszadók pontozása alapján a megjelenés és az állomány rendkívül pozitív értékelést kapott, míg az általános elfogadhatóság is magas pontszámot ért el. Az ízesítés kapta a legalacsonyabb pontszámot, ami arra utal, hogy a pillangóborsó virág felhasználásával kapcsolatban további ízesítési fejlesztések szükségesek a jobb ízélmény kialakításához.

3. Anyag és módszer

A fagylaltok fejlesztéséhez választott fő összetevőim az író mellett a tej, tejszín, cukor, szentjánoskenyérmag-liszt voltak. Első kísérletként az író édeskés ízét, kis koncentrációban vaníliaaromával párosítottam, hogy az esetlegesen fellépő mellékízeket ne nyomják el az aromásabb karakterű, erőteljes ízű csokoládék vagy gyümölcsök. A fagylaltok színezését természetes alapanyaggal kívántam megoldani, így esett a választásom a pillangóborsó virágra, amely felhasználásával kékre festettem a fagylaltmintákat. Választásomat az indokolta, hogy fagylaltok tetszetős és természetes színezése jobb elfogadhatóságot biztosít a gyerekeknek szánt termékek körében. Kíváncsi voltam, hogy a fagyasztást követően is megfelelő választásnak bizonyul-e, megőrzi-e majd a termék a színét. Ugyanezen elvek mentén készítettem egy másik mintasorozatot, azzal a különbséggel, hogy a sorozat minden tagjának folyékony halmazállapotú összetevőit előzetesen fermentáltam. A fagylaltok elkészítésének részleteit, valamint az alkalmazott mérési módszereket a következő alfejezetekben mutatom be.

3.1. A fagylaltok elkészítéséhez felhasznált anyagok

A fagylaltok alapanyagául az Alföldi Tej Kft. által felajánlott írórt hasznosítottam. A fagylaltmixek elkészítéséhez emellett tejet (3,5% zsírtartalmú), tejszínt (30% zsírtartalmú), kristálycukrot, dextrózt, szentjánoskenyérmag-lisztet használtam. Emellett 85 százalékos tejfehérje izolátum is került a fagylaltokba. A természetes színezést szárított pillangóborsó virággal, a fagylaltok ízesítését vaníliaaromával oldottam meg. A fermentálást vajkultúrával (FD-DVS CHNN-22 mezofil aromaképző, LD típusú kultúra, CHR Hansen, Dánia) végeztem. Érdekesség, hogy ugyanezen kultúra segítségével Antunes és munkatársai (2009) probiotikus írószerű fermentált termékeket készített tejből.

Összesen 12 db, 500 g tömegű mintát készítettem, amelynek a felét fermentáltam a vajkultúrával. A két mintasorozat (továbbiakban fermentált és nem fermentált minták) tagjai továbbá abban tértek el, hogy az eredeti receptben szereplő tej mennyiségét hány százalékban helyettesítettem íróval (0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%). Készítettem tehát kontrollmintákat is (0% írórtartalom), amelyek fehér színűek maradtak, hiszen csak az írórt színeztem meg.

Az elkészített minták receptúráit az 1. táblázatban foglaltam össze, feltüntetve az összetevőket és azok mennyiségét 100 g tömegű fagylaltkeverékre vetítve.

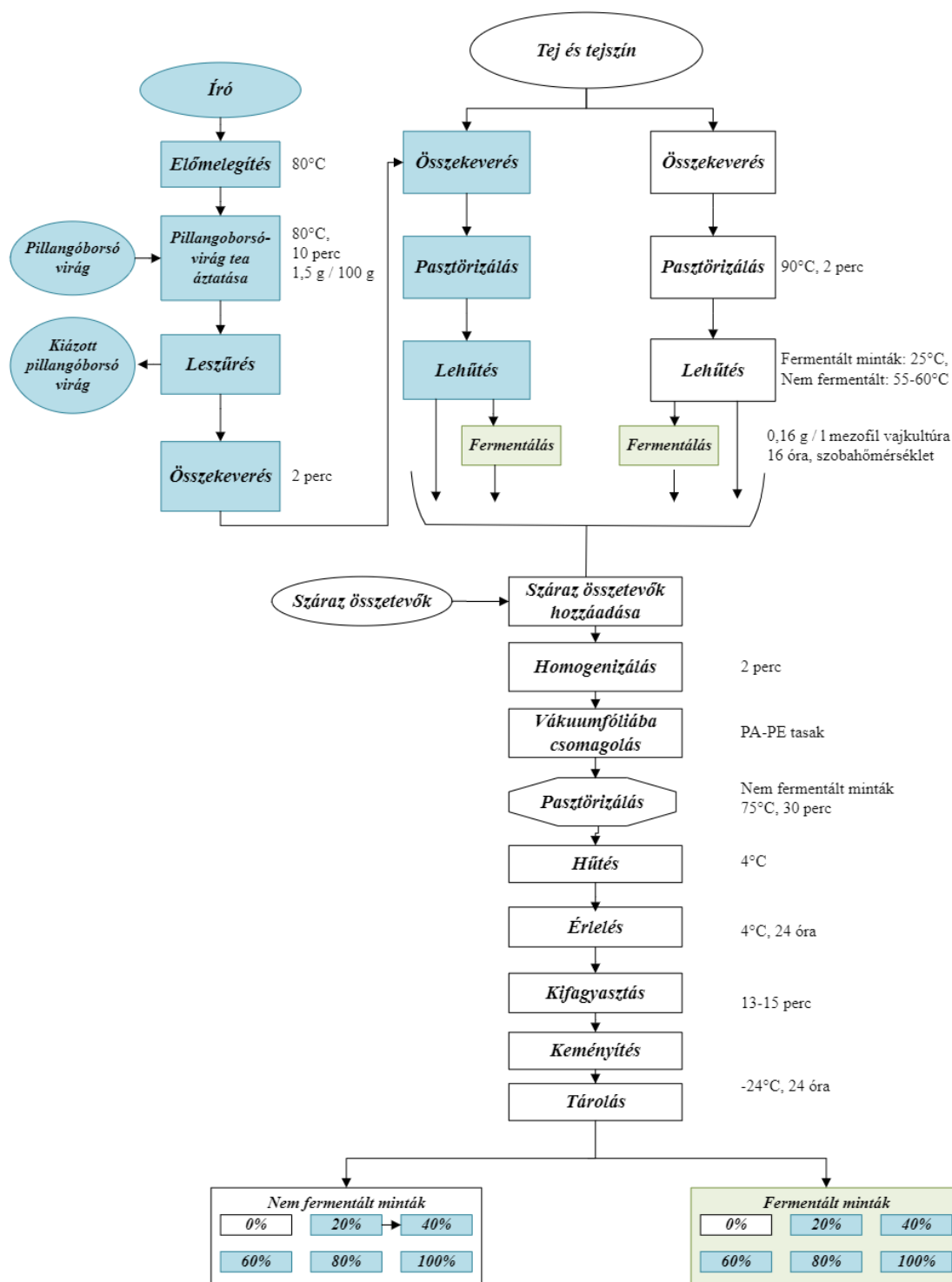
1. táblázat: A különböző írórtartalmú fagylaltok elkészítéséhez felhasznált összetevők, valamint azok mennyisége (g/ 100 g).
(Forrás: saját munka)

Összetevők	Írórtartalom					
	0%	20%	40%	60%	80%	100%
Tej	55,7	44,56	33,42	22,28	11,14	0
Író	0	11,14	22,28	33,42	44,56	55,7
Tejszín	25,3	25,2	26	26,6	26,5	27,5
Kristálycukor	12,8	12,8	12,2	11,7	11,7	10,9
Dextróz	6,4	6,4	6,1	5,8	5,8	5,5
Tejfehérje izolátum	0,1	0,15	0,25	0,4	0,5	0,6
Szentjánoskenyérmag-liszt	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Vaníliaaroma	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Szem előtt tartva az író beltartalmi értékeit, a receptúra kidolgozása során arra törekedtem, hogy a mixek összetétele megfeleljen a kívánt zsírtartalomnak (8,5-8,9 g/ 100 g) és fehérjetartalomnak (2,2-2,3 g/ 100 g). A pontos arányok kiszámítása biztosította, hogy minden egyes minta kiegyensúlyozott tápértékű legyen. A minták szárazanyag-tartalom értékei a számítások alapján 30,4-34,4 g / 100 g voltak. A fermentálással készülő mintákhoz ugyanazt az anyaghányadot használtam, mint a nem fermentált minták esetében.

3.2. Fagylaltok készítése

Az író megszínezésének, valamint a fagylaltok elkészítésének lépéseit az 1. ábrán foglaltam össze.



1. ábra: A különböző írotartalmú, fermentálással és fermentálás nélkül készülő fagylaltok elkészítésének folyamata

Forrás: Nyulas-Zeke et al., 2024 nyomán, saját szerkesztés

Elsőként a szárított pillangóborsó virágokat 1,5 g /100 g író mennyiségben használtam fel, amelyeket a 80°C-ra felmelegített íróba tettem tíz perc időtartamra. Az idő leteltével rozsdamentes acél szűrővel leszűrtem a kiázott virágokat, majd két percig kevertem a teljes homogenitás eléréséig. Ezt követően a megszínezett írot az egyéb folyékony összetevőkkel (tej, tejszín) összekevertem, majd hőkezelttem. A pasztörizálás 90°C-on két percig zajlott. A fermentálás nélkül készülő mintákat 55-60°C-ra hűtöttem, majd a por állagú összetevőket is hozzájuk adagoltam. A két percig tartó homogenizálást a Robot Coupe Mini MP 160 V.V. mixer segítségével végeztem, a harmadik fokozatban (fokozatok 1-9; 2000-12500 rpm). A homogenizált fagylaltmixeket hőálló PA-PE (poliamid-polietilén) fóliatasakokba csomagoltam, amelyeket lehegesztettem (90 µm: 20 µm PA + 70 µm PE). A fagylaltmixeket 70°C-on fél órán át hőkezelttem.

A fermentálással készülő mintákat a hőkezélést követően szobahőmérsékletűre hűtöttem. A mezofil starterkultúrát 0,16 g / l koncentrációban alkalmaztam. A kultúrát először a hőkezelt keverék kis mennyiségéhez adtam, majd az egészet egyenmősítettem. Az érlelés szobahőmérsékleten, zárható műanyag edényekben (2. ábra) történt 4,6-os pH eléréséig, amely megközelítőleg 16 órát vett igénybe.



2. ábra: A fermentálásra előkészített, különböző írótartalmú folyékony halmazállapotú keverékek

Az idő leteltével hasonlóan jártam el, mint a nem fermentált minták esetében. A száraz összetevőkkel való egyenmősítést a PA-PE fóliába való csomagolás követte, azonban ezen minták esetében nem végeztem hőkezélést. Ezen lépés kihagyását az indokolta, hogy a minták pH értéke a fermentálás hatására lecsökkent, illetve élő tejsavbaktériumokat tartalmaztak.

Az összes elkészült mintát 4°C-ra hűtöttem, és 24 órán át ezen a hőmérsékleten érleltem. A következő napon a hűtőkamrában érlelt mintákat a fagylaltkészítő gép (Telve CRM GEL 5) segítségével kifagyasztottam. A folyamat mintánként 13-15 percet vett igénybe. A fagylaltokat műanyag formába téve -24°C-on keményítettem. Ezt követően a megfelelő módokon előkészítettem a mérésekhez szükséges mintákat.

3.3. Vizsgálati módszerek

pH-mérés

A fagylaltnmixek pH-ját az érlelést megelőzően mértem, folyékony halmazállapotukban. Minden minta esetében három párhuzamos mérést végeztem Testo 206 típusú digitális pH-mérő (3. ábra) eszközzel. Feltételeztem, hogy a fermentált minták esetében alacsonyabb pH-értékek fognak születni.



3. ábra: Kézi pH-mérő készülék



4. ábra: Kézi, digitális színmérő készülék

Színmérés

Az érlelt fagylaltnmixek CIELAB értékeinek (L^* : világossági tényező; a^* : vörös-zöld hányados; b^* : kék-sárga hányados) méréséhez az 4. ábrán szereplő Konica Minolta Chroma Meter CHR-400 típusú kézi, digitális színmérő készüléket használtam. Minden minta felületi színének vizsgálatára 12-12 párhuzamos mérést végeztem.

Előzetes várakozásaim szerint a fagylaltok színe az írórtalom növekedésével változott, hiszen az írórt dúsítottam a pillangóborsó virággal. Emellett számítottam arra is, hogy a tejben megtalálható karotinoidok változó mennyisége mellett a fermentált minták esetében a pH-változás is hatással volt a színre.

