

SZAKDOLGOZAT

Paulenszki Anikó Szakdolgozat

Paulenszki Anikó

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

**Különböző baktérium törzsekből álló joghurt kultúrák
hatása a fermentáció folyamatára és a joghurt egyes
tulajdonságaira**

Paulenszki Anikó

Kisvárdá

2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki

Állattermék technológiák és minőségügy

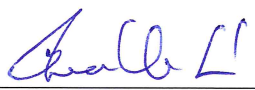
Szakedolgozat készítés helye: Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Hallgató: Paulenszki Anikó

A szakedolgozat címe: **Különböző baktérium törzsekből álló joghurt kultúrák hatása a fermentáció folyamatára és a joghurt egyes tulajdonságaira**

Konzulens: Pásztorné Dr. Huszár Klára, Vargáné Dr. Tóth Adrienn

Beadás dátuma: 2023.november 6.


szakedolgozat készítés helyének vezetője
(Dr. Friedrich László)


konzulens
(Pásztorné Dr. Huszár Klára,
Vargáné Dr. Tóth Adrienn)


Dr. Friedrich László
Állattermék technológiák és minőségügy ismeretkör felelős

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. A munkám célja	2
3. Irodalmi áttekintés	3
3.1 A savanyú tej - és tejkészítmények története.....	3
3.2 A savanyított tejtermékek szerepe a táplálkozásban	4
3.2.1 Szerepük az emésztésben	4
3.2.2 Táplálkozási szempontok	4
3.3 A savanyú tej - és tejszínkészítmények gyártása.....	5
3.3.1 A savanyú tej - és tejszínkészítmények fogalma és csoportosítása.....	5
3.3.2 A gyártástechnológia leírása	6
3.4 Tejipari színtenyészetek	9
3.4.1 A színtenyészetek meghatározása és jelentősége.....	9
3.4.2 A színtenyészetek csoportosítása	9
3.4.3 Tejsavbaktérium tenyészetek	10
3.5 Magyar Élelmiszerkönyv előírásai	11
4. Anyagok és módszerek	14
4.1 A felhasznált anyagok és eszközök felsorolása.....	15
4.2 A kísérlet menete	15
4.2.1 Az alapanyagtej előkészítése.....	15
4.2.2 A joghurtok készítésének menete.....	17
4.3 Vizsgálati módszerek.....	20
4.3.1 Savfok vizsgálat	20
4.3.2 A pH - értékek mérése.....	21
4.3.3 Reológiai vizsgálat	22
4.3.4 Színmérés	23

4.3.5	Mikrobiológiai vizsgálatok	26
4.3.6	Érzékszervi minősítés.....	27
5.	Kísérleti eredmények és értékelésük.....	28
5.1	Az alvadási folyamat értékelése	28
5.2	Savfok vizsgálat eredményei	31
5.3	A pH értékek változása.....	33
5.4	Reológiai eredmények vizsgálata	35
5.5	Színmérés eredményei	43
5.6	Mikrobiológiai eredmények értékelése	47
5.7	Az érzékszervi bírálat eredményei	49
6.	Összefoglalás	52
7.	Felhasznált irodalom.....	54
	Mellékletek.....	56
	Köszönetnyilvánítás	62
	Nyilatkozatok	63

1. Bevezetés

A tej már ősidők óta nagy szerepet játszik az emberi táplálkozásban. Az ősemberek áttértek a gyűjtögető-halászó-vadászó életmódról és tudatosan házasították az állatokat, hogy a számukra létfenntartáshoz fontos húshoz és tejhez könnyen, biztonságosan hozzájussanak. A tej fogyasztása mellett rájöttek arra is, hogy tejből, mint alapanyagból többféle terméket el tudnak készíteni. A modern kor embere a technológia folyamatos fejlesztésével mára a tejből készült termékek széles palettájából választhat ízlése, életmódja, intoleranciája szerint. Gondoljunk csak arra, hogy a fermentált termékek között is fellelhető számtalan módon ízesített, sokféle állagú (ital, krémszerű, habosított, rétegzett), többféle zsírtartalmú és laktózmentes változat is.

Joghurtot már a régi korokban is fogyasztottak az emberek. Az ősi népek húsító italnak is tekintették. Bár származására vonatkozóan nem állnak rendelkezésre feljegyzések, az egészségre gyakorolt jótékony hatásában számos civilizációban hittek az emberek. A joghurt fogyasztás mára a világ minden pontján népszerű. Magyarországon a KSH felmérése alapján 2010 - től a lakosság 13 kilogramm körüli mennyiséget fogyaszt fejenként éves szinten. (Internet 2., 2023) Ez elég nagy szám ahhoz, hogy a gyártókat többféle textúrájú, ízvilágú termékek fejlesztésére sarkallják.

Az első savanyított termékek véletlenszerűen készültek. A nyers tej megsavanyodásához mindössze arra volt szükség, hogy a tejbe tejsavbaktériumok vagy alkoholerjesztő élesztők kerüljenek és a szaporodásukhoz szükséges hőmérsékleti körülmények is optimálisak legyenek. A tejsavbaktériumok könnyen bejutottak a legelőn tartás és kézi fejés miatt, az élesztők pedig a nem megfelelő hűtési körülmények hatására szaporodtak.

Manapság üzemi körülmények között teremtik meg a mikroorganizmusok számára a különböző hőmérsékleti viszonyokat, amelyek optimálisan hatnak szaporodásukra. A piacon számos gyártó többféle terméke is megtalálható. Ezek a termékek a vásárlók igényeinek a kielégítése céljából többféle mikroba összetétellel készültek, hogy különböző külsőt, állományt, ízt és illatot biztosítsanak a tejtermékek számára.

2. A munkám célja

Szakdolgozatomban célom, hogy többféle mikrobatorzsekből álló kultúrákon keresztül mutassam be, hogy azok hogyan hatnak a különféle termék paraméterek változására. Ebben segítségemre volt az egyik gyártó, aki biztosította a kísérlethez szükséges starterkultúrákat illetve a munkahelyem, ahol félig üzemi körülmények között tudtam a mintáimat elkészíteni a vizsgálatokhoz.

A kísérletben háromféle joghurtkultúrát használtam. Összetételben abban különböztek, hogy az egyikben a savanyodást elősegítő baktérium törzsek voltak nagyobb számban. A másodikban aromatermelő és a savanyodást elősegítő baktériumtörzsek egyformán voltak jelen. A harmadikban az aromatermelők bővelkedtek. A kiinduló tejeknek is kétféle zsírtartalma volt. Teljes illetve sovány tejből is készültek minták. Valamint kétféle hőmérsékleten 35 illetve 40 °C-on alvasztottam őket. Így a kísérletben összesen 12 féle mintával dolgoztam.

A kísérlet kapcsán több célt is kitűztem, amelyekre kerestem a válaszokat. Elsősorban az érdekelt, hogy az általam készített joghurtok hasonló eredményeket produkálnak-e, mint a nagyüzemi körülmények között készült termékek. Valamint a starterkultúrák ilyen módon történő felhasználása követi-e a termékspecifikációjukban foglalt információkat. Kíváncsi voltam, hogy a különféle elkészítési paraméterek befolyásolják-e a késztermék savanyodását, alvadási folyamatát. A tárolási folyamat alatt változnak-e a minták kiinduló savfok és pH paraméterei, ha igen milyen irányban és mértékben? Célom volt megvizsgálni a joghurtok reológiai viselkedését. Megfigyeltem, hogy a háromféle kiindulási paraméter befolyásolja-e a minták színét. A vizsgálat alatt megtartják-e a joghurtok a kultúrából származó élő, aktív mikroorganizmusokat? Érzékszervi vizsgálat keretében választ kerestem arra, hogy az elkészült mintáim között éreznek-e különbséget a bírálók, illetve melyik termék lesz a legkedveltebb a joghurtok közül.

3. Irodalmi áttekintés

3.1 A savanyú tej - és tejkészítmények története

A tej erjesztése az egyik legrégebbi módszer, amelyet már őseink is alkalmaztak évezredekkel ezelőtt. A savanyú tejtermékek (pl. joghurt, kefir, tejföl) eredetének története időszámításunk előttre nyúlik vissza. Elsődleges szerepe a tej eltarthatóságának meghosszabbítása mellett számos előnnyel járt. Ilyen például a tej ízének-, minőségének-, emészthetőségének javítása, illetve az előállított termékek skálájának bővítése (Tamime & Robinson, 2007a).

Valószínűsíthető, hogy a joghurt a Közel-Keletről származik és az első ilyen jellegű termék spontán fermentációval készült. Ez köszönhető a tejben jelen lévő tejsavbaktériumoknak. Ázsiában lóbőrből készült speciális tárolóedényekben készítették. Az így készült termék a kumis volt, amit kancatejből készítettek és a savanyítást a tároló edényben maradt mikroorganizmusokra/élesztőgombákra bízták (Tamime & Robinson, 2007a).

A középkori törökök joghurtfogyasztásával kapcsolatban is vannak feljegyzések melyet a Diwan Lughat könyvek rögzítettek i.sz. 1070-ben. Az első információ arról, hogy Európában is fogyasztottak joghurtot már a régi időkben egy francia klinikai feljegyzésben olvasható, mely szerint I. Ferenc király súlyos hasmenésben szenvedett, amelyet egyetlen francia orvos sem tudott meggyógyítani. Szövetségese Szulejmán szultán küldött neki kecsketejből készült joghurtot és attól gyógyult meg (Fatih Yildiz, 2009). A perzsa hagyomány szerint Ábrahám hosszú életét a joghurtnak köszönhette (Tamime & Robinson, 2007a). A fermentált tejtermékek fogyasztása hozzájárult a felnőtt lakosság testtömegének, magasságának, agytérfogatának és csontjai sűrűségének fejlődéséhez (Fatih Yildiz, 2009). Manapság a joghurtot számos ország a saját felfedezésének tekinti, de nincs egyértelmű bizonyíték arra, hogy hol jött létre és ezért lehetséges, hogy egyszerre egymástól függetlenül több helyen többször is felfedezték.

A joghurt fermentációban résztvevő tejsavbaktériumok három milliárd éve jelenhettek meg a földön. Régészeti kutatások során ebből az időből származó üledékekben találták meg őket. A fermentáció kialakulására hatott az adott terület klímája is, mert a termofil baktériumok a melegebb területeken szaporodtak könnyebben (40-45 °C) míg a mezofil fermentáció a hűvösebb területeken volt jellemző (20-30 °C) (Tamime & Robinson, 2007a).

Manapság a mikroorganizmusokat tartalmazó kultúrák többféle módon készülhetnek. Lehet folyékony, liofilezett, koncentrált liofilezett és fagyasztott illetve liofilezett DVS és mélyfagyasztott DVS kultúra. Régebben elterjedt volt a tejüzemek által helyileg készített

folyékony forma, de mára már az előre csomagolt, gondosan előkészített kényelmes és biztonságos megoldások a népszerűek.

3.2 A savanyított tejtermékek szerepe a táplálkozásban

3.2.1 Szerepük az emésztésben

A szintenyészetekkel előállított tejtermékek összetételét legnagyobb mértékben a kiindulási tej összetétele határozza meg. Ennek komponensei alig változnak az előállítás során. Emészthetőségük viszont jobb, mint a kiindulási alapanyagé. Ennek két fő oka közül az első, hogy a tejsavbaktériumok által termelt tejsav rendkívül finom csapadék formájában kicsapja a fehérjét. Az emésztőenzimek így a fehérje lehető legnagyobb felületén tudják az apró részecskéket „megtámadni” és azt lebontani. A második ok pedig, hogy az előállítás során a mikroorganizmusok a fehérje egy részét peptidekké és aminosavakká bontják le, amit a fehérje előemésztésének is neveznek. A nyerstejben található fehérjét kétszer annyi idő alatt bontják le az enzimek, mint a joghurtban található. A fehérje emészthetősége a joghurtban az anyatejéhez hasonló, ezért a fermentációval készült tejtermékeket különösen értékesnek tartják a csecsemők, gyerekek és az idősek táplálásában. A savanyú tejkészítmények esetében a kalciumhasznosulás a tejsav, a tejcukor, a D-vitamin együttes hatására optimálisnak tekinthető (Balatoni & Ketting, 1981). A fermentált tejtermékek még a laktóznál is jobban javítják a kalcium felszívódását mivel a tejsav részt vesz a kalcium hasznosulásának folyamatában (Csapó János, 2002).

3.2.2 Táplálkozási szempontok

A joghurt egyike a tápanyagokban gazdag fermentált tejtermékeknek, amelyek támogatják az emberi bélmikrobiomot. Emellett világszerte az egyik legtöbbet fogyasztott tejtermék, amelynek fogyasztása fokozatosan növekszik. A kutatások egybehangzóan megállapították, hogy a joghurt jótékony hatással van az emberre, és segít megelőzni számos bélbetegséget, ami a termék népszerűségének egyik kiemelkedő oka (Ahmad és mtsai., 2022). A fermentációval készült tejtermékeket rendkívül előnyösen lehet felhasználni gyomor – bél panaszokban szenvedőknél. A savanyított tejtermékek fogyasztása több paciensenél korrigálta a gyomorsavhiányt. A joghurt fogyasztás kedvező gyerekek hasmenésének és más emésztőszervi megbetegedésének kezelésre is. Számos állatokkal és emberekkel végzett kísérletben kimutatták, hogy a tej koleszterincsökkentő hatása nő a fermentáció hatására így megelőzve a

szív- és érrendszeri betegségeket (Csapó, 2002). Mindemellett a joghurt számos alapvető tápanyagot is biztosít a szervezet számára (Ahmad és mtsai., 2022).

Ezen termékek laktóztartalma is csökkenthető laktáz enzim adagolásával így lehetővé teszi a laktózmalabszorpcióban szenvedő betegek számára is a fermentált termékek fogyasztását. Sertésekkel végzett kísérletekben megállapították, hogy a joghurt fogyasztásnak antimikrobiális hatása van. Például a szalmonella a joghurtban pár óra alatt elpusztul. Egerekkel végzett kísérletekben tumorsejteket implantáltak az állatokba miközben az egerek joghurtot fogyasztottak és a tumorsejtek nem szaporodtak el, ezért a joghurtnak rákellenes hatást is tulajdonítottak. Patkányoknál pedig a karcinogén anyagok rákkeltő hatását meg tudták előzni fermentált tejtermékek etetésével (Csapó, 2002).

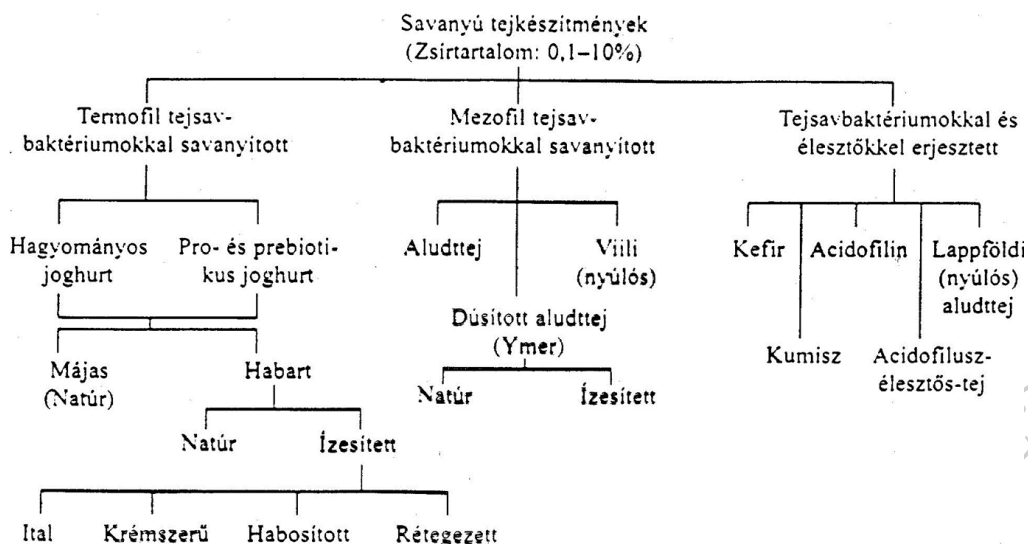
Összetételét tekintve a tehéntej és a belőle készült termékek több alapvető tápanyagot tartalmaznak az ember számára megfelelő mennyiségben, mint bármely más élelmiszer. Különösen alkalmasak a gyermekek növekedésének elősegítésére, és minden korosztályban képesek az emberek egészségének és jóllétének fenntartására. Bár a tehéntejnek vagy más állatok tejének nem kell és nem is szabad helyettesítenie az emberi tejet az újszülöttek számára, a tejtermékek megfelelő fogyasztásának komoly helye van az élelmiszerellátásban (Patton & McNamara, 2022).

3.3 A savanyú tej - és tejszínkészítmények gyártása

3.3.1 A savanyú tej - és tejszínkészítmények fogalma és csoportosítása

A savanyú tej- és tejszínkészítmények olyan termékek, amelyeket megfelelően előkészített és hőkezelt, tehen – vagy más állat (juh, kecske, bivaly) tejéből speciális mikrobatenyészetek hozzáadásával savanyítás (pH csökkentés) és alvasztás útján állítanak elő, és a termékek minőségmegőrzési időtartamának lejártáig nagy mennyiségben tartalmazzák a kultúrából származó, élő, aktív, mikroorganizmusokat (Pásztorné, 2023).

A savanyítást végző, valamint a termékre jellemző ízt, zamatanyagot termelő mikroorganizmusokat kultúra formájában kell a tejhez adni. Ez alapján különböző csoportokba sorolhatjuk a savanyú tej- és tejszín- készítményeket attól függően, hogy termofil, mezofil tejsavbaktériumokat, vagy tejsavbaktériumokat és élesztőket is felhasználunk gyártásuk során (Fenyvessy és mtsai., 2014). A savanyú tejkészítmények felosztását az 1. ábra tartalmazza. Az ábra alapján az általam készített minták a termofil tejsavbaktériumokkal savanyított-, hagyományos-, májas (natúr) kategóriába tartoznak.



1. ábra: Savanyú tejkészítmények (Szakály, 2001 nyomán)

3.3.2 A gyártástechnológia leírása

A savanyú tejkészítmények gyártásakor az alapanyaggal szemben támasztott általános követelményeken kívül lényeges, hogy a tej mentes legyen minden erjedést gátló anyagtól. Ezek jelenléte a tejben gátolja a starterkultúra mikroorganizmusainak tevékenységét, és ezzel veszélyezteti a termék minőségét (Fenyvessy és mtsai., 2014).

Az alapanyag előkészítése

A technológia első lépése az alapanyagtej zsírartalmának beállítása. Ehhez a nyerstejet 40-45 °C-ra előmelegítik és fölözéssel szétválasztják sovány tejre és tejszínre. Az így szétválasztott alkotórészekből állítják be a kívánt zsírartalmat. Ezt követi a homogénezés melyhez a tejet 75 °C-ra melegítik. A joghurt- és kefirfélékre egyformán érvényes, hogy a homogénezés a kiváló és egyöntetű minőség elérésének egyik eszköze (Szakály, 2001).

Hőkezelés

A homogénezés után a tejet nagy hőmérsékleten 95-105 °C-on pasztörözik és hosszabb ideig 2-5 perc hűtő tartják. Előbbi indokolhatja a termék zsírartalma és a beoltás előtt megkívánt mikrobiológiai tisztaság. Utóbbira azért van szükség, hogy a savófehérjék denaturálódjanak. Ezzel megnő az alvadék vízkötő képessége a termék savóeresztése pedig csökken. A savófehérjék komplexet alkotnak a kazeinnel így az állomány stabilabbá válik a késztermék kihozatala javul (Pásztorné, 2023).

Beoltás

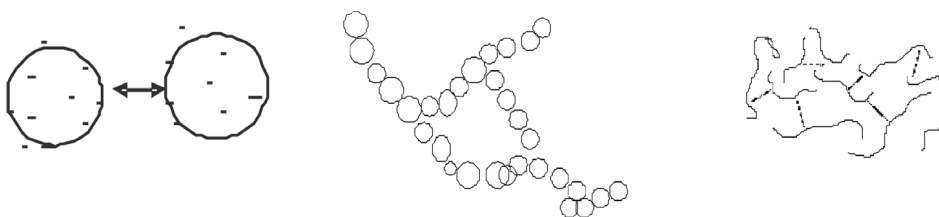
A hőkezelést követően lehűtik a tejet az alkalmazott starter kultúrának megfelelő hőmérsékletre 22- 45 °C-ra és hozzáadják a kultúrát ami joghurt esetében *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* és *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tejsavbaktérium törzseknek 1:1 arányú keveréke (Tamime és mtsai., 2006). A kultúrát szakaszosan és folytonosan is adagolhatják. A beoltás után a starterkultúrát egyenletesen el kell oszlatni az alapanyagban. Ezt szakaszos módszernél a tankokban keverőszerkezettel történik míg folytonos megoldásnál a csővezetékbe épített keverőelemmel oldanak meg.

Alvasztás

Az alvasztás a következő művelet. Ez történhet pohárban vagy tankban is. A pohárban való alvasztásnál figyelni kell arra, hogy az egyszerre beoltott tétel mennyisége annyi legyen, hogy azt az alvadék sérülésének veszélye nélkül le tudjuk csomagolni. Tankban történő alvasztást a natúr, habart állományú és ízesített termékek készítésénél alkalmaznak. A tehéntej alvadása 4,6 pH-n illetve 25 – 28 SH⁰-on következik be.

A savas alvadás egy bonyolult kolloidkémiai folyamat. Kétféle módon következhet be. Az egyik hogy hozzáadunk a tejhez valamilyen szerves savat pl.: citromsav, tejsav. A másik mód, hogy a tejsavbaktériumok a tejcukorból tejsavat képeznek. A folyamatnak három szakasza van:

- 1) A sav a tej puffersóival (szénsavas, foszforsavas, citromsavas) lép reakcióba.
- 2) A tejsav a Ca-kazeinát-Ca-foszfát micelláról vízdoldható, savanyú Ca-foszfátot választ le, míg a Ca-kazeinátról kalciumot hasít le Ca-laktát formájában.
- 3) A kazeinmicella elveszíti elektromos töltését. Az izoelektromos állapot (4,6 pH) következtében a micellák rendeződnek és laza térhálót hoznak létre. A kazeinfehérje a kolloidálisan oldott szol állapotból kocsonyás gél állapotba megy át. Ezt a folyamatot nevezzük **szol – gél átalakulásnak** (lásd 2. ábra) (Pásztorné, 2023).



