



SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITAS SCIENTIARUM SZEGEDIENSIS
MÉRNÖKI KAR

Élelmiszermérnöki Intézet

CSÖKKENTETT LAKTÓZTARTALMÚ SAJTOK KÍSÉRLETI GYÁRTÁSA

Szubin Iván

Témavezető:

Baráné Dr. Herczegh Ottilia

egyetemi docens

SZEGED

2011

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS.....	4
1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
1.1. OLTÓS ALVASZTÁSÚ, ÉRLELT SAJTOK.....	5
1.1.1. A termékcsoporthatározása	5
1.1.2. Félkemény sajtok	5
1.1.3. Lágysajtok.....	6
1.2. A félkemény és friss lágysajtok főbb alkotói és táplálkozásbiológiai jelentőségük	7
1.3. Laktóz intolerancia.....	9
1.4. Az oltós alvasztású sajtok gyártásának speciális műveletei.....	11
1.4.1. A sajttej kiválasztása.....	11
1.4.2. A sajttej előkezelése.....	12
1.4.3. A sajttej érlelése	13
1.4.4. A sajttej feljavítása, a sajtgyártáshoz használt fontosabb adalékanyagok	13
1.4.5. Oltós alvadás	14
1.4.6. Az alvadék kidolgozása (üstmunka)	15
1.4.7. A sajt előpréselése és formázása.....	15
1.4.8. A sajt préselése.....	16
1.4.9. A sajt sózása.....	16
1.4.10. A sajtok érése	16
1.5. TERMÉKMINŐSÍTÉS MÓDSZEREI	20
1.5.1. Szénhidrátok mennyiségi meghatározása	20
1.5.2. Érzékszervi bírálat.....	22
2. KÍSÉRLETI RÉSZ.....	24
2.1. Előkísérletek a sajt tejcukor tartalmának meghatározására	24
2.1.1. Minta-előkészítés:	24

2.1.2. Tejcukortartalom meghatározás	24
2.2. A kísérleti gyártásokhoz felhasznált anyagok.....	25
2.2.1. Kontroll és enzimkezelt félkemény és friss sajt gyártása	26
2.3. Vizsgálati módszerek	29
2.3.1. Tejcukor tartalom vizsgálat.....	29
2.3.2. Nedvesség tartalom vizsgálat.....	29
2.3.3. Fehérjetartalom vizsgálat	29
2.3.4. Zsírtartalom vizsgálat.....	29
2.3.5. Variancia analízis	30
3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK.....	31
3.1. A minták beltartalmi összetétele	31
3.2. Érzékszervi vizsgálat.....	37
4. ÖSSZEFOGLALÁS	42

Bevezetés

Tejcukor-érzékenységeknek nevezzük azt az enzimhiányos vagy csökkent enzimműködési állapotot, amikor tejcukor (laktóz) elfogyasztása után az egyén jellemző tüneteket (hasi panaszok, puffadtság, hasmenés, émelygés) észlel. A tünetek erőssége az egyéni érzékenységtől és az elfogyasztott laktóz mennyiségétől függ.

A tejcukor-érzékenység oka a tejcukrot bontó enzim, a laktáz hiánya vagy elégtelen működése. (Houts, 1988). Ha a vékonybélben a tejcukor nem tud egyszerű cukrokká (glükózzá és galaktozzá) bomlani, akkor a vastagbél bakteriális flórájának megváltozása révén bekövetkező fermentáció klinikai tüneteket okozhat (Whitaker 1972, Holsinger, 1991. Zadow, 1984).

A felnőttkori tejcukor-érzékenység esetén optimális megoldásként javasolható, hogy mindenki határozza meg egyéni tejcukortűrő képességét, majd utána rendszeresen fogyasszon annyi laktóztartalmú tejterméket, amennyivel még elkerülhetők a tünetek. Ha ez nem járható, segíthet a laktáz enzim mesterséges pótlása, gyógyszer formájában.

A tejcukor tartalom meghatározásra számos módszert dolgoztak ki (HPLC, enzimes módszerek), de általánosan elfogadott eljárás még nincs (Mullin, & Emmons, 1997, Blais, & Vailhen, 1995).

Az utóbbi években már forgalomba került a csökkentett ill. laktózmentes tej, de jelentőséggel bírnának egyéb ismert tejcukor tartalmú tejtermékek is, melyet a tejcukor-érzékeny egyének is fogyaszthatnak.

A sajtgyártás egy élelmiszertartósítási forma, mely a tej értékes tápanyagainak szelektíven koncentrálja. A sajtok tejcukor tartalmát a sajt fajtája, az alkalmazott gyártástechnológia és az érlelési idő is befolyásolja. A sajtgyártás során a tejcukor egy része lebomlik, ennek ellenére kevés laktózmentes sajt van. A keménysajtok minden bizonnyal azok. Munkám során arra törekedtem, hogy a sajt laktóztartalmát jelentősen csökkentsem, reményeim szerint tüneteket nem okozó szintre.

Munkámban célul tűztem ki:

- Tejcukor tartalom meghatározására szolgáló enzimes módszer adaptálását friss sajtra.
- Különböző csökkentett laktóz tartalmú tejből különböző friss sajtok gyártását, és a termékek laktóz tartalmának meghatározását.
- A kísérleti gyártásból származó termékek és a kontroll minták összehasonlító érzékszervi bírálatát.

1. Irodalmi áttekintés

1.1. OLTÓS ALVASZTÁSÚ, ÉRLELT SAJTOK

1.1.1. A termékcsoporthoz meghatározása

A sajt: „tejből, továbbá tej, tejszín, savószín, tejpor, tejsűrítmény, tejfehérje-koncentrátum, savófehérje-koncentrátum, részben fölözött tej, sovány tej, író vagy ezek kombinációi, tejsavbaktérium-kultúrák, *Propionibacterium shermanii* színtenyészete, *Brevibacterium linens* színtenyészete, *Penicillium roqueforti* színtenyészete, *Penicillium camemberti* vagy *Penicillium caseicolum* színtenyészete, probiotikumok vagy ezek keveréke, más, élelmiszer-biztonsági szempontból nem aggályos, engedélyezett színtenyészetek, rennin vagy más megfelelő alvasztóenzim, víz, étkezési só, vagy ezek egy részéből, a jellegének megfelelő kultúra hozzáadásával, enzimes alvasztással, a tejfehérje részleges vagy teljes koagulálásával, savóelvonással - membránszeparációs technológiával gyártott sajt esetén permeátumelvonással - előállított szilárd vagy félszilárd termék, amelyben a savófehérje-kazein arány nem haladja meg a tejben lévőt, és amelyet rövidebb-hosszabb ideig érlelnek.” (Codex Alimentarius, 2-51)

Megfelelő ízesítőanyagok szükség szerinti hozzáadásával vagy füstöléssel előállíthatók az oltós alvasztású, érlelt sajtok ízesített (pl.: köményes) és füstölt változatai is.

Az oltós alvasztású, érlelt sajtok extra kemény, kemény, félkemény vagy lágy állományúak. A sajtok csoportosítását az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat Az oltós alvasztású, érlelt sajtok csoportosítása

Állomány szerinti megnevezés	Víztartalom a zsírmentes sajtanyagban (Vzmsa)*, % (m/m)
Extra kemény sajt	<51
Kemény sajt	49-56
Félkemény sajt	54-69
Lágy sajt	>67

1.1.2. Félkemény sajtok

A félkemény sajtokat a szilárd, de jól vágható állomány, a közepes méret és tömeg, a szabályos alak, valamint a többhetes érési idő jellemzi. Egész tömegükben egyenletesen érnek,

egyes alcsoportok érésében a kéregflóra is szerepet játszik. Az ide tartozó sajtok négy alcsoportba sorolhatók:

Erjedési lyukas sajtok Jellemzőjük a nagyjából egyenletes eloszlásban, nem túl sűrűn elhelyezkedő, 3–6 mm átmérőjű, kerek erjedési lyukakat mutató metszésalap és a száraz vagy kissé nyirkos sajtfelület (kéreg).

Röglyukas sajtok Legfontosabb jellemzőjük a röglyukas (röghézagos) sajtészta, továbbá, hogy egyes sajtféleségek érésében a kéregflórának több-kevesebb szerepe van.