Viszkozitásmérés

Az érlelt fagylaltnmixek reológiai vizsgálatát az Anton Paar MCR-92 típusú rotációs elven működő, koncentrikus hengerrel felszerelt (CC27) 5. ábrán látható reométerrel végeztem. A műszer vezérléséhez az Anton Paar RheoCompass szoftvert (1.21.852 verzió) használtam. A párhuzamos reológiai mérések 20°C-on zajlottak. A berendezésben a mérendő anyag koncentrikus henger felületek között helyezkedik el. A mérés elvét az adja, hogy a belső henger forgatásával mérhető az adott szögsebességhez szükséges forgatónyomaték. A nyírási sebesség logaritmikusan nő és csökken 10-1000 1/s között.



5. ábra: Anton Paar MCR-92 típusú reométer

A mért adatok kiértékelése Hidas et al., (2021) módszere alapján a Herschel-Bulkley modell segítségével történt, amely jól alkalmazható az általam készített minták reológiai viselkedésének leírására. A modell három változóval rendelkezik, ezek a konzisztencia koefficiens (K), a folyáshatár (τ_0) és a folyásindex (n). A modell által illesztett adatokból folyásgörbéket és viszkozitásgörbéket készítettem a fagylaltminták összehasonlítására (Csurka et al., 2023), a következő képlet segítségével.

$$\tau = \tau_0 + K \times \gamma^n \quad (1)$$

ahol

- τ : nyírófeszültség [Pa]
- τ_0 : folyáshatár [Pa]
- γ : nyírási sebesség [1/ s]
- K : konzisztencia koefficiens [Pa sⁿ]
- n : folyásindex [-]

A 31 mérési pontra az egyenlettel kiszámítottam az elméleti nyírási sebességet. Excel Solver segítségével minimalizáltam az előzőekben kiszámított elméleti nyírási sebességek és a mért nyírási sebességek közti különbség négyzetének összegét, mellyel meghatározásra kerültek a modell egyenletének változói is.

Habosíthatóság mértékének meghatározása

A habosíthatóság (Overrun) egy igen fontos jellemzője a fagylaltoknak, amely leírja, hogy mennyi levegő került a kifagyasztás során a mixbe. A három párhuzamos méréshez 50 ml térfogatú minta tömegét a kifagyasztás előtt és után is megmértem. A térfogatnövekedést százalékosan határoztam meg a minták összehasonlíthatóságának érdekében.

Olvadékonysági vizsgálatok

A fagylaltok olvadékonysági tulajdonságait szobahőmérsékleten vizsgáltam. A keményítést követően 50 g tömegű mintákat fagyasztottam le szilikonformákban. A formák segítettek abban, hogy minden minta azonos méretű (30 mm magas és 50 mm átmérőjű) legyen. Az ily módon elkészített gombócokat rozsdamentes acélrácsra helyeztem. A rács alá főzőpoharak kerültek, a 6. ábrán látható módon, amelyek a lecseppenő fagylaltot fogták fel, míg a tömegváltozás nyomonkövetését mérlegek segítségével valósítottam meg. Mértem az első csepp lecseppenéséig eltelt időt, majd minden öt percben feljegyeztem a mérleg által kijelzett, már lecsepegett fagylalt tömegét. Mindhárom párhuzamos mérés a minták teljes egészének elolvadásáig zajlott. Ezen adatok felhasználásával olvadékonysági diagramokat készítettem.



6. ábra: Az olvadékonysági tesztek elvégzéséhez szükséges eszközök elrendezése

Állománymérés

A fagyasztott fagylaltminták állományának vizsgálatában a Stable Micro System (SMS) TA.XT Plus állománymérő berendezés volt a segítségemre. A mérésekhez minden fagylaltból 12 darab, 9x2x2 cm-es mintát készítettem szilikonformák segítségével. A formákat -24°C -on tároltam egy napon keresztül. Megvizsgáltam a minták nyírásához szükséges erőt (N) a Warner-Bratzler teszt segítségével. A fagylaltból készült rudak 2 mm/s sebességgel kerültek átvágásra a mérőfelállással (7. ábra). A párhuzamos mérések között a mérőfejet és a tálcát jéggel hűtöttem az olvadás megelőzésének érdekében.



7. ábra: Fagylaltminta a vágási vizsgálat közben

Számítottam arra, hogy a mérési eredményeket befolyásolja majd a fagylaltok pH értéke, zsír-, fehérje- és szárazanyag tartalma, továbbá a mérés egyéb nehezítő körülményei is, mint a magas szobahőmérséklet.

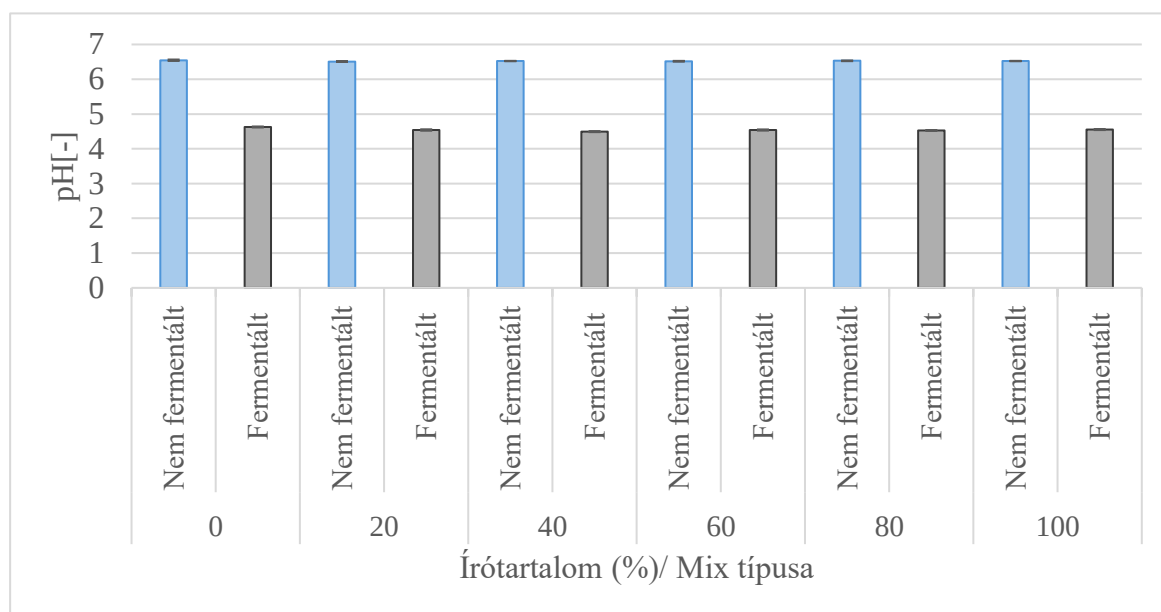
Statisztikai kiértékelés

A mérési eredményeimet Microsoft Excel és IBM SPSS v27 szoftverek segítségével dokumentáltam és elemeztem. Az Excelben különféle matematikai számításokat, korrelációelemzéseket és ábrázolásokat végeztem. Excel Solver segítségével illesztettem továbbá a Herschel-Bulkley modellt a mérési pontjaimra, amelynek felhasználásával felvettem a viszkozitás-és folyásgörbéket a minták összehasonlításának céljából.

Egyváltozós varianciaanalízist (ANOVA) használtam a csoportátlagok összehasonlítására, amelynek eredményeképp bebizonyosodott, hogy a vizsgált csoportok között statisztikailag szignifikáns különbség van. Ezt követően Tukey HSD tesztet végeztem a csoportok páronkénti összehasonlítására

4. Eredmények és azok értékelése

4.1. pH-mérés



8. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltmixek pH-értékei [-]

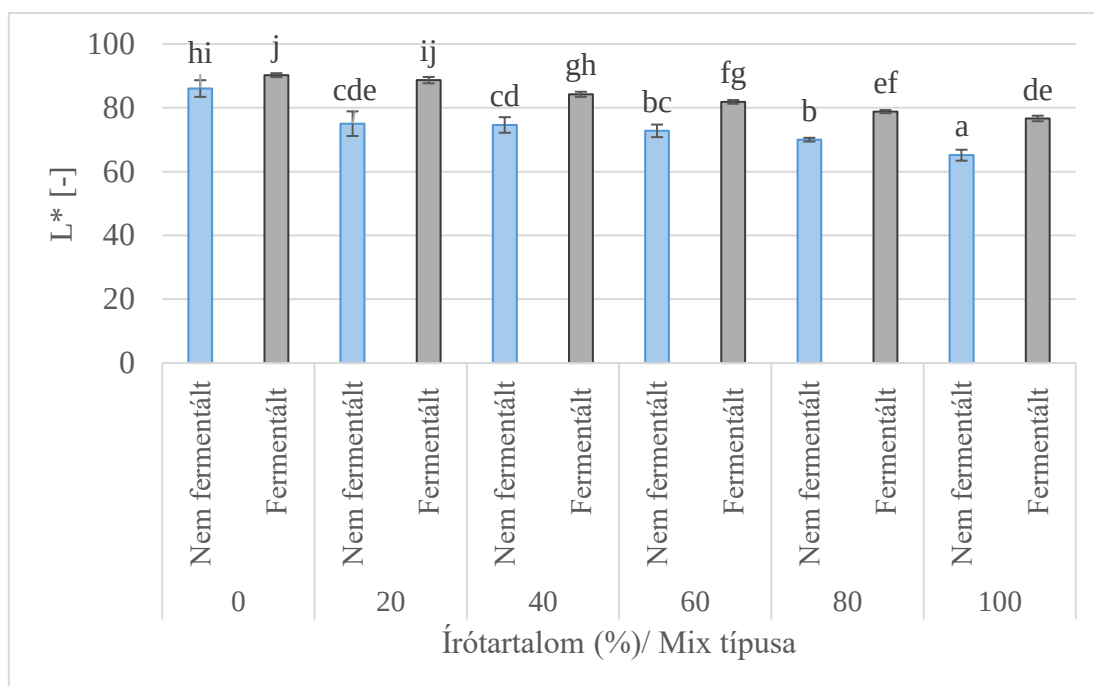
A különböző írórtartalmú minták pH-értékei között nem mutatkoztak szignifikáns ($p > 0,05$) különbségek, valamint nagy szórásértékek. Ezzel szemben a nem fermentált és fermentált típusú mixek között szignifikáns ($p < 0,05$) különbség van, amely megfigyelhető a 8. ábrán is. A fermentált minták a vártan megfelelően alacsonyabb pH-val rendelkeztek, mint a fermentálás nélkül készülő minták.

Szkolnicka és munkatársai (2020) hozzám hasonlóan, fagylaltokat készített író felhasználásával, azzal a különbséggel, hogy ők magát az írórt, míg én az összes folyékony összetevő (tej, tejszín, író) elegyét fermentáltam. Esetükben a nem fermentált és kontrollminták pH-értékei 6,47 körül mozogtak, amely összhangban áll az én méréseimmel is. Az általam fermentálással készített fagylaltmixek pH-értékei 4,52-4,64 közé estek, amelyek jóval kisebbek, mint a cikkben olvasható, 5,16-5,66 közé eső értékek. Az eltérés oka feltehetően az eltérő fermentálási körülményekben keresendő, valamint a különböző kultúrák eltérő koncentrációban való használata is hozzájárul ehhez a tapasztaláshoz.

A fermentálás hatására a fehérjék pH-értéke elérte vagy megközelítette az izoelektromos pontot, amely a fehérjék hidrátburkának felszakadásával, denaturálódáshoz és koagulációhoz vezet. Ezen folyamatok várhatóan befolyásolják a fagylaltmixek viszkozitási és habosíthatósági tulajdonságait, valamint a késztermék állományának jellemzőit is (Nyulas-Zeke et al., 2024).

4.2. Színmérés

A színmérés során kapott eredményeimet a Tukey post hoc teszt ($p=0,05$) segítségével értékeltem, amely lehetővé tette a különböző írórtartalmú, nem fermentált, valamint fermentált fagylaltnixek értékeinek összehasonlítását. A 9., 11, és 12. ábrán szereplő oszlopdiagramok felett betűk segítségével jelöltem a mintacsoportok különbözőségét. Amennyiben két minta oszlopdiagramja felett szerepel ugyanaz a betű, akkor kijelenthető, hogy azok statisztikailag nem különböznek egymástól. Abban az esetben, ha a két mintához tartozó jelölés eltér, akkor azok között szignifikáns ($p<0,05$) különbség áll fent.