2. ábra: Szol – gél átalakulás (Fenyvessy és mtsai., 2014 - nyomán)

Habarás

A tankban való alvasztás során az érlelés előtt a megalvadott anyagot le kell tölteni. Ez igen kényes művelet a termék állományának szempontjából. A habarás történhet az alvasztó tankban vagy más berendezésben. Általános követelmény a művelet során, hogy az alvadék csomómentes és sima legyen, ne váljék savóeresztővé, viszkozitása és szilárdsága a lehető legkisebb mértékben csökkenjen valamint ne savanyodjon túl. Ehhez a habarást 4,5–4,6 pH-n meg kell kezdeni és 4,4 pH-érték alá történő csökkenés előtt be kell fejezni, és közben megfelelően gyors ütemben lehetőleg 10 °C alá kell hűteni az alvadékot (Fenyvessy és mtsai., 2014).

Érlelés

Ez a művelet a gyártástechnológia elengedhetetlen része. Elhagyása esetén a termék üres ízű lesz. Az alvasztásra alkalmazott kultúra mindig többféle mikrobafaj keveréke. Ezek közül némelyek a savképzésért, mások elsősorban az aromaanyagok képzéséért a felelősek. Az alvadás után a terméket lehűtve az aromaanyagok képződése felgyorsul. Így a 12-24 órán át 4-6 °C-on végzett érleléskor az alvadék fokozatos szilárdulásával és az aroma anyagok képződésével kialakítjuk a végtermék jellegzetes állományát, ízét és aromáját.

Utóhőkezelés és melegen töltés

A két technológiai művelet célja a termék eltarthatóságának és biztonságának növelése. Az utóhőkezelést általában 68–76 °C közötti hőmérsékleten végzik és általában ezen a hőmérsékleten töltik. Az utóhőkezeléshez speciális stabilizálószer adagolására van szükség a gyártástechnológia során, hogy az alvadék ne szenvedjen minőségi károsodást. A terméket a csomagolás után gyorsan 10 °C alá kell hűteni így az eltarthatósági idő nagy mértékben növelhető. Ezek a termékek nem élőflórások.

Habosítás

A különleges technológiai műveletek közé tartozik. Általában az ízesített joghurtok élvezeti értékének javítása céljából végzik. Régebben nagy zsírtartalmú tejszíneket vertek csak habbá, de ma már hűtő-habosító berendezések és stabilizáló szerek segítségével 3-5 % zsírtartalmú joghurtok is habosíthatók. Levegőt vagy inert gázt kevernek a termékbe, így szerkezete lazul, térfogata növekszik.

3.4 Tejipari színtenyészetek

3.4.1 A színtenyészetek meghatározása és jelentősége

A tejipari technológiában számos területen így a sajtgyártás, vajgyártás és a savanyú tejkészítmények gyártásához is egy vagy több mikroorganizmusól álló színtenyészeteket használnak. Az első starterkultúrák az 1880-as években jelentek meg a vajgyártásban. Kereskedelmi célú előállításuk és elterjedésük viszont csak egy évszázada kezdődött el. A színtenyészetek alkalmazása alapjaiban változtatta meg a fermentált élelmiszerek előállítását. Használatukkal az erjedés folyamata kontrollálhatóvá vált (Varga, 2013).

A tej és tejtermékek ideális táptalajai a mikrobáknak, mert a nagy víztartalom és az alkotórészek között jelen lévő tejcukor miatt könnyen tudnak szaporodni. Élettevékenységük illetve anyagcseréjük során változásokat idéznek elő a tejben és így alakítják ki a termék jellegét (Páztorné, 2022).

A starterkultúrák használatának számos előnyös hatása van. Általuk bővül a termékválaszték, javul a tápérték, ízében és állományában jobb termék állítható elő, javul a mikrobiológiai élelmiszer biztonság, a termékek emészthetősége jobb lesz, funkcionális élelmiszerek előállítására nyílik lehetőség (Deák, 2006).

A fermentált tejtermékek lehetnek tejsavasan vagy alkoholosan erjesztett, illetve vegyes fermentációval készült termékek. A starterkultúrákat kezdetben napi átoltással készítették az üzemekben erre kialakított helyiségben. Később megjelentek a mélyfagyasztott, szárított majd liofilezett formák. Manapság pedig a közvetlen beoltásra alkalmas DVS kultúrák korát éljük (Szakály, 2001). A technológiai paraméterekkel a kultúrákban lévő mikrobák működése szabályozható.

3.4.2 A színtenyészetek csoportosítása

A tejiparban használatos színtenyészeteket a mikroorganizmusok rendszertani besorolása alapján négy csoportba oszthatjuk. Ezek a következők:

- Tejsavbaktérium tenyészetek (savanyítók)
- Propionsavbaktérium tenyészet
- Rúzsstenyészet
- Nemespenész tenyészet

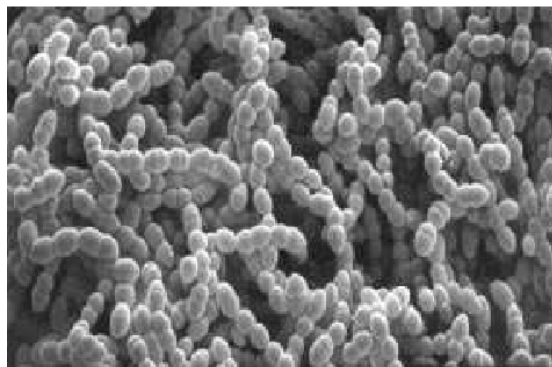
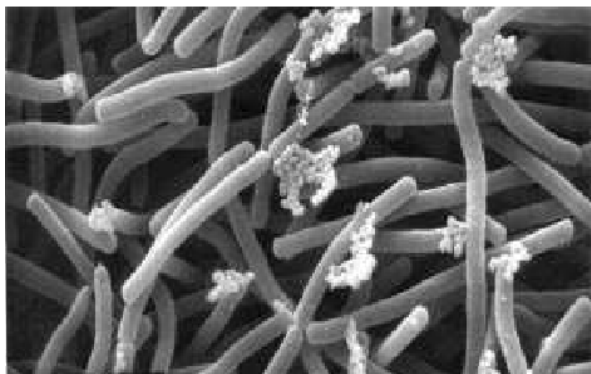
A tejsavbaktérium tenyészeteket a sajtgyártáshoz, vajgyártáshoz a túróhoz és a savanyú tej-és tejszínkészítmények gyártásához használják. A propionsavbaktérium tenyészetet az erjedési lyukas kemény sajtokhoz ilyen pl. a Pannónia és az Ementáli. A rúzsstenyészetet egyes sajtfeleségekhez pl. Pálpusztai míg a nemespenész tenyészeteket a Rokfort és a Camembert sajt gyártásához (Balatoni & Ketting, 1981).

3.4.3 Tejsavbaktérium tenyészetek

A tejsavbaktériumok a tej legáltalánosabb mikrobái. Hasznosak, amikor színtenyészetek alkotóiként tejtermékeket állítunk elő velük, károsak, ha elszaporodva megsavanyítják a nyers vagy pasztőrözött tejet. A tejcukorból főleg tejsavat, szén-dioxidot, egyesek acetoin és diacetil nevű aromaanyagokat képeznek. A savanyítók feladata a tejtermék ízének, állományának, színének kialakítása savtermelés, fehérjebontás, zsírbontás és aromaanyagok termelése révén. A tejsavbaktériumokhoz három nemzetség tartozik. A sztreptokokkuszok, laktobacillusok és a leukonosztok-félék. Mindegyik Gram – pozitív baktérium. Szaporodás tekintetében a sztreptokokkuszok és a leukonosztok mezofilek. Kivétel a *Streptococcus thermophilus*. A laktobacillusok termofilek.

A joghurtkultúra a *Streptococcus thermophilus* és a *Lactobacillus bulgaricus* (lásd 3. ábra) szimbiotikus együttese. Arányuk a kultúrákban 1:1 vagy 2:1. Joghurtok és egyes sajtok gyártásához szükségesek. Hőmérsékleti optimumuk 37-42 °C (termofil baktériumok). A két baktérium törzs aránya a savanyodás üteme és mértéke a hőmérséklettel befolyásolható (Szakály, 2001).

A két baktérium együttes használatával a savtermelés gyorsabb. A *Str. thermophilus* számának gyors növekedése folytán sav és szén-dioxid termelődik, ez stimulálja a *L.bulgaricus* számának növekedését. A *L. bulgaricus* proteolitikus hatásának köszönhetően keletkezett aminosavakat és peptideket a *Str. thermophilus* használja fel. A fehérje (kazein) koagulálódik az erjedés alatt a pH csökkenés következtében. A kezdeti pH változást a *Str. thermophilus* okozza, majd a *L. bulgaricus* tovább csökkenti 4,6 körüli értékre (Kruppa, 2016).



3.1 *Lactobacillus delbueckii subsp. bulgaricus*

3.2 *Str. salivarius subsp. thermophilus*

3. ábra: Joghurt kultúra mikroorganizmusai ((Tamime & Robinson, 2007 - nyomán)

3.5 Magyar Élelmiszerkönyv előírásai

A tejtermékekre vonatkozó szabályokat a Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/51-1 számú előírása tartalmazza. Megtalálhatók benne a termékcsoportok. Az előírás 2. melléklete vonatkozik a savanyú tejtermékekre. A fogalommeghatározás és felhasználható összetevők listája után a minőségi követelmények (lásd 1., 2., 3., táblázat) követelmények következnek.

1. táblázat: Fizikai és kémiai követelmények (MÉ 1-3/51-1 Tejtermékek, 2008 - nyomán)

Zsírfokozat	Zsírtartalom, % (m/m)	
Savanyú tej(készítmény)	legalább	3,0
Félzsíros savanyú tej(készítmény)	kevesebb, mint	3,0
	de több, mint	0,5
Savány savanyú tej(készítmény)	legfeljebb	0,5
Savanyú tejszín (tejföl)	legalább	20
Félzsíros savanyú tejszín (tejföl)	kevesebb, mint	20
	de legalább	10

2. táblázat: Speciális kémiai és mikrobiológiai követelmények (MÉ 1-3/51-1 Tejtermékek, 2008 - nyomán)

Jellemző	Savanyú tejek, a kefir kivételével	Kefir	Tejföl
Tejfehérje-tartalom, legalább, % (<i>m/m</i>)	2,7	2,7	-
Zsírmentes szárazanyag-tartalom, legalább, % (<i>m/m</i>)	-	-	5,9*
Tejfehérje-tartalom a zsírmentes szárazanyagban, legalább, % (<i>m/m</i>)	34,0		
Tejsavtartalom a vízfázisban, legalább, % (<i>m/m</i>)	0,6		
Savfok, SH°	-	-	25-40
Kultúrából származó tejsavbaktériumok száma, legalább, élőcsíra/g	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁶
Kultúrából származó élesztők száma, legalább, élőcsíra/g	-	10 ⁴	-

3. táblázat: Érzékszervi követelmények (MÉ 1-3/51-1 Tejtermékek, 2008 - nyomán)

	Natúr savanyú tej és tejszín	Ízesített savanyú tej- és tejszínkészítmény
Külső	Egyenletesen csontfehér színű, felfölöződéstől mentes.	Egyenletes, a termék jellegének megfelelő színű, felfölöződéstől és savókiválástól mentes, darabos ízesítőanyagok felhasználásakor az alvadékban a darabok láthatók, habosítás esetén a habszerkezet érezhető.
Állomány	A <u>májas alvadék</u> egynemű, a csomagolóeszköz falához jól tapadó, felfölöződéstől és savókiválástól mentes, összekeverés után sima, sűrűn vagy hígan folyó; a <u>habart alvadék</u> egynemű, felfölöződéstől és savókiválástól mentes, sima, sűrűn vagy hígan folyó.	Hígan vagy közepesen sűrűn folyó vagy habszerkezetű, felfölöződéstől és savókiválástól mentes, darabos ízesítőanyagok használatakor az alvadékban a darabok érzékelhetők.
Szag	Kellemesen savanykás, a termék jellegének megfelelően aromás.	Kellemesen savanykás, a használt kultúrára és az ízesítőanyagra vagy az aromára jellemző.
Íz	Kellemesen savanykás, a termék jellegének megfelelően zamatos.	Kellemes savanykás-édeskés vagy sós, a használt kultúrára és az ízesítőanyagra vagy az aromára jellemző.

4. Anyagok és módszerek

A kísérletemben felhasznált alapanyag tejet a munkahelyem az Ibránytej Kft biztosította. A háromféle starterkultúrát a CHR Hansen Kft-től kaptam ajándékba, mivel cégünk régóta üzleti kapcsolatban áll velük. A kultúrákat a katalógusukból választottam ki a vizsgálni kívánt paraméterek alapján (CHR Hansen, 2022). Mindhárom starterkultúra fagyasztva-száritott DVS kultúra volt. A joghurt mintákat a mérések elvégzéséhez fehér 200 ml-es PE (polietilén) poharakba töltöttem és jelöletlen alumínium fóliával zártam le. A fólia hegesztését a körasztalos adagológépünkön végeztem. Ezt követően jelöltem meg az elkészült mintákat a vizsgálatok elvégzéséhez a nyomon követhetőség miatt alkoholos filccel. Minden tételből 20 - 25 db minta készült, így a minták elkészítésének végére összesen 300 pohár joghurt állt rendelkezésemre a vizsgálatokhoz.

A mintákat sorszámozással jelölöm a dolgozatomban a megkülönböztethetőség miatt (lásd 4. táblázat). A zsírtartalomnál a jelölések a következőket jelentik: T= teljes tej, S= sovány tej.

4. táblázat: Az elkészült minták jelölése

Sorszám	Kultúra	Zsírtartalom	Beoltási hőfok [°C]
1	YC-X11	T	35
2	YC-X11	S	35
3	YC-X11	T	40
4	YC-X11	S	40
5	YF-MILD 1.0	S	35
6	YF-MILD 1.0	T	35
7	YF-MILD 1.0	S	40
8	YF-MILD 1.0	T	40
9	YF-L903	S	35
10	YF-L903	T	35
11	YF-L903	S	40
12	YF-L903	T	40

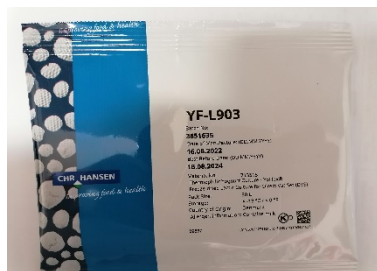
4.1 A felhasznált anyagok és eszközök felsorolása

A kísérlethez használt anyagok:

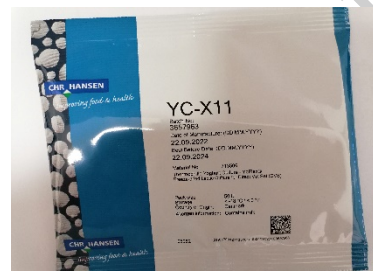
- pasztörözött teljes tej – zsírtartalma 3,9 % (lásd 8. ábra)
- pasztörözött sovány tej – zsírtartalma 0 % (lásd 7. ábra)
- starterkultúrák (lásd 4., 5., 6. ábra)



4. ábra: YF-MILD1.0 - 200 U (saját fotó)



5. ábra: YF-L903 – 50 U (saját fotó)



6. ábra: YC-X11 – 50 U (saját fotó)

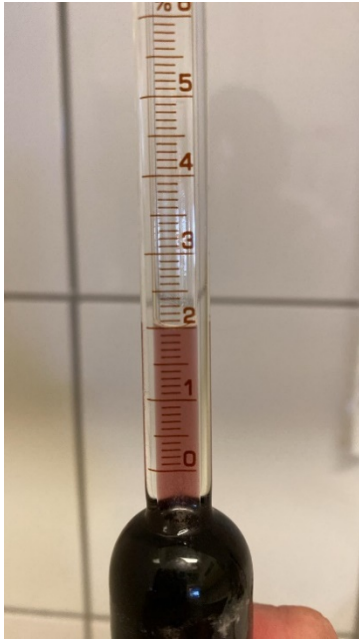
A kísérlethez használt eszközök:

- pipetta
- Gerber- féle butirométer
- 1000 ml-es mérőhenger
- 5000 ml-es lábas
- rezsó
- keverőlapát
- 100 ml-es mérőhenger
- steril fecskendő 10 ml-es
- mérleg
- hőmérő
- 200 ml-es PE pohár
- alumínium fedőfólia

4.2 A kísérlet menete

4.2.1 Az alapanyagtej előkészítése

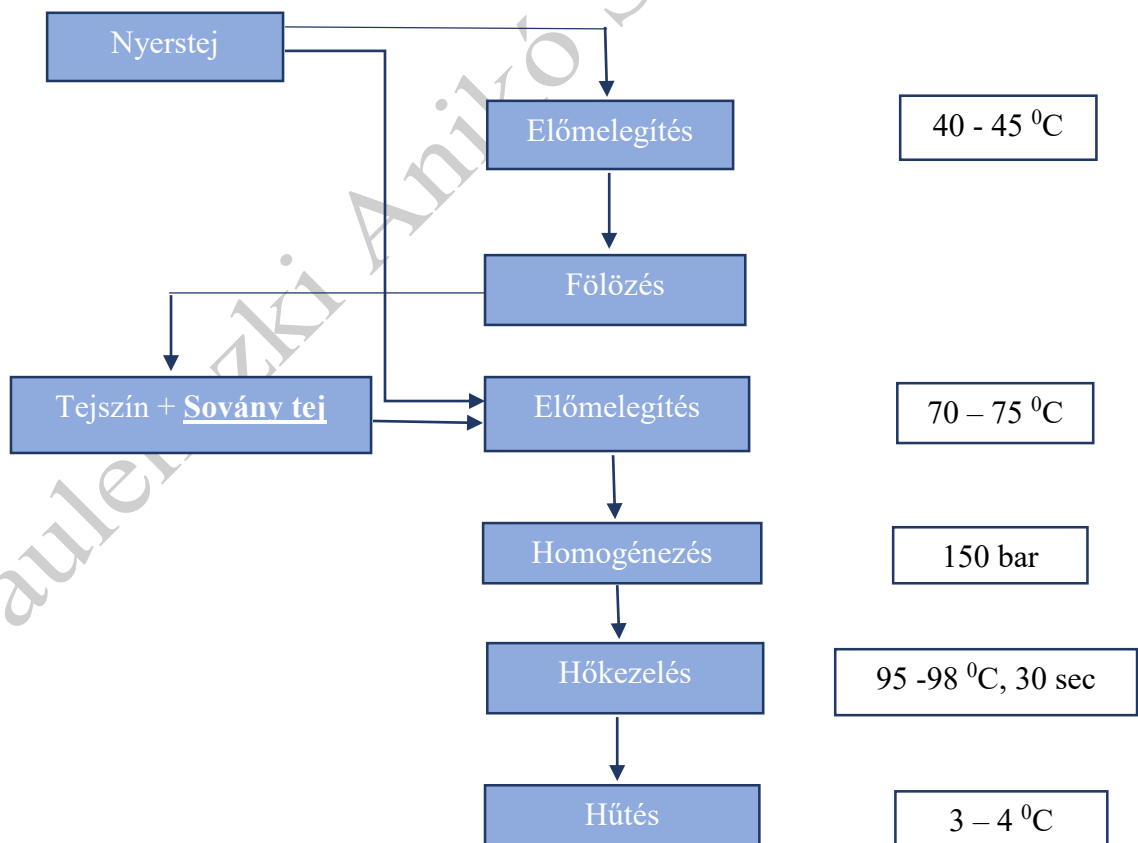
A kísérletemhez a mintákat a munkahelyemre feldolgozásra érkezett tejből készítettem. Az előkészítés folyamatát a 9. ábrán mutatom be. A mintáimhoz kétféle zsírtartalmú tejure volt szükségem. A kísérlethez 5 literes műanyag vödrökbe vettem ki tejet az üzembe érkezett tételből. 30 – 30 litert a teljes és sovány tejből is. Ezeket a feldolgozásig a hűtőraktárunkban tároltam 4 °C-on. A tejek zsírtartalmát zsírvizsgálattal ellenőriztem. A sovány tej 0 % zsírtartalmú, míg a teljes 3,9 % zsírtartalmú volt (lásd 7., 8. ábra).



7. ábra: Sovány tej 0 % (saját fotó)



8. ábra: Teljes tej 3,9 % (saját fotó)



9. ábra: Az alapanyag tejek előkészítésének folyamata

4.2.2 A joghurtok készítésének menete

A mintáim elkészítésének folyamatát a 16. ábrán szemléltetem. Elkészítésük leírását az a) és b) pontok tartalmazzák.

a) 35 °C-on készült minták készítése

- A joghurt alvasztásához 35 °C hőmérsékletre volt szükségem az érlelő helyiségben, így először annak a hőmérsékletét állítottam be. Az érlelőt hagyományos módon radiátorral fűtjük így a hőfok beállítás manuálisan történt. A hőfokot hőmérővel ellenőriztem (lásd 10. ábra).
- Ezt követően 5 liter tejet mérőhengerrel kimértem.
- A tejet felmelegítettem a kultúrázási hőfokra (lásd 11. ábra).
- A starterkultúrákat 100 ml-es steril zárható mintavevő edényekben szétosztottam 4 részre. Mivel minden kultúrából egy tasakkal kaptam és mindkét hőfokon, mindkét zsírtartalomhoz szükség volt rájuk így kiöntöttem a teljes mennyiséget, lemértem mérlegen és elosztottam grammra négyfelé.
- A háromféle kultúrát különböző kiszerezési egységekben kaptam. A YF-MILD 1.0 200 liter tej beoltásához volt elegendő, míg a YF-L903 és az YC-X11 50 liternyi mennyiséghez volt adagolva. Ezt a beoltásnál figyelembe kellett vennem. A kimért mennyiségeket tejbe öntöttem bele egyenletesen kevergettem oldódásig és az így feloldott starterkultúrából adagoltam a megfelelő mennyiséget fecskendővel a meleg tejbe (lásd 12. ábra).