Hevített-gyúrt sajtok Jellemzőjük a zárt, legfeljebb légzárványokat mutató, kemény, de sajátosan képlékeny sajtészta, az egész tömegben való lassú érés, az enyhe íz.

Nemespenészekkel és/vagy rúzsflórával érő sajtok Jellemzőjük a vágható, zárt vagy röghézagos, esetenként kékeszöld penészerezésű sajtészta, esetleg a fehér penészbevonat, a jellegzetes, karakterisztikus, pikáns, csípős íz.

1.1.3. Lágy sajtok

A lágy sajtokat lágy, a kenhetőtől a könnyen vághatóig terjedő állomány, a kis méret és tömeg, a rövid érési idő jellemzi. A sajtok nagy részének érésében a kéregflóra fontos szerepet játszik, és sok ide tartozó sajt kívülről befelé érik.

Az ide tartozó sajtok öt alcsoportba sorolhatók:

Rúzsflórával érő sajtok Jellemzőjük a lágy sajtészta, legfeljebb kevés apró erjedési vagy röglyukkal, a rúzsflóra meghatározó szerepe az érésben, a jellegzetes pikáns szag és íz.

Fehér nemespenésszel érő sajtok Legfontosabb jellemzőjük a fehér penészbevonat, a lágy sajtészta, a gombára emlékeztető szag és íz.

Belső érésű sajtok Jellemzőjük a lágy állomány, a zárt vagy kevés röglyukat, esetleg erjedési lyukat mutató metszésalap, az enyhe, savanykás íz.

Sólében érlelt sajtok Legfontosabb jellemzőjük, hogy a sajtok sós, savós-vizes lében, ún. szalamurában érnek és kerülnek rendszerint forgalomba. A fehér, csontfehér sajtészta mérsékelten lágy, képlékeny, de ugyanakkor törékeny, íze jellegzetesen savanykás, sós.

Nemespenészekkel és rúzsflórával érő sajtok Jellemzőjük a lágy, zárt vagy röghézagos, esetenként kékeszöld penészerezésű sajtészta, esetleg a fehér penészbevonat, a jellegzetes karakterisztikus, pikáns, csípős íz. (Codex Alimentarius Hungaricus, 2-51)

1.2. A félkemény és friss lágy sajtok főbb alkotóik és táplálkozásbiológiai jelentőségük

Tejzsír

Összetételére jellemző, hogy egyedülállóan viszonylag nagyobb mennyiségben (6-8%-ban) tartalmaz rövid szénláncú (4-8 szénatomszámú) zsírsavakat, amelyek növekedést elősegítő hatással rendelkeznek (kaponsav, vajsav, kaprilsav). A tejzsír hordozója az értékes zsírban oldható vitaminoknak (A, D, E és K). A tejzsír emészthetősége minden más zsíradéknál jobb, ami emulziós állapotával, jelentős kis- és közepes szénatomszámú zsírsavtartalmával, szerkezeti felépítésével és kedvező olvadáspontjával áll összefüggésben. A tejzsír kiváló emészthetősége miatt is kedvező tápanyag, hiszen kevésbé terheli meg a szervezetet a jó emészthetősége, és könnyű felszívódó képessége miatt. Ez azzal magyarázható, hogy a rövid és középhosszú szénláncú zsírsavak nagy része lebomlás nélkül a máj megkerülésével, a véráram segítségével jut el a felszívódás helyére.

A tejzsírban nagy mennyiségben fordul elő esszenciális linol- és linolénsav is. A linolsav hatásaként említhetjük a rák elleni védelmet, az immunrendszer védelmi kapacitásának szabályozott erősítését és a testizom zsírmentesítését.

A tejzsír közel 4%-át alkotja a vajsav, ami egyedül csak a tejzsírban található meg. A vajsavval végzett kísérletekben a vajsav számos rákfajta ellen nyújtott védelmet és a kóros sejtburjánzás egyik hatékony inhibitora, a sejtdifferenciálódás szabályozója is.

A tejzsírnak egy nagyon előnyös tulajdonságaként említhetjük meg az ideális omega-6 és omega-3 zsírarány. Hiszen a rossz zsírsavarány számos civilizációs betegség kialakulásáért felelőssé tehető, és a magyar ételeink közül csak kevés az olyan élelmiszer, mint a tej, amely megfelelő arányban tartalmazza ezt a zsírsavarányt. (Fenyvessy, Csanádi ,2007)

Tejfehérjék

A tej kazein fehérjéből és savófehérjéből tevődik össze, melyek elsődleges felépítésükben azonosak. A tejfehérjék megközelítőleg mind a 8 esszenciális aminosavat tartalmazzák (triptofán, fenilalanin, leucin, izileucin, treonin, metionin, lizin, valin), amelyre szüksége van az emberi szervezetnek. Ezeket a nélkülözhetetlen aminosavakat naponta meg kell kapni a szervezetnek, hogy képes legyen a szöveteket felépíteni és regenerálni.

A tejfehérjék a legértékesebb tápanyagfehérjék közé tartoznak. Néhány tápanyagfehérje biológiai értékét a 2. táblázat mutatja be.

2.Táblázat:Különböző fehérjék biológiai értéke

(<http://fogyasztovedelem.info/node/145>)

Fehérje	Biológiai érték [%]
Tojás	100
Laktalbumin	104
Tejfehérjék	92
Marhahús	80
Kazeinfehérje	77
Disznóhús	74
Burgonya	71
Rizs	59

A tejben levő fehérjekeverék biológiai értéke megközelíti a tojásét, a savóban található laktalbumin pedig ennél nagyobb. A tiszta kazein-fehérje biológiai értéke a húsokéval azonos nagyságrendű. A tej az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen, ún. esszenciális aminosavaknak gazdag forrása. Az esszenciális aminosavaknak a szervezetben való értékesüléséhez a tej és a tejtermékek aminosav összetétele rendkívül kedvező. A tejfehérjék, elsősorban a kazein, jó emészthetősége a gyomorban bekövetkező pelyhes alvadással áll összefüggésben. Az alvadékpelyhek nagysága csökkenthető a tej homogénezésével, hőkezelésével, és kávéval vagy teával történő hígítással, miáltal tovább javul az emészthetősége. Az érlelt sajtokban a sajtfehérje emészthetősége közel 100%, ami annak tulajdonítható, hogy a sajtvétel folyamata egy előemésztésnek felel meg. (Edgar, 1995)

Szénhidrátok

A tejben előforduló legfontosabb szénhidrát a laktóz diszaharid, ami glükózból és galaktózból áll. A tejcukor fontos a tejtermékek gyártásánál, mert a mikrobák tápanyagait adja. A savanyított tejtermékekben, valamint az oltós alvasztású sajtokban mennyisége csekély. Az ömlesztett sajtban a Codex Alimentarius Hungaricus előírása szerint mennyisége a felhasznált alapanyagoktól függ, de nem haladhatja meg az 5%-ot (Codex Alimentarius 2-51).

Ásványi anyagok

A tejben és a tejtermékekben kémiaiilag vagy komplex vegyületben kötötten vannak jelen. Ha az emésztés során felszabadulnak és biológiailag aktív anyagokká ún. metabolitokká válnak, akkor már részt vesznek az anyagcserében. Ellenkező esetben változatlanul távoznak a szervezetből. A tej és a tejtermékek fontos ásványi anyagforrások a szervezet számára. A sok makro- és mikroelem közül elsősorban a kálium és nátrium, valamint a kalcium és a foszfor továbbá a szelén érdemelnek figyelmet. A tejben a kálium mennyisége háromszorosa a nátriuménak és így a tej kiválóan alkalmas a táplálkozásunkban túlsúlyban levő nátrium ellensúlyozására. A tej és a tejtermékek nagy része a legideálisabb kalcium- és foszfor-forrás az emberi szervezet számára, nemcsak azért, mert a kalciumfelszívódás hatásfokát egy sor tejalkotórész (tejcukor, aminosavak, D-vitamin, citromsav, stb.) jelenléte javítja, hanem azért is, mert a tejben és a tejtermékekben több a kalcium, mint a foszfor, miáltal fogyasztásukkal ellensúlyozható a más élelmiszerekben (pl. húsokban) levő foszfor túlsúlya. A kalcium fontos szerepet játszik a vérnyomás szabályozásában és a véd a vastagbél daganatos megbetegedése ellen is

Vitaminok

A tej valamennyi vitamint tartalmazza, de természetesen különböző mennyiségben. Kiemelten értékes forrás a tej a B-vitaminok, elsősorban a B2- és B12-vitamin tekintetében.