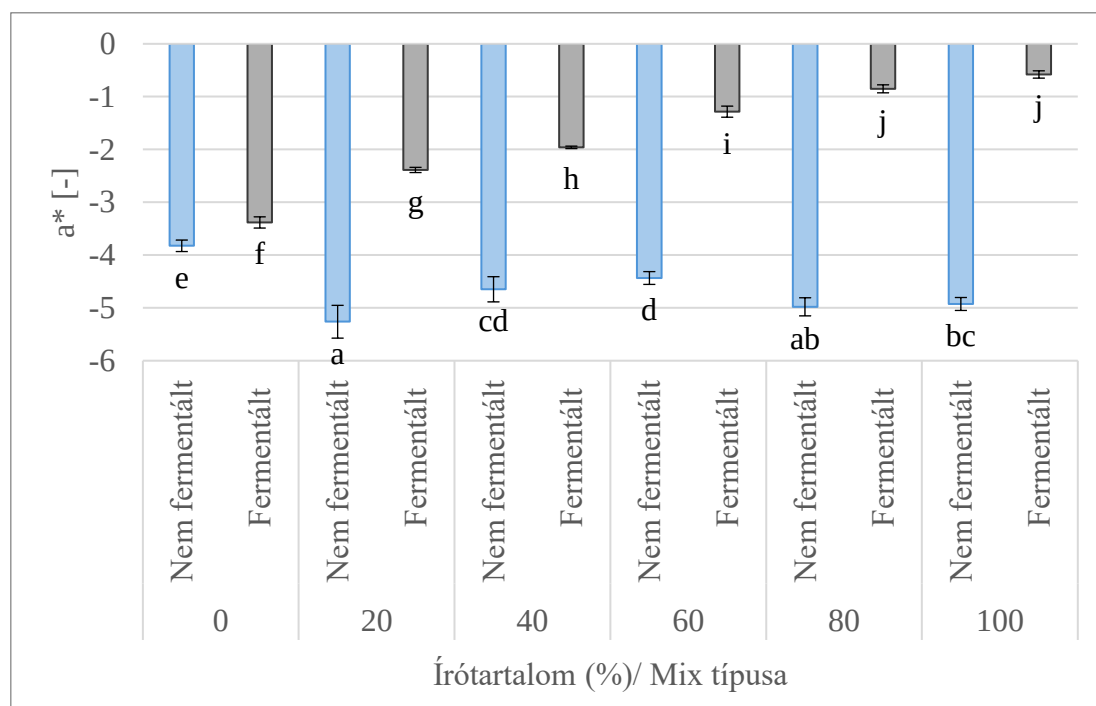
9. ábra: Az írórtartalom százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltnixek L* értékei [-]

Ahogy az a 9. számú ábrán is jól kirajzolódik, a fermentált minták világossági tényezőjének értéke minden esetben magasabb volt. Emellett az eltérő írórtartalmú minták között a világossági tényező csökkenő tendenciája figyelhető meg, amely abból adódik, hogy a pillangóborsó virággal az írórt színeztem meg. Ennek következtében az írórtartalom növekedésével egyre sötétebbek lettek a minták, ahogy az a 10. ábrán is megfigyelhető.



10. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) nem fermentált fagylaltneműek fóliába csomagolva, a befagyasztás előtt

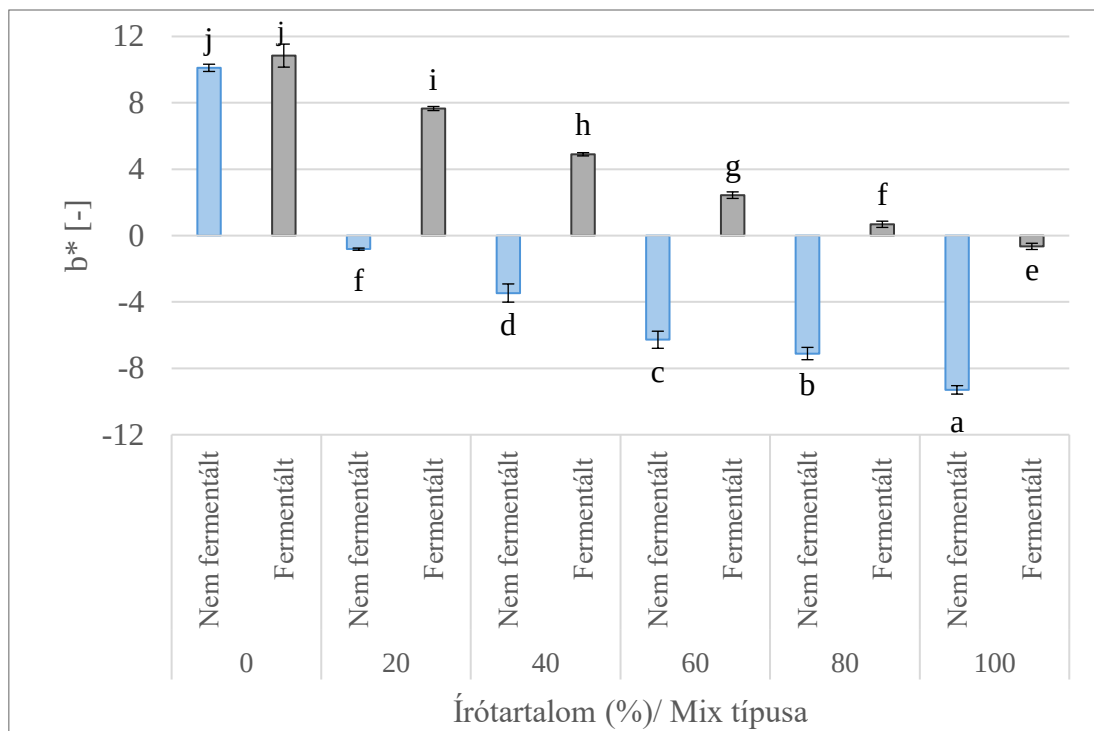
Aksornsri és munkatársai (2023) megállapították, hogy az általuk készített kombucha italok színe a négy napig tartó fermentálás során világosodott. Ennek okául a pillangóborsó virágban található antocianinok pH-érzékenységét nevezték meg.



11. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltneműek a* értékei [-]

A fermentált fagylaltneműek a* értékeiben növekvő tendencia mutatkozott (11. ábra), amelyet az írórtartalom változása mellett a fermentálás is befolyásolt. Kijelenthető, hogy mindegyik fermentált minta szignifikánsan ($p < 0,05$) különbözött egymástól.

Wang és munkatársai (2010) Pu-erh teák színét vizsgálták különböző fermentálási szakaszokban. Tapasztalataik szerint, a Δa értéke növekedett a fermentálás fázisai során, míg a ΔL és Δb csökkent.



12. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagyaltmixek b^* értékei [-]

Ahogy azt a 12. számú ábra is alátámasztja, mind a fermentálással, mind az anélkül készülő, különböző írórtartalmú mintacsoportok b^* értékei szignifikánsan eltértek egymástól. A kontrollminták közötti kis eltérést feltehetően a fermentálás okozta, hiszen ezen minták elkészítéséhez nem használtam sem írórt, sem pedig a pillangóborsó virágot.

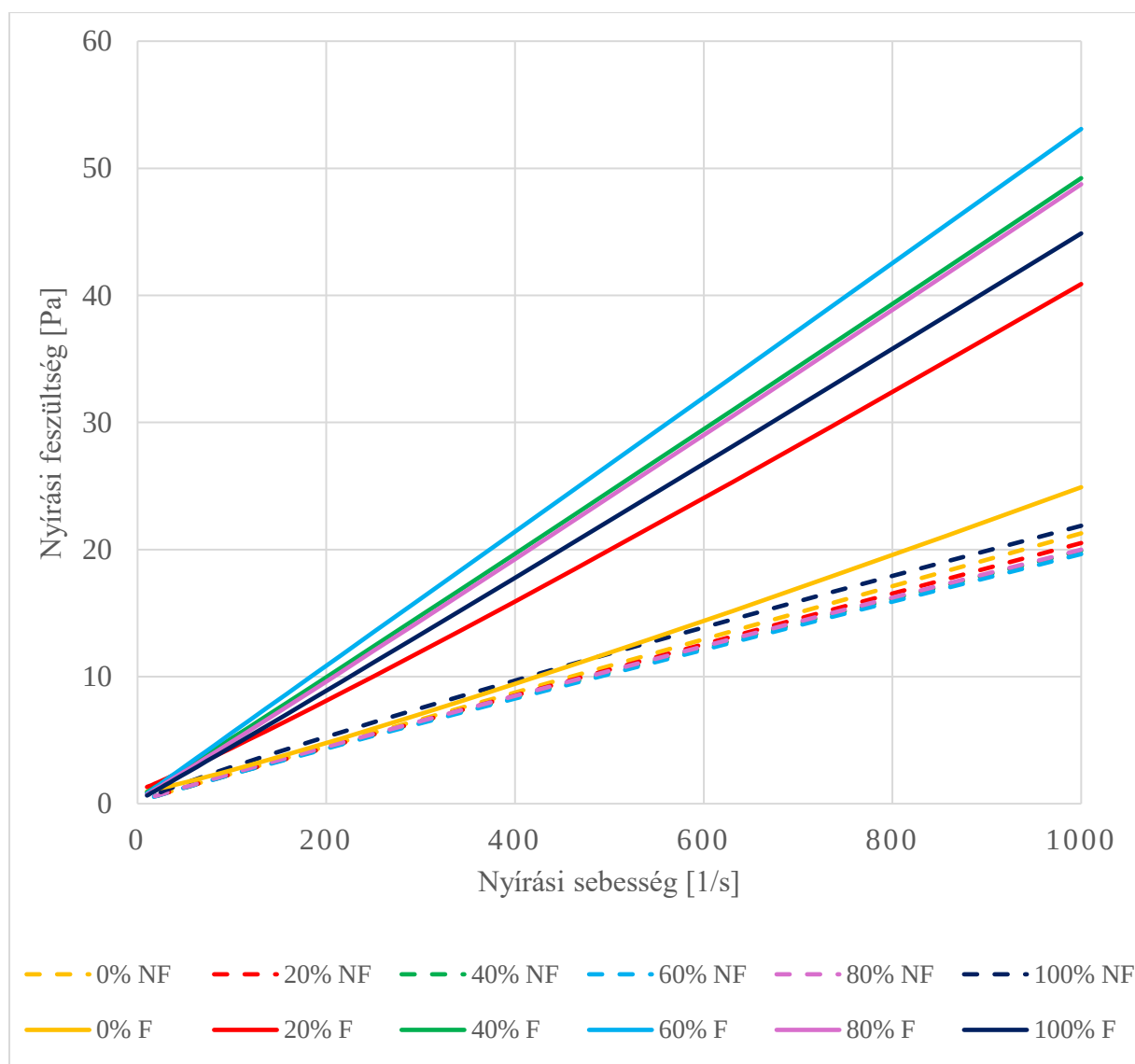
A 100 százalékban tejjel készült minták esetében érdemes figyelembe venni Milovanovic és munkatársai (2020) által tett megállapításokat, miszerint a tehéntejben megtalálható karotinoidok, főként a béta-karotin a felelős a szín kialakításáért. A sárga színárnyalatokra hatással lehet a takarmányozás, az évszak, továbbá, hogy nevel-e borjat a tehén.

A fagyaltminták közti eltérések szabad szemmel csak a világossági tényező és minimálisan a kék-sárga hányados esetében voltak megfigyelhetők.

4.3. Reológiai tulajdonságok vizsgálata

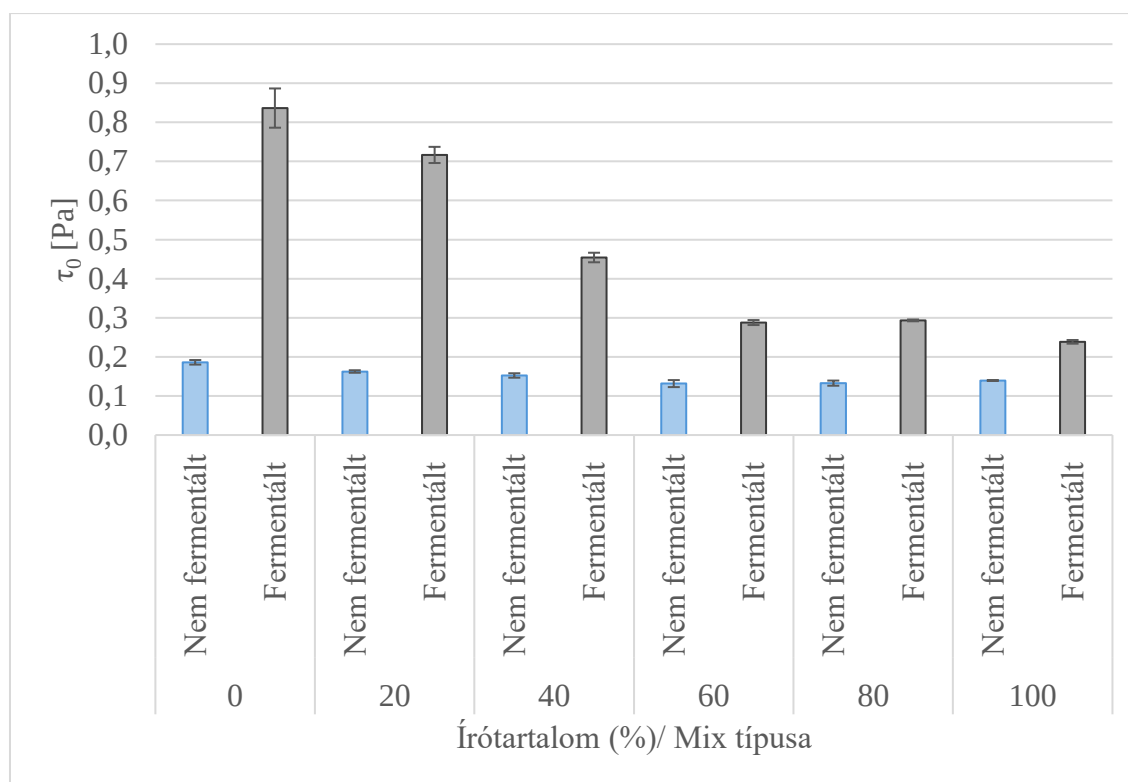
A reológiai mérések során kapott eredményeket a 13. és 14. számú ábrák, valamint 2. számú táblázat segítségével szeretném bemutatni.