10. ábra: Érlelő kamra hőmérséklete (saját fotó)



11. ábra: Az alapanyag tej melegítés közben (saját fotó)



12. ábra: Starterkultúra adagolása (saját fotó)

- Beoltás után egy műanyag kanállal elkevertem a teljes mennyiséget majd egy kanccsóval 200 ml-es poharakba adagoltam.
- Ezt követően a körasztalos adagológépen lehegesztettük a mintákat alumínium zárófoliával és így kerültek rekeszbe helyezve az előkészített érlelő helyiségbe (lásd 13., 14., 15. ábra).
- Az alvadási folyamatot időközönként savfok és pH méréssel ellenőriztem (lásd 5., 6. táblázat).
- Amint elérte a kívánt pH értéket ($\leq 4,6\text{pH}$) átvittem a rekeszeket a hűtőraktárba, ahol 4°C körüli hőmérsékleten érleltem. Majd elvégeztem a vizsgálatokat.



13. ábra: YF-MILD 1.0 35°C
(saját fotó)



14. ábra: YF-L903 35°C
(saját fotó)



15. ábra: YC-X11 35°C
(saját fotó)

5. táblázat: SH^0 ellenőrzése a 35°C -on készült mintáknál

Minták sorszáma	Kultúrázási idő	Savfok-3 mérés átlaga					
		12:30	13:30	14:30	15:30	16:00	
1	10:30	14	22,2	26	30,2	31,8	HŰTÉS
2	10:30	13,2	23,4	26	31	32,2	HŰTÉS
5	8:00	33					HŰTÉS
6	8:00	32					HŰTÉS
9	9:00	31,4	32,6				HŰTÉS
10	9:00	28	30,8				HŰTÉS

6. táblázat: pH ellenőrzése a 35 °C-on készült mintáknál

Minták sorszáma	Kultúrázási idő	pH-3 mérés átlaga					
		12:30	13:30	14:30	15:30	16:00	
1	10:30	5,57	5,32	4,84	4,71	4,53	HŰTÉS
2	10:30	5,7	5,38	4,87	4,69	4,54	HŰTÉS
5	8:00	4,47			HŰTÉS		
6	8:00	4,48			HŰTÉS		
9	9:00	4,49	4,42		HŰTÉS		
10	9:00	4,58	4,52		HŰTÉS		

b) 40 °C-on készült minták készítése

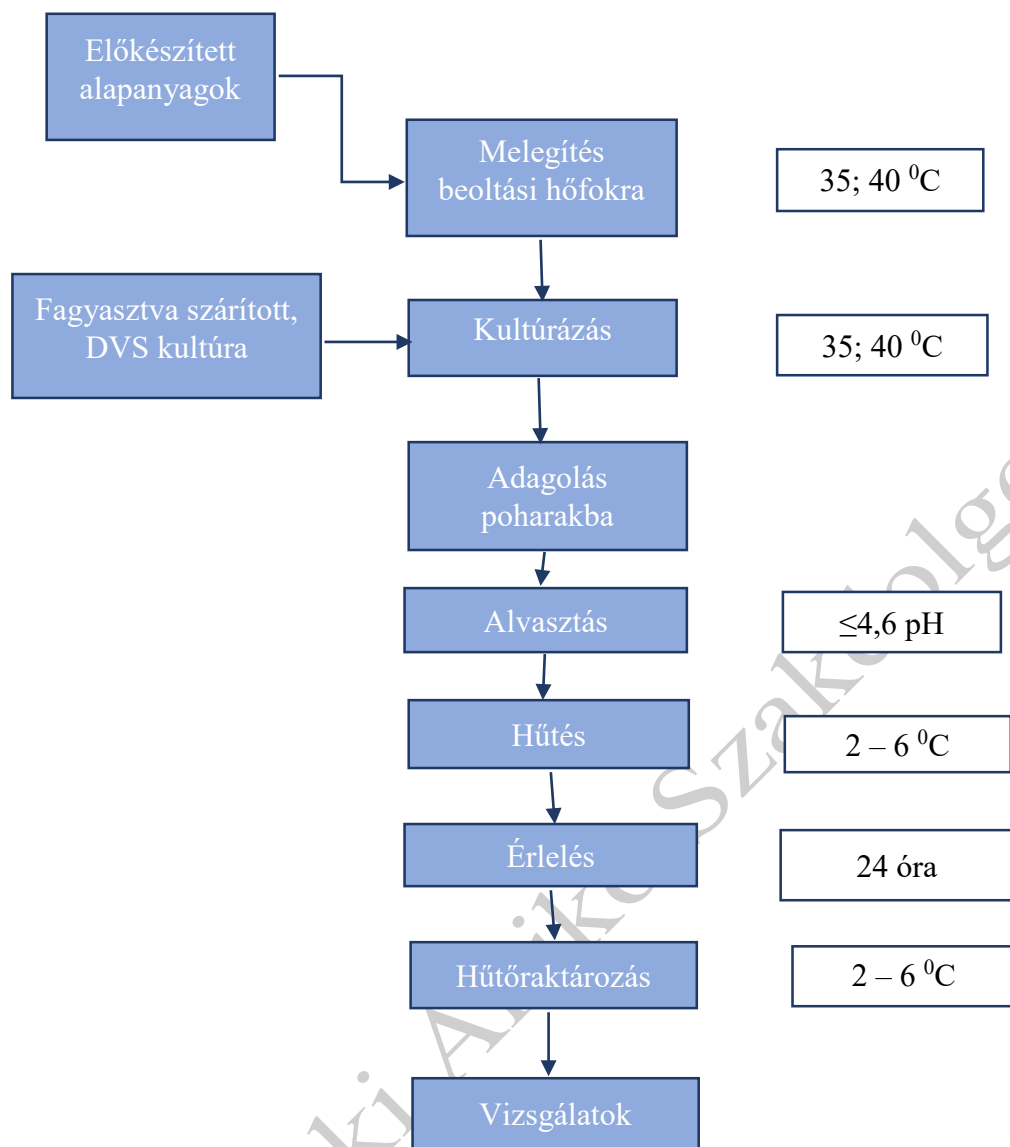
- A minták elkészítésénél hasonló módon jártam el ahogyan az a) pontban leírtam a 35 °C-on készült poharak esetében. Így itt most nem részletezem a lépéseket.
- Az alvadási folyamat ellenőrző paramétereit itt is táblázatban foglaltam össze (lásd 7., 8. táblázat).

7. táblázat: SH⁰ ellenőrzése a 40 °C-on készült mintáknál

Minták sorszáma	Kultúrázási idő	Savfok-3 mérés átlaga						
		18:50	19:50	20:30	21:30	22:30	23:00	
3	18:15	8,2	12,8	20,2	26	29,8	30,8	HŰTÉS
4	18:15	7,8	11,4	18,4	24,8	30	31,8	HŰTÉS
7	16:20	22,6	29	31,2	HŰTÉS			
8	16:20	22	28,8	31,6	HŰTÉS			
11	17:30	9,2	14,4	20	27,4	32,2	HŰTÉS	
12	17:30	8	13,8	19	27	31,8	HŰTÉS	

8. táblázat: pH ellenőrzése a 40 °C-on készült mintáknál

Minták sorszáma	Kultúrázási idő	pH-3 mérés átlaga						
		18:50	19:50	20:30	21:30	22:30	23:00	
3	18:15	6,38	5,64	5,14	4,92	4,78	4,56	HŰTÉS
4	18:15	6,49	5,82	5,42	4,98	4,76	4,58	HŰTÉS
7	16:20	5	4,63	4,48	HŰTÉS			
8	16:20	5,02	4,67	4,51	HŰTÉS			
11	17:30	6,31	5,78	5,23	4,77	4,5	HŰTÉS	
12	17:30	6,38	5,54	5,18	4,78	4,52	HŰTÉS	



16. ábra: A minták készítésének folyamata

4.3 Vizsgálati módszerek

Az elkészült mintáimat az elkövetkező 30 napban figyelemmel kísértem. Alapvetően arra voltam kíváncsi, hogy a különféle starterkultúrák hogyan hatnak a késztermékre. Mindkét hőmérsékleten, zsírtartalmon és mindhárom kultúránál megfigyeltem a joghurtok savfokának, pH – értékének, állományának, színének és mikrobaszámának alakulását a hűtőkamrában tárolt mintáimon.

4.3.1 Savfok vizsgálat

A savfok más néven Soxhlet – Henkel – fok (SH^0) vizsgálata egy alapvető és fontos ellenőrzési pont a tejiparban. Mind az alapanyag átvételénél, a gyártásközi vizsgálatoknál és a késztermékek

ellenőrzésénél is szerepet játszik. A tejben vagy tejtermékekben található összes lúgmegkötő anyagok mennyiségét jelenti (Fenyvessy és mtsai., 2014). Soxhlet – Henkel savfokon azt a 0,1 normál NaOH mennyiségét értjük milliliterekben kifejezve, ami 40 ml tej vagy 40 g szilárd tejtermék közömbösítéséhez szükséges, fenolftalein indikátor jelenlétében (Balatoni & Ketting, 1981).

A vizsgálatokhoz kimértem 20 g joghurtot Erlenmeyer lombikba, hozzáadtam 1 µl 1%-os fenolftalein oldatot. A továbbiakban 0,1 n NaOH oldattal addig titráltam míg összerázás után az oldat még megtartotta halvány rózsaszín színét 1 percen belül (Hidas, 2021). A savfok értékét egyenlettel [1. egyenlet] számoltam ki. Minden mintánál három – három párhuzamos mérést végeztem.

$$SH^0 = \text{fogyott NaOH ml} * \text{NaOH faktora} * 2 \quad [1]$$

4.3.2 A pH - értékek mérése

A tej pH –ját a benne lévő elektrolitok és fehérjék határozzák meg (Balatoni & Ketting, 1981). A pH érték befolyásolja a mikrobák szaporodását ezáltal a termék eltarthatóságát, valamint az érzékszervi tulajdonságok kialakításában is jelentős szerepet tölt be (Tóth, 2019). A méréseket WTW Inolab 7110 típusú pH mérővel végeztem (lásd 17. ábra). Minden mintából három – három párhuzamos mérést végeztem.



17. ábra: WTW Inolab pH 7110 – es pH mérő ((Internet 1., 2023)

4.3.3 Reológiai vizsgálat

A reológia az anyagok erőhatásra mutatott alakváltozásával foglalkozó tudományág. A reológiai tulajdonságok ismerete hasznos segítség lehet a különböző technológiai folyamatok tervezésében és az élelmiszeripari termékek minőség ellenőrzésében. Reológiai mérésekkel folyadékok folyási tulajdonságait és szilárd anyagok deformációját egyaránt vizsgálhatjuk. Az anyagok általában kétféle ideális reológiai viselkedést mutatnak: ideális viszkózus (newtoni folyadék) és ideális elasztikus (Vargáné, 2023).

A vizsgálatokat Anton Paar MCR 92 viszkoziméterrel végeztem. Az eredményeimet a RheoCompass program rögzítette (lásd 18. ábra). A méréshez CC27 koncentrikus henger mérőrendszert használtam. A mérőfej (alsó henger) jelölése C-CC27/T200/XL/SS, a felső henger CC27 jelű volt. A méréseket 10-500 1/s nyírási határsebességen végeztem. A vizsgált minták hőfoka 10 °C volt. Minden mintán három párhuzamos mérést végeztem el, így alkalmanként 36 darab eredményt kaptam.

A mért adatokat ábrázoltam. Folyásgörbéket vettem fel, amely a nyírófeszültség értékeit ábrázolja a nyírási sebesség függvényében, illetve viszkozitás görbéken ábrázoltam a látszólagos viszkozitást a nyírási sebesség függvényében.

A görbék kiértékeléséhez Herschel - Bulkley modellt alkalmaztam [2. egyenlet].

$$\tau = \tau_0 + K * \gamma^n \quad [2]$$

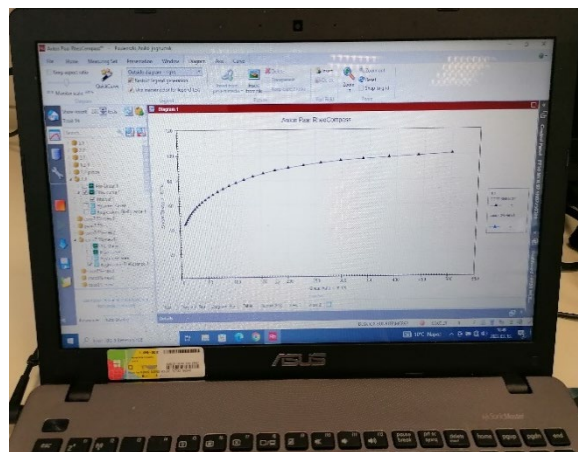
ahol:

- τ = nyírófeszültség [Pa]
- τ_0 = folyáshatár [Pa]
- K = konzisztencia állandó [Pasⁿ]
- γ = deformációsebesség [1/s]
- n = newtoni viselkedéstől való eltérést számszerűen kifejező hatványkitevő

A Herschel - Bulkley modell illesztését Microsoft Excel Solver bővítménnyel készítettem, a módszer a legkisebb négyzetek összege volt. Az illesztésénél a τ_0 , K és n a változtatható értékek. A szoftverrel a mért és számolt adatok különbségének négyzetének az összegét minimalizáltam.



18.1



18.2

18. ábra: Anton Paar MCR 92 viskoziméter és RheoCompass program (saját fotó)

4.3.4 Színmérés

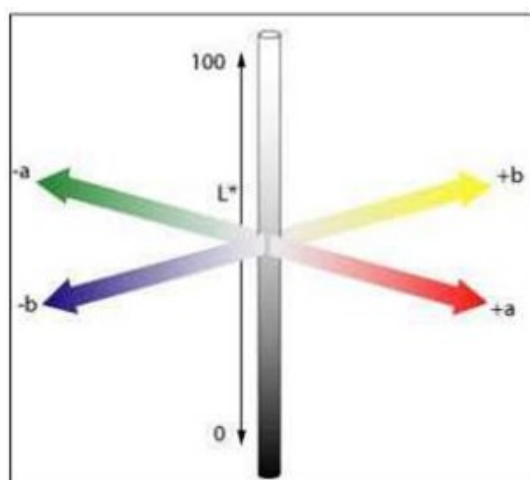
A szín az élelmiszerek egyik legfontosabb tulajdonsága, hisz a fogyasztók sokszor ez alapján döntenek el, hogy számukra melyik termék a megfelelőbb mit válasszanak a boltok polcáról. Műszeres színmérés segítségével szimulálhatjuk, hogy az emberi szem hogyan lát egy tárgyat és erről számszerű adatokat is kapunk (Tóth, 2019).

A CIE (Commission Internationale d'Éclairage, Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság) 1931-ben kifejlesztette az RGB színínger- mérő rendszert, mely az emberi színérzékelést vette alapul. A módszer alapja, hogy bármelyik szín előállítható három alapszínből, mely a vörös a zöld és a kék. Alapszínek: R (vörös) 700 nm; G (zöld) 546,1 nm; B (kék) 435,8 nm hullámhosszú fény. Ezzel a modellel azonban nem minden szín állítható elő negatív értékek használata nélkül, ezért megalkották az RGB mérőszámokon alapuló, abból transzformált CIE XYZ rendszert, amely ma is alapját képezi a színmérésnek (Jónás, 2021).

1976-ban hozták létre a ma is használatban lévő, három dimenziós CIE Lab színínger-teret (lásd 19. ábra).

A háromdimenziós színínger tér összetevői:

- **L*** : világossági tényező (0-100) – azt mutatja meg, hogy a tárgy a megvilágító fény hány százalékát veri vissza.
- **+a*** - **vörös** színezet, **-a*** - **zöld** színezet (+50 - -50)
- **+b*** - **sárga** színezet, **-b*** - **kék** színezet (+50 - -50)



19. ábra: CIE Lab színínger tér (CIE, 1978)

A mintáim vizsgálata során arra kerestem a választ, hogy van e szemmel látható különbség a különböző paraméterekkel elkészített joghurtok között. A méréseket Konica Minolta CR-400 színmérővel végeztem (lásd 20. ábra). A műszer kalibrálást fehér etalonnal végeztem, melyet a tartozékok között találtam. A mintákat előkészítettem a méréshez (lásd 21. ábra). Minden minta esetében öt-öt párhuzamos mérést végeztem. Így megkaptam az L*,a*,b* értékeket, átlagoltam és ezeket az értékeket használtam fel a kiértékelés során. A kapott értékekből színínger különbséget számoltam (ΔE^*) a 3. egyenlet alapján.

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad [3]$$

ahol:

- ΔE^* a színekülönbség, ΔL^* a két színpont L* értékének különbsége (L*mérési időpont 2,3 – L*mérési időpont 1/kontroll),
- Δa^* a két színpont a* értékének különbsége (a*mérési időpont 2,3 – a*mérési időpont 1/kontroll),
- Δb^* a két színpont b* értékének különbsége (b* mérési időpont 2,3 – b* mérési időpont 1/kontroll).

Ezen számított távolság (ΔE^*) értékeket megfeleltettem az alábbi kategóriák szerint, hogy az emberi szem mennyire képes érzékelni a műszerrel mért színeltéréseket (Lukács, 1982):

- **nem észrevehető**, ha a ΔE^* értéke 0 - 0,5
- **alig észrevehető**, ha a ΔE^* értéke 0,5 - 1,5
- **észrevehető**, ha a ΔE^* értéke 1,5 - 3,0
- **jól látható**, ha a ΔE^* értéke 3,0 - 6,0
- **nagy**, ha a ΔE^* értéke 6,0 - 12,0



20.1



20.2

20. ábra: Konica Minolta CR-400 színmérő (saját fotó)



21.1



21.2



21.3

21. ábra: Joghurt minták színméréshez (saját fotó)

4.3.5 Mikrobiológiai vizsgálatok

Mikrobiológiai méréseimet egy magánlaborban az Icefood Kft – nál végeztem Debrecenben. A mintákat három alkalommal vizsgáltam. A minták tejsavbaktérium számának alakulását figyeltem illetve vizsgáltam az enterobaktériumok jelenlétének alakulását is az elkészített mintáimban.

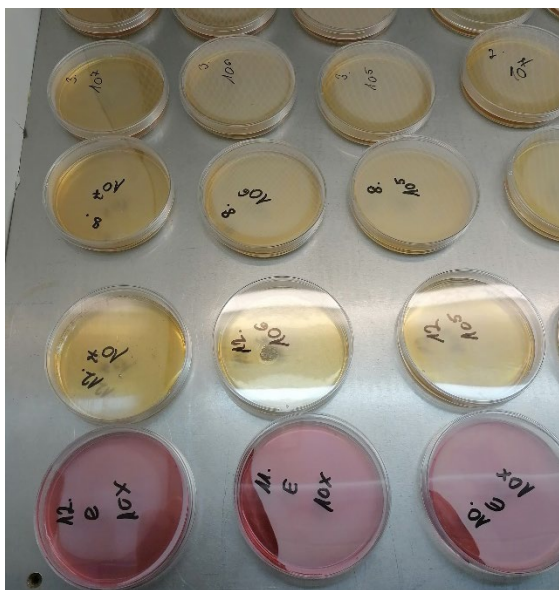
A mérésekhez a táptalajokat a Kft a Labomark Kft-től készen vásárolja így táptalaj készítésére nem volt szükség. A vizsgálatokat Magyar Szabvány szerint végeztem, melyek az Icefood Kft tulajdonában vannak. Joghurtok telepszámának vizsgálatához az MSZ ISO 7889:2009 (Magyar Szabvány, 2009) és az enterobaktériumok telepszámának meghatározásához MSZ ISO 21528-2 (Magyar Szabvány, 2007) állt rendelkezésemre. A tejsavbaktérium szám vizsgálatához MRS agart az enterobaktériumok meghatározásához VRBG agart használtam. A hígítási sorok elkészítéséhez szükség volt még 9 ml-es hígító folyadékra, amelyet a labor vezetője készített számomra. A minták leoltását végeztem én. Az enterobaktérium vizsgálatához tízes hígítást alkalmaztunk. A tejsavbaktérium szám vizsgálatokhoz első alkalommal hét tagú hígítási sort készítettem és ebből hármat oltottam le, feltételezve a 10^7 -en nagyságrendű tejsavbaktérium számot. A következő alkalommal már csak öt tagú hígítási sor készült és ebből került három tag leoltásra. Az utolsó vizsgálatnál két esetben három tagú egyben pedig öt tagú hígítást alkalmaztam. A leoltásokhoz előkészítettem a Petri-csészéket (lásd 22. ábra). Elvégeztem a leoltáshoz szükséges hígításokat, Petri-csészébe helyeztem 1 ml-et a hígításból. Ráöntöttem megközelítőleg 10-15 ml $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízfürdőben tartott agart a leoltott mintákra (lásd 23. ábra). A mintákat a leoltó fülkében elhelyezve hagytam megszilárdulni (lásd. 24. ábra). A Petri-csészéket megfordítva $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on inkubáltam inkubátorban - enterobaktérium vizsgálatához 24 órát - tejsavbaktérium szám vizsgálatához speciális anaerob edényben 72 óra időtartamig (lásd 25. ábra). Az inkubálás után a telepszámlálást közösen végeztük.



22. ábra: Leoltás előkészítése (saját fotó)



23. ábra: Vízfürdőben tartott agar (saját fotó)



24. ábra: Kiöntött agar (saját fotó)



25. ábra: Inkubálás (saját fotó)

4.3.6 Érzékszervi minősítés

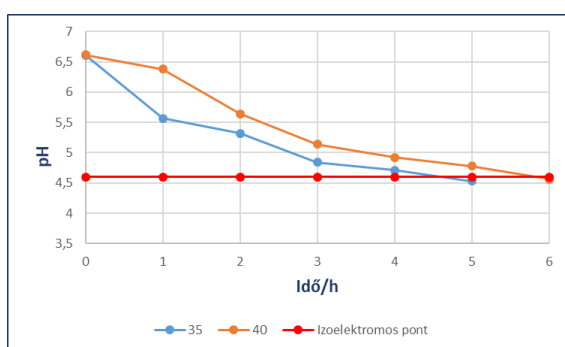
Érzékszervi minősítést szintén három alkalommal végeztem. A mintáim bírálata során felkértem a munkatársaimat, hogy értékeljék a joghurtokat. A felkért bírálók között voltak laikus és nem laikus személyek is. Alkalmanként 10 fő bírálta a mintákat. Az értékelést egy általam készített bírálati lapon kellett pontozással elvégezniük. Minden alkalommal mind a 12 mintát értékelték.