A vízben oldható vitaminok mennyisége sajtféleségenként változó, mivel az érés során a mikroorganizmusok egyrészt vitaminokat használnak fel, másrészt vitaminokat termelnek. Így a nemes penészekkel érő sajtok (pl. Camembert) B-vitaminokban gazdagok, az Ementáli és a Pannónia sajtokban a propionsav baktériumok tevékenysége következtében a B12-vitamin-tartalom megkétszereződik. A tej gazdag B2 vitamin-tartalmával a sejtlegzés elősegítése révén védőhatást fejt ki a daganatképződéssel szemben. (Fenyvessy, Görgényi, Csanádi,1995)

1.3. Laktóz intolerancia

A laktóz intolerancia a vékonybélben található egyik enzim, a laktáz hiánya vagy csökkent termelődése, melynek következtében a szervezet a tejcukrot, a laktózt nem tudja bontani. Ennek eredményeként a laktóz nem hasítódik két monomerre, nem szívódik fel, és a laktózkoncentráció növekedése következtében megnő az ozmotikus nyomás, aminek hatására víz lép be a vékonybélbe. Ebből adódóan megnő a hasüregi nyomás, felfúvódás, kólika és hasmenés alakul ki, ezért krónikus hasmenés, valamint nemspecifikus hasúri panaszok esetén laktózmalabszorpcióra lehet gyanakodni. A magyar kifejezés „tejcukor érzékenység” nem pontos, mert itt nem allergiás folyamatról van szó,

hanem a laktáz nevű emésztőenzim hiányáról. A laktáz enzim a vékonybélben termelődik és a tejcukor molekulát bontja glukózra és galaktózra. Felszívódni csak a monomer molekula tud, a laktóz molekula nem jut át a bélfalon. A laktáz enzim hiányában a bélben felszaporodó laktóz molekulák kellemetlen tüneteket okozhatnak. Fiatal emlősökben a laktázaktivitás az elválasztás után csökken, ami jelzi a laktózmentes táplálékhoz való alkalmazkodást. A felnőtt emberek legalább 90%-ánál mutattak ki csökkent laktázaktivitást, és csak 5-10%-uk őrizte meg az eredeti laktázaktivitási szintet. Az átlagos enzimaktivitás csecsemőknél 29 egy gramm fehérjére, ami a laktózt tűrő felnőtteknél 17, a laktázhiányos embereknél pedig 3. A laktázaktivásban nagy egyedi különbségek vannak, de úgy tűnik, hogy a nem és a kor nem befolyásolja.

Az elsődleges laktázhiány 2 éves kor után jelentkezik, amikor is a szervezet elkezd a laktózt termelni. A legtöbb gyerek nem érzékeli a laktáz hiányt egészen késő kamaszkorig vagy akár felnőttkorig. A másodlagos laktáz hiány a vékonybél károsodásából ered, amit a számos különböző hasmenéses betegség, a Crohn's betegség vagy a kemoterápia okoz. (<http://digestive.niddk.nih.gov>) Gyomor-bélrendszeri betegségek, fertőzések után a laktáz termelés átmenetileg csökkenhet, a gyermekkorban leggyakoribb átmeneti laktóz intoleranciát okozva. Felnőtt korban a laktóz intolerancia már nem átmeneti, hanem végleges, gyakorisága az életkor előrehaladásával egyre nő.

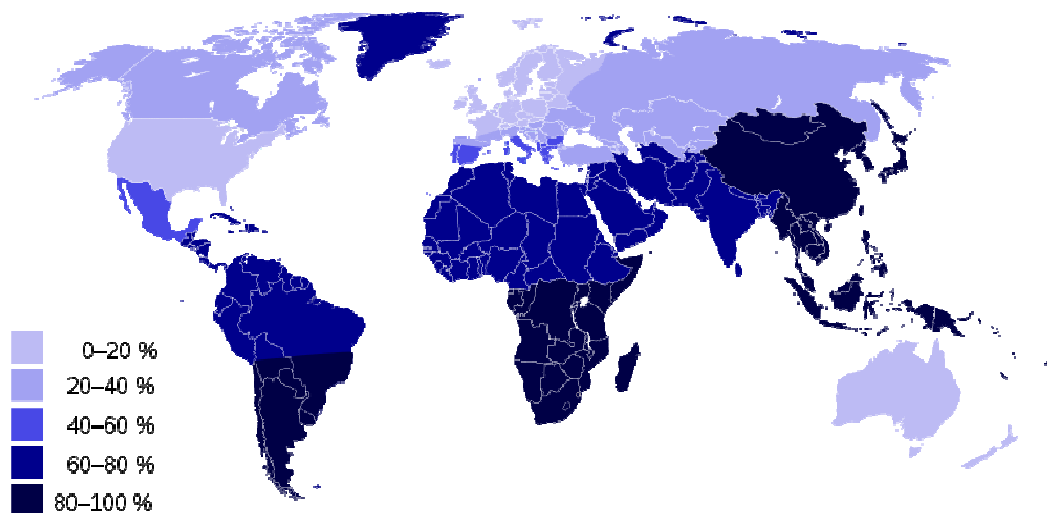
A tünetek laktóz tartalmú élelmiszerek elfogyasztása után 1-2 órával kezdődnek. A leggyakoribb tünetek a következők:

- hányinger
- gyomorgörcs, bélgörcs
- felfúvódás
- fokozott gázképződés
- hasmenés

A tünetek súlyossága az elfogyasztott laktóz mennyiségétől és az egyéni tűrőképességtől függ.

A vékonybél elvesztett laktáz termelését jelenleg semmilyen módszerrel nem tudjuk visszaállítani. A betegek laktózmentes diétával teljes mértékben panaszmentessé tehetők. Laktáz enzim szájon keresztüli beadására is lehetőség van, de ez a kezelés csak alkalmyszerűen adható, mert a béltartalom folyamatos kiürülésével a beadott enzim is „elfogy”. (Csapó, Csapóné, 2002)

Szerte a világon, igen nagy számban küzdenek a laktóz intoleranciával. Az 1. ábrán a laktóz érzékenységet láthatjuk területenként, durva becslésekkel.



1. ábra Laktóz érzékenység területenként (<http://hu.wikipedia.org>)

A forrásban található százalékos értékek: a szicíliaiak 71 %-a, az észak olaszok 52 %-a, dél olaszok 41 %-a, mongolok 88 %-a, a kínaiak 93 %-a laktóz intoleráns.

Mivel a laktóz intoleráns embereknek el kell kerüljék a laktóz tartalmú tejtermékek fogyasztását, ezért fontos, hogy csökkentett laktóz tartalmú, vagy teljesen laktóz mentes termékeket is előállítsanak a gyártók. Így a tejtermékekben található vitaminok, ásványi anyagok, fehérjék, zsír számukra is elérhető.

1.4. Az oltós alvasztású sajtok gyártásának speciális műveletei

1.4.1. A sajttej kiválasztása

A sajt készítése a kiváló mikrobiológiai és kémiai tulajdonságokkal rendelkező tej kiválasztásával kezdődik. Fontos követelmény, hogy a sajttej egészséges, tőgygyulladástól (masztitistól) mentes tehenektől származzon. A sajtüzembe szállított nyers tej sajtgyártásra való alkalmasságáról jó tájékoztatást adnak a tej átvételekor rendszeresen elvégzett reduktáz-próbák és a Whitesiede-próba, az időszakonkénti gázképző klosztridium-, s tételes gátlóanyag-vizsgálatok, valamint a zsír- és fehérjetartalom ellenőrzése is.