A fagylaltnixek egymáshoz viszonyított reológiai viselkedése nem mutatott nagy mértékű eltéréseket. Pontos leírásukhoz megfelelőnek bizonyult a Herschel-Bulkley modell alkalmazása. A kisebb eltérések és fagylaltnixek reológiai tulajdonságainak megfigyelésére folyásgörbéket készítettem, amelyek a 13. ábrán láthatók.



13. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltnixek folyásgörbéi

A folyásgörbéket összehasonlítva megállapítható, hogy a minták két nagy csoportra váltak szét, amely szerint a fermentált minták nagyobb látszólagos viszkozitás értékkel rendelkeznek. A fermentált, írórt nem tartalmazó minta viselkedése nagy mértékben hasonlít a fermentálás nélkül készülő, írórt tartalmazó mintákéhoz. A fermentált mixek magasabb viszkozitását feltehetően stabilabb szerkezetük okozza, amely a keménységnél is megmutatkozik, Komplex rendszer jött létre a fermentálás során feltárt fehérjék végett, amelyek kölcsönhatásba lépnek egymással és a kazein micellákkal, fehérje-hálózatot alkotva, amely a fagylaltkeverék viszkozitásának növekedéséhez vezet (Relkin et al., 2006).



14. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltmixek folyáshatár értékei τ_0 [Pa]

A Herschel-Bulkley modell változói közül kiemelten a minták folyáshatár értékeit mutatom be (14. ábra), mert ezek között volt a leginkább megfigyelhetőbb, hogy az írórtartalom és a fermentálás hogyan befolyásolta az egyes mixek viselkedését. Jól látható, hogy a fermentált minták folyáshatára jelentősen nagyobb a nem fermentált minták esetében mért értékekhez viszonyítva. A folyáshatár nagysága mindkét mintasorozat esetében csökkenő tendenciát mutatott az írórtartalom növekedésével.

2. táblázat: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltmixek konzisztencia koefficiens [Pasⁿ] és folyásindex [-] értékek (Forrás: saját munka)

Írórtartalom (%)	Mix típusa	Konzisztencia		Folyásindex, n [-]	
		koefficiens, K [Pas ⁿ]			
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
0	Nem fermentált	0,02344	4,30*10 ⁻⁴	0,98472	2,14*10 ⁻³
	Fermentált	0,01025	2,18*10 ⁻⁴	1,12360	5,58*10 ⁻³
20	Nem fermentált	0,02463	1,79*10 ⁻¹	0,97230	4,51*10 ⁻³
	Fermentált	0,02379	4,34*10 ⁻⁴	1,07469	1,57*10 ⁻³
40	Nem fermentált	0,02648	5,66*10 ⁻⁵	0,95764	4,16*10 ⁻³
	Fermentált	0,04356	1,26*10 ⁻³	1,01639	4,23*10 ⁻³
60	Nem fermentált	0,02697	8,66*10 ⁻⁸	0,95319	3,06*10 ⁻³
	Fermentált	0,05295	1,30*10 ⁻³	0,99962	1,6*10 ⁻³
80	Nem fermentált	0,02915	4,72*10 ⁻⁴	0,94444	2,88*10 ⁻³
	Fermentált	0,04105	1,65*10 ⁻³	1,02407	3,07*10 ⁻³
100	Nem fermentált	0,04429	3,32*10 ⁻³	0,89730	1,14*10 ⁻³
	Fermentált	0,03912	1,36*10 ⁻³	1,01917	3,16*10 ⁻³

A mérési eredmények alapján a fagylaltmixek konzisztencia, valamint folyásindex értékei nem különböznek jelentősen, ahogy az 2. táblázatban is látható. Elmondható azonban, hogy a fermentált minták folyásindexe, amely a folyásgörbék meredekségét határozza meg, nagyobb volt minden esetben a nem fermentált keverékekhez képest. Ezzel szemben a konzisztencia mértékét nem a kezelés típusa, hanem az írórtartalom befolyásolta: növekedésével nőtt a konzisztencia is. A 60% írórtartalmú minta konzisztencia értéke volt a legmagasabb, amely látható a fagylaltkeverék folyásgörbéjének esetében is, hiszen ezen görbe rendelkezett a legnagyobb meredekséggel. Ez alapján kijelenthető, hogy ez a minta rendelkezett a leginkább viszkózus tulajdonságokkal.

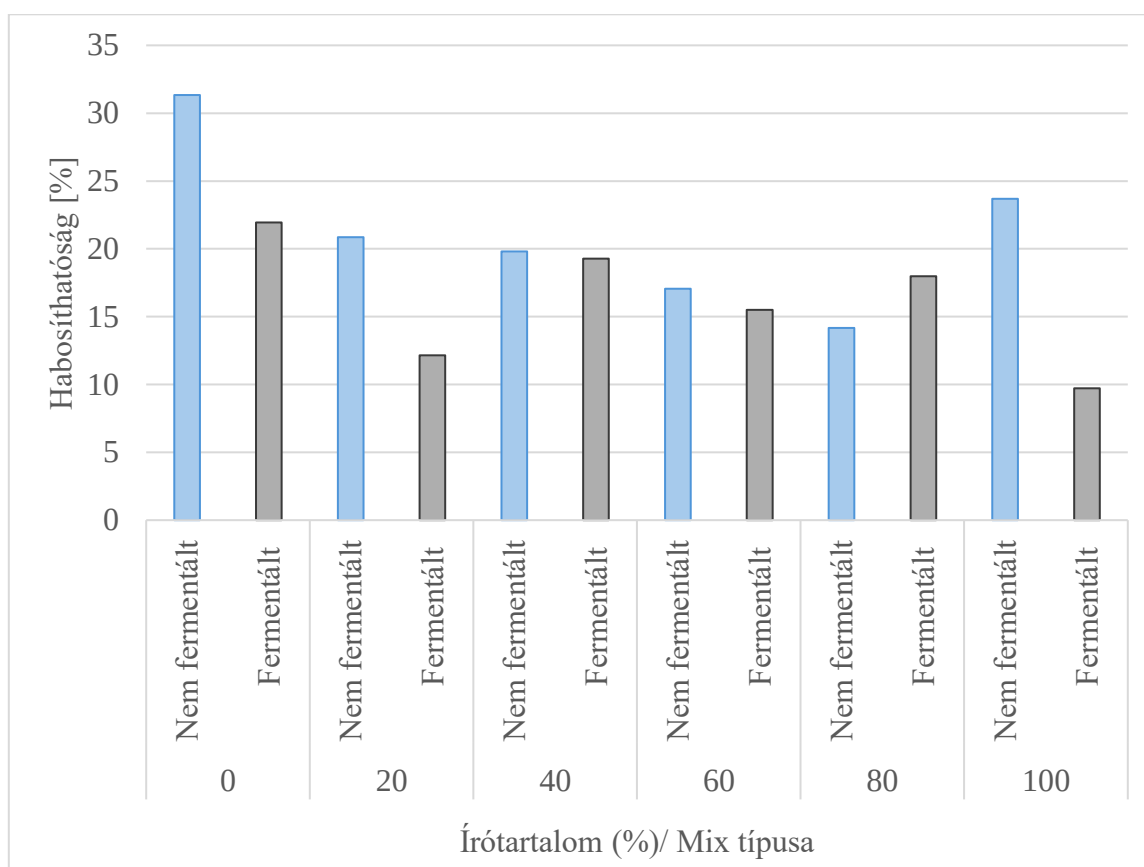
Az írórt mintacsoport esetében a folyáshatár értéke átlagosan 0,14 Pa volt, amely a fermentált minták esetében kissé magasabbnak adódott. Magasabb konzisztencia értékekkel a fermentált minták jellemezhetők, esetükben az átlagos érték 0,04 Pasⁿ. A folyásindex értéke szerint a nem

fermentált minták inkább pszeudoplasztikus, míg a fermentált minták inkább dilatáns tulajdonságúak.

A fagylaltkeverékek reológiai tulajdonságainak ismerete hozzájárulhat a fagylaltgyártás ipari megvalósításának méretezéséhez, amely során többek között meghatározó tényező a különféle anyagok keverhetőségi és szivattyúzhatósági tulajdonságainak ismerete.

4.4. Habosíthatóság vizsgálata

A 15. ábrán a habosíthatóság százalékos értékeit szemléltettem a különböző írórtartalmú, fermentált és nem fermentált fagylaltkeverékek esetén.



15. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltmixek habosíthatóságának mértéke [%]

A fagylaltmixek habosíthatósági értékei a vizsgálat során 9,7% és 31,3% között mozogtak. Ezek az értékek a tejalapú fagylaltok habosíthatóságánál alacsonyabbak (Warren és Hartel, 2018). Ahogy az az ábrán megfigyelhető, a legnagyobb térfogat-növekedés a 100 százalékban tejjel, fermentálás nélkül készült minta esetében volt tapasztalható.

A nem fermentált minták térfogata átlagosan 20 százalékkal, míg a fermentált fagylaltmixek térfogata átlagosan 15 százalékkal nőtt a kifagyasztás során.

A nem fermentált mintáknál látható, hogy az író arányának növekedésével a levegőfelvétel jelentősen csökkent. Ez jól megfigyelhető a 0 százalékos és 100 százalékos írótartalmú minták között fennálló különbségnél, amely szerint a habosíthatóság közel a felére esett vissza.

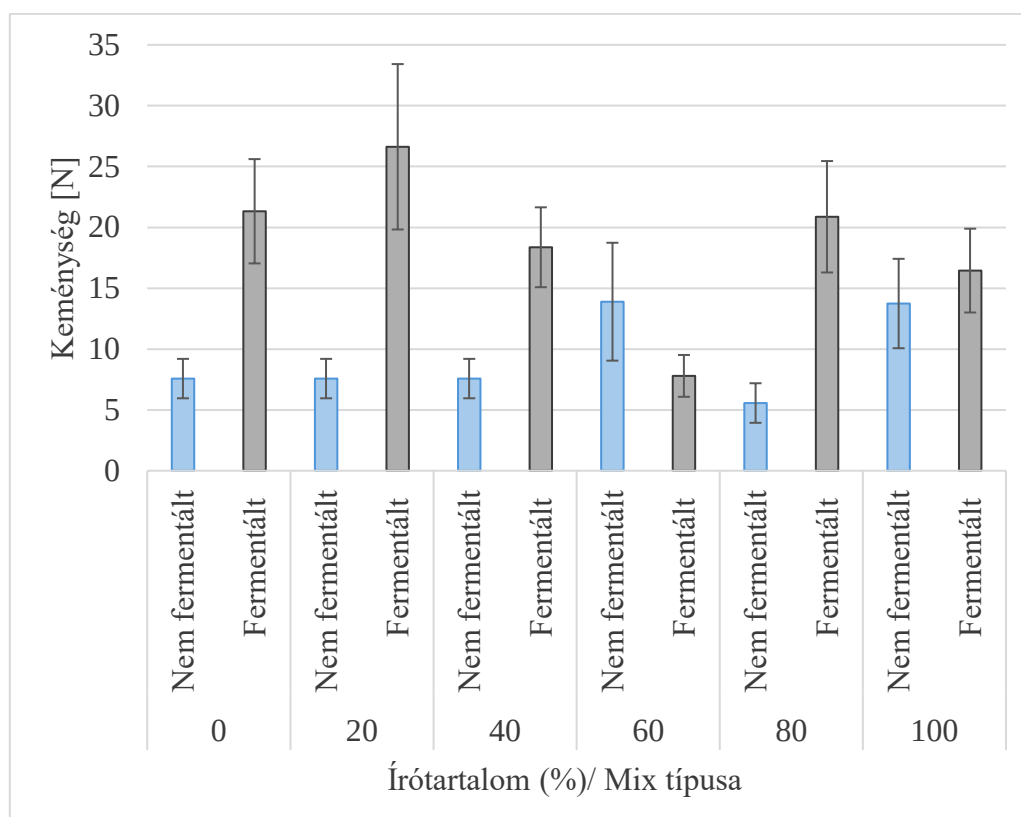
A fermentált mixek esetében az író arányának növelésével szintén csökkenő trendet követett a habosíthatóság, de kisebb mértékben, mint a nem fermentált keverékek esetében. Ezt az is mutatja, hogy a 20, 40, 60, valamint 80 százalékos fermentált minták habosíthatóságának mértéke közelebb áll egymáshoz, mint a nem fermentáltaké. A fermentálás jellemzően csökkentheti a habosíthatóságot a nem fermentált mintákhoz képest, amely összefüggésbe hozható azzal, hogy a fermentálás hatására kicsapódó fehérjék ronthatják a fagylaltmixek levegőfelvételi képességét (Relkin et al., 2006).