A bírálati lapot a Magyar Élelmiszerkönyv előírásai alapján állítottam össze (lásd 4. melléklet). Így külsőt, állományt, illatot és ízt is pontoztak. A külsőnél a minták színét pontozták. Állománynál figyelembe kellett venniük, hogy az alvadék hogyan tapad a pohár falához, csomómentes-e az állomány, mennyire krémes az alvadék, savó kiválás látszik-e rajta és ha igen, milyen mértékben. Az illat tekintetében a savanykás joghurtokra általában jellemző illatot pontozták. Az íz tekintetében azt kellett megfigyelnük, hogy a megkóstolt minták mennyire savanykásak.

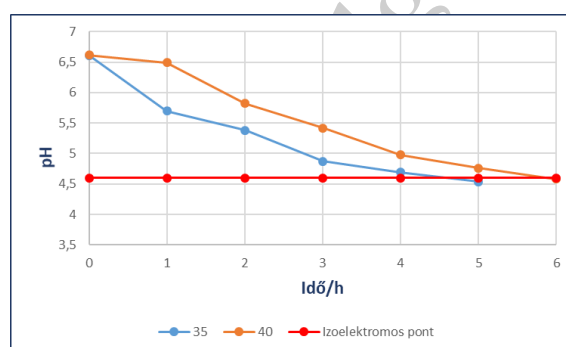
5. Kísérleti eredmények és értékelésük

5.1 Az alvadási folyamat értékelése

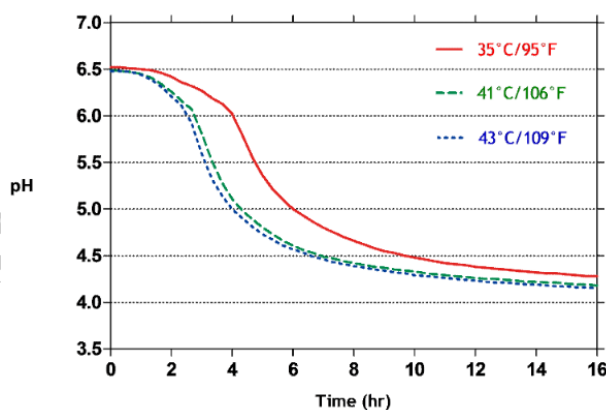
Az alapanyagtej beoltása után az alvadási folyamatot savfok és pH méréssel is ellenőriztem. A méréseket addig végeztem míg a kazeinmicella elvesztette elektromos töltését elérte az izoelektromos pontot a $\leq 4,6$ pH értéket. Az eredményeket táblázatban rögzítettem. A táblázatok megtalálhatók a 4.2.2. fejezetben (lásd 5., 6., 7., 8. táblázat). A pH mérések eredményeit ábrázoltam és összehasonlítottam a gyártó által kiadott termékspecifikációkban találhatók. Az ábrákon piros vonallal jelöltem a 4,6 pH értéket.



26. ábra : YC-X11 alvadási görbéje teljes tejből



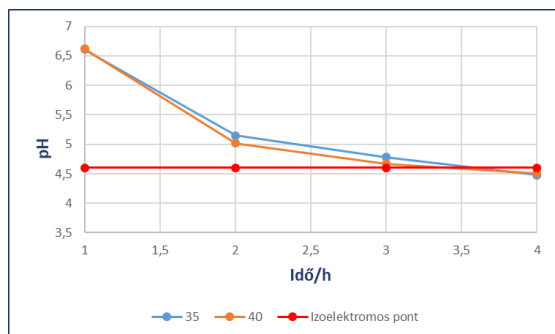
27. ábra : YC-X11 alvadási görbéje sovány tejből



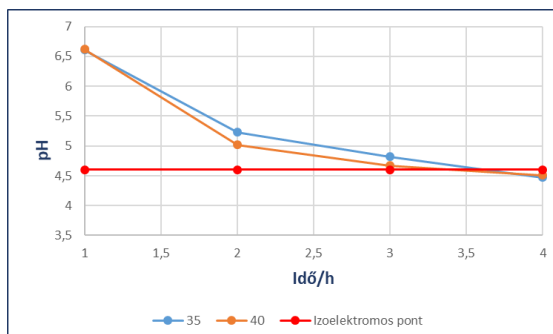
28. ábra YC-X11 alvadási görbéje (Chr Hansen, 2019a)

Az YC-Y11 esetében a gyártó által kiadott ismertető szerint a 35 °C-on beoltott mintáknak 8-9 óra alatt kellett volna elérniük a 4,6 pH értéket a 40 °C-on készülteknek pedig kb. 6 óra alatt. A saját ábráimon jól látszik, hogy mindkét esetben (teljes és soványtej) esetében is rövidebb idő alatt zajlott le a folyamat és a két hőfokon ellentétesen viselkedtek a starterek mint azt vártam.

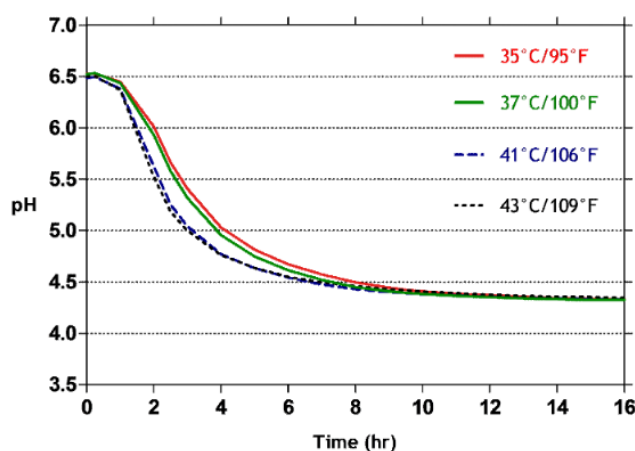
A 35 °C-on készült mintáim alvadtak meg 5 óra alatt és a 40 °C-on készülteknek 6 órára volt szükségük.



29. ábra : YF MILD 1.0 alvadási görbéje teljes tejből

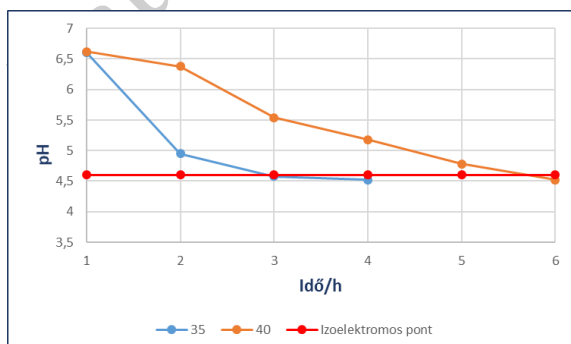


30. ábra : YF MILD 1.0 alvadási görbéje sovány tejből

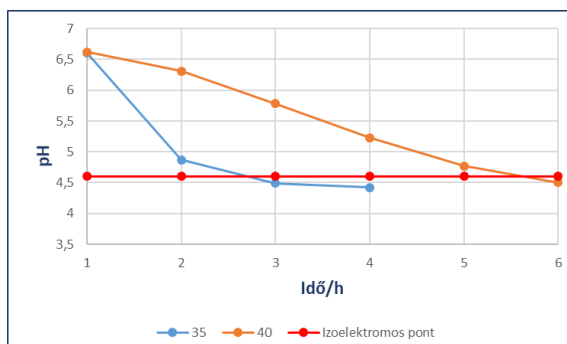


31. ábra YF-MILD 1.0 alvadási görbéje (Chr Hansen, 2019c)

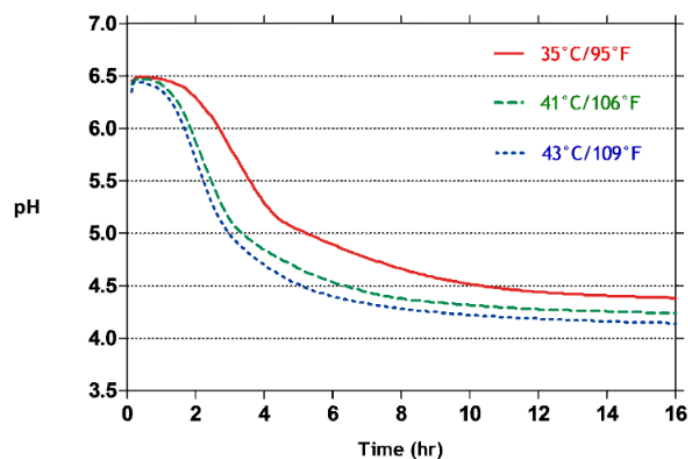
A YF - MILD 1.0 esetében 35 °C-on 6-7 órára 40 °C-on kb 5-6 órára lenne szükség a specifikációban leírtak szerint a gél állapot eléréséhez. Az általam készített minták ebben az esetben is hamarabb érték el az izoelektromos pontot és állományuk is megfelelő volt. Az alvadási görbe hasonló ívet futott, mint a várt eredmény.



32. ábra : Y - L903 alvadási görbéje teljes tejből



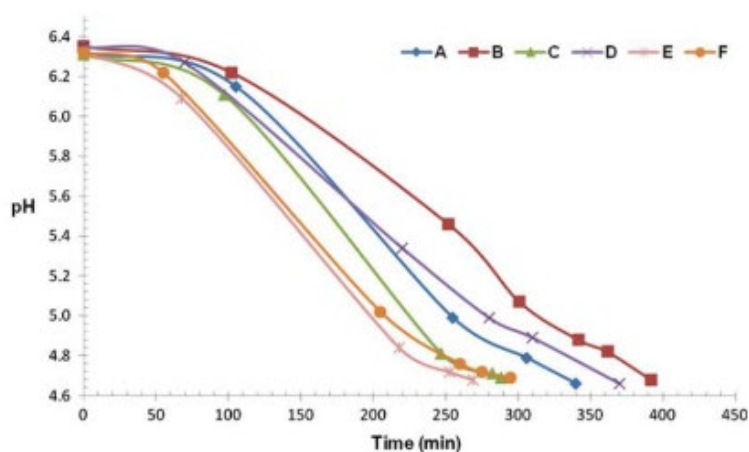
33. ábra : YF - L903 alvadási görbéje sovány tejből



34. ábra YF-L903 alvadási görbéje (Chr Hansen, 2019b)

Az utolsó starter a YF - L-903 esetében 35 °C-on 8-9 óra 40 °C-on pedig 5-6 óra lett volna az elvárt alvadási idő. Ezzel ellentétben az én esetemben itt is rövidebb idő alatt lezajlott a folyamat. 35 °C-on – on meglepően gyorsan 2,5-3 óra alatt, míg 40 °C-on 5-5,5 órára volt szükség a 4,6 pH eléréséhez.

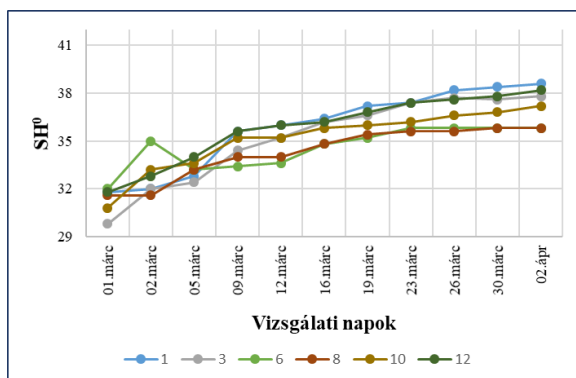
Egy kutatásban, mely a juhtejből készült joghurtok tulajdonságait vizsgálta, 42 - 43 °C-on oltották be a mintákat. Hasonló eredményeket értek el, mint a gyártó által kiadott termékspecifikáció szerinti értékek (lásd 35. ábra). Az YC-X11 –el készültek megközelítőleg 6 óra alatt, a YF - MILD 1.0 –al készült minták 5 óra alatt és az YF - L-903- al készült minták 4,5 óra alatt érték el a 4,6 pH értéket (Asensio és mtsai., 2016).



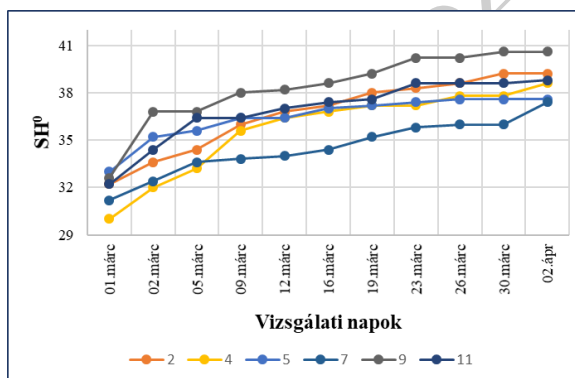
35. ábra : Az YC –X11 (A) ; YF-MILD 1.0 (F) YF-L903(E) indítókultúrával beoltott juhtej alvadási görbéje (Asensio és mtsai., 2016)

5.2 Savfok vizsgálat eredményei

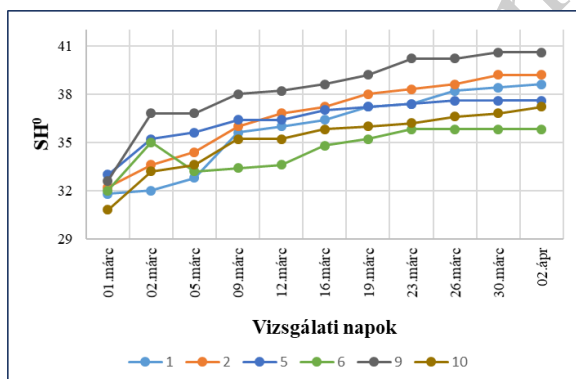
A savfok vizsgálatokat a hűtőraktárba kerülés után 30 napon keresztül végeztem. Összesen 11 napon mértem az eredményeket párhuzamosan a pH mérésekkel. Minden alkalommal bontatlan mintát használtam és három-három párhuzamos mérést végeztem. A mérési eredményeket ábrákön szemléltettem és mindhárom paraméter vonatkozásában megfigyeltem a változásokat. A mérési eredményeimet az 1. melléklet tartalmazza.



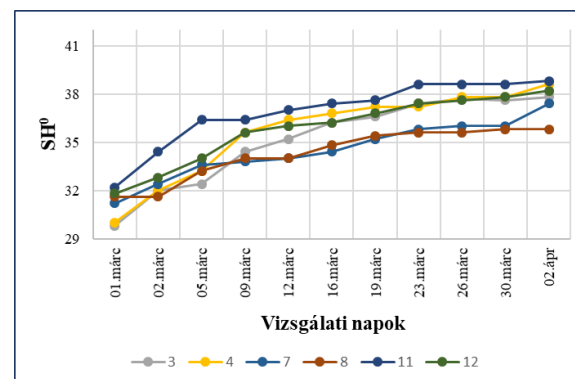
36. ábra : Savfok változás a tárolási idő alatt a teljes tejből készült mintákon



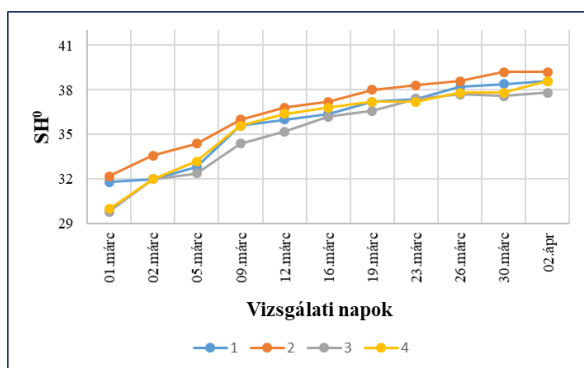
37. ábra : Savfok változás a tárolási idő alatt a sovány tejből készült mintákon



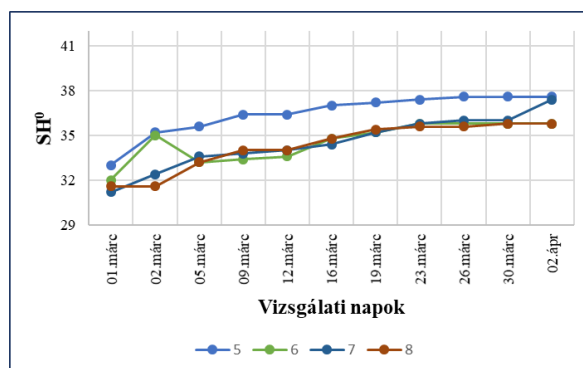
38. ábra : Savfok változás a tárolási idő alatt a 35 °C-on készült mintákon



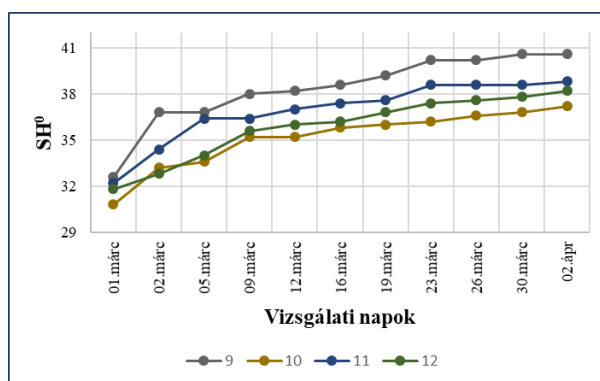
39. ábra : Savfok változás a tárolási idő alatt a 40 °C-on készült mintákon



40. ábra : Savfok változás a tárolási idő alatt az YC - X11-el készült mintákon



41. ábra : Savfok változás a tárolási idő alatt a YF – MILD1.0 -al készült mintákon



42. ábra : Savfok változás a tárolási idő alatt az YF – L903 – al készült mintákon

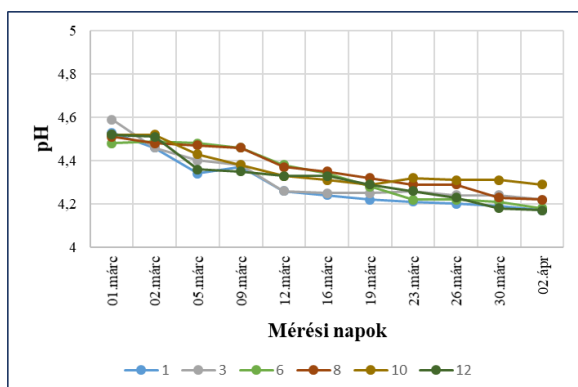
A teljes és sovány tejből készült minták értékei (lásd 36., 37. ábra) között megfigyelhető, hogy mindkét alapanyagból készült minták azonos módon kezdtek el savanyodni kivéve a 6-os és 9-es tételeket, melyek eredményei a második mérésnél kiugróak voltak, de a harmadik mérési naptól hasonló jellegű görbe szerint futnak le. A savfok változás a nyolcadik mérési naptól nem volt nagymértékű a tíz és tizenegyedik nap között nincs vagy minimális változás látható, kivéve a 4-es és 7-es mintákat. Összeségében a két diagramról az olvasható le, hogy a sovány tejből készült minták jobban savanyodtak, magasabb savfok értékeket 37,4-40,6 SH⁰ produkáltak mint teljes tejből készült társaik 35,8-38,8 SH⁰.

A beoltási hőfokok közötti megkülönböztetésnél (lásd 38., 39. ábra) a 9-es és 11-es minta savanyodási görbéje kiugró a többiekéhez képest. Ez a két minta magasabb értékeket mutatott a tárolási folyamat alatt, de görbék lefutása hasonló a tárolási idő végére. Amennyiben a 9-es minta utolsó mérési napon vizsgált eredményét 40,6 SH⁰-ot nem vesszük figyelembe nincs számottevő különbség a két hőfokon beoltott minták között a tárolás alatt. 35 °C-on 35,8 – 39,2 SH⁰ közötti eredmények míg 40 °C-on 35,8 – 38,8 SH⁰ értékek lettek.

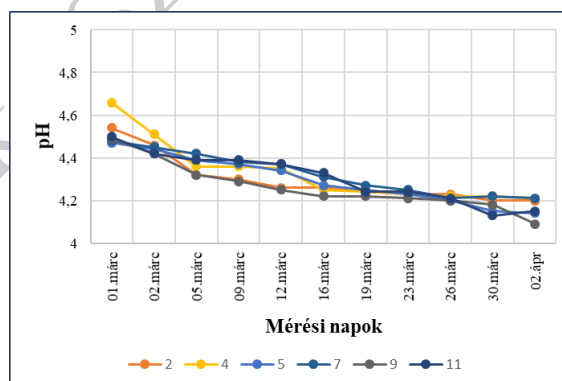
Az utolsó összehasonlítási szempont a starterkultúrák szerinti összehasonlítás volt (lásd 40., 41., 42. ábra). Az YC-X11 kultúra esetében az utósavanyodási görbe lassabban kezdett emelkedni, mint a másik két esetben. Mind a négy minta közel azonos görbét ír le ennél a kultúránál. A tárolási idő végére 37,8 - 39,2 SH⁰ értéket vettek fel, ami nem számottevő különbség. A YF-MILD 1.0 kultúra esetében az első mérésnél a 6-os minta kiugró értéket mutatott, de itt is elmondható, hogy a tárolási idő végéig hasonlóan viselkedtek a minták. Ebben az esetben alacsonyabb 35,8 - 37,6 SH⁰ közötti értékek születtek. Az YF-L903 esetében a tárolási idő végére 38,2 – 40 ,6 SH⁰ lett a mért eredmény.

5.3 A pH értékek változása

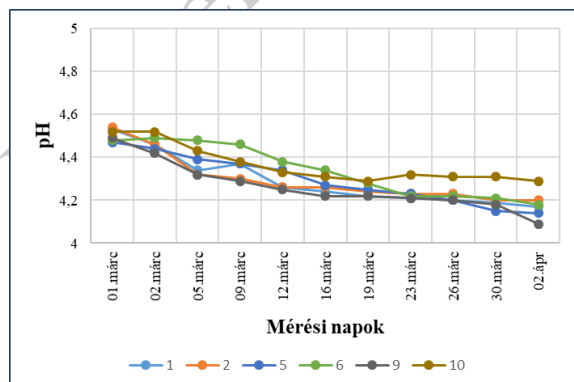
A savfok vizsgálatokhoz hasonlóan 11 napon végeztem pH méréseket. Minden alkalommal a savfok vizsgálatához használt mintával dolgoztam és három-három párhuzamos mérést végeztem. A mérési eredményeket ábrázoltam és mindhárom paraméter vonatkozásában megfigyeltem a változásokat. A mérési eredményeimet a 2. melléklet tartalmazza.