1.4.2. A sajttej előkezelése

A sajttej előkezeléséhez tartozó műveleteken mindazon eljárások összegét értjük, amelyek részben a sajt minősége, részben a sajt készítés gazdaságossága szempontjából szükségesek és lényegesek. Egyes sajttípusok kivételével a sajttejet általában hőkezelik. A tej hőkezelésének legfontosabb célja a humán-egészségügyi szempontból veszélyes, technológiai szempontból káros csírák elpusztítása. A sajttej hőkezelésére általánosan alkalmazott módszer a pasztörözés vagy a pasztörözés, termizálás valamely kombinációja. A pasztörözés a tej eredeti mikroflórájának nagy részét elpusztítja, annak összetételét megváltoztatja, így lehetővé teszi az egyöntetűbb minőségű sajtok készítését. A sajttejet 72-74°C közötti hőmérsékleten 15-40 s hőntartással pasztörözik. A termizálás hőmérséklete 57-68°C, hőntartási ideje legalább 15 s. Arra vonatkozóan, hogy milyen sorrend szerint végezzük ezeket a hőkezeléseket, nincs egységes gyakorlat. Gyakoribb elsőként a tej pasztörözése, majd a sajt készítés előtt közvetlenül a termizálása. A sajttej csíraszám csökkentésének más módszerei a baktófugálás és mikroszűrés (Fenyvessy, Csanádi 2007).

A baktófugálás olyan eljárás, amely alkalmas a tejben található baktériumok nagy részének, de elsősorban a spóráknak az eltávolítására azon az elven, hogy a baktériumok és spóráik fajsúlya nagyobb, mint a tejalkotórészeké. Ezek a baktériumok kb. 8000 g értékkel a tejből kicentrifugálhatók.

A sajttej csíratartalmának csökkentésére alkalmas legújabb eljárás a mikroszűrés, amely azon az elven alapszik, hogy a mikroorganizmusok egy jól definiált pórusméretű szűrő alkalmazásával a tejből hidegen 40-50°C-on eltávolíthatók.

A sajttej előkezelésének műveletei közül a tej zsírtartalmának beállítása régebben is jól ismert, évtizedek óta alkalmazott eljárás, amelyet általában a tej kifölözésével érnek el. Az üsttej zsírtartalmát

- a sajt kívánt zsírtartalma
- a sajttej fehérjetartalma
- a gyártástechnológia korszerűsége, fejlettsége
- a zsír emulziós állapota együttesen határozza meg.

A magas fokon gépesített, automatizált sajtgyártásban megkívánt és egyre terjed a tej fehérjetartalmának standardizálása is. Ismert tény, hogy a fehérjetartalom az évszak, a takarmányozás és a laktáció hatására kisebb-nagyobb mértékben változik, ingadozik, nyáron jellemzően alacsonyabb, télen magasabb. A zsírvesztesség csökkentését célozza a sajttej homogénezése. Mivel azonban a homogénezés a kazeinfehérjének a zsírgolyók burkába való beépülése miatt a tejalvadási tulajdonságait rontja, az üsttej esetében kizárólag a tejszín

részhomogénezését lehet alkalmazni kb. 60°C-on 180 bar nyomással. A nem megfelelő módon homogénezett sajttej alvadéka renyhe, lassan szinerizáló és porlik. Egyes szerzők szerint az érés alatt fémes, karcos íz is előfordulhat, amelynek pontos okát még nem ismerjük.

1.4.3. A sajttej érlelése

A sajttej érlelésének célja, hogy megteremtse a sajt savanyításában, majd érlelésben szerepet játszó mikroorganizmusok gyors és erőteljes szaporodásának, anyagcseréjének feltételeit. Gyakorlati megfigyelés, hogy a friss tej savanyodási készsége és ereleje gyenge. Az ilyen tejnek az üstmunka kezdetéig előérésen kell átesnie ahhoz, hogy később a sajt érésében szerepet játszó baktériumok és más mikroorganizmusok megfelelő ütemben szaporodjanak. A sajttejet két szakaszban érlelik.

Előérlelésen, amely művelet a tej előkezelését követi, kis mennyiségű általában mezofil tejsavbaktérium színtenyészetnek az előkezelt tejhez való hozzáadását és 8-12°C közötti hőmérsékleten 12-16 óráig való tárolását értjük. Az előérlelés alatt megindul a tejcukor, kisebb mértékben a tejfehérje bontása és a baktériumok anyagcseréje révén olyan intermediér anyagok termelődnek, amelyek kiváló táplálóanyagot szolgáltatnak majd a sajterésben döntő szerepet játszó mikroflórának, garantálva annak gyors elszaporodását az üstmunka alatt. A nyers tej bakteriológiai minőségének javulásával ez a technológiai művelet a jó minőségű oltós sajtok gyártási eljárásából nem hiányozhat. A sajttej előérlelése egyben megteremti a tej egalizálásának a lehetőségét is. Ezzel tartható fenn időről időre a sajttej mindig azonos minősége, összetétele, alvadási és erjedési készsége.

A sajttej érlelésének közvetlen célja az adott sajtra jellemző színtenyészetek mikroorganizmusainak gyors elszaporítása, az anyagcsere-folyamatok közül is elsősorban a tejcukorbontás (glikolízis) megindítása.

1.4.4. A sajttej feljavítása, a sajtglyártáshoz használt fontosabb adalékanyagok

A tej hidegen tárolásának hatására a tejben csökken mind a kolloid állapotban lévő kalcium-foszfát, mind az ionos kalcium mennyisége. Megindul ezért a kazeinmicellák szétesése, amelynek következménye a hosszú alvadási idő, a lágy, nehezen száradó, porló alvadék. Mindezek kiküszöbölésére a sajttejhez a beoltás előtt célszerű kalcium-kloridot adagolni, amelynek mennyisége 100 liter tejre számolva 10-20 g közötti legyen.

Elsősorban a félkemény sajtok ún. korai puffadásának megakadályozására világszerte kiterjedten használják a kálium- vagy nátrium-nitrátot. Az említett puffadást okozó csírák szinte

kizárólag a sajttej reinfekciójából származnak, amely reinfekció jó technológiával és gondos munkával megakadályozható.

Néhány sajttal (pl.: edami) szemben követelmény az állandó, egyenletes szín. Ennek elérése céljából az üstejet színezik azért, hogy a sajt megjelenése télen és nyáron egyforma legyen. A sajttej színezésére csak természetes, növényi eredetű festékeket (pl.: karotin) szabad használni. (Szakály, 2001)

1.4.5. Oltós alvadás

A tej oltós alvadásakor a kazeinmicella a stabilitását elveszti, agglomerálódik és a tejből alvadék formájában kicsapódik, szol állapotból gélbe megy át. A tej oltós alvadása kétfázisú folyamat, amelynek első részében az oltóenzim a kappa-kazeint hidrolízis útján parakappa-kazein részre és glikomakropeptidre bontja. Kísérletek igazolják, hogy az oltós alvadás első szakaszában a micella töltésének kb. fele vész el és ez a részecskék koagulálását önmagában megkönnyíti. Az első szakaszban látható, érzékelhető változás a tejben nem következik be, nincs pelyhesedés, viszkozitás vagy színváltozás. A gélképződés, tulajdonképpeni alvadás, a második szakaszban következik be, méghozzá akkor, amikor a micella elveszti a töltésének kb. 80 %-át (Walstra, Wouters, Geurts 2006; Ustunol, Hicks 1990).

Elektronmikroszkóppal megfigyelve a folyamatot, az alvadás első jeleként a kazeinmicellák kisebb-nagyobb halmazokká asszociálódnak. Ezután a halmazok ágas-bogas képletekké kapcsolódnak össze, amelyek üregeibe a zsír és a diszperziós közeg, a víz (savó) bezáródik. Az alvadékban –folytonos fázisként- a víz háromféle állapotban, úgymint szabad víz, kapillárisan kötött víz és hidrátvíz van jelen. A szabad víz az asszociált kazeinmicellák nagyobb, a kapilláris a 0,1 mm-nél kisebb átmérőjű üregeiben található. A hidrátvíz a fehérjemicellák hidrátburkában kémiai, ill. kolloidálisan kötött.

Az oltós alvadás sebessége döntően a hőmérséklettől függ, de befolyásolja azt még a pH, a kalciumion koncentrációja és a kappa kazein genetikai variánsai is.