A 100 százalékos írótartalommal rendelkező minták esetében az volt az érdekes tapasztalatom, hogy a nem fermentált minta habosíthatóságának mértéke a második legnagyobb volt az összes minta közül. Ez az érték azonban nem illik az eddigi trendbe, amely feltehetően a mérés körülményeivel is magyarázható. A kifagyasztást egy félüzemi fagylaltgéppel végeztem, viszonylag kis mennyiségű mintával, amely hatékonysága jelentősen eltér egy üzemi, akár sűrített levegős bevezetéssel ellátott berendezéstől. A precíz munkavégzést emellett megnehezítette, hogy a fagylaltok a gépből kikerülve olvadásnak indultak, amely a térfogat változásához vezethetett.

A fagylaltkeverékek habosíthatóságával kapcsolatban tehát általánosan elmondható, hogy a habosíthatóság csökkent az író arányának növelésével, amely megegyezik (Szkolnicka et al., 2020b) megfigyeléseivel. A jelenséget feltehetően az okozza, hogy az íróban nagyobb mennyiségben találhatók meg a vajkészítés során szétszakadó, majd az íróba átmenő zsírgolyócskák membránjainak darabjai, amelyek hozzájárulnak ugyan az egyenletes állománykialakításhoz, de csökkenthetik a levegőbevitel hatékonyságát. Továbbá az írótartalom változása a fagylaltmixekben változó zsír- és fehérjetartalmat okozott, amely összetevők szintén fontos szerepet játszanak a fagylaltok tulajdonságainak kialakításában (Nyulas-Zeke et al., 2024).

4.5. Állománymérés

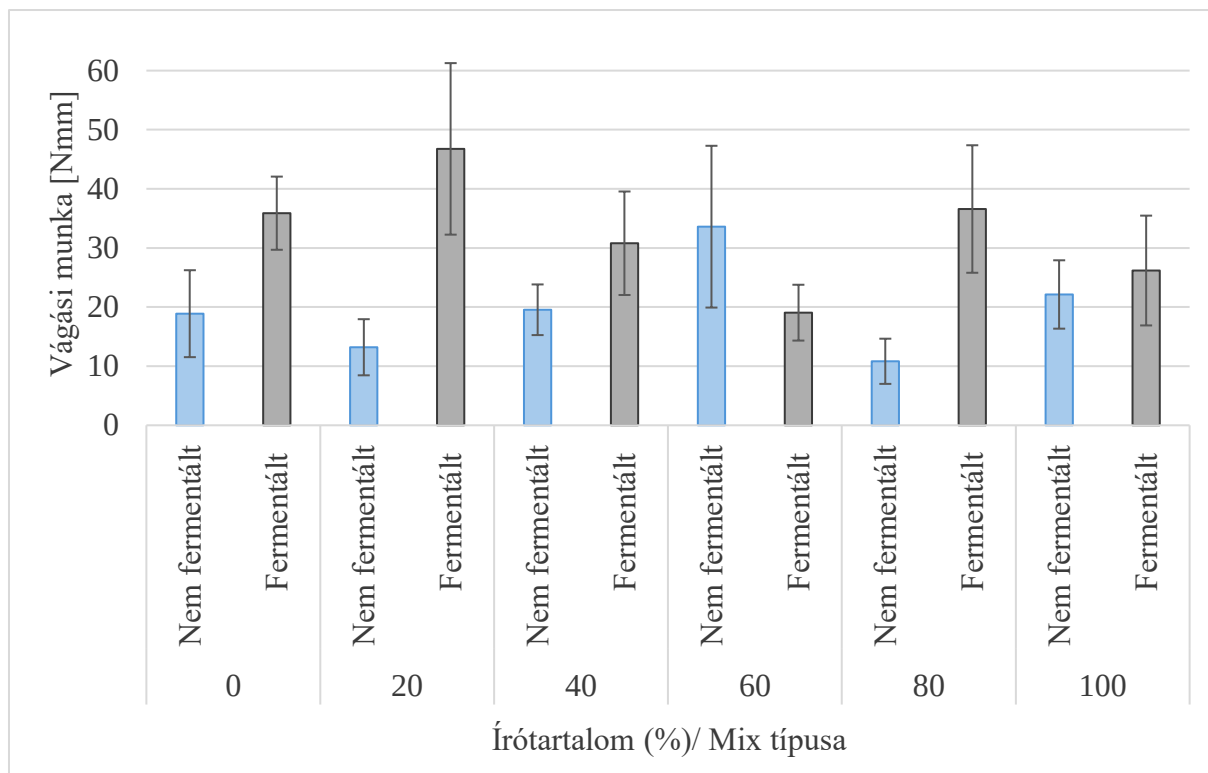
Az állománymérés során kapott keménység, valamint vágási munka eredményeket a 16. és 17. ábrán foglaltam össze.



16. ábra: Az írórtalom eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltminták keménysége [N]

Az írórtalom változtatása a két mintasorozat keménységét eltérően befolyásolta: a nem fermentált minták esetében, szemben a fermentált mintákkal, a keménység értékek inkább növekvő tendenciát mutattak. Az is kijelenthető, hogy a fermentálás keményebb állományú fagylaltokat eredményezett.

A mérések precíz végrehajtását jelentősen nehezítette a minták folyamatos olvadása, emellett a laboratóriumi lehetőségek lehető legjobb kihasználása ellenére, előfordult az, hogy nem volt lehetőségem az összes mintát egy fagyasztóban tárolni, habár mindkét fagyasztóberendezés hőmérője szerint -18°C -ra volt állítva. A nagy szórásértékek emellett a fagylaltok speciális szerkezetével is magyarázhatók. Komplex struktúrájukban a légbuborékok a jégkristályok, a ki nem fagyott víz, valamint a zsíremulzió és fehérjék elegyében épülnek be, ezzel egy heterodiszperz rendszert kialakítva. A fagylaltkeverékekben a tejtermékek összetett, heterogén felépítésének köszönhetően megtalálhatók továbbá különféle kolloid szuszpenziók, habok, emulziók, gélek és kristályos szerkezetek is (Auty, 2011).

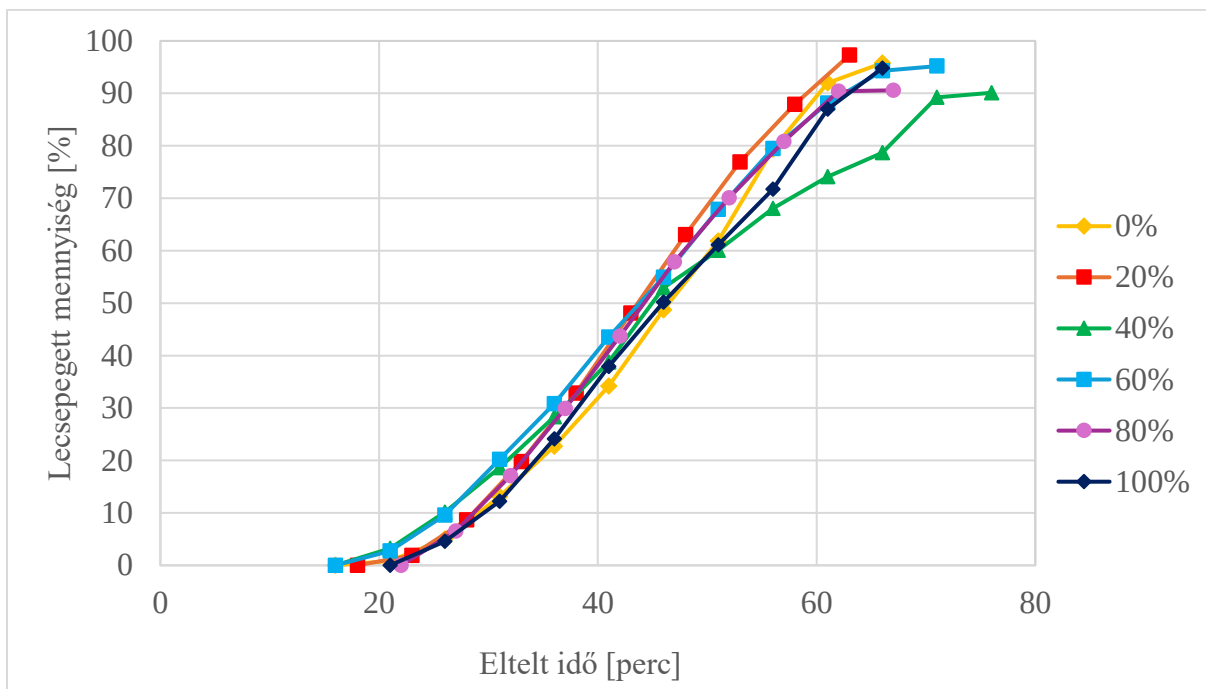


17. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltminták vágási munka értékei [Nmm]

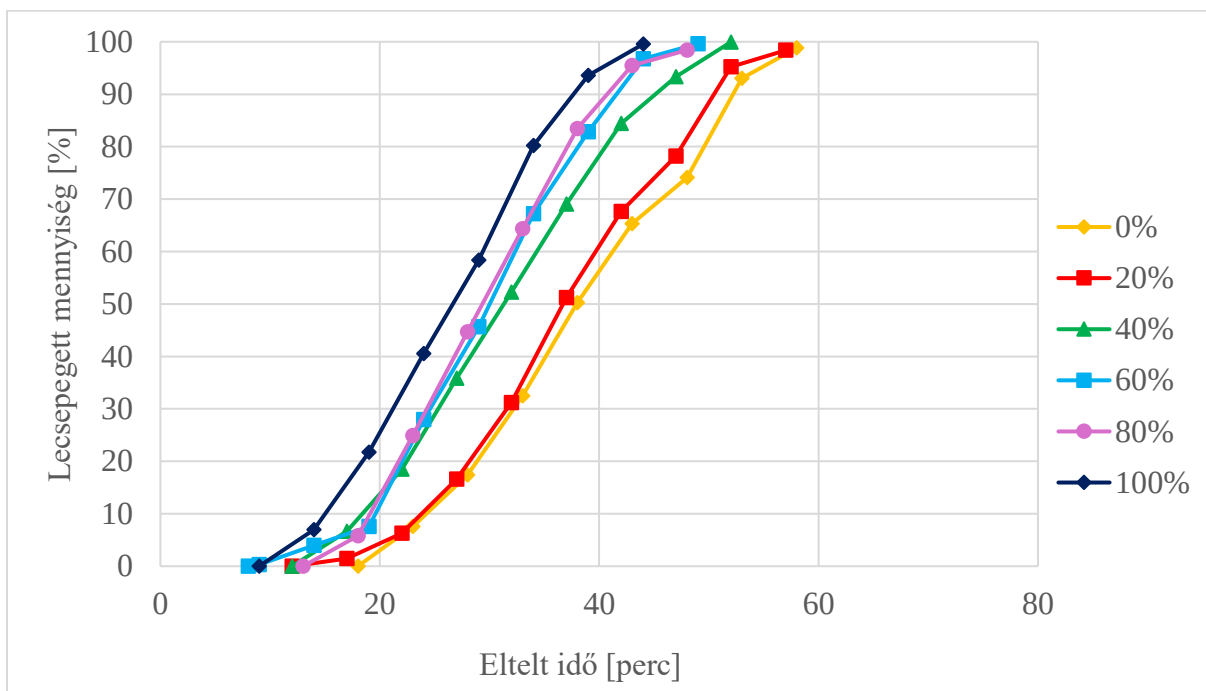
A vágási munka kapcsán is hasonló megállapítások tehetők, mint a keménység esetében, azonban a szórások nagysága miatt nem értékelhetők precízen a mérés során kapott eredmények.

4.6.Olvadási tulajdonságok

Az általánosan három szakaszra (lassú, gyors, laposodó) osztható, olvadási folyamatok elnyújtott S-alakot formázó görbékkel írhatók le, amelyeket a 18. és 19. ábrák szemléltetnek.