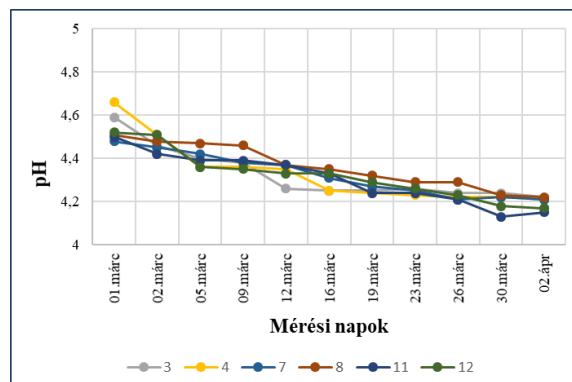
43. ábra : pH változás a tárolási idő alatt a teljes tejből készült mintákon



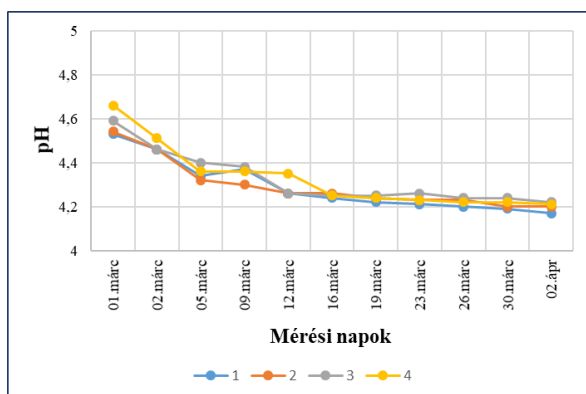
44. ábra : pH változás a tárolási idő alatt a sovány tejből készült mintákon



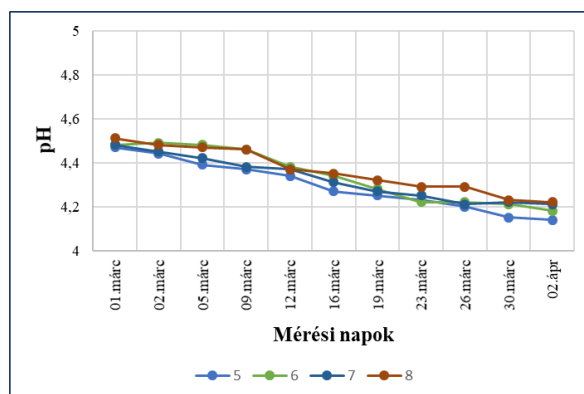
45. ábra : pH változás a tárolási idő alatt a 35 °C-on készült mintákon



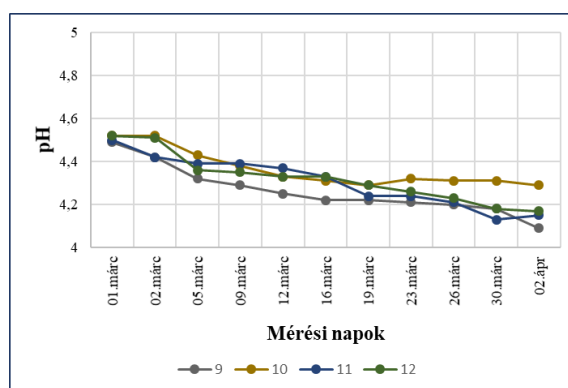
46. ábra : pH változás a tárolási idő alatt a 40 °C-on készült mintákon



47. ábra : pH változás a tárolási idő alatt az YC - X11-el készült mintákon



48. ábra : pH változás a tárolási idő alatt a YF – MILD1.0 -al készült mintákon



49. ábra : pH változás a tárolási idő alatt az YF – L903 – al készült mintákon

Utósavanyodásnál a savfok értékek folyamatosan emelkednek, ahogy azt az 5.1 fejezetben be is mutattam. A pH értékek pedig folyamatosan csökkenő tendenciát mutatnak ugyanabban az ütemben.

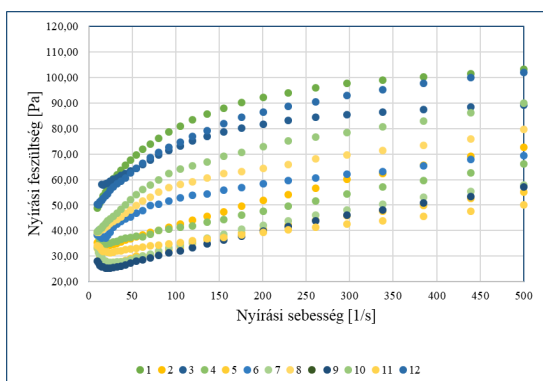
A teljes és sovány tejből készült minták értékei (lásd 43., 44. ábra) között itt is megfigyelhető, hogy a soványtejes minták a megfigyelt időszak végére alacsonyabb értékeket vettek fel, mint teljes tejből készült társaik. A sovány tej minták 4,09 – 4,21 a teljes tejből készültek pedig 4,17 – 4,29 pH közötti értékeket mutattak.

A két különböző beoltási hőfokon történt megfigyelésnél (lásd 45., 46. ábra) az látszik, hogy 35 °C-on készült minták pH értékei lassabb ütemben csökkentek. Az 5. mérési naptól, mely a 30 napos tárolási idő közepe a két hőfok értékei azonos görbén mozognak és nincs számottevő különbség a minták pH értékei között. A 35 °C-on minták 4,09 – 4,29 a 40 °C-on készültek pedig 4,15 – 4,22 pH közötti értékeket mutattak.

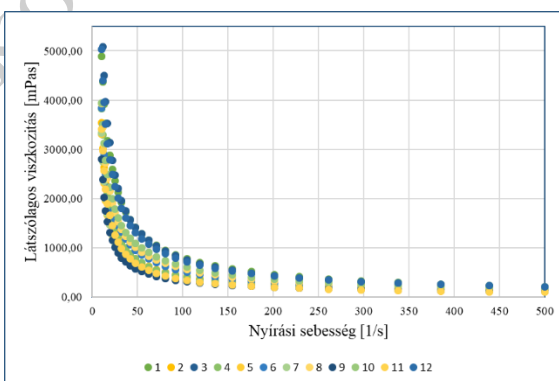
A starterkultúrák szerinti vizsgálatnál figyelhető meg a legjobban különbség a minták között (lásd 47., 48., 49. ábra). Az YC-X11 esetében az utósavanyodási görbe az első héten gyorsan csökkent majd lassabb csökkenést mutatott a tárolási folyamat végére. A YF-MILD 1.0 és YF-L903 esetében hétről-hétre egyenletes csökkenés olvasható le a diagramokról. A gyártó által kiadott brossúrában leírtak szerint a pH változás a tárolási folyamat alatt a három starterkultúra tekintetében különböző (CHR Hansen, 2022). Az YC – X11 esetében a tárolás 22. napjára 0,3-0,4 pH különbséget ír. Ezt esetemben igazolta is az ezzel készült minta, mert 0,31 -0,43 közötti pH különbség volt a 22 napon (8. mérés). A YF-MILD 1.0 esetében a gyártó 0,15 – 0,2 pH különbséget írt. Ezzel ellentétben az én mintáim magasabb 0,27 – 0,33 pH különbséget produkáltak. Az YF-L903 gyártó által előírt 0,3 – 0,35 pH különbség két kivételtől eltérően igazolódott a mintámban. 0,23 – 0,4 Δ pH értékek születtek.

5.4 Reológiai eredmények vizsgálata

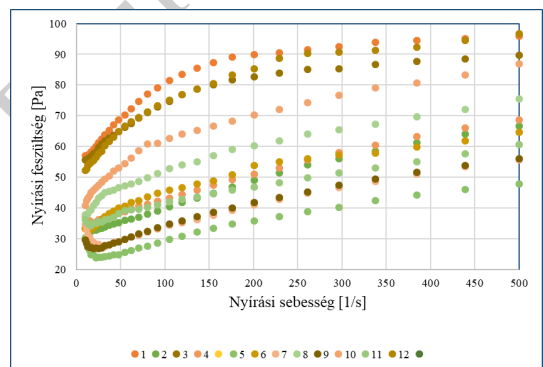
A méréseket három időpontban a tárolás 12.,19., és 30. napján végeztem mintánként három-három párhuzamos vizsgálattal. A növekvő nyírási sebességű szakaszokban 31 mérési pontot rögzítettem a mintákat 10 °C-on vizsgáltam. A mérési eredményeimet ábrákon mutatom be.



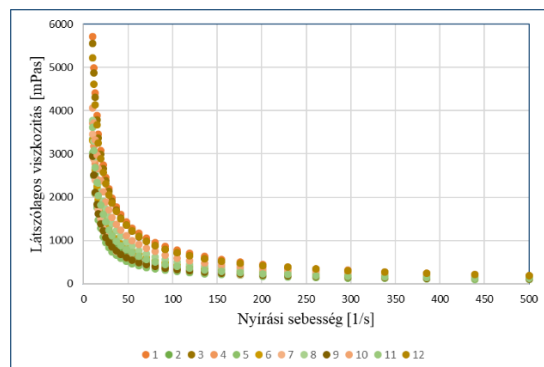
50. ábra: Első mérési alkalom folyásgörbéi



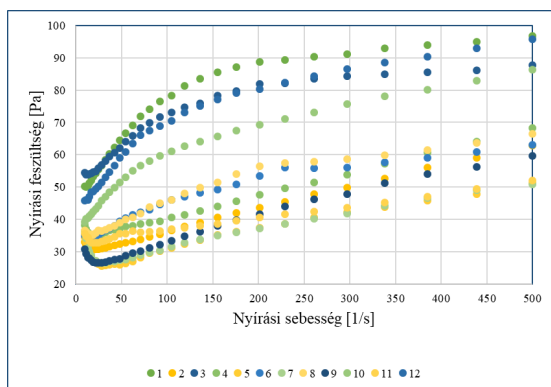
51. ábra: Első mérési alkalom látszólagos viszkozitás görbéi



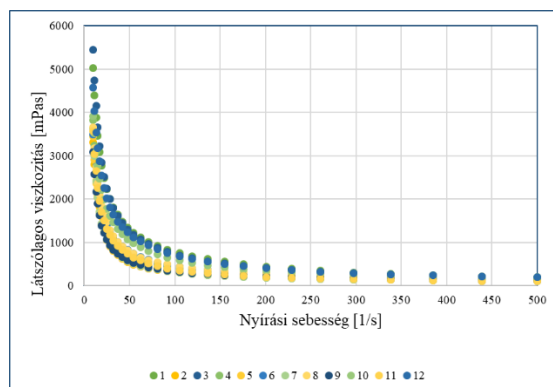
52. ábra: Második mérési alkalom folyásgörbéi



53. ábra: Második mérési alkalom látszólagos viszkozitás görbéi



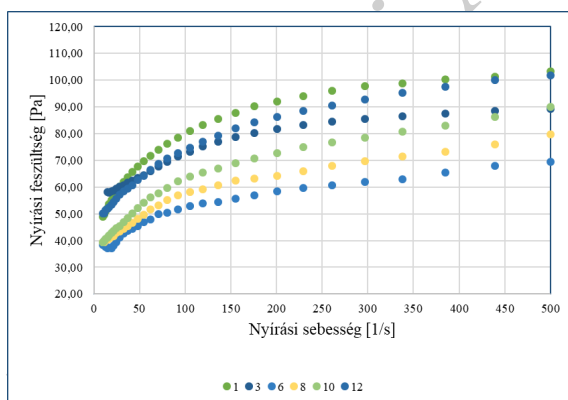
54. ábra: Harmadik mérési alkalom folyásgörbéi



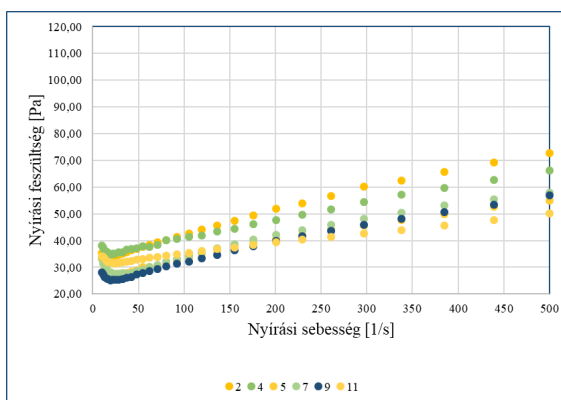
55. ábra: Harmadik mérési alkalom látszólagos viszkozitás görbéi

Minden mérésnél a folyásgörbéket és a viszkozitás görbéket is megfigyeltem (lásd 50. - 55. ábra). A folyásgörbéken látható, hogy görbék lefutása konvex profilú. Ez pszeudoplasztikus reológiai viselkedésre utal. A viszkozitás görbéken minden esetben megfigyelhető, hogy a nyírási sebesség növelésével a viszkozitás csökken. Joghurt esetében ez a viszkozitás csökkenés nem reverzibilis folyamat, mert az anyagszerkezet állandósult változást szenved a vizsgálat során, amelynek oka a molekulák közötti kölcsönhatás csökkenés. A joghurt minták nem-newtoni áramlási viselkedést mutattak a mérések alkalmával, viszkozitásuk látszólagos viszkozitás.

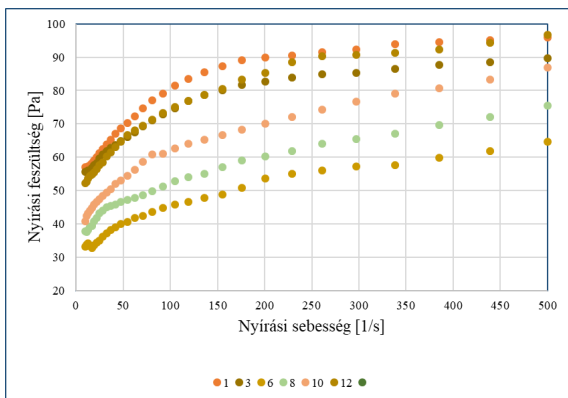
A továbbiakban az egyes mérési napokon a folyásgörbék változásának alakulást mutatom be a különböző kiindulási paraméterek vonatkozásában.



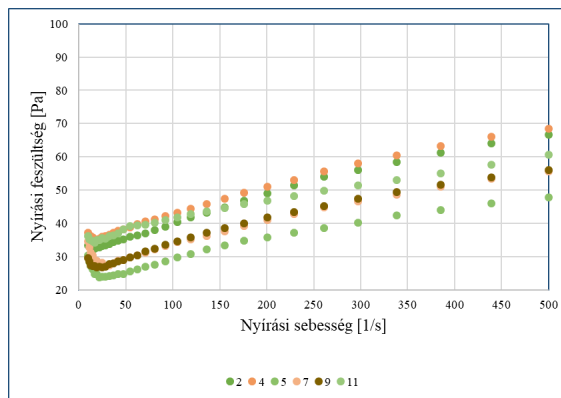
56. ábra: Első mérési alkalom folyásgörbéi a teljes tejből készült mintáknál



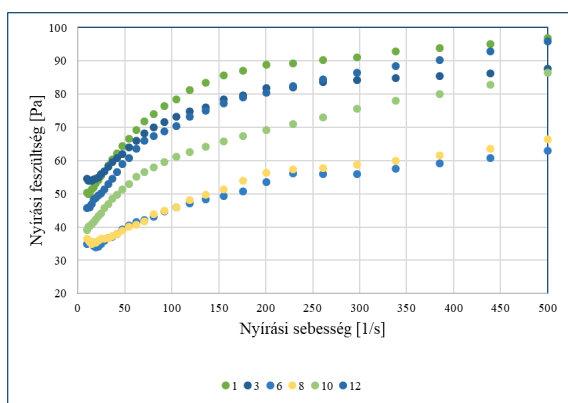
57. ábra: Első mérési alkalom folyásgörbéi a sovány tejből készült mintáknál



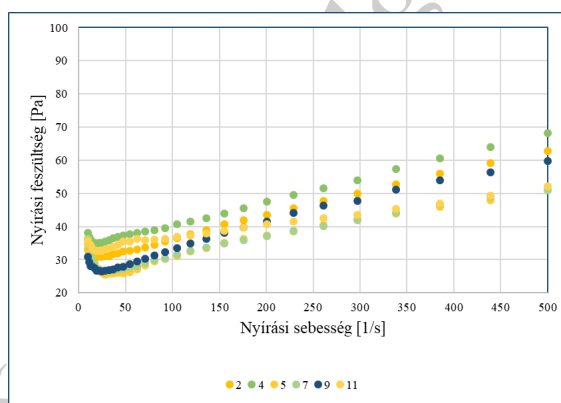
58. ábra: Második mérési alkalom folyásgörbéi a teljes tejből készült mintáknál



59. ábra: Második mérési alkalom folyásgörbéi a sovány tejből készült mintáknál

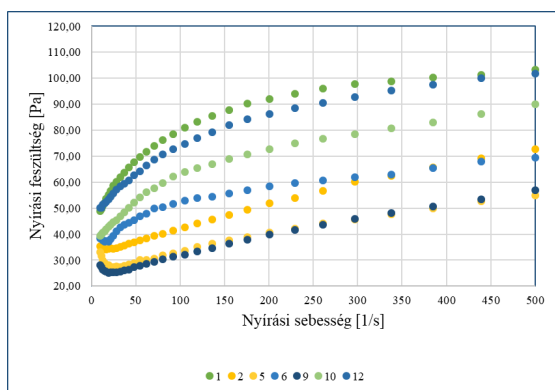


60. ábra: Harmadik mérési alkalom folyásgörbéi a teljes tejből készült mintáknál

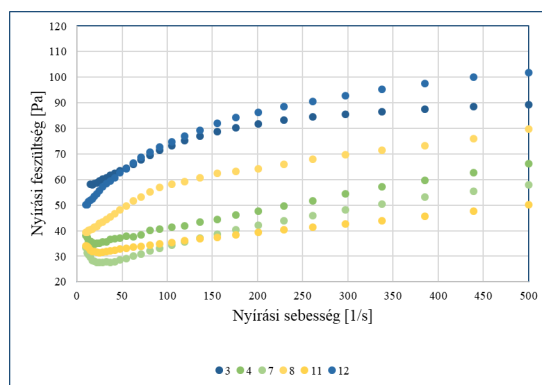


61. ábra: Harmadik mérési alkalom folyásgörbéi a sovány tejből készült mintáknál

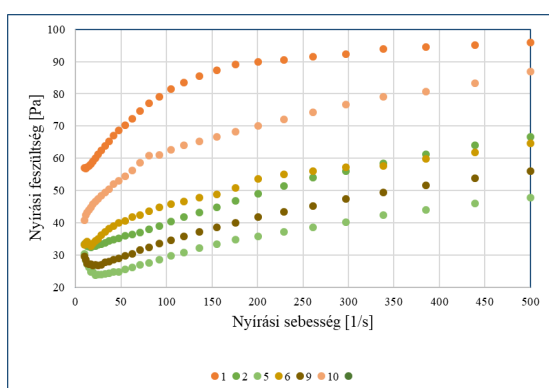
Mindhárom mérési napon jól látszik a különbség a teljes illetve soványtejből készült minták között (lásd 56. - 61. ábra). A sovány tejből készült minták esetében mindhárom mérési napon 20-40 Pa nyírási feszültséggel indult a mérés és 50-70 Pa közötti értékeken zárult. Ezeken a mintákon az is látszik, hogy a görbe egy magasabb szakasszal indul majd csökkenő értékeket vesz fel és innen indul az emelkedés. A görbék íve minden minta esetében egy pipára hasonlít. Ennek oka valószínűleg, hogy a mérés kezdetén az alvadék keményebb volt, amit megtörtünk a mérőfejjel. A teljes tejből készült minták esetében pedig 30-60 Pa volt az induló és 60-100 Pa között a záró érték. Ezeknek a görbéknek az induló szakaszán is látszik egy minimális csökkenés, ami szintén az alvadék keményebb állagára utal, de itt a görbék lefutásán már jól kivehető a konvex profil. A reológiai vizsgálatokból jól látszik az eltérő zsírtartalomból adódó különbség, bár nem kifejezetten alvadék keménységet vizsgáltam, de a folyásgörbéken ez részletesen kivehető. Az eredményekből arra lehet következtetni, hogy a zsírtartalom igen, de a tárolási idő nem befolyásolta a reológiai tulajdonságokat.