Az üstej alvasztásához szükséges oltómennyiséget az oltóenzim oltóerőssége, a sajttej mennyisége, pH-értéke, a kívánt alvadási idő és az alvadási hőmérséklet figyelembevételével határozhatjuk meg. A folyékony oltót térfogatra mérjük ki és az oltóerősségtől függően több-kevesebb vízzel hígítva adjuk a sajttejhez. A por alapú oltót felhasználás előtt fél órával az oltókészítményhez adott utasítás szerint oldjuk fel. Az oltót intenzív keverés mellett adjuk a sajttejhez úgy, hogy az abban egyenletesen elkeveredjen. Az oltó beadása után a tejet a sajtkészítő méretétől és a tej mennyiségétől függően még 2-5 percig keverjük, majd a tej mozgatását megállítjuk. Az alvadási idő alatt a tej mozdulatlan legyen, mert ellenkező esetben az alvadék

kipelyhesedik és a savóval sok alvadékpórt távozik el, veszteség keletkezik. Az alvadás végét –a felvágás kezdetét- tapasztalati úton állapítjuk meg. Ilyenkor az alvadék a sajtkészítő falától elválk és porcelánszerűen törik. (Szakály, 2001)

1.4.6. Az alvadék kidolgozása (üstmunka)

Az alvadék kidolgozásának célja egyrészt víztartalmának csökkentése, másrészt a sajterés mikrobiológiai folyamatainak befolyásolása és irányítása. Az alvadék kidolgozásának fő szakaszai az elősajtolás, utómelegítés, az alvadékmosás, és az utósajtolás. Alvadáskor a fehérjemicellák füzérekbe rendeződnek és kialakul az alvadék térhálós szerkezete, amely magába zárja egyrészt a diszperziós közeget (savót), másrészt a zsírgolyócskákat. A friss alvadék lágy, ami jelzi, hogy a fehérjemicellák közötti kapcsolat laza. Az alvadékban azonban tovább folytatódik a fehérjemicellák közeledése, egészen a lehető legkisebb távolság eléréséig, ami által a gél zsugorodik. A gélnek ezt a zsugorodását szinerézisnek nevezzük.

Az elősajtolás a kellően megszilárdult alvadék felvágásából, aprításából, keveréséből, szükség szerint ülepítésből és savanyításából áll. A szinerézis következtében az alvadékban megindul a fehérjemicellák közeledése, az addig lazán álló micellafüzérek megfeszülnek, megrövidülnek és egyre nagyobb nyomást fejtenek ki az üregekbe zárt savóra. A zsugorodó alvadék üregeiben belső zsugorodási nyomás lép fel, amely a savó egy részét kipréseli az alvadékból.

A fehérjemicellák további dehidratálása utómelegítéssel érhető el. A hőmérséklet növelése ugyanis fokozza a hidrátburok vízmolekuláinak hőmozgását és ezáltal a külső rétegből újabb és újabb molekulák válnak le a micellamagról. Az elmondottakból következik, hogy minél szárazabbra kívánjuk az alvadékokat kidolgozni, annál nagyobb utómelegítési hőmérsékletet alkalmazunk. Lényeges szempont, hogy utómelegítés alatt az alvadék hőmérséklete csak lassan emelkedjék és 1 °C hőmérséklet emelkedést 2-3 perc alatt érzünk el.

Az alvadék mosásának célja a sajttanyag tejcukor-, tejsav- és só koncentrációjának csökkentése. Ez a savó-alvadék elegy vízzel való hígításával érhető el, mivel a szabad savó és az alvadékrögökbe zárt között –a már említett alkotók vonatkozásában- koncentráció különbség jön létre, amely azután ozmózis és diffúzió útján egyenlítődik ki. Az utósajtolás célja az alvadékrögök további dehidratálása, a kellő rögzilárdság és szárazanyag-tartalom elérése. Ennek befolyásoló eszköze a pH-csökkentés és a hőmérséklet-növelés kombinációja. (Szakály, 2001)

1.4.7. A sajt előpréselése és formázása

Az előpréselés és a formázás célja az alvadékrögök egyesítése kívánt alakú és méretű sajtá. Az utósajtolás végén a meleg savóban úszó alvadékrögöket egymáshoz nyomva tapasztalható, hogy

azok rövid időn belül összetapadnak, majd bizonyos idő elteltével összeformnak. A rögök veszítenek tapadó képességükből, ha felületük dehidratáció következtében bőrösödött, vagy pH-juk túlzottan alacsony. . (Szakály,2001)

1.4.8. A sajt préselése

A préselés egyik célja az alvadékrögök nyomással való oly mértékű deformálása és összetömörítése, hogy azok teljes felületükkel érintkezzenek. Cél továbbá, hogy a rögök közötti savó eltávozzon, a sajt a kívánt alakot, formát felvegye és kialakuljon annak kérgé. A formázás, de főleg a préselés folyamán, a sajt felületén elhelyezkedő fehérjemicellák olyan mértékben dehidratálódnak, hogy ott vékony, nagyobb szárazanyag-tartalmú réteg, az ún. kéreg jön létre.(Szakály, 2001)

1.4.9. A sajt sózása

A sajt sózásának célja a sajt íz karakterének létrehozása, az érés mikrobiológiai folyamatainak befolyásolása, egyes káros baktériumok tevékenységének gátlása, valamint a sajt kérgének kialakítása. A sózás a sajt minőségének megőrzését is szolgálja, tehát tartósítási eljárásként is felfogható. (Szakály,2001)

A sajtok sózása a diffúzió és ozmózis jelenségén alapszik. A sajtokat megfelelő töménységű konyhasóoldatba helyezve, a sófürdőből só diffundál a sajtba. A só egyenletes eloszlása lágy sajtokban 1-2 hetet, kemény sajtokban több hónapot vesz igénybe. A sajtok ezért rendszerint a kéreg alatt sósabb ízűek.

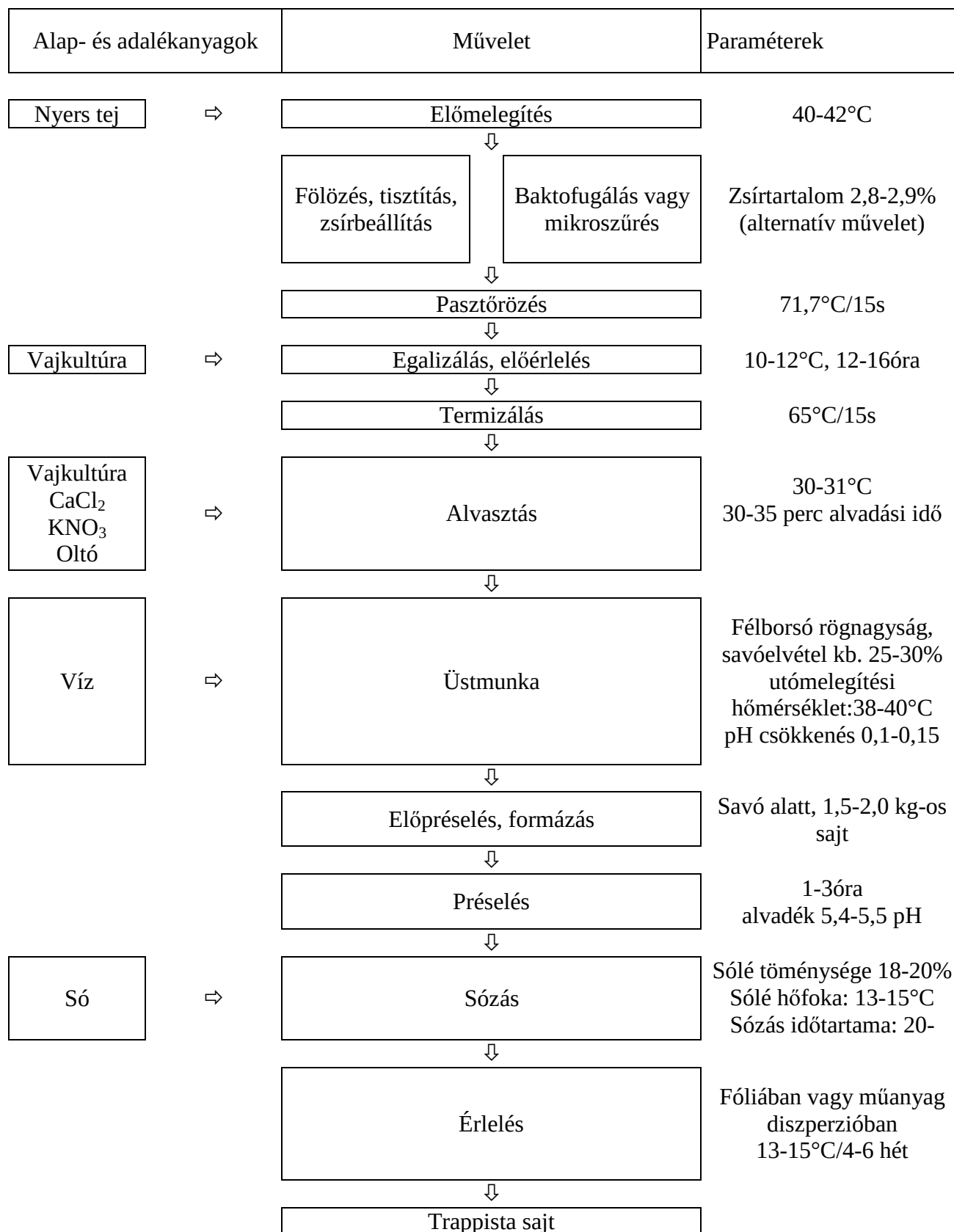
Sózáskor a sajtok súlyukból veszítenek, mivel több savó szivárog el, mint amennyi só diffundál a sajtba. A súlyveszteség függ a sózás időtartamától, a sajt súlyától és a sajtféleségtől. A sózási veszteség általában 3-6% körüli mennyiség.