18. ábra: Az írók eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) nem fermentált fagyaltminták olvadási görbéi



19. ábra: Az írók eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) fermentált fagyaltminták olvadási görbéi

A kezdeti, lassabb szakaszban a fagylalt szerkezetének nagy része még szilárd állapotban van, hiszen a minták -18°C -os állapotukban kerülnek a rácsokra. Az első szakaszban tehát csupán a felszínen figyelhető meg az olvadás és a fagylalt lágyulása.

Az első csepp lecseppenése a nem fermentált minták esetében a 16., míg a fermentált minták esetében a 9. perc után történt. A teljes elolvadáshoz a nem fermentált fagylaltok esetében átlagosan 73 perc, a fermentáltaknál 52 perc volt szükséges. Következésképp elmondható, hogy utóbbiak esetében meredekebb lefutású görbét kaptam, melyek kezdeti szakaszának vége az írotartalomtól függően, 19-27. perc közé esett. A fermentálás nélkül készült fagylaltminták olvadásának kezdeti fázisa ehhez képest valamivel nehezebben elkülöníthető a gyors olvadástól, az elnyújtottabb lefutás miatt, de megközelítőleg a 30-31. percig tartott.

A következő szakaszban a görbék meredekségének növekedése az olvadási sebesség hirtelen növekedésére utal. Ebben az időtartamban láthatóvá vált, hogy a fagylaltoknak már nem csak a felszíne, hanem a belseje is fokozatosan olvadt állapotba került. Szinte folytonos csepegés volt ekkor megfigyelhető.

A fermentált minták görbéit vizsgálva, megállapítható, hogy egyes szakaszokon, főként a végső, laposodó szakaszhoz közeledve, szétválnak, mégpedig a bennük található író arányának csökkenő sorrendjében. Ennek megfelelően a teljes mértékben íróval előállított fagylalt olvadt el a leghamarabb, míg legkésőbb a 0 százalékos, ami azt jelenti, hogy az írotartalom növekedése gyorsította az olvadást. A nem fermentált minták esetében nem különíthetők el hasonló trendeknek megfelelően az olvadákonysági görbék. Esetükben azonban azt tapasztaltam, hogy az elolvadt minták kis mennyisége (3-10%) habszerű szerkezetként a rozsdamentes rácsokon maradt.

Ezzel szemben, a fermentálással készülő mintákból a rácson átlagosan csupán a nem fermentált minták le nem csepegett átlagos tömegének a heted része maradt. Továbbá a fermentált fagylaltok az olvadás során és azt követően nem maradtak habosak, könnyen folyóvá váltak.

Ez a tapasztalás némiképp összevág a habosíthatósági tesztek eredményeivel, melyek szerint a nem fermentált minták jobban habosíthatónak bizonyultak. Feltehetően a habszerkezet kis mértékű megőrzéséhez, a teljes elolvadást követően is, hozzájárult a szentjánoskenyérmag-liszt is. Továbbá a fermentálás a fehérjeszerkezet megváltoztatásával befolyásolhatta azt, hogy az ily módon gyártott minták jelentős része elolvadt, és kisebb mennyiségben maradt fent a rácson.

A fermentálás és az állományjavító jelenléte mellett az írórtartalom is hatással lehetett az olvadásra.

Wu és munkatársai (2019) megállapították, hogy a különféle emulgeálószerrek jelentősen befolyásolják a fagylaltok oladási viselkedését, azáltal, hogy módosítják a zsírdesztabilizációt és a keverék viszkozitását. A zsírok destabilizációja olyan folyamat, amely során a fagylaltban levő zsírcseppek részlegesen összetapadnak, hálózatot képezve a keverés és fagyasztás során. Ez a hálózat fontos szerepet játszik a szerkezet stabilizálásában, a levegőbuborékok megőrzésében, a krémes állomány kialakításában, továbbá gátolja az oladás közbeni szerkezetvesztést (Daw és Hartel, 2015; Internet 10).

Megállapításaim a fagylaltok olvadékonysági tulajdonságaival kapcsolatban fontosak lehetnek az értékesítés és a fogyasztói elvárak szempontjából. Jelentős lehet például, hogy mennyire olvad meg a fagylalt a pultból való kiszolgálás során.

4.7. Érzékszervi jellemzők

A 20. ábrán látható elkészített fagylaltok organoleptikus tulajdonságait egy kis csoport segítségével, leíró jellegűen minősítettem. A fényképen a felső sorban látható minták fermentálás nélkül készültek, míg az alsó sorban láthatók a fermentált fagylaltminták.



20. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltminták

Először a nem fermentált mintákhoz kapcsolódó megállapításokat szeretném összegzően bemutatni. A 100 százalékban tejjel készült minta illata és íze egyaránt tiszta, tejre emlékeztető volt, és kellemesen érződött benne a vanília is. A fagylalt megőrizte világosfehér színét, állománya lágynak, krémesnek érződött, amelyhez hozzájárult a szentjánoskenyér-mag liszt használata. Az írórtartalom növelésével azonban kis mértékben csökkent a minták illatának intenzitása. A 40% és 60% írórtartalmú fagylaltok kapták a legjobb értékeléseket. A kóstolók

számára ezen minták kék színe tetszett leginkább, továbbá véleményük szerint ezen minták íze volt a legharmonikusabb.

Abban a fagylaltban, amelyben a tej teljes mennyiségét íróval helyettesítettem, az író édes íze dominált, amely a receptúrában meghatározott cukormennyiséggel együtt már túlságosan édesnek bizonyult. Emellett ezen fagylalt esetében a krémes, lágy textúrát jeges, kristályos érzet váltotta fel, amely a fagylalt törését okozta harapás hatására. Ennek magyarázata feltehetően abban rejlik, hogy a vajkészítés során a tejcukor jelentős része átmegy az íróba, amely így túlsúlyba kerülve az olvadási tartomány megváltoztatását vonja maga után, és ezt a textúra megváltozása is tükrözte.

A fermentált kontrollminta színe nem tért el a nem fermentált 0% írótartalmú mintától, azonban kellemes illata tejföl és tejszín keverékére emlékeztetővé vált. A fermentálás hatása az íz kialakításban is megmutatkozott: a keletkező szerves savak kissé savanykás, joghurtos ízűre formálták a fagylalt ízét, amely mellett továbbra is jól érezhető maradt a vanília. A 40%-ban, valamint 60%-ban írórt tartalmazó mintákkal kapcsolatban elmondható, hogy az illatuk nem tért el a fermentált kontrollminta illatától, de az ízük édesebbé vált az írórtartalom növekedésével. Ezen fagylaltok színe jelentősen fakóbb lett, mint a nem fermentált párjuké. A színmérés eredményei is ehhez hasonlóan igazolták az organoleptikus tapasztalatokat, a világossági tényező csökkenésével. Az összes, köztük a 100 százalékos írórtartalmú fermentált fagylaltok esetében egybehangzóan megállapításra került, hogy az állományuk még krémesebb lett, egyáltalán nem volt rájuk jellemző a jegesedés, törés, amely pozitív eredményként értékelendő. Szemben a fermentálás nélkül készülő mintákkal, ebben az esetben a fermentálás során a tejsavbaktériumok aktivitása során az íróban feldúsult tejcukor egy része lebomlott, és ennek köszönhetően az olvadási tulajdonságok nem változtak meg jelentősen, még a magasabb írórtartalom esetében sem.

További megfigyelésem az volt, hogy az általam készített írófagylaltokban nem jelent meg kellemetlen mellékíz, még hosszabb tárolási idő elteltével sem. Ezzel szemben egyes korábbi kutatások (Narvhus és Abrahamsen, 2023) beszámolnak arról, hogy a fermentált írók termékek íze néhány nap elteltével fémes ízűvé válhat. Ezért a jelenségért az íróban nagy mennyiségben megtalálható foszfolipidek oxidációja, valamint enzimatis reakciók és mikrobiális aktivitás eredményeképp létrejövő (E, Z) -2,6-Nonadien-1-ol elnevezésű vegyület a felelős (Cadwallader és Singh, 2009). Az ízváltozás rövid polcon tarthatósági időt eredményez, melynek kiküszöbölésére az italként árusított írórt jellemzően sovány tejből, erjesztés útján, jól szabályozott paraméterek mellett készítik el a megfelelő kultúrák segítségével.

5. Összefoglalás

Tudományos munkám során fagylaltokat készítettem író felhasználásával, a fenntarthatóság jegyében. Az író egy értékes, a vajgyártás során nagy mennyiségben keletkező melléktermék. Gazdag foszfolipidekben, ásványi anyagokban és fehérjékben, emellett íz- és állagjavító tulajdonságainak figyelembevételével kiváló alapanyagnak tartottam a fagylaltkészítéshez.

A kutatásom célja az író alkalmazásának vizsgálata volt a fagylaltokban. A fermentáció hatását is tanulmányoztam, ugyanis egyes fagylatmixeket mezofil aromaképző vajkultúrával fermentáltam. A kísérletek során elkészített fagylaltkeverékekben különböző arányokban használtam írot és tejet, valamint került még a fagylaltokba tejszín, cukrok, szentjánoskenyérmag-liszt és vaníliaaroma is. A kék szín eléréséhez pillangóborsó virágot használtam, erősítve a termék természetes jellegét.

Vizsgálatokat végeztem a fagylaltmixek viszkozitásának, habosíthatóságának, valamint a fagylaltok olvadékonyságának megfigyelésére. Megmértem a minták pH-értékét, szárazanyag-tartalmát és színét is. A szárazanyag-tartalom mérés eredményei azt mutatták, hogy az író növekvő arányával a szárazanyag-tartalom csökkent, míg a fermentáció jelentősen befolyásolta a pH-t és az állományjellemzőket. A színmérés eredményei alátámasztották a szabad szemmel is megfigyelhető különbségeket a minták között. A b^* értéke fokozatosan csökkent, ahogy egyre inkább kék színűek lettek a fagylaltok az írótartalom változásával. Emellett az L^* értéke magasabb volt a fermentált fagylaltok esetében, ahol a kék szín halványodása vált megfigyelhetővé.

A habosíthatóság tekintetében, a tisztán tejből készült minták érték el a legjobb eredményt, míg az író fagylaltok mérsékeltbb térfogat-növekedést mutattak. Az olvadékonysági tesztek alapján a fermentált fagylaltok hamarabb elolvadtak, továbbá a magasabb írótartalom is hozzájárult az oladási sebesség növeléséhez.

A fagylaltmixek reológiai viselkedését a Herschel-Bulkey modellel jellemeztem. A folyásgörbéket összehasonlítva, a fermentálással készült minták esetében keverés hatására nagyobb nyírófeszültség értékeket kaptam, mint az író minták esetében. A fermentált, írot nem tartalmazó minta görbéje azonban nagy mértékben hasonlított a nem fermentált minták görbéihez. A növekvő írótartalom a folyásindexet, valamint a folyáshatárt csökkentette, főként a fermentált minták esetében.

Az érzékszervi minősítés során mindkét mintasorozat pozitív értékeléseket kapott. A vanília ízesítés jól illett az író minták jellegéhez. A fermentálással készített fagylaltok textúrája

lágyabbnak és krémesebbnek érződött a nem fermentált mintákhoz képest. A bírálók megállapításai szerint a fermentált fagylaltok színe túlságosan halvány volt a nem fermentált, nagyobb írotartalmú minták tetszetős színéhez képest, amelynek orvoslására további kísérletek végezhetők el. Egyes kóstolók javaslata szerint a fermentált minták tejföldre vagy joghurtra emlékeztető ízéhez megfelelő lehet valamilyen gyümölcsös ízesítés, amelyet célszerű kipróbálni a fejlesztések során.

Az íróval készült fagylalt tehát jó alapfagylalt lehet, amely könnyen ízesíthető, illetve a reológiai mérések alapján a gyártása beépíthető a tej-és tejszínalapú fagylaltok technológiai sorába. Az ipari fagylaltkészítő berendezések és a sűrített levegő hatását szintén érdemes lenne vizsgálni a habosíthatóság növelésének céljából.

Hasznos volna továbbá felmérni az írófagylaltok fogyasztói elfogadottságát, valamint emészthetőségi és mikrobiológiai vizsgálatokat végezni, a fermentálás jótékony hatásainak igazolására. Ezenkívül hosszabb távú tárolási kísérletekkel, akár különféle csomagolások használatával, az esetleges oxidációs hatások és fémes mellékíz megjelenésének vizsgálata is megvalósítható.

Az állománymérés esetében tapasztalt nagy szórásértékek figyelmeztetnek arra, hogy milyen fontos is a megfelelő, azonos körülmények között megvalósuló mintaelőkészítés. A jövőben ennek figyelembevételével, valamint a kapacitások esetleges bővítésével célszerű megismételni a mérést. Tapasztalataim alapján, érdemesnek tartom a fagylaltok állománymérésére más, jól szabályozható módszerek kipróbálását is (például reométer, oszcillációs alapon működő állományvizsgálat), hogy még pontosabban megismerjük a minták szerkezeti jellemzőit.