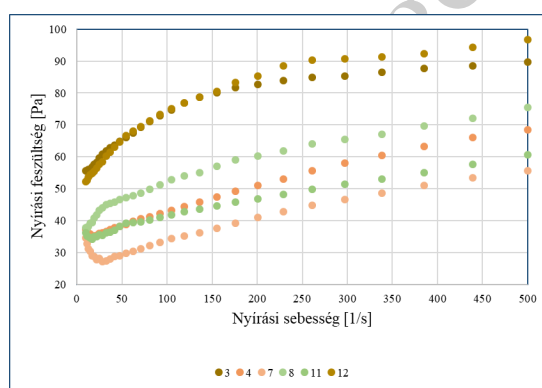
62. ábra: Első mérési alkalom folyásgörbéi a 35 °C-on készült mintáknál



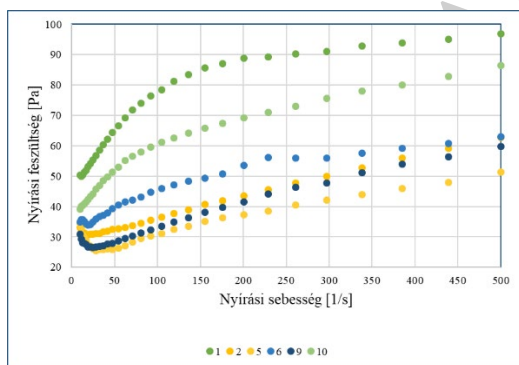
63. ábra: Első mérési alkalom folyásgörbéi a 40 °C-on készült mintáknál



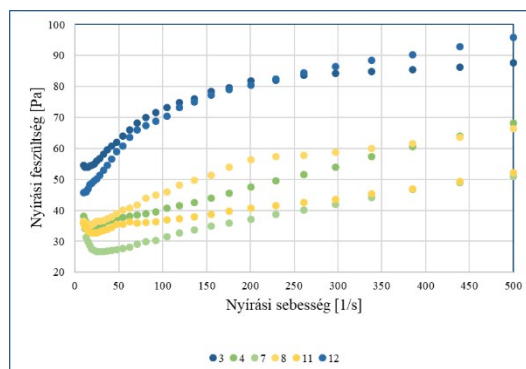
64. ábra: Második mérési alkalom folyásgörbéi a 35 °C-on készült mintáknál



65. ábra: Második mérési alkalom folyásgörbéi a 40 °C-on készült mintáknál



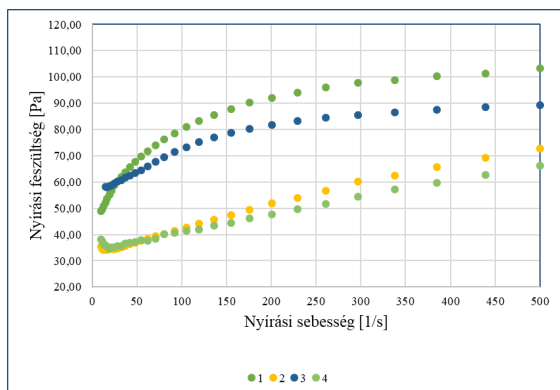
66. ábra: Harmadik mérési alkalom folyásgörbéi a 35 °C-on készült mintáknál



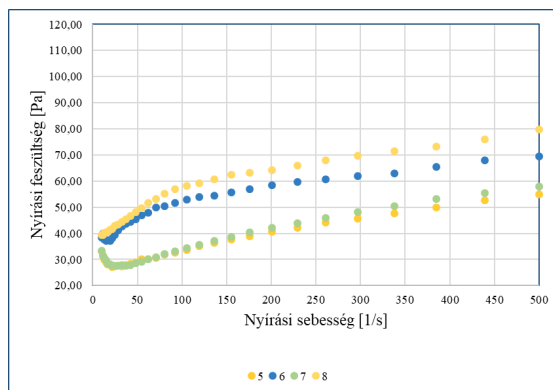
67. ábra: Harmadik mérési alkalom folyásgörbéi a 40 °C-on készült mintáknál

A két különböző hőmérsékleten alvasztott minták folyásgörbéi között nem figyelhető meg különbség a három mérési napon (lásd 62. - 67. ábra). Az egyes minták görbéinek lefutása hasonló. A kezdeti értékek 30-60 Pa a végső értékek pedig 50-100 Pa közötti nyírási feszültségen mozogtak. A mérési eredmények azt igazolták, hogy a beoltási hőmérsékletek

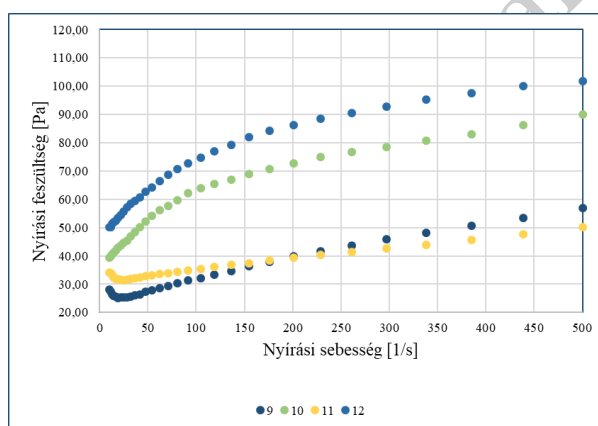
nincsenek befolyással a folyásgörbék lefutására. Az eredmények a tárolási idő alatt is hasonlóak maradtak.



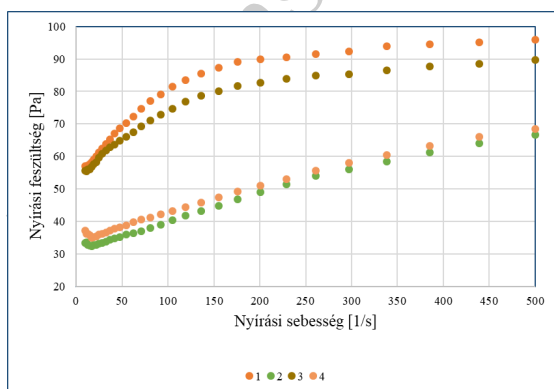
68. ábra: Első mérési alkalom folyásgörbéi a YC-X11-ből készült mintáknál



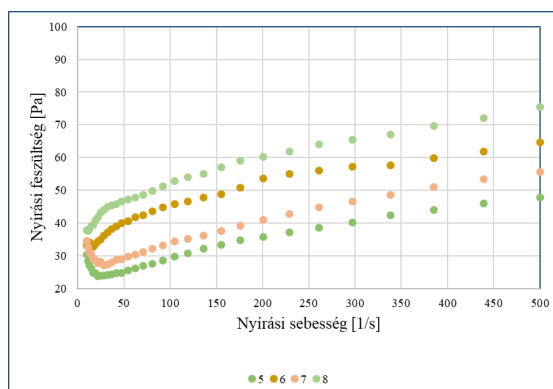
69. ábra: Első mérési alkalom folyásgörbéi a YF-MILD 1.0-ból készült mintáknál



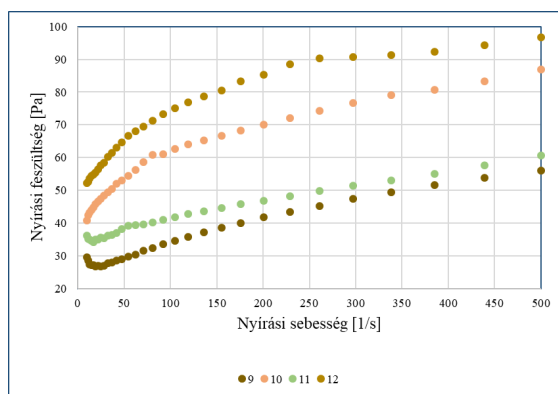
70. ábra: Első mérési alkalom folyásgörbéi a YF-L903-ból készült mintáknál



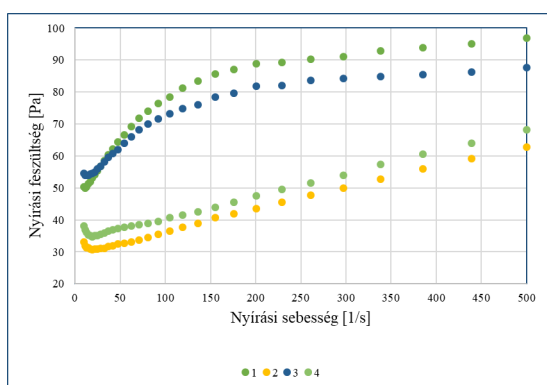
71. ábra: Második mérési alkalom folyásgörbéi a YC-X11-ből készült mintáknál



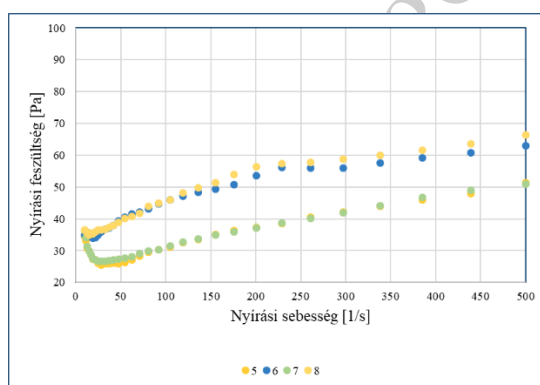
72. ábra: Második mérési alkalom folyásgörbéi a YF-MILD 1.0-ból készült mintáknál



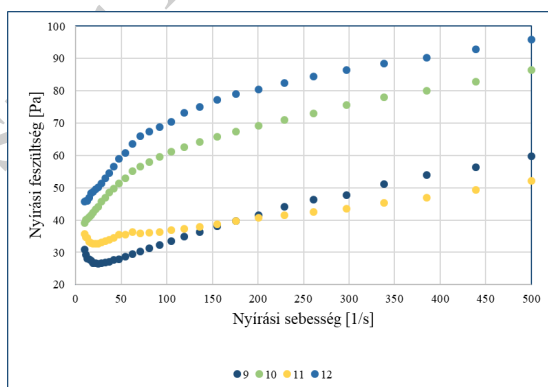
73. ábra: Második mérési alkalom folyásgörbéi a YF-L903-ból készült mintáknál



74. ábra: Harmadik mérési alkalom folyásgörbéi a YC-X11-ből készült mintáknál



75. ábra: Harmadik mérési alkalom folyásgörbéi a YF-MILD 1.0-ból készült mintáknál



76. ábra: Harmadik mérési alkalom folyásgörbéi a YF-L903-ból készült mintáknál

A különféle starterkultúrákkal készült minták esetében történt összehasonlítás mutat különbséget a folyásgörbék lefutása között (lásd 68. - 76. ábra). Az YC-X11 és az YF-L903 savanyítók között nincs éles határ, viszont jól látszik, hogy az YF-MILD 1.0 kultúra esetében a kezdeti nyírási feszültség 20-40 Pa közötti értékeken mozog és a végső értékek is 40-80 Pa közötti értékeket vesznek fel, ami jóval alacsonyabb a másik két esetben mért 50 - 110 Pa közötti

értékekhez képest. A folyásgörbék meredeksége kisebb, ami arra utal, hogy ezeknek a mintáknak a látszólagos viszkozitása alacsonyabb. A növekvő nyírófeszültség értékeknél a látszólagos viszkozitás csökken, így a folyásgörbe meredeksége is csökken. A diagramok alapján elmondható, hogy a különböző starterkultúrák használata befolyásolta a joghurt minták látszólagos viszkozitását. A tárolási idő ebben az esetben sem volt hatással a mérési eredményekre.

A mért eredményeimre elvégeztem a Herschel - Bulkley modell illesztését. Az eredményeket a 9. táblázatban foglaltam össze. Minden párhuzamos mérés esetében elvégeztem a modell illesztését. A folyáshatár (τ_0), a konzisztencia állandó (K) és a folyásindex (n) értékekkel számoltam, illetve számoltam R^2 (korrelációs együttható) értéket. A táblázatban az illesztések során kapott folyáshatár, konzisztencia állandó és folyásindex értékek átlagát és szórás értékeit mutatom be valamint a korrelációs együttható értékét.

9. táblázat: A joghurt minták reológiai tulajdonságainak Herschel-Bulkley modell illesztésével számolt folyáshatár (τ_0), konzisztencia koefficiens (K) és folyásindex (n) változása, illetve R^2 (korrelációs együttható) értékei

	τ_0 [Pa]		K[Pas ⁿ]		n		R^2
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	-
1. minta tárolás 1.mérés	0,020	0,035	31,576	6,326	0,200	0,029	0,995
1. minta tárolás 2.mérés	0,123	0,212	38,195	1,918	0,156	0,004	0,985
1. minta tárolás 3.mérés	1,768	3,062	30,217	5,303	0,194	0,019	0,983
2. minta tárolás 1.mérés	30,549	1,110	0,663	1,088	0,931	0,336	0,997
2. minta tárolás 2.mérés	31,121	3,542	0,202	0,255	0,938	0,205	0,998
2. minta tárolás 3.mérés	30,245	2,260	0,043	0,001	1,073	0,018	0,995
3. minta tárolás 1.mérés	13,212	22,763	29,612	15,482	0,180	0,058	0,985
3. minta tárolás 2.mérés	7,520	12,888	32,122	9,627	0,160	0,028	0,990
3. minta tárolás 3.mérés	10,745	18,400	27,330	13,993	0,190	0,063	0,982
4. minta tárolás 1.mérés	34,507	3,772	0,090	0,121	1,089	0,239	0,993
4. minta tárolás 2.mérés	33,099	0,880	0,341	0,400	0,871	0,250	0,996
4. minta tárolás 3.mérés	34,287	1,361	0,062	0,032	1,033	0,109	0,996

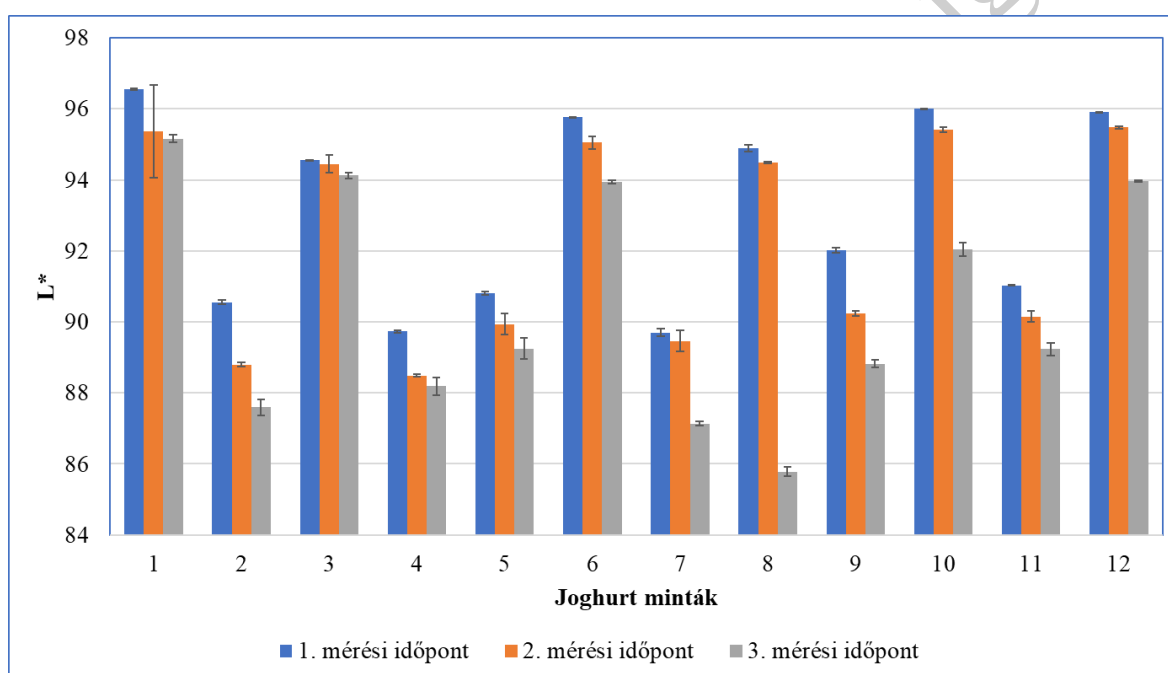
5. minta tárolás 1.mérés	26,337	1,069	0,283	0,465	1,031	0,363	0,963
5. minta tárolás 2.mérés	24,736	1,284	0,039	0,044	1,119	0,166	0,942
5. minta tárolás 3.mérés	27,207	1,954	0,031	0,037	1,165	0,221	0,946
6. minta tárolás 1.mérés	9,446	11,212	17,522	13,627	0,260	0,166	0,986
6. minta tárolás 2.mérés	22,090	9,029	4,690	4,916	0,422	0,146	0,994
6. minta tárolás 3.mérés	24,725	6,690	3,403	2,624	0,425	0,096	0,991
7. minta tárolás 1.mérés	26,909	1,532	0,114	0,107	0,957	0,121	0,972
7. minta tárolás 2.mérés	27,926	1,264	0,077	0,077	1,024	0,172	0,954
7. minta tárolás 3.mérés	28,189	0,868	0,013	0,009	1,232	0,128	0,919
8. minta tárolás 1.mérés	12,929	12,720	14,027	8,224	0,264	0,063	0,998
8. minta tárolás 2.mérés	25,541	7,992	5,948	5,313	0,403	0,177	0,995
8. minta tárolás 3.mérés	26,739	2,617	2,482	1,583	0,477	0,111	0,981
9. minta tárolás 1.mérés	24,078	0,981	0,121	0,058	0,919	0,075	0,994
9. minta tárolás 2.mérés	24,670	1,120	0,291	0,217	0,788	0,105	0,992
9. minta tárolás 3.mérés	25,839	1,545	0,084	0,032	0,982	0,063	0,985
10. minta tárolás 1.mérés	9,658	11,163	15,539	4,437	0,268	0,037	0,994
10. minta tárolás 2.mérés	18,638	4,493	11,863	2,448	0,281	0,024	0,998
10. minta tárolás 3.mérés	12,940	7,233	13,655	2,819	0,271	0,032	0,998
11. minta tárolás 1.mérés	21,487	18,610	7,440	12,754	0,629	0,465	0,868
11. minta tárolás 2.mérés	32,946	2,056	0,355	0,315	0,797	0,244	0,995
11. minta tárolás 3.mérés	32,501	0,799	0,079	0,012	0,877	0,056	0,983
12. minta tárolás 1.mérés	18,323	5,150	16,159	3,619	0,271	0,028	0,998
12. minta tárolás 2.mérés	10,960	9,917	25,078	8,957	0,208	0,043	0,992
12. minta tárolás 3.mérés	4,322	7,485	24,009	8,261	0,224	0,051	0,996

A Herschel - Bulkley modell számolt értékei alapján is jól láthatóan elkülönülnek a teljes és sovány tejből készült minták. A τ_0 folyáshatár értékei jóval kisebbek a teljes tejből (1,3,6,8,10,12) készült minták esetében, mint a sovány tejből (2,4,5,7,9,11) készültekénél. Ez a

tendencia megfigyelhető a K konzisztencia állandó esetében is. Az n folyásindex értékei a zsírosabb mintáknál 0 és 1 közötti értéket vettek fel ezek pszeudoplasztikus reológiai viselkedést mutattak. A sovány tej minták n értékei 1 körüliek voltak. Ez alapján ezek a joghurtok közel newtoni folyadéknak tekinthetők. A többi kiinduló paraméter és a tárolási idő nem volt hatással a számolt adatokra.

5.5 Színmérés eredményei

A színméréseket három mérési időpontban végeztem. Első alkalommal a 12. napon majd a 19. napon és végül a 30. napon volt az utolsó mérésem. Minden alkalommal 5-5 párhuzamos mérést végeztem. A mérési eredményeimet a 3. melléklet tartalmazza.

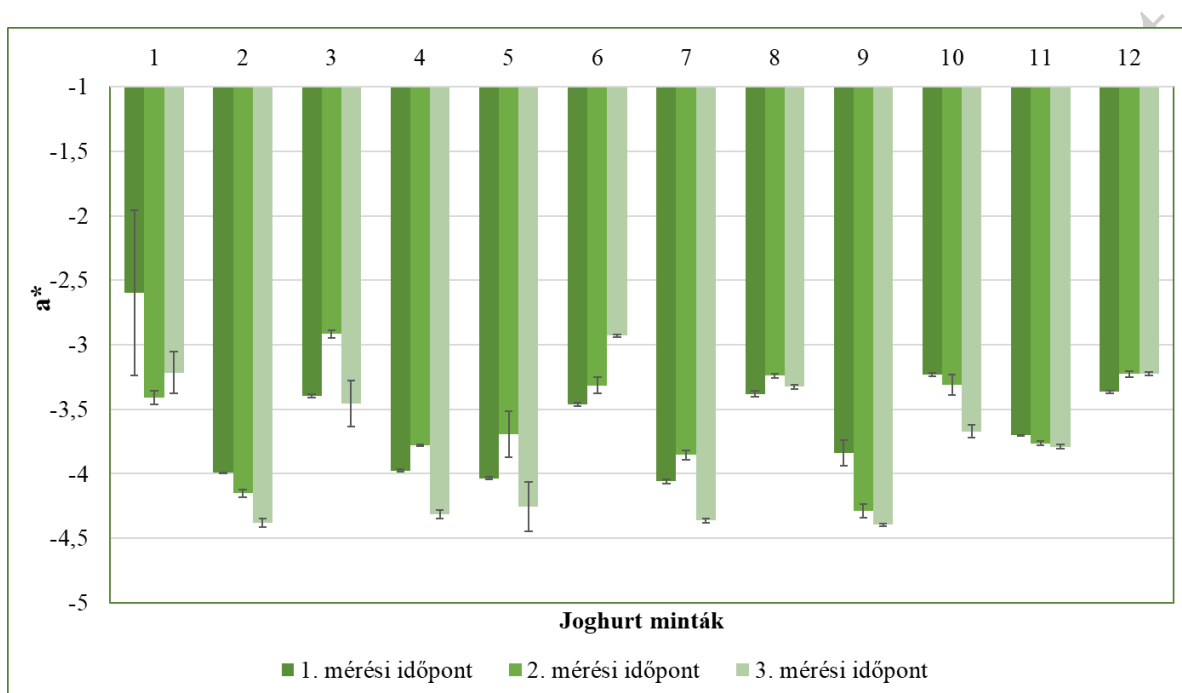


77. ábra: L^* értékek a tárolási idő alatt

A világossági tényező esetében jól elkülöníthető, hogy a sovány és teljes tejből készült minták között nagyságrendi különbség van a mért értékek között. A sovány tejből készült minták (2,4,5,7,9,11) alacsonyabb értékeket vettek fel, mint a teljes tejből készültek. Az első mérési napon 89,7 - 92,01 között változtak és a második és harmadik mérési napon folyamatosan csökkenő tendenciát mutattak. A harmadik mérési napra az értékek 87,13 - 89,25 közöttiek lettek. Míg a teljes tejből készült társaiknál az első napon 94,55 - 96,56 a harmadikon pedig 85,78 - 95,15 közötti értékeket mértem. Elmondható, hogy a teljes tejből készült minták világosabbak voltak a tárolás folyamán.

A másik két tényező (hőmérséklet és starterkultúra) tekintetében nem különíthetők el a minták szembetűnően.

Mindhárom esetben elmondható, hogy a minták világossági tényezője folyamatos csökkenést mutat a tárolási idő alatt. Tehát a tárolási idő alatt mind a 12 minta sötétebb lett. Az viszont nem állapítható meg egyértelműen, hogy a három kiinduló paraméter közül melyik befolyásolta a világossági tényező alakulását.