A száraz sózás vagy porsózás. Munkaigényes módszer, sóveszteséggel jár. Száraz sózás esetén, a sajtok felületét durvább szemcséjű konyhasóval dörzsölik be. A sajtból és a levegőből a sajt vizet von el, feloldódik, majd lassan bediffundál a sajtba. (Ketting, 1977)

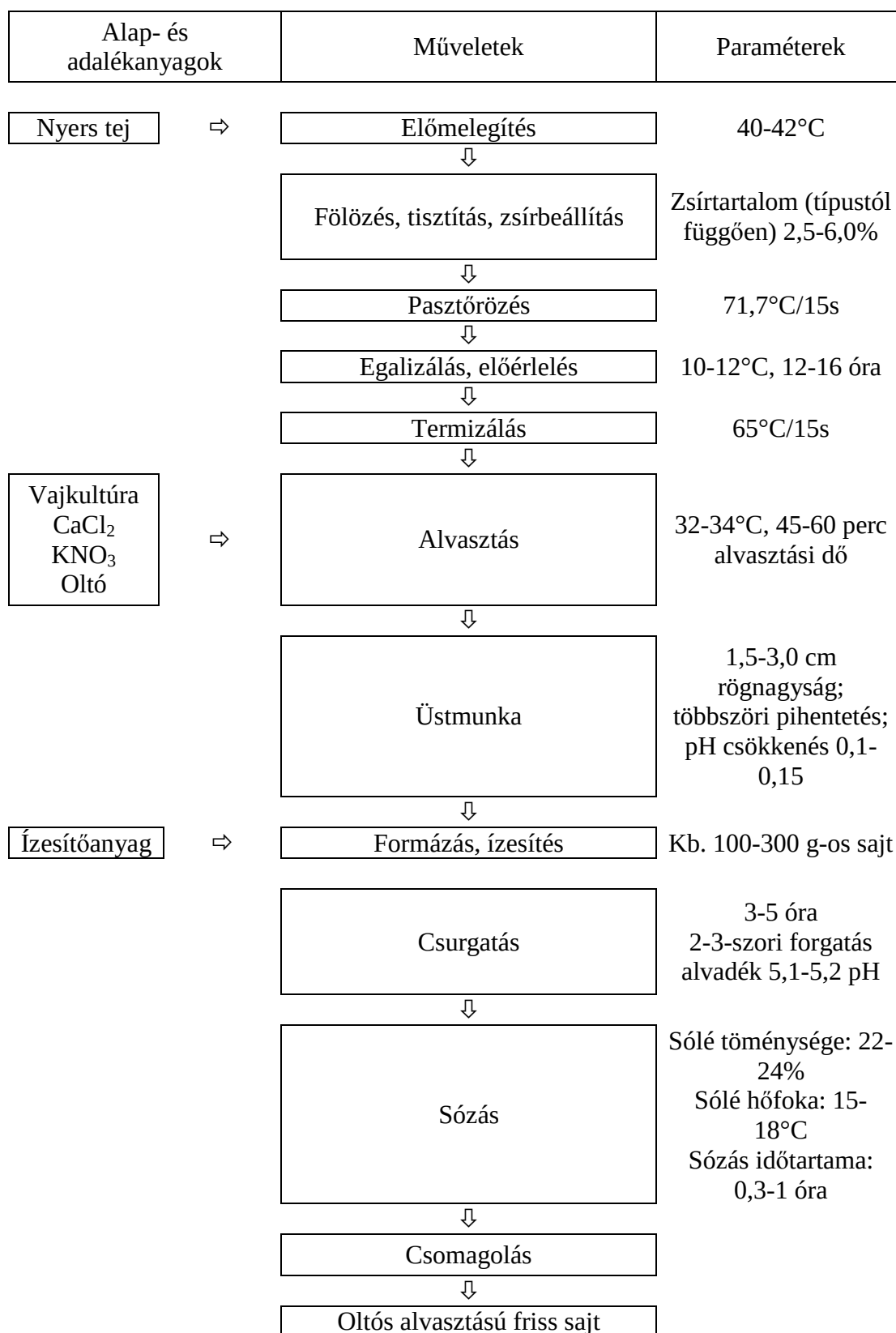
1.4.10. A sajtok érése

Előéréskor a legfontosabb a tejsavbaktériumok működése. Az első pár napban, a nyers sajtban leginkább tejsavas erjedés megy végbe. Megindul a fehérjék lebontása, a parakazeinből peptonok és albumózok keletkeznek. A félkemény sajtokban előérés alatt indul meg és nagyrészt be is fejeződik a lyukképződés. A főérés időszakára a fehérjebontás a jellemző. Ebben az időszakban indul meg általában a különböző sajtféleségek jellegét meghatározó aromaanyagok képződése. Az

utóérés vagy finomérés alatt a hosszabb érésű félkemény sajtok, de különösen a kemény sajtok íz- és zamatanyagai képződnek.(Ketling, 1977)



2. ábra: Félkemény (trappista) sajt gyártás technológiája (Szakály,2001)



3. ábra: Oltós alvasztású friss sajt gyártás technológiája (Szakály, 2001)

1.5. TERMÉKMINŐSÍTÉS MÓDSZEREI

1.5.1. Szénhidrátok mennyiségi meghatározása

1.5.1.1. Minta előkészítés

Eltérő minta előkészítési eljárásokat kell alkalmaznunk az élelmiszer típusától, összetételétől, állagától függően. A monoszacharidok vizsgálata során szilárd minták esetében egyszerű vizes extrakciót alkalmazhatunk. Ezt követően akár szilárd, akár folyékony mintákkal dolgozunk, szükséges az alkalmazni kívánt analitikai módszert zavaró komponensek eltávolítása. Ez jelentheti a derítőszer alkalmazását a színes vagy optikai aktivitással rendelkező komponensek elválasztása céljából, esetleg fehérjék kicsapását, vagy más, nem szénhidrát jellegű redukáló komponensek eliminálását, ha redukción alapuló mérés technikát alkalmazunk. Derítőszerként például ólom-acetátot, Carrez-oldatokat, esetleg aktív szén használhatunk. A derítést minden esetben szűrés követi.

Az oligoszacharidoknál szintén alkalmazható a vizes extrakció, valamint a megfelelően kiválasztott derítési eljárás. Számos analitikai módszer esetében a minta előkészítés utolsó lépése a savas vagy enzimikus hidrolízis, melynek eredményeképpen a feladat a monoszacharidok meghatározására egyszerűsödik.

1.5.1.2. Mérési módszerek csoportosítása

A szénhidrát-analitikában általában kémiai, fizikai, kromatográfiás és bioanalitikai elveken alapuló mérési módszereket alkalmazunk. Ezen módszerek csoportosítását a 3. táblázat foglalja össze.