Összességében kijelenthető, hogy a dolgozatom elején kitűzött célokat sikerült elérni. Kutatási eredményeim alapján az író hatékonyan helyettesítheti a tejet a fagylaltkészítés során, anélkül, hogy rontaná annak technofunkcionális, vagy organoleptikus tulajdonságait. Jelenlegi megállapításaim szerint a 40-60% közötti íróarány a leginkább optimális az általam használt receptúra esetében. Nem elvetendő azonban a tej 100 százalékának helyettesítése sem.

Kijelenthető emellett, hogy a fagylaltok színezésére választott módszerem hatékonynak bizonyult, főként a nem fermentált fagylaltok esetében, ugyanis a minták a fagyasztást követően is változatlanul megőrizték kék színüket. Az író hozzájárul a termék táplálkozási értékének növeléséhez, és felhasználása a fagylaltban fenntartható és innovatív megoldást kínál a melléktermék hasznosítására.

6. Irodalomjegyzék

- Abdullah, R., Lee, P. M., & Lee, K. H. (2010). Multiple color and pH stability of floral anthocyanin extract: *Clitoria ternatea*. *CSSR 2010 - 2010 International Conference on Science and Social Research*, 254–258. <https://doi.org/10.1109/CSSR.2010.5773778>
- Aksornsri, T., Chaturapornchai, N., Jitsayen, N., Rojjanapaitoontip, P., & Peanparkdee, M. (2023). Development of kombucha-like beverage using butterfly pea flower extract with the addition of tender coconut water. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 34, 100825. <https://doi.org/10.1016/J.IJGFS.2023.100825>
- Albuquerque, B. R., Oliveira, M. B. P. P., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2021). Could fruits be a reliable source of food colorants? Pros and cons of these natural additives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(5), 805–835. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1746904>
- Ali, A. H., Zou, X., Abed, S. M., Korma, S. A., Jin, Q., & Wang, X. (2019). Natural phospholipids: Occurrence, biosynthesis, separation, identification, and beneficial health aspects. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(2), 253–275. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1363714>
- Antunes, A. E. C., Silva, É. R. A., Van Dender, A. G. F., Marasca, E. T. G., Moreno, I., Faria, E. V., Padula, M., & Lerayer, A. L. S. (2009). Probiotic buttermilk-like fermented milk product development in a semiindustrial scale: Physicochemical, microbiological and sensory acceptability. *International Journal of Dairy Technology*, 62(4), 556–563. <https://doi.org/10.1111/J.1471-0307.2009.00534.X>
- Aschemann-Witzel, J. (2015). Consumer perception and trends about health and sustainability: trade-offs and synergies of two pivotal issues. *Current Opinion in Food Science*, 3, 6–10. <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2014.08.002>
- Aschemann-Witzel, J., Maroscheck, N., & Hamm, U. (2013). Are organic consumers preferring or avoiding foods with nutrition and health claims? *Food Quality and Preference*, 30(1), 68–76. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2013.04.011>
- Auty, M. (2011). Analytical Methods | Microscopy (Microstructure of Milk Constituents and Products). *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*, 226–234. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00023-6>
- Barak, S., & Mudgil, D. (2014). Locust bean gum: Processing, properties and food applications—A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 66, 74–80. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2014.02.017>
- Bora, A., Gurusamy, S., Veleeswaran, A., Thondi Rajan, A. S., Rathinam, Y., Ramalingam, K. R., & Alagarsamy, A. (2024). Simultaneous biodiesel and bioelectricity generation utilizing dairy and rice mill wastewater by freshwater microalgal isolate: An integrated energy-efficient approach. *Process Safety and Environmental Protection*, 190, 149–161. <https://doi.org/10.1016/J.PSEP.2024.07.020>
- Buchweitz, M. (2016). Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages Natural Solutions for Blue Colors in Food. In *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages*. <http://www.sciencedirect.com:5070/book/9780081003718/handbook-on-natural-pigments-in-food-and-beverages>

- Burns, P., Molinari, F., Beccaria, A., Páez, R., Meinardi, C., Reinheimer, J., & Vinderola, G. (2010). Suitability of buttermilk for fermentation with *Lactobacillus helveticus* and production of a functional peptide-enriched powder by spray-drying. *Journal of applied microbiology*, 109(4), 1370–1378. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2672.2010.04761.X>
- Cadwallader, K. R., & Singh, T. K. (2009). Flavours and off-flavours in milk and dairy products. *Advanced Dairy Chemistry*, 3, 631–690. https://doi.org/10.1007/978-0-387-84865-5_14
- Clarke, Chris. (2012). *The science of ice cream*. RSC Pub.
- Costa, M. R., Elias-Argote, X. E., Jiménez-Flores, R., & Gigante, M. L. (2010). Use of ultrafiltration and supercritical fluid extraction to obtain a whey buttermilk powder enriched in milk fat globule membrane phospholipids. *International Dairy Journal*, 20(9), 598–602. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2010.03.006>
- Cristiani-Urbina, E., Netzahuatl-Muñoz, A. R., Manriquez-Rojas, F. J., Juárez-Ramírez, C., Ruiz-Ordaz, N., & Galíndez-Mayer, J. (2000). Batch and fed-batch cultures for the treatment of whey with mixed yeast cultures. *Process Biochemistry*, 35(7), 649–657. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(99\)00116-8](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(99)00116-8)
- Csurka, T., Hidas, K. I., Varga-Tóth, A., Dalmadi, I., Pásztor-Huszár, K., & Friedrich, L. F. (2023). Effect of High Biological Value Animal Protein Sources on the Techno-Functional Properties of Ice Cream. *Sustainability 2023, Vol. 15, Page 16794*, 15(24), 16794. <https://doi.org/10.3390/SU152416794>
- Davey, A. W. F. (1962). Buttermilk feeding of dairy calves. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 5(1–2), 129–134. <https://doi.org/10.1080/00288233.1962.10419983>
- Daw, E., & Hartel, R. W. (2015). Fat destabilization and melt-down of ice creams with increased protein content. *International Dairy Journal*, 43, 33–41. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2014.12.001>
- Deepak, S., & Kadam, J. (2022). *POTENTIAL USE OF PIGMENT FROM CLITORIA TERNATEA IN TEXTILE INDUSTRY*. <https://www.researchgate.net/publication/381669256>
- Fennell, D. E., Du, S., Liu, H., Häggblom, M. M., & Liu, F. (2011). Dehalogenation of Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Dibenzofurans, Polychlorinated Biphenyls, and Brominated Flame Retardants, and Potential as a Bioremediation Strategy. *Comprehensive Biotechnology*, 143–157. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64046-8.00487-0>
- Gauthier, S. F., Conway, V., & Pouliot, Y. (2014). *Buttermilk: Much more than a source of milk phospholipids*. <https://doi.org/10.2527/af.2014-0014>
- Gaytos, C. E. G., & Lumagbas, N. A. A. (2019). Acceptability of Asian Blue Pea Flower (*Clitoria Ternatea*) Ice Cream. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/SSRN.3517731>
- Goff, H. D., Hill, A., & Ferrer, M. A. (é. n.). *Milk Lipids- Chemical Properties; Physical Properties; Structure and Fat Globules; Functional Properties*.
- Hamdan, S., Al-Ghafri, B., Al-Obaidani, S., Tarboush, B. A., Al-Sabahi, J., & Al-Abri, M. (2024). Dairy wastewater treatment with direct-contact membrane distillation in Oman.

- Desalination and Water Treatment*, 320, 100672.
<https://doi.org/10.1016/J.DWT.2024.100672>
- Harfoush, A., Fan, Z., Goddik, L., & Haapala, K. R. (2024). A review of ice cream manufacturing process and system improvement strategies. *Manufacturing Letters*, 41, 170–181. <https://doi.org/10.1016/J.MFGLET.2024.09.021>
- Hidas, K. I., Németh, C., Le Nguyen, L. P., Visy, A., Tóth, A., Barkó, A., Friedrich, L., Nagy, A., & Nyulas-Zeke, I. C. (2021). Effect of cryogenic freezing on the rheological and calorimetric properties of pasteurized liquid egg yolk. *Czech Journal of Food Sciences*, 39(3), 181–188. <https://doi.org/10.17221/37/2021-CJFS>
- Hui, Y. H.. (2006). *Handbook of food science, technology, and engineering*.
https://books.google.com/books/about/Handbook_of_Food_Science_Technology_and.ht
[ml?id=43sA1NhzcWsC](https://books.google.com/books/about/Handbook_of_Food_Science_Technology_and.ht)
- JAO, A., & KAA, R. (2017). Effect of Levels of Buttermilk on Quality of Set Yoghurt. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 07(05). <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000634>
- József Fenyvessy, József Csanádi, János Csapó, & Zsuzsanna Csapó-Kiss. (2014). *Tejipari technológia (Tej és tejtermékek a táplálkozásban)* (János Csapó, Szerk.). Scientia Kiadó.
- Katz, S. Ellix. (2016). *Wild fermentation: the flavor, nutrition, and craft of live-culture foods*. 297. <https://www.chelseagreen.com/product/wild-fermentation/>
- Kazuma, K., Noda, N., & Suzuki, M. (2003). Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry*, 64(6), 1133–1139.
[https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00504-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00504-1)
- Kırdar, S. S., & Genc, D. G. (2020). A research on the pollution parameters of buttermilk. *Indian Journal of Dairy Science*, 73(02), 175–176.
<https://doi.org/10.33785/IJDS.2020.V73I02.013>
- Krahl, T., Fuhrmann, H., & Dräger, S. (2024). Ice cream. *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages: Industrial Applications for Improving Food Color, Second Edition*, 283–293. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99608-2.00020-3>
- Krebs, L., Bérubé, A., Iung, J., Marciniak, A., Turgeon, S. L., & Brisson, G. (2021). Impact of Ultra-High-Pressure Homogenization of Buttermilk for the Production of Yogurt. *Foods* 2021, Vol. 10, Page 1757, 10(8), 1757. <https://doi.org/10.3390/FOODS10081757>
- Kumar, R., Garsa, A. K., Shrivastava, B., & Tyagi, A. (2015). *Natural and Cultured Buttermilk*. <https://www.researchgate.net/publication/280136366>
- Lakshmi, C. (2014). Food Coloring: The Natural Way. *Research Journal of Chemical Sciences*, 4(2), 87–96. www.isca.me
- Liutkevičius, A., Speičienė, V., Alenčikiene, G., Mieželiene, A., Narkevičius, R., Kaminskas, A., Abaravičius, J. A., Vitkus, D., Jablonskiene, V., & Sekmokiene, D. (2016). Fermented buttermilk-based beverage: Impact on young volunteers' health parameters. *Czech Journal of Food Sciences*, 34(2), 143–148. <https://doi.org/10.17221/344/2015-CJFS>
- Magan, J. B., O'Callaghan, T. F., Kelly, A. L., & McCarthy, N. A. (2021). Compositional and functional properties of milk and dairy products derived from cows fed pasture or

- concentrate-based diets. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(3), 2769–2800. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12751>
- Mascarello, A. de F., Pinto, G. I., Araújo, I. S. de, Caragnato, L. K., Silva, A. L. L. da, Santos, L. F. dos, Mascarello, A. de F., Pinto, G. I., Araújo, I. S. de, Caragnato, L. K., Silva, A. L. L. da, & Santos, L. F. dos. (2019). Technological and Biological Properties of Buttermilk: A Minireview. *Whey - Biological Properties and Alternative Uses*. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.80921>
- McCann, D., Barrett, A., Cooper, A., Crumpler, D., Dalen, L., Grimshaw, K., Kitchin, E., Lok, K., Porteous, L., Prince, E., Sonuga-Barke, E., Warner, J. O., & Stevenson, J. (2007). Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. *The Lancet*, 370(9598), 1560–1567. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61306-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61306-3)
- McGovern, C. J., González-Orozco, B. D., & Jiménez-Flores, R. (2024). Evaluation of kefir grain microbiota, grain viability, and bioactivity from fermenting dairy processing by-products. *Journal of dairy science*, 107(7), 4259–4276. <https://doi.org/10.3168/JDS.2023-24364>
- McKenzie, F. C., & Williams, J. (2015). Sustainable food production: constraints, challenges and choices by 2050. *Food Security*, 7(2), 221–233. <https://doi.org/10.1007/S12571-015-0441-1/METRICS>
- Meena, N. K., Meena, V. S., Verma, M., & Mishra, S. (2022). Plant extracts as coloring agents. *Plant Extracts: Applications in the Food Industry*, 187–207. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822475-5.00012-0>
- Meghzili, B., Benyahia, F. A., Bougherara, hassina, sayoud, siham, & kebabi, brahim. (2024). *Trace Elements in Industrial Buttermilk Effluent: An XRF Spectrometry Environmental Evaluation*. <https://doi.org/10.21203/RS.3.RS-3962652/V1>
- Meghzili, B., Benyahia, F. A., Szkolnicka, K., Aissaoui-Zitoun, O., & Foufou, E. (2024). Soft Cheese-Making with Buttermilk: Physico-chemical, Sensory, Textural Properties, and Microstructure Characterization. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 11, 82–93. <https://doi.org/10.18502/JFQHC.11.2.15647>
- Milovanovic, B., Djekic, I., Miocinovic, J., Djordjevic, V., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., Mörlein, D., & Tomasevic, I. (2020). What Is the Color of Milk and Dairy Products and How Is It Measured? *Foods 2020, Vol. 9, Page 1629*, 9(11), 1629. <https://doi.org/10.3390/FOODS9111629>
- Moreno, O., Pastor, C., Muller, J., Atarés, L., González, C., & Chiralt, A. (2014). Physical and bioactive properties of corn starch – Buttermilk edible films. *Journal of Food Engineering*, 141, 27–36. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2014.05.015>
- Narvhus, J. A., & Abrahamsen, R. K. (2023). Traditional and modern Nordic fermented milk products: A review. *International Dairy Journal*, 142, 105641. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2023.105641>
- Nyulas-Zeke, I. C., Hidas, K. I., Pásztor-Huszár, K., Dalmadi, I., Szücs, E., Pap, R., & Csurka, T. (2024). Analysis of Techno-Functional Properties of Fermented and Non-Fermented Buttermilk-Containing Ice Creams. *Sustainability 2024, Vol. 16, Page 7714*, 16(17), 7714. <https://doi.org/10.3390/SU16177714>