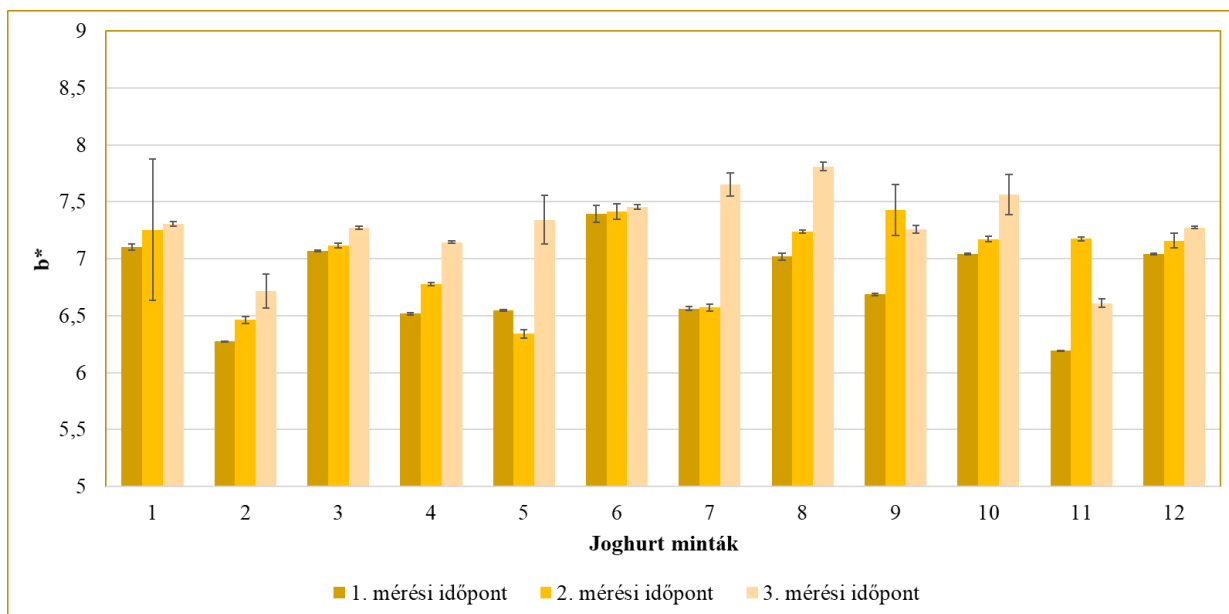
78. ábra: a^* értékek a tárolási idő alatt

A vörös-zöld színezet tekintetében a mérési eredményeim mind negatív tartományba estek, ami a zöld színárnyalatot jelzi. Ez a tej legfontosabb vízzoldható színezékének a riboflavinnak a jelenlétére utal, ami a savó zöldessárga színét okozza.

Ezeknél az értékeknél is jól látszik, hogy nagyságrendi különbség van a sovány és teljes tejből készült mintáim között. A sovány tejből készült minták (2,4,5,7,9,11) eredményei kb. egy egységgel a zöldebb árnyalat felé mutatnak. Ezeknél a mintáknál az is megfigyelhető, hogy a tárolási idő végére a harmadik mérési időpontban magasabb értékeket mutattak, mint a tárolás kezdetén, tehát a minták színe zöldebb árnyalatú lett. A teljes tejből készületeknél egyértelmű változás nem volt mérhető, mert négy mintánál nőtt (3,8,10,12) két esetben pedig (1,6) csökkent a zöld színezet a tárolás alatt.

A másik két paraméter tekintetében itt sem lehet megkülönböztetni a mintákat.

A diagram alapján megállapítható, hogy az a^* alakulását a minták zsírtartalma befolyásolta.



79. ábra: b^* értékek a tárolási idő alatt

A sárga – kék színezet eredményi pozitív irányba tolódtak el. Ez a sárga színárnyalatot mutatja. A tej természetes színezőanyagai közül a legfontosabbak a növényi eredetű karotinoidok amelyek zsíroldhatók így a tejsírt színezik. A sárgás színárnyalat felé eltolódás ezeknek köszönhető.

A b^* értékeinél megfigyelhető ismét a zsírtartalom szerinti különbség. Ebben az esetben a teljes tejből készült minták (1,3,6,8,10,12) értékei voltak magasabbak. A tárolási idő végére a b^* eredményei magasabbak lettek ezeknél a mintáknál. A sovány tejből készültekénél két esetben (9,11) csökkenést tapasztaltam, míg a többi esetben szintén emelkedtek az eredmények a 30. napra.

A hőfok szerinti megkülönböztetés nem mutat különbséget a minták között. A starterek tekintetében viszont megfigyelhető, hogy a korábban sovány tejből készült mintáknál tapasztalt sárga színezet csökkenést a YF-L903-al készült minták produkálták.

Összeségében elmondható, hogy a b^* alakulását a zsírtartalom befolyásolja. Valószínűsíthető, hogy a hőmérséklet nem befolyásoló tényező ebben az esetben sem. Az viszont nem zárható ki egyértelműen, hogy a starter kultúra nem befolyásolja a sárga színezetet.

10. táblázat: Színinger – különbségek (ΔE^*) a tárolási idő alatt

Minták	1. és 2.mérési időpont között		1. és 3.mérési időpont között	
	ΔE^*	Érzékelt különbség	ΔE^*	Érzékelt különbség
1	1,45	alig észrevehető	1,54	észrevehető
2	1,78	észrevehető	3,02	jól látható
3	0,49	nem észrevehető	0,48	nem észrevehető
4	1,28	alig észrevehető	1,70	észrevehető
5	0,96	alig észrevehető	1,77	észrevehető
6	0,73	alig észrevehető	1,90	észrevehető
7	0,31	nem észrevehető	2,80	észrevehető
8	0,49	nem észrevehető	9,14	nagy
9	1,97	észrevehető	3,28	jól látható
10	0,61	alig észrevehető	4,02	jól látható
11	1,32	alig észrevehető	1,85	észrevehető
12	0,46	nem észrevehető	1,96	észrevehető

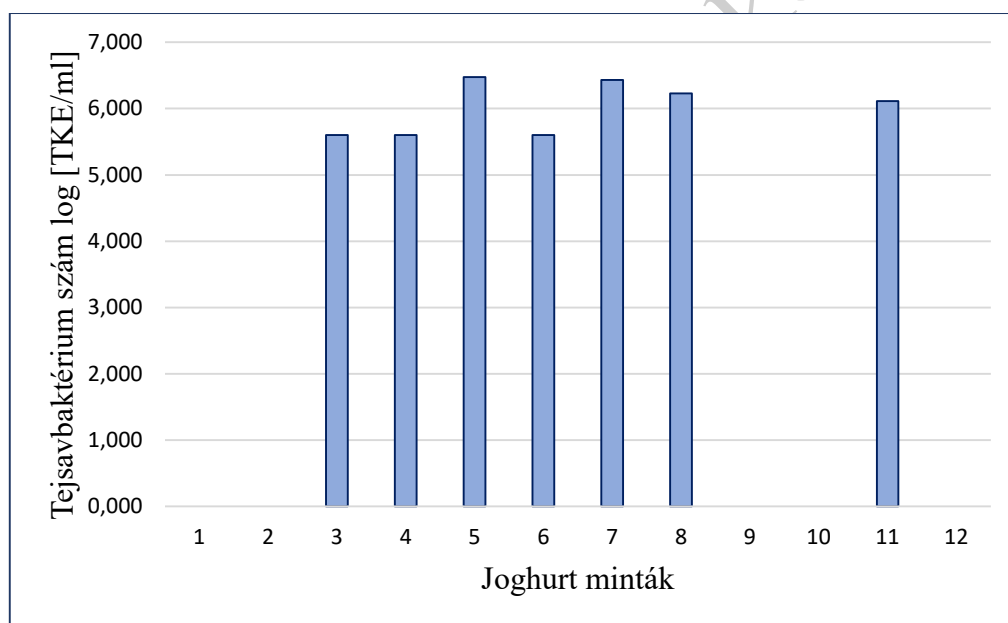
A szín vizsgálatánál a ΔE^* mutatja a három mérési időpont közötti színbeli eltérést, mert ennek az eredménye mindhárom színtényezőt figyelembe veszi. Az eredményeket táblázatban (lásd 10. táblázat) foglaltam össze. A 2. és 3. mérési időpontban mért eredményeket viszonyítottam az első mérési időponthoz. Egy esetben nem volt eltérés a második és harmadik időpont között egy esetben viszont az eltérés szembetűnő. A többi minta esetében egy nagyságrenddel változtak az eredmények. Összességében elmondható, hogy a tárolási idő befolyásolja a minták színét.

5.6 Mikrobiológiai eredmények értékelése

A mintáim vizsgálatát három alkalommal végeztem. Első alkalommal enterobaktérium jelentlétének vizsgálatához és tejsavbaktérium szám megállapításához kerültek a minták leoltásra. Mivel az enterobaktérium eredmények negatívak lettek a következő két alkalommal már csak a tejsavbaktériumok számának vizsgálata történt.

Ha hőkezelés után enterobaktérium mutatható ki egy termékben az reinfekcióra utal, mert a sejtek pasztörözéskor elpusztulnak. Elsősorban emberi mulasztás következtében fertőződik felül egy termék. Az, hogy a mintáimban nem volt jelen ez a fajta baktériumtörzs arra utal, hogy a minták elkészítésénél megfelelő körültekintéssel jártam el betartva az alapvető higiéniai követelményeket.

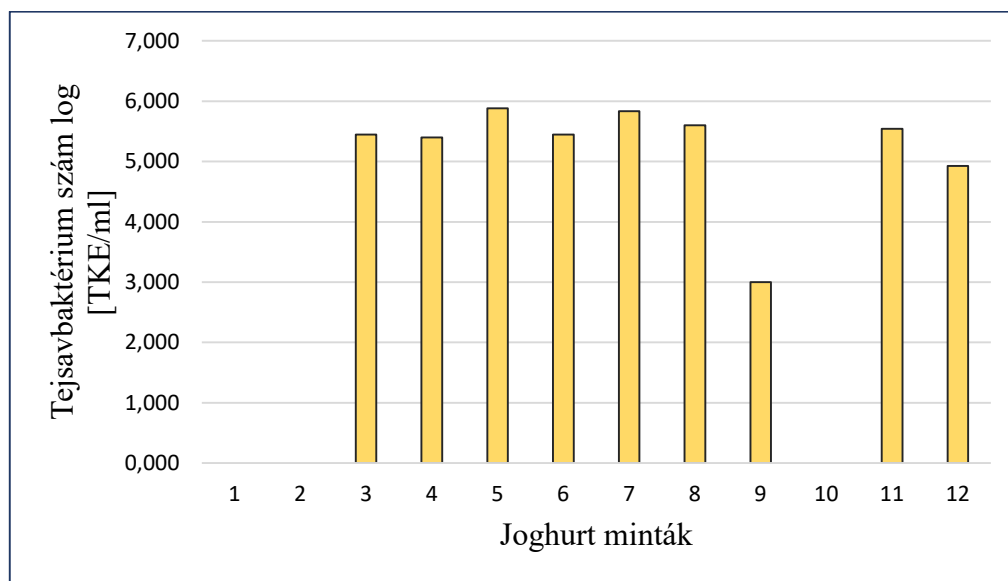
A tejsavbaktériumok számának változását ábrákon szemléltetem.



80. ábra: Az első leoltási alkalom eredményei

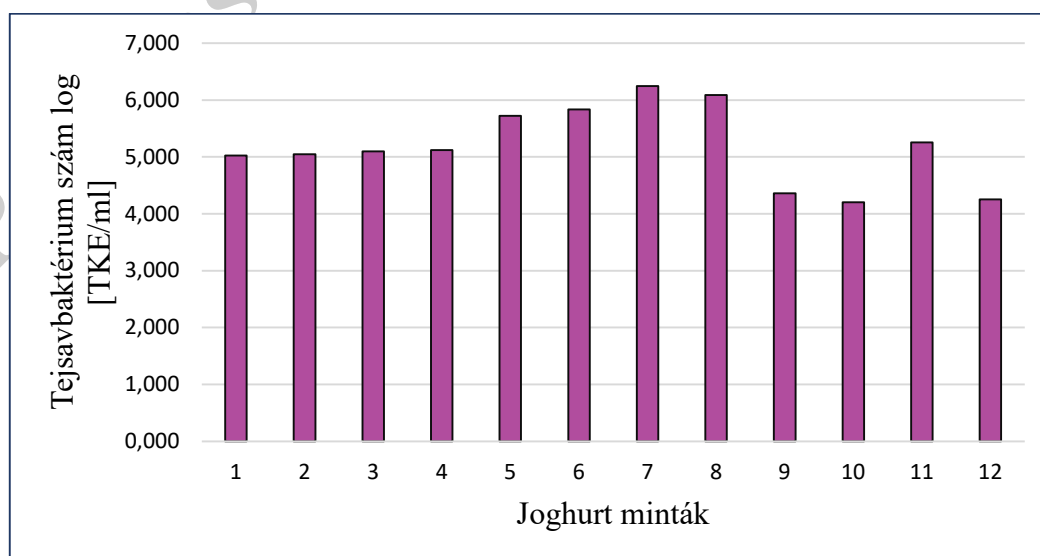
Első alkalommal 7 tagú hígítási sort alkalmaztam feltételezve a Magyar Élelmiszerkönyv előírása szerinti 10^7 nagyságrendű tejsavbaktérium számot. A leoltásokat $10^5, 10^6, 10^7$ nagyságrendben végeztem. Az eredményeken jól látszik, hogy egyik starter esetében sem érték el a mintáim ezt az eredményt. A YC-X11 esetében két mintánál (1,2) nem volt kimutatható darabszám, mert nem érték el a 10^5 - en TKE/ml értéket sem. Ugyanez igaz az YF-L903 –al készült két mintára (9,10) is. A YF-MILD 1.0 esetében mind a négy leoltás hozott eredményt, de ezek is elmaradtak a várttól. A hőmérséklet lehet befolyásoló tényező, mert minden 40°C -

on készült mintánál kaptam eredményt, de a zsírtartalom ebben az esetben nem befolyásolta a tejsavbaktériumok számát.



81. ábra: A második leoltási alkalom eredményei

Második alkalommal már csak 5 tagú hígítási sort alkalmaztam és a leoltásokat $10^3, 10^4, 10^5$ nagyságrendben végeztem. Az első alkalomhoz hasonlóan itt sem született eredmény 3 minta esetében (1,2,10) és a 9-es minta 1000 TKE/ml eredménye is jóval alul marad a várt eredménytől. A többi mintánál csökkenő tendenciát mutatnak az eredmények. Ami előre vetíti, hogy a tárolási idő végéig nem tartják meg a minták a kultúrából származó tejsavbaktérium számot. A hőmérséklet különbségek itt is befolyásolták minden esetben az eredményt, mert a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on készült mintáknál minden esetben volt kimutatható eredmény. A minták zsírtartalma itt sem volt befolyásoló tényező.



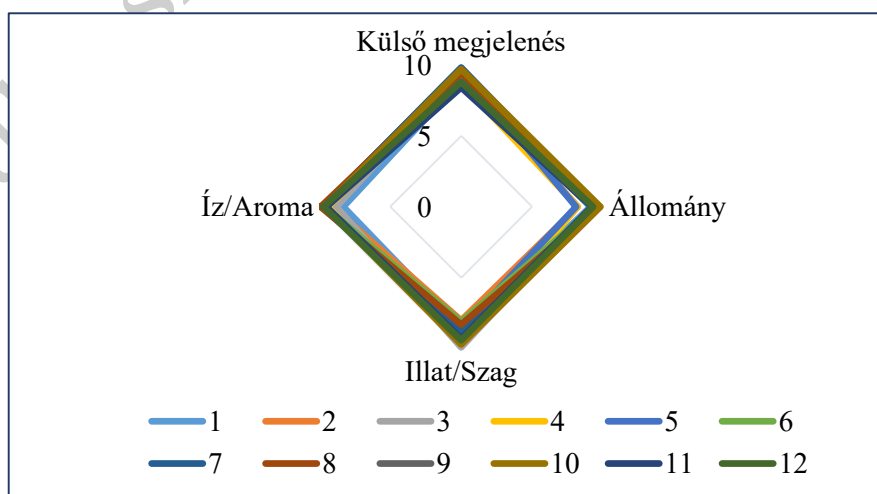
82. ábra: A harmadik leoltási alkalom eredményei

A tárolási idő végén történt vizsgálatokkor két starterkultúra esetében már csak 3 tagú hígítási sort alkalmaztam $10, 10^2, 10^3$ nagyságrendben oltottam le az 1-,2-,3-,4-,9-,10-,11-,12 -es mintáimat. A másik négy mintánál (5,6,7,8) maradt a $10^3, 10^4, 10^5$ -en nagyságrendű hígítási sor. Így már mind a 12 mintánál kaptam számolható eredményeket. Az előző két leoltáshoz képest itt is megfigyelhető a csökkenő tendencia. Kivételt képez a 7-,8-as minta melyek eredményei magasabbak lettek 10^5 helyett, 10^6 darabszámú tejsavbaktériumok voltak ebben a két mintában. A diagramokon látszik, hogy a hőmérséklet különbségek itt is befolyásolták minden esetben a végeredményt, mert a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on készült minták nagyobb tejsavbaktérium számmal rendelkeztek, mint a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on készült társaik. A minták zsírtartalma továbbra sem befolyásoló tényező.

Összességében elmondható, hogy a tejsavbaktériumok számának kialakulását és változását a használt starterkultúra és a beoltási hőmérséklet befolyásolta a mintáim tárolása során. A mért adatok alapján elmondható, hogy egyik minta sem felel meg az „élőflórás” kritériumnak, ugyanis nem tartalmaz tejsavbaktériumokat az Élelmiszerkönyv által előírt számban (min. 10^7 élőcsíra/g).

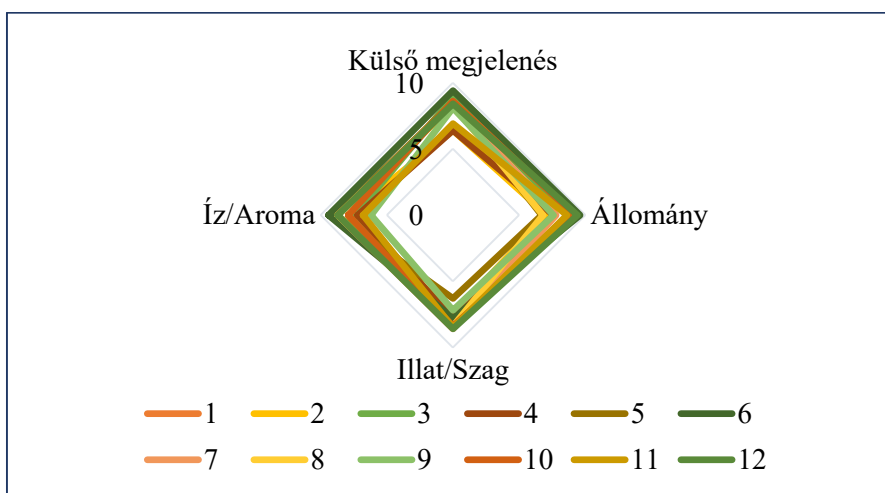
5.7 Az érzékszervi bírálat eredményei

Az érzékszervi bírálatokat hasonlóan az előző vizsgálatokhoz három alkalommal végeztem. Minden alkalommal mind a 12 mintát bíralták a bírálók. Bírálatra bontatlan csomagolású minta került. A bírálati lapon feltüntetett kategóriákat 1-től 10-ig terjedő pontszámmal értékelték. 1 a legkevésbé jellemző 10 pedig a leginkább jellemző értéket jelölte az adott kategóriában. A bírálati lapot a 4. melléklet tartalmazza. A kapott pontszámokat átlagoltam és az eredményeket diagramon ábrázoltam. Az eredmények számszerűsített táblázatát az 5. melléklet tartalmazza.



83. ábra: Az első bírálati alkalom eredményei

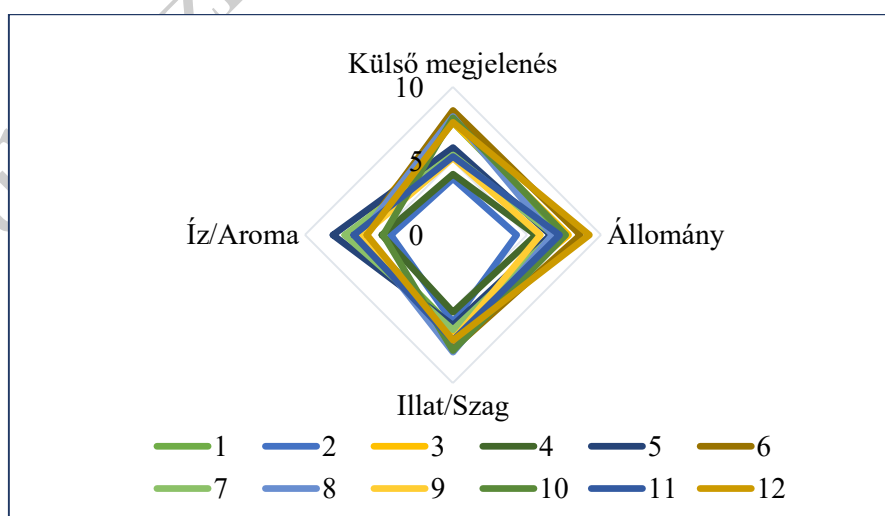
Az első nap eredményei (lásd 83. ábra) nem mutatnak nagy eltérést a különböző paraméterekkel készült minták között. A bírálók 8-10 közötti pontszámot adtak minden bírálati pont tekintetében.



84. ábra: A második bírálati alkalom eredményei

A tárolás előrehaladtával a második bírálatkor már megfigyelhetők eltérések (lásd 84. ábra). Az eredmények arra mutatnak rá, hogy a sovány tejből készült minták (2,4,5,7,9,11) alacsonyabb pontszámokat kaptak. Külső megjelenés és állomány tekintetében 6,4 -7,6 közötti értékek születtek, míg a teljes tejből készült minták 6,8 -9,6 közötti pontokat kaptak. Illat és íz tekintetében magasabb pontszámokat értek el mindkét esetben.

A másik két tényező (hőmérséklet és starterkultúra) tekintetében nem különíthetők el a minták szembetűnően.



85. ábra: A harmadik bírálati alkalom eredményei

Az utolsó tárolási napon bírált minták már jóval alacsonyabb pontszámokat kaptak (lásd 85. ábra). A sovány és teljes tejből készült minták között továbbra is fennáll figyelemre méltó különbség. A beoltási hőmérsékletek között továbbra sincs megkülönböztethető eltérés, a starterkultúrák tekintetében viszont igen. Az YC-X11 és az YF-L903-al készült minták alacsonyabb érzékszervi pontszámokat kaptak és esetükben elvétve megjelentek penészfoltok is a minták felületén, amit több bíráló is jelzett. Ezeket a mintákat nem kóstolták meg a bírálók. Az YF-MILD 1.0 valamivel magasabb pontszámokat ért el és ezeken a mintákon penészfoltokat sem jeleztek a bírálatot végzők.

A bírálók a tárolási idő végén jelezték a penész megjelenését a mintákon. Én viszont a második és harmadik bírálat között már tapasztaltam ezt a változást. A savfok és pH vizsgálatok alkalmával a tárolás 24. napján már megjelentek penésztelepek a minták felületén. Az YF-MILD 1.0 esetében az aromatermelő tejsavbaktériumok vannak nagyobb számban. Ezeknek a termékeknek az érzékszervi tulajdonságai közkedveltebbnek gondolható a gyártó által kiadott prospektus alapján is és az érzékszervi bírálat eredményei alapján is hasonló következtetés vonható le.

Összeségében elmondható, hogy az érzékszervi tulajdonságok alakulását nagymértékben befolyásolja az alapanyag tej és ezáltal a joghurt zsírtartalma. Hatással van az értékekre a starterkultúra összetétele, de beoltási hőmérséklet nem befolyásolja ezen tulajdonságok alakulását.

6. Összefoglalás

Szakdolgozatom elkészítésekor célul tűztem ki, hogy saját kezűleg készített joghurtokon vizsgálom többféle mikrobatorzsekből álló starterkultúrák hatását a késztermékekre. Kíváncsi voltam, hogy a félig üzemi körülmények között elkészített mintáim hasonló eredményeket produkálnak-e, mint a nagyüzemi körülmények között készült termékek. Egyébiránt a starterkultúrák ilyen módon történő felhasználása követi-e a termékspecifikációjukban foglalt információkat. Ennek megállapítására többféle paraméter vonatkozásában vizsgáltam a joghurt mintákat 30 napos tárolási idő alatt.

A kísérletben háromféle indítókultúrát használtam. Mindhárom tejsavbaktérium törzseket tartalmazott. A különbség a baktérium törzsek elosztásában volt. Az YC-X11 kultúra nagyobb számban tartalmazott savanyodást elősegítőket. Az YF-L903 kultúrában aromatermelő és a savanyodást elősegítő baktériumtörzsek egyformán voltak jelen. A YF-MILD 1.0 kultúra pedig az aromatermelőkben bővelkedett. A mintákhoz kétféle zsírtartalmú alapanyagot használtam. Teljes (3,9 %) illetve sovány (0%) tejből is készültek minták. A starterek beoltása is két hőfokon 35°C - on illetve 40°C - on történt. A munkám során összesen 12 féle mintával dolgoztam.

Az elkészült mintákat többféle módon vizsgáltam. Először az alvadási folyamatot ellenőriztem savfok és pH mérésekkel. Majd ezeket a méréseket elvégeztem a tárolási folyamat alatt is heti két alkalommal a munkahelyem gyártásközi laborjában. Összesen 11 napon vizsgáltam a savfok és pH értékek változását. A többi mérést három alkalommal a tárolási folyamat 12., 19. és 30. napján végeztem.

Az alvadás során kapott pH eredményeket összehasonlítottam a gyártó által kiadott termékspecifikációban található adatokkal. Minden vizsgált paraméter esetében hamarabb lezajlott az alvadási folyamat a kísérletem során, mint az várható volt. A tárolás során kapott savfok és pH eredményeim ugyanazt a tendenciát mutatták a 30 nap alatt. Amilyen mértékben emelkedtek a savfok értékek olyan arányban csökkent a pH. A vizsgálatok alapján mindhárom kiinduló paraméter hatással volt a tárolás alatt mért eredményekre.

Reológiai vizsgálatokhoz Anton Paar MCR 92 viszkozimétert használtam. A mért adatokat ábrázoltam. A folyás- és viszkozitásgörbék kiértékeléséhez Herschel - Bulkley modellt alkalmaztam. A folyásgörbék lefutása konvex profilú volt. A viszkozitás görbéken minden esetben megfigyeltem, hogy a nyírási sebesség növelésével a viszkozitás csökkent. A folyásgörbéken végig jól látszott, hogy a kiindulási paraméterek közül a zsírtartalom volt hatással erre a tulajdonságra. Az eltérés a Herschel - Bulkley modell számolt értékein is

megfigyelhető. Az indítókultúrák közül a YF-MILD 1.0 kultúra látszólagos viszkozitása alacsonyabb volt, mint a másik két starteré. A beoltási hőmérséklet és a tárolási idő nem befolyásolta a reológiai eredményeimet.

A joghurtok színének mérését Konica Minolta CR-400 színmérővel végeztem. Az öt párhuzamos méréssel megkaptam az L^* , a^* , b^* értékeket, átlagoltam és ezeket az értékeket használtam fel a kiértékelés során. A kapott értékekből színinger különbséget (ΔE^*) számoltam. Az eredményeim értékelése során ennél a vizsgálatnál arra jutottam, hogy a tárolási idő befolyásolta a joghurtok színét. Az L^* értékei alapján minden minta sötétebb lett a 30 nap alatt. Jól látható különbség volt a különböző zsírtartalmú minták között is. A teljes tejből készült minták világosabbak voltak. Az a^* és b^* értékeit szintén a minták zsírtartalma befolyásolta a kiinduló paraméterek közül.

Mikrobiológiai vizsgálatoknál a minták tejsavbaktérium számának alakulását figyeltem illetve vizsgáltam az enterobaktériumok jelenlétét is az elkészített mintáimban. Az eredményeim alapján enterobaktérium vizsgálatot csak első alkalommal végeztem, mert nem volt egyetlen telep sem a mintákon. A tejsavbaktériumok száma pedig elmaradt az Magyar Élelmiszerkönyv által elvárt 10^7 (élőcsíra/g) nagyságrendtől. Az első két vizsgálati napon nem kaptam minden mintánál eredményt. Az utolsó tárolási napon vizsgált mintáimon volt csak számolható telepszám mind a 12 mintán. A YF-MILD 1.0 eredményei voltak csak kimutathatók végig a tárolási folyamat alatt. Elképzelhető, hogy másfajta telepszámlálási módszerrel a várt eredményeket kaptam volna.

A mintáim érzékszervi bírálata során felkértem tíz munkatársamat, hogy értékeljék a joghurtokat. Az értékelést egy általam készített bírálati lapon kellett pontozással elvégezniük. A bírálati lapot az Élelmiszerkönyv előírásai szerint állítottam össze. Az eredmények értékelésénél arra a következtetésre jutottam, hogy ebben az esetben is a zsírtartalom és a starterkultúra volt befolyásoló tényező, míg a beoltási hőmérséklet nem, a kapott eredményekre. A YF-MILD 1.0-al készült mintáimat jobban kedvelték a bírálók.

Összeségében arra a következtetésre jutottam, hogy az elkészült minták többségében hasonlóan viselkedtek mintha nagy tételszámú gyártáskor használtam volna a starterkultúrákat. Az eredményekben nagy eltérés egyedül a tejsavbaktériumok alacsony száma miatt mutatkozott. A kisebb különbségek oka a nem megfelelő elkészítési paraméterek miatt lehetett, amelyeket a joghurtok készítésekor nem mindig tudtam tartani. Ezek a hibák a gyártástechnológia betartásával nagyüzemben kiküszöbölhetők.

7. Felhasznált irodalom

- Ahmad, I., Hao, M., Li, Y., Zhang, J., Ding, Y., & Lyu, F. (2022). Fortification of yogurt with bioactive functional foods and ingredients and associated challenges—A review. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 558–580. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.003>
- Asensio, C., Tiwari, B., Gredilla, A. E., Bueno, F., Delgado, D., & Martin-Diana, A. (2016). *Development of yoghurt from ovine milk with enhanced texture and flavour properties*. Society of Dairy Technology.
- Balatoni, M., & Ketting, F. (1981). *Tejipari kézikönyv*. Mezőgazdasági kiadó.
- Chr Hansen. (2019a). *Termékspecifikáció YC-X11*.
- Chr Hansen. (2019b). *Termékspecifikáció YF-L903*.
- Chr Hansen. (2019c). *Termékspecifikáció YF-Mild 1.0*.
- CHR Hansen. (2022). *YoFlex_Bruchure_V5*. CHR Hansen.
- CIE. (1978). *Recommendations on Uniform Color Spaces, Color-difference Equations, Psychometric Color Terms*. Bureau central de la CIE.
- Csapó, J. (2002). *Tej és tejtermékek a táplálkozásban*. Mezőgazda Kiadó.
- Deák, T. (2006). *Élelmiszer mikrobiológia*. Mezőgazda Kiadó.
- Fatih Yildiz. (2009). *Development and Manufacture of Yourt and Other Functional Diary Products*. CRC Press.
- Fenyvessy és mtsai. (2014). *Tejipari technológia*. Scientia kiadó.
- Hidas, K. (2021). *Állati eredetű nyersanyagok (nyerstej) objektív minősítése*. MATE; egyetemi jegyzet.
- Internet 1. (2023). *Laboratóriumi pH/mV/°C mérők, inoLab® pH 7110/7310 típusok*. VWR. <https://hu.vwr.com/store/product/7775784/laboratoriumi-ph-mv-c-merok-inolab-ph-7110-7310-tipusok>
- Internet 2. (2023). *Internet 2.- 14.1.2.11. Az egy főre jutó éves élelmiszer-fogyasztás mennyisége régió és a települések típusa szerint*. https://www.ksh.hu/stadat_files/jov/hu/jov0051.html
- Jónás, G. (2021). *Állati eredetű nyersanyagok (hús, tojás) objektív minősítése*. MATE; egyetemi jegyzet.
- Kruppa, V. (2016). *Nagy hidrosztatikus nyomás hatása a tej savas alvadási tulajdonságaira és a joghurt minőségére*. Szent István Egyetem.

Lukács, G. (1982). *Színmérés*. Műszaki Könyvkiadó.

Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus). (2008).
https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/2/25/b1000/13511_2008.pdf

Magyar Szabvány. (2007). *MSZ ISO 21528-2*. Magyar Szabványügyi Testület.

Magyar Szabvány. (2009). *MSZ ISO 7889:2009*. Magyar Szabványügyi Testület.

Pásztorné, H. K. (2022). *Mikroorganizmusok a tejben*. Állattermék technológia I., Budapest, MATE.

Pásztorné, H. K. (2023). *Savanyú tejkészítmények gyártása*. Állattermék technológia II., Budapest, MATE.

Patton, S., & McNamara, J. P. (2022). Milk in Human Health and Nutrition☆. In P. L. H. McSweeney & J. P. McNamara (Szerk.), *Encyclopedia of Dairy Sciences (Third Edition)* (o. 867–872). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00214-2>

Szakály, S. (2001). *Tejgazdaságtan*. Dinasztia.

Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007a). 1—Historical background. In A. Y. Tamime & R. K. Robinson (Szerk.), *Tamime and Robinson's Yoghurt (Third Edition)* (o. 1–12). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781845692612.1>

Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007b). 6—Microbiology of yoghurt and related starter cultures. In A. Y. Tamime & R. K. Robinson (Szerk.), *Tamime and Robinson's Yoghurt (Third Edition)* (o. 468–534). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781845692612.468>

Tamime, A. Y., Skriver, A., & Nilsson, L.-E. (2006). Starter Cultures. In *Fermented Milks* (o. 11–52). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470995501.ch2>

Tóth, A. (2019). *Tojáslevek eltarthatóságának növelése kombinált kíméletes tartósítási eljárások alkalmazásával* Tóth Adrienn—PDF Ingyenes letöltés. <https://docplayer.hu/186668365-Tojaslevek-eltarthatosaganak-novelese-kombinalt-kimeletes-tartositasi-eljarasok-alkalmazasaval-toth-adrienn.html>

Varga, L. (2013). Hasznos mikroorganizmusok az élelmiszerekben. *MTA Agrártudományi Kutatóközpont*.

Vargáné, T. A. (2023). *Reológiai, viszkozitásmérési módszerek*. MATE; egyetemi jegyzet.

Mellékletek

1. melléklet – Savfok vizsgálat eredményei

Minták sorszáma	Savfok-3 mérés átlaga										
	1.mérés	2.mérés	3.mérés	4.mérés	5.mérés	6.mérés	7.mérés	8.mérés	9.mérés	10.mérés	11.mérés
1	31,8	32	32,8	35,6	36	36,4	37,2	37,4	38,2	38,4	38,6
2	32,2	33,6	34,4	36	36,8	37,2	38	38,3	38,6	39,2	39,2
3	29,8	32	32,4	34,4	35,2	36,2	36,6	37,4	37,7	37,6	37,8
4	30	32	33,2	35,6	36,4	36,8	37,2	37,2	37,8	37,8	38,6
5	33	35,2	35,6	36,4	36,4	37	37,2	37,4	37,6	37,6	37,6
6	32	35	33,2	33,4	33,6	34,8	35,2	35,8	35,8	35,8	35,8
7	31,2	32,4	33,6	33,8	34	34,4	35,2	35,8	36	36	37,4
8	31,6	31,6	33,2	34	34	34,8	35,4	35,6	35,6	35,8	35,8
9	32,6	36,8	36,8	38	38,2	38,6	39,2	40,2	40,2	40,6	40,6
10	30,8	33,2	33,6	35,2	35,2	35,8	36	36,2	36,6	36,8	37,2
11	32,2	34,4	36,4	36,4	37	37,4	37,6	38,6	38,6	38,6	38,8
12	31,8	32,8	34	35,6	36	36,2	36,8	37,4	37,6	37,8	38,2

2. melléklet – pH mérések eredményei

Minták sorszáma	pH-3 mérés átlaga										
	1.mérés	2.mérés	3.mérés	4.mérés	5.mérés	6.mérés	7.mérés	8.mérés	9.mérés	10.mérés	11.mérés
1	4,53	4,46	4,34	4,37	4,26	4,24	4,22	4,21	4,2	4,19	4,17
2	4,54	4,46	4,32	4,3	4,26	4,26	4,24	4,23	4,23	4,2	4,2
3	4,59	4,46	4,4	4,38	4,26	4,25	4,25	4,26	4,24	4,24	4,22
4	4,66	4,51	4,36	4,36	4,35	4,25	4,24	4,23	4,22	4,22	4,21
5	4,47	4,44	4,39	4,37	4,34	4,27	4,25	4,23	4,2	4,15	4,14
6	4,48	4,49	4,48	4,46	4,38	4,34	4,28	4,22	4,22	4,21	4,18
7	4,48	4,45	4,42	4,38	4,37	4,31	4,27	4,25	4,21	4,22	4,21
8	4,51	4,48	4,47	4,46	4,37	4,35	4,32	4,29	4,29	4,23	4,22
9	4,49	4,42	4,32	4,29	4,25	4,22	4,22	4,21	4,2	4,18	4,09
10	4,52	4,52	4,43	4,38	4,33	4,31	4,29	4,32	4,31	4,31	4,29
11	4,5	4,42	4,39	4,39	4,37	4,33	4,24	4,24	4,21	4,13	4,15
12	4,52	4,51	4,36	4,35	4,33	4,33	4,29	4,26	4,23	4,18	4,17

3. melléklet – Színmérés eredményei

1.mérési időpont			
minta	L* átlag	a* átlag	b* szórás
1	96,556	-2,597	7,102
2	90,554	-3,992	6,272
3	94,548	-3,396	7,066
4	89,732	-3,974	6,516
5	90,808	-4,034	6,546
6	95,760	-3,462	7,396
7	89,696	-4,058	6,562
8	94,894	-3,380	7,018
9	92,008	-3,840	6,686
10	95,998	-3,232	7,042
11	91,032	-3,702	6,192
12	95,906	-3,364	7,042

2.mérési időpont			
minta	L* átlag	a* átlag	b* szórás
1	95,366	-3,410	1,243
2	88,796	-4,150	0,060
3	94,446	-2,916	0,041
4	88,492	-3,776	0,029
5	89,938	-3,696	0,079
6	95,050	-3,314	0,133
7	89,464	-3,854	0,062
8	94,482	-3,240	0,033
9	90,240	-4,288	0,450
10	95,412	-3,310	0,048
11	90,150	-3,764	0,034
12	95,484	-3,226	0,126

3.mérési időpont			
minta	L* átlag	a* átlag	b* szórás
1	95,158	-3,216	0,037
2	87,592	-4,380	0,297
3	94,124	-3,454	0,026
4	88,190	-4,314	0,019
5	89,248	-4,254	0,425
6	93,942	-2,930	0,044
7	87,134	-4,362	0,205
8	85,784	-4,324	0,071
9	88,822	-4,396	0,063
10	92,034	-3,672	0,354
11	89,230	-3,790	0,070
12	93,966	-3,222	0,021

4. melléklet – Érzékszervi bírálati lap

JOGHURT MINTÁK-BÍRÁLATI LAP			
Bírálati kategória	Bírálati kategóriák szempontjai		Kapott pont
	Pontszám	Leírás	
Külső megjelenés	1-10 pont	Egyenletesen csontfehér színű, felfölözödéstől mentes.	
Állomány	1-10 pont	Az alvadék egynemű, a csomagolóeszköz falához jól tapadó, felfölözödéstől és savókiválástól mentes, összekeverés után sima, sűrűn vagy hígán folyó.	
Illat, szag	1-10 pont	Kellemesen savanykás, a termék jellegének megfelelően aromás.	
Íz, aroma	1-10 pont	Kellemesen savanykás, a termék jellegének megfelelően zamatos.	

5. melléklet – Érzékszervi bírálatok eredményei

1. bírálat				
Minta	Külső megjelenés	Állomány	Illat/Szag	Íz/Aroma
1	8,9	9,1	8,6	8,3
2	9,2	8,2	8	9,1
3	9,5	9,2	9,9	8,8
4	8,7	8,2	9,6	9,4
5	9,7	8,1	8,6	9,8
6	9,3	9,4	8,1	9,6
7	9,8	9,5	8,8	9,7
8	9,4	9,7	8,3	9,9
9	8,8	9,3	9,4	9,6
10	9,7	9,8	9,7	9,6
11	8,4	9,2	9,3	9,5
12	8,8	9,3	9,4	9,7

2. bíráló				
Minta	Külső megjelenés	Állomány	Illat/Szag	Íz/Aroma
1	8,8	8,7	8,3	7,8
2	6,4	7,1	7,5	7,9
3	8,9	8,7	8,4	7,4
4	6,4	7,6	7,8	7,2
5	8,5	6,7	6,3	8,8
6	9,4	9,6	7,8	9,4
7	8,4	7,8	8,6	8,7
8	8,3	6,8	8,4	8,7
9	8,1	7,6	7,2	6,2
10	8,6	9,2	8,4	7,9
11	6,9	8,6	8,5	6,8
12	8,4	9,4	8,6	8,7

3. bíráló				
Minta	Külső megjelenés	Állomány	Illat/Szag	Íz/Aroma
1	7,6	7,5	6,3	6,2
2	3,8	4,3	5,9	4,2
3	7,6	7,8	6,5	6,7
4	4,1	5,6	5,2	4,8
5	5,9	6,6	6,1	8,1
6	8,4	8,6	7,7	6,2
7	5,4	6,8	6,4	7,3
8	8	6,7	7,9	6,2
9	5,2	5,9	7,1	6,1
10	7,9	7,6	7,8	4,7
11	5,3	7,2	7,1	6,7
12	7,6	9,2	7,1	5,8

Köszönetnyilvánítás

Köszönetem szeretném kifejezni témavezetőimnek **Pásztorné Dr. Huszár Klárának** és **Vargáné Dr. Tóth Adriennek**, akik lehetővé tették, hogy az Állattermék és Élelmiszer tartósítási Technológia Tanszék laborjában végezhessem kutatómunkám egy részét, akikhez bármikor fordulhattam, akik szakmai tudásukkal, tapasztalataikkal és tanácsaikkal támogatták a munkámat és emelték dolgozatom színvonalát.

Köszönettel tartozom az **MTKI Kft** dolgozóinak, hogy a kísérletemhez rendelkezésemre bocsátották a starterkultúrákat és szakmai tapasztalataikkal támogatták munkámat.

Köszönöm az **Icefood Kft** dolgozóinak, hogy lehetővé tették a kutatásom mikrobiológiai részének gyakorlati kivitelezését és munkájukkal, szakmai tudásukkal támogatták a kísérlet lebonyolítását.

Ezúton köszönöm munkahelyem az Ibránytej Kft **vezetőinek**, hogy végig támogattak a tanulmányaim során és **munkatársaimnak** akik segítettek az utam, hogy eljussak minden egyetemi feladatomhoz és részt vettek a kísérletem lebonyolításában.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm **családomnak** és **barátaimnak**, akik végig bíztattak és támogattak tanulmányaim során.

Nyilatkozatok

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Szerzői nyilatkozat

Alulírott **Paulenszki Anikó**, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék, Élelmiszermérnöki BSc (levelező) tagozat Állatitermék technológiák és minőségügy szakirány hallgatója, kijelentem, hogy a **Különböző baktérium törzsekből álló joghurt kultúrák hatása a fermentáció folyamatára és a joghurt egyes tulajdonságaira** című szakdolgozat a saját munkám eredménye. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

Kisvárd, 2023. november 6.



a hallgató aláírása

NYILATKOZAT

a szakdolgozat, diplomamunka nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A szerző neve: **Paulenszki Anikó**

A dolgozat címe: **Különböző baktérium törzsekből álló joghurt kultúrák hatása a fermentáció folyamatára és a joghurt egyes tulajdonságaira**

A megjelenés éve: **2023**

A tanszék neve: Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom.

A leadott dolgozat, mely védett, a szerző nevének vízjelével ellátott pdf dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a MATE Budai Campus Igazgatóság Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár szakdolgozat archívumába.

A dolgozat bibliográfiai leírása az Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár elektronikus katalógusából érhető el: <http://opac.szie.hu/entzferenc/>. A teljes szöveg kizárólag a Budai Campus számítógépeiről tekinthető meg.

Tudomásul veszem, hogy a vízjel nélkül leadott dokumentum szerzői jogai sérülhetnek.

A Nyilatkozat a dolgozat adatainak megadásával érvényes, melyet az elektronikus hordozóval együtt leadok.

Kisváda, 2023.november 6.



a szerző aláírása

NYILATKOZAT

Paulenszki Anikó (hallgató Neptun azonosítója: XJHYC8) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Budapest, 2023. október 31.

Paulenszki Anikó

belső konzulens



¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.