3. Táblázat A szénhidrátok meghatározásának fontosabb módszerei

Mérési elv	Alkalmazási terület
Kémiai módszerek Redukáló hatású alapján Gravimetria Titrimetria: -permanganometria, -jodometria, -Fotometria	redukáló cukrok meghatározása (hidrolízis alkalmazásával valamennyi oldható szénhidrát meghatározható)
Fizikai Refraktometria Polimetria	oldható szénhidrátok oldható szénhidrátok
Kromatográfiás Vékonyréteg kromatográfiás (VRK)	mono-, di- és oligoszacharidok kimutatása és közelítő mennyiségi analízise mono-, di- és oligo-szacharidok elválasztása és

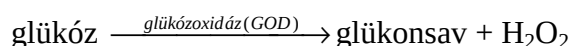
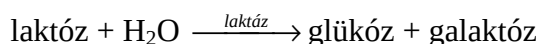
Nagyhatékonyságú folyadék-kromatográfiás (HPLC)	pontos mennyiségi analízise
Biokémiai	specifikus hidrolízis a legtöbb összetett szénhidrát esetében
Enzimes analízisek	specifikus enzimreakció a monoszacharidok kimutatására

(Forrás: Tömösközi, Sarkadi, Lelik, 2000)

1.5.1.3.1 Enzimes laktóz meghatározási módszerek

A laktóz (tejcukor) glükóz és galaktóz komponenset tartalmazó diszacharid, amely laktáz (β -galaktozidáz) enzim hatására alkotórészeire hidrolizál. Ezt követően a laktóz mennyiségét glükóz vagy galaktóz mérése alapján határozhatjuk meg. Ha a vizsgálandó minta egyéb cukor komponenset is (glükóz, szacharóz) tartalmaz nagyobb koncentrációban, a laktóztartalmat célszerű galaktóz tartalom alapján végezni, ha a minta csak laktózt tartalmaz nagyobb koncentrációban (tej, tejpor, tejfehérje-koncentrátumok), mennyiségét glükóztartalom alapján meghatározhatjuk. A detektálás fotometriás és amperometriás módszerrel egyaránt lehetséges.

A meghatározás alapját képező enzimreakciók **glükóztartalom** mérés esetén:



A hidrogén peroxid segédreakcióban peroxidáz (POD) hatására a m-krezol és 4-amino-fenazon tartalmú színképzőt vörös színű kinonszármazékká oxidálja, ami $\lambda = 500$ nm-en jellemző fényelnyelést ad.

A meghatározás alapját képező enzimreakciók **galaktóztartalom** mérés esetén:

A laktózt a β -galaktozidáz hidrolizálja D-glukózzá és D-galaktózzá pH 6,6, értéken. A keletkező D-galaktózt a nikotinamide-adenine dinukleotid (NAD) oxidálja D-galaktonsavvá pH 8,6-on. β -galactose dehidrogenáz (Gal-DH) jelenlétében. A reakcióban átalakult NADH mennyisége sztöchiometrikus a laktóz és a D-galaktóz mennyiségével. A NADH növekedését, annak fény abszorpciójával mérik az ultraibolya tartományban (334, 340 vagy 365 nm-en).

Az utóbbi évek fejlesztése, amely automatizált analízist tesz lehetővé a biokémiai analizátor, ami sajt tejcukor tartalmának meghatározására is alkalmas. A készülék specifikus enzim reakció alapján dolgozik, a szubsztrát oxidáció amperometrikus mérése révén számítja ki az eredményeket. Az adott szubsztrát mérését egy vagy több enzim immobilizációja segítségével számítja ki. A

szubsztrát reagál az enzim(ek)kel, pl. a laktóz oxidációját a galaktóz-oxidáz enzim katalizálja galaktóz dialdehid származékká és hidrogén-peroxiddá. A keletkezett hidrogén-peroxid egy platina elektródon oxidálódik. Az e közben keletkező áram intenzitása arányos a szubsztrát koncentrációjával. (Vitális Kft., <http://vitaliskft.com>)

1.5.2. Érzékszervi bírálat

Az érzékszervi vizsgálatok elengedhetetlen részei az élelmiszer-vizsgálatoknak. Az érzékszervi vizsgálatokkal az élelmiszer külső megjelenését, színét, ízét (zamatát), szagát (illatát) vagyis az élelmiszerek értékét vizsgáljuk. Az élelmiszerek elváltozásainak kémiai, fizika vagy mikrobiológiai okai vannak, melyek kimutathatók érzékszervi vizsgálatokkal. Az érzékszervi vizsgálatokkal nem zárhatunk ki egyéb vizsgálatokat, sőt éppen az érzékszervi vizsgálat jelezheti a kémiai és mikrobiológiai vizsgálatok szükségességét.

Az érzékszervi vizsgálatok az élelmiszerek objektív tulajdonságairól adnak információt. Azonban az emberi érzékszervek könnyen kifáradnak, működésüket a körülmények, beleértve a bírálók pszichikai állapotát is, erősen befolyásolják, csak az érzékszervi vizsgálatok körülményeinek, előfeltételeinek szigorú betartásával és az eredmények matematikai - statisztikai értékelésével nyerhetünk helyes eredményeket.

1.5.2.1. Sajtok érzékszervi bírálata

A sajtok érzékszervi bírálatát az általános irányelveket tartalmazó MSZ 12 292, valamint a vonatkozó termékszabványok előírásai szerint végezzük. A mintákat 18 °C léghőmérsékletű, tiszta levegőjű, világos helyiségben bíráljuk. A minták hőmérsékletének is 18 °C-nak kell lenniük.

A sajtbírálatot a külső tulajdonságok minősítésével kezdjük. A külső bírálat során lényeges a sajt kérgének, illetőleg felületének, valamint a csomagolás minőségének vizsgálata.

A belső tulajdonságok megítélésekor a sajt színét, lyukazottságát, állományát, szagát és ízét értékeljük. A belső bírálathoz a sajtot felvágjuk. A sajt színének bírálatát legcélszerűbb napfénnel végezni. A lyukazottság bírálatakor a lyukak számát, nagyságát, alakját, a lyukak felületének színét vizsgáljuk. Az állományt két részben minősítjük. Először a sajtminta rugalmasságát, hajlíthatóságát, kenhetőségét vizsgáljuk, majd a szájban való viselkedését bíráljuk. A szag bírálatakor a megfelelő nagyságú sajtmintát egy kés lapjára vagy kanálra helyezve szagoljuk. A szag megítélését célszerű az íz bírálatával összekapcsolni, mert egyes szaghibák csak az íz megítélésekor észlelhetők. (Balatoni, Ketting, 1981)

1.5.2.2. Egyszerű leíró módszer

A minták érzékszervi vizsgálatát egyszerű leíró módszerrel végezzük. A sajtminták érzékszervi jellemzése céljából a külső megjelenés, a szag, az íz és az állomány tulajdonságcsoporthoz mindegyikét vizsgáljuk.

A módszer lényege, hogy a négy tulajdonságcsoporthoz jellemzésére legfeljebb 3 pozitív és 3 negatív jelzőt fogalmaztatunk meg az egyes bírálókkal tulajdonság csoportonként, majd ezeket összegezve kiválasztjuk a bírálói csoport által megfogalmazott maximum 3 legfontosabb pozitív és maximum 3 legfontosabb negatív jelzőt. A kapott eredmény alapján megállapítjuk a mintáról, hogy inkább pozitív vagy negatív a megítélése. A pozitív és negatív jelzők számaránya minősíti a terméket jónak vagy rossznak. (Fliedner, Wilhelmi, 1989)

Igen gyakori az az alkalmazási mód, amikor az érzékszervi bírálók az egyes termékekre semmilyen előzetes iránymutatást vagy szempontot nem kapnak, de a termékek tulajdonságait a fogyasztói szokások szerint előre meghatározott sorrendben vizsgálják, és megállapításaikat írásban rögzítik. Ezt a módszert különösen az ismeretlen pl.: konkurens termékek érzékszervi vizsgálatánál használják. (Molnár, 1991)

2. Kísérleti rész

2.1. Előkísérletek a sajt tejcukor tartalmának meghatározására

A sajtban a tejcukortartalom meghatározására, jól működő, megbízható módszert kellett kidolgozni.

A sajtok laktóz tartalmának kinyerésére az irodalom a vizsgált mintából 1% sajt-szuszpenziót készít, amiből 50°C-on ultrahangos vízfürdős rázatással extrahálja ki a tejcukrot. Kísérlet sorozat keretében optimalizáltuk a sajt-szuszpenzió töménységét (5%, 10%, 15%, 20%), a homogenizálás módját, és a fehérjementesítéshez felhasznált extraktum (10, 30, 50, 70 g) mennyiségét.

A tej tejcukor tartalmának meghatározására alkalmazható módszer ismert volt.: melynek elve a fehérjementesített minták tejcukor tartalmának enzimes hidrolízise β -galaktozidáz (laktáz) enzim segítségével a tejcukrot glukózra és galaktózra bontja. Az így kapott minták glukóz tartalmát enzimes módszerrel GOD-PAP reagenssel spektrofotometriásan határoztuk meg.¹

A módszer rutinszerű alkalmazása érdekében 5 alkalommal vizsgáltam fogyasztói tejek laktóztartalmát. A sajt laktóztartalmának kinyerésére 10 kísérletsorozatot végeztünk.

Az általunk kidolgozott módszer az alábbi:

2.1.1. Minta-előkészítés:

Az aprított sajtmintákból 20%-os vizes szuszpenziót készítünk. A szuszpenziót ezután homogenizáljuk (botturmix1-es fokozat, ½ perc), és ultrahangos vízfürdőbe helyezük 50 °C-on 20 percre. Az ultrahangos kezelés után a szuszpenziót ismét homogenizáljuk (botturmix1-es fokozat, ½ perc), visszahűtjük szobahőmérsékletűre. 7000/perc-es fordulatszám, 0°C-on 20 percig centrifugáljuk. Ezt követően a mintákat vattán keresztül megszűrjük, a zsír eltávolítása céljából.

2.1.2. Tejcukortartalom meghatározás

Fehérjementesítés:

¹ A glukóz meghatározást Analyticon® Biotechnologies AG diagnosztikai készletével végeztük.

A sajt extraktumból 50g illetve 70 g-ot 100 cm³-es mérőlombikba mértünk, fehérjementesítettük 10 cm³ 0,1 M NaOH, 10 cm³ Carrez I. {K₄[Fe(CN)₆] és 10 cm³ Carrez II. {ZnSO₄} oldattal, jelre töltés és 30 perc állásidő után W1-es szűrőpapíron szűrtük.

Laktózbontás β -galaktozidázzal

38 cm³-es centrifugacsőbe mérünk:

- 4 cm³ vak szűrlet + 0,8 cm³ citrát puffer + 0,2cm³ β -galaktozidáz enzim, összerázás.
- 4 cm³ minta szűrlet + 0,8 cm³ citrát puffer + 0,2 cm³ β -galaktozidáz enzim
- 60 perc reakcióidő.

A reakcióidő leteltével 5cm³ 5%-os TCA (triklór ecetsav oldat)-val leállítjuk a reakciót.

- 10 perc állás után 4000fordulat/perc centrifugálás 10 percig
- a felülúszó leöntése kémcsövekbe

Glükóz meghatározás diagnosztikai teszttel

2.2. A kísérleti gyártásokhoz felhasznált anyagok

A tejcukor tartalom vizsgálatára, saját sajtmintákat készítettem. Félkemény és friss sajtokat, a friss sajton belül natúr illetve fűszeres változatot egyaránt.

A gyártásokhoz a megfelelő előkészítés után, friss tehén nyerstejet használtam, amit a Sole Mizo Zrt. biztosított számomra.

A gyártások során a sajtgyártásban megszokott adalékanyagokat használtam. Így kristályos CaCl₂ 2-hidrát-ot (Reanal gyártási szám: 823937) oltóenzimet (Chy-MaxTM Plus (Chr. Hansens A/S, Dánia, tételszám:3017961).

A tejcukor bontásához Maxilact LG 2000 laktázenzimet (DSM Delft, Dánia, tételszám: 409144001) használtam.

A sajtok ízesítéséhez durvaszemű konyhasót, friss pritaminpaprikát és metélőhagymát használtam fel.

2.2.1. Kontroll és enzimkezelt félkemény és friss sajt gyártása

A végcél az volt, hogy az elkészített kísérleti sajtok laktózmentesek legyenek, vagy legalábbis igen alacsony laktóztartalmuk legyen.

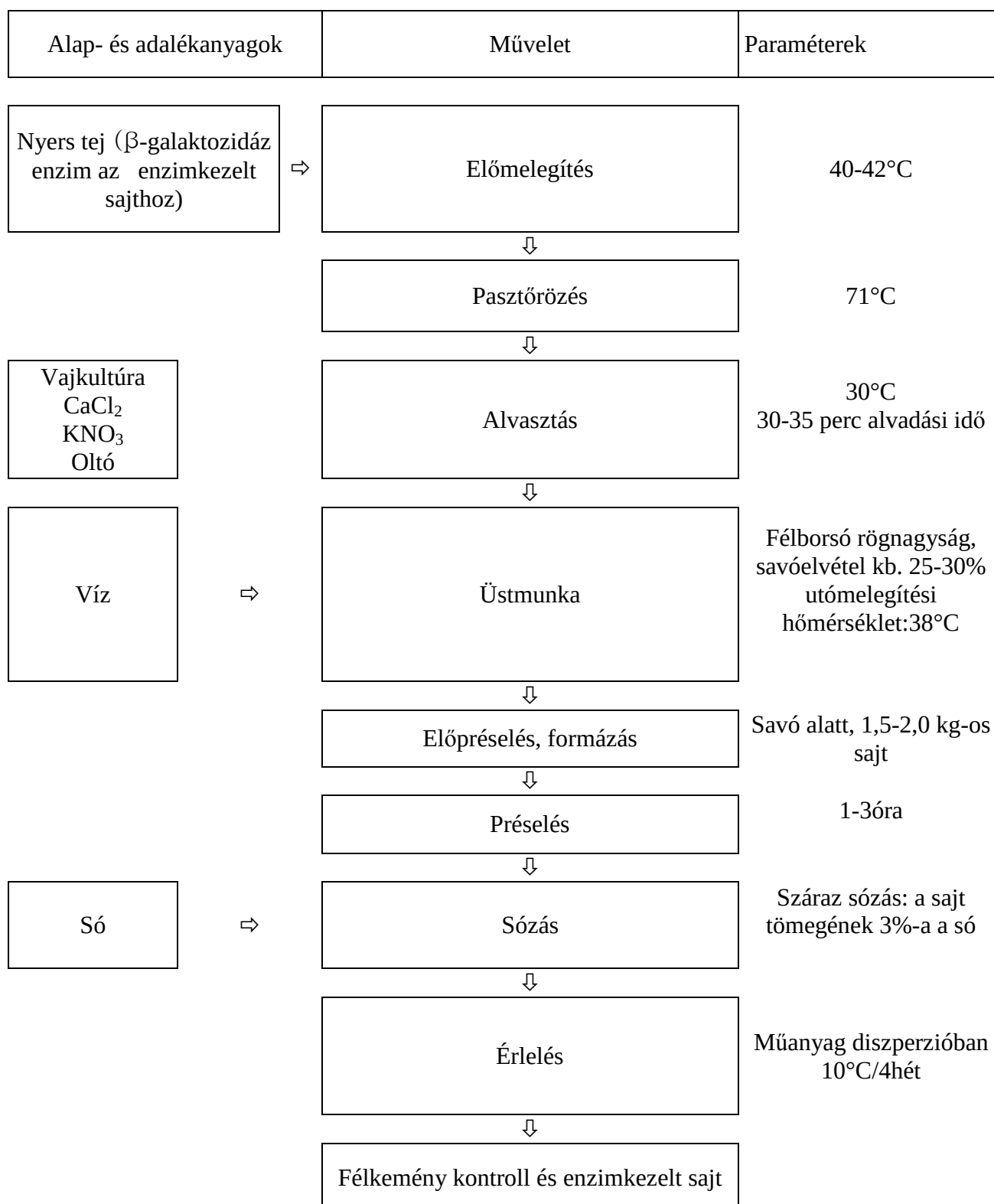
A sajtok tejcukor tartalmát kétféleképpen lehet a szokásostól eltérően csökkenteni. Egyik lehetséges módszer az üstmunka folyamán a savóval együtt eltávolíthatjuk a tejcukor döntő