- Oguis, G. K., Gilding, E. K., Huang, Y. H., Poth, A. G., Jackson, M. A., & Craik, D. J. (2020). Insecticidal diversity of butterfly pea (*Clitoria ternatea*) accessions. *Industrial Crops and Products*, 147, 112214. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2020.112214>
- Panesar, P. S. (2011). Fermented Dairy Products: Starter Cultures and Potential Nutritional Benefits. *Food and Nutrition Sciences*, 2(1), 47–51. <https://doi.org/10.4236/FNS.2011.21006>
- Potera Carol. (2010). DIET AND NUTRITION: The Artificial Food Dye Blues. *Environmental Health Perspectives*, 118(10). <https://doi.org/10.1289/EHP.118-A428>
- Qamar, A. S., Saba, A., Rizwan, S., & Tahir, Z. (2018). Effects of different ingredients on texture of ice cream. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, Volume 8(Issue 6). <https://doi.org/10.15406/JNHFE.2018.08.00305>
- Ran, Y., Nilsson Lewis, A., Dawkins, E., Grah, R., Vanhuyse, F., Engström, E., & Lambe, F. (2022). Information as an enabler of sustainable food choices: A behavioural approach to understanding consumer decision-making. *Sustainable Production and Consumption*, 31, 642–656. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2022.03.026>
- Relkin, P., Sourdet, S., Smith, A. K., Goff, H. D., & Cuvelier, G. (2006). Effects of whey protein aggregation on fat globule microstructure in whipped-frozen emulsions. *Food Hydrocolloids*, 20(7), 1050–1056. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2005.11.007>
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2016). Natural food pigments and colorants. *Current Opinion in Food Science*, 7, 20–26. <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2015.08.004>
- Schmidt, K. A. (2004). *5 Dairy: Ice Cream Background Information Raw Materials Preparation Processing Stage 1 Blending Pasteurization Homogenization Cooling Processing Stage 2 Flavoring and Coloring Freezing Packaging Hardening Frozen Storage Finished Product Application of Processing Principles Glossary References BACKGROUND INFORMATION.*
- Shaikh, M. F. B., & Rathi, S. D. (2009). Utilisation of buttermilk for the preparation of carbonated fruit-flavoured beverages. *International Journal of Dairy Technology*, 62(4), 564–570. <https://doi.org/10.1111/J.1471-0307.2009.00527.X>
- Sharma, A., Noda, M., Sugiyama, M., Ahmad, A., & Kaur, B. (2021). Production of Functional Buttermilk and Soymilk Using *Pediococcus acidilactici* BD16 (alaD+). *Molecules* 2021, Vol. 26, Page 4671, 26(15), 4671. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES26154671>
- Shirodkar, S. M., Multisona, R. R., & Gramza-Michalowska, A. (2023). The Potential for the Implementation of Pea Flower (*Clitoria ternatea*) Health Properties in Food Matrix. *Applied Sciences* 2023, Vol. 13, Page 7141, 13(12), 7141. <https://doi.org/10.3390/APP13127141>
- Sigurdson, G. T., Tang, P., & Giusti, M. M. (2017). Natural Colorants: Food Colorants from Natural Sources. *Annual Review of Food Science and Technology*, 8(Volume 8, 2017), 261–280. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-FOOD-030216-025923/CITE/REFWORKS>
- Simon, J. E., Decker, E. A., Ferruzzi, M. G., Giusti, M. M., Mejia, C. D., Goldschmidt, M., & Talcott, S. T. (2017). Establishing Standards on Colors from Natural Sources. *Journal of Food Science*, 82(11), 2539–2553. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13927>

- Slavov, A. K. (2017). General Characteristics and Treatment Possibilities of Dairy Wastewater – A Review. *Food Technology and Biotechnology*, 55(1), 14–28. <https://doi.org/10.17113/FTB.55.01.17.4520>
- Sodini, I., Morin, P., Olabi, A., & Jiménez-Flores, R. (2006). Compositional and Functional Properties of Buttermilk: A Comparison Between Sweet, Sour, and Whey Buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 89(2), 525–536. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(06\)72115-4](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(06)72115-4)
- Sukkwai, S., Kijroongrojana, K., Chonpracha, P., Pujols, K. D., Alonso-Marengo, J. R., Ardoin, R., & Prinyawiwatkul, W. (2018). Effects of colorant concentration and ‘natural colour’ or ‘sodium content’ claim on saltiness perception, consumer liking and emotion, and purchase intent of dipping sauces. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(5), 1246–1254. <https://doi.org/10.1111/IJFS.13704>
- Szkolnicka, K., Dmytrów, I., & Mituniewicz-Małek, A. (2020a). Buttermilk ice cream—New method for buttermilk utilization. *Food Science & Nutrition*, 8(3), 1461–1470. <https://doi.org/10.1002/FSN3.1429>
- Szkolnicka, K., Dmytrów, I., & Mituniewicz-Małek, A. (2020b). Buttermilk ice cream—New method for buttermilk utilization. *Food Science and Nutrition*, 8(3), 1461–1470. <https://doi.org/10.1002/FSN3.1429>
- Teixeira, V. M. C., da Silva, R. F. G., Gonçalves, O. H., Pereira, C., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R., Bona, E., & Leimann, F. V. (2022). Chemometric approaches to evaluate the substitution of synthetic food dyes by natural compounds: The case of nanoencapsulated curcumin, spirulina, and hibiscus extracts. *LWT*, 154, 112786. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.112786>
- Tvorogova, A. A., Gurskiy, I. A., Shobanova, T. V., & Smykov, I. T. (2023). Effect of Protein Concentrates and Isolates on the Rheological, Structural, Thermal and Sensory Properties of Ice Cream. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 11(1), 294–306. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.1.22>
- Ubeyitogullari, A., & Rizvi, S. S. H. (2020). Production of high-purity phospholipid concentrate from buttermilk powder using ethanol-modified supercritical carbon dioxide. *Journal of Dairy Science*, 103(10), 8796–8807. <https://doi.org/10.3168/JDS.2020-18697>
- Wang, Q., Gong, J., & Zou, S. (2010). *Relationship between color change and quality of Pu-erh Tea during fermentation*.
- Warren, M. M., & Hartel, R. W. (2018). Effects of Emulsifier, Overrun and Dasher Speed on Ice Cream Microstructure and Melting Properties. *Journal of Food Science*, 83(3), 639–647. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13983>
- Wrolstad, R. E., & Culver, C. A. (2012). Alternatives to those artificial FD & C food colorants. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3(1), 59–77. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-FOOD-022811-101118/CITE/REFWORKS>
- Wu, B., Freire, D. O., & Hartel, R. W. (2019). The Effect of Overrun, Fat Destabilization, and Ice Cream Mix Viscosity on Entire Meltdown Behavior. *Journal of Food Science*, 84(9), 2562–2571. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14743>

Internetes hivatkozások

Internet 1.: Ice Cream Consumption by Country 2024

<https://worldpopulationreview.com/country-rankings/ice-cream-consumption-by-country>

Internet 2.: "Fagylalt vagy jégkrém?" - tájékoztató a nyár hűsítő kedvenceiről.

<https://portal.nebih.gov.hu/-/fagylalt-vagy-jegkrem-tajekoztato-a-nyar-husito-kedvenceirol>

Internet 3.: A Magyar Élelmiszerkönyv 2-401 számú irányelv Jégkrémek

<https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/5/4b/a2000/2-401%20J%C3%A9gkr%C3%A9m%20ir%C3%A1nyelv.pdf>

Internet 4.: Kérdezz-felelek a fagylalt fogyasztás élelmiszerbiztonsági vonatkozásairól.

<https://portal.nebih.gov.hu/-/kerdezz-felelek-a-fagylalt-fogyasztas-elelmiszerbiztonsagi-vonatkozasairol>

Internet 5.: A Magyar Élelmiszerkönyv 2-109 számú irányelve a kézműves/kézműves élelmiszerek általános jellemzőiről.

https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/a/3b/a2000/2-109_2016-12-21.pdf

Internet 6.: 62/2011. (VI. 30.) VM rendelet a vendéglátó-ipari termékek előállításának és forgalomba hozatalának élelmiszerbiztonsági feltételeiről.

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1100062.VM&searchUrl=/gyorskereso?keyword%3Dvend%25C3%25A9gl%25C3%25A1t%25C3%25B3-ipari%2520term%25C3%25A9kek%2520el%25C5%2591%25C3%25A1ll%25C3%25ADt%25C3%25A1s%25C3%25A1nak>

Internet 7.: Vogronics Péterné (szerk.) (2003): Élelmezés-egészségtan II. Harmadik kiadás

https://mersz.hu/dokumentum/m679ee2_62/#m679ee2_60

Internet 8.: Tehéntej felvásárlása és tehéntej alapú tejtermékek előállítása havonta.

https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0110.html

Internet 9.: Az Európai Parlament és a Tanács 1333/2008/EK rendelete (2008. december 16.) az élelmiszer-adalékanyagokról

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32008R1333>

Internet 10.: H. Douglas Goff; Arthur Hill; and Mary Ann Ferrer: Dairy Science and Technology eBook; Letöltés dátuma: 2024.10.20.

<https://books.lib.uoguelph.ca/dairyscienceandtechnologyebook/>

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: A különböző írotartalmú fagylaltok elkészítéséhez felhasznált összetevők, valamint azok mennyisége (g/ 100 g)	17
2. táblázat: Az írot eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltmixek konzisztencia koefficiens [Pas^n] és folyásindex [-] értékek	30

Ábrák jegyzéke

1. ábra: A különböző írotartalmú, fermentálással és fermentálás nélkül készülő fagylaltok elkészítésének folyamata	18
2. ábra: A fermentálásra előkészített, különböző írotartalmú folyékony halmazállapotú keverékek	19
3. ábra: Kézi pH-mérő készülék	20
4. ábra: Kézi, digitális színmérő készülék	20
5. ábra: Anton Paar MCR-92 típusú reométer	21
6. ábra: Az olvadákonysági tesztek elvégzéséhez szükséges eszközök elrendezése	22
7. ábra: Fagylaltminta a vágási vizsgálat közben	22
8. ábra: Az írot eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltmixek pH-értékei [-]	24
9. ábra: Az írot eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltmixek L^* értékei [-]	25
10. ábra: Az írot eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) nem fermentált fagylaltmixek fóliába csomagolva, a kifagyasztás előtt	26
11. ábra: Az írot eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltmixek a^* értékei [-]	26
12. ábra: Az írot eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltmixek b^* értékei [-]	27
13. ábra: Az írot eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltmixek folyásgörbéi	28
14. ábra: Az írot eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltmixek folyáshatár értékei τ_0 [Pa]	29

15. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltnmixek habosíthatóságának mértéke [%]	31
16. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltnminták keménysége [N]	33
17. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltnminták vágási munka értékei [Nmm]	34
18. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) nem fermentált fagylaltnminták olvadási görbéi	35
19. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) fermentált fagylaltnminták olvadási görbéi	35
20. ábra: Az írórt eltérő százalékban tartalmazó (0, 20, 40, 60, 80, 100) és különböző típusú (nem fermentált, fermentált) fagylaltnminták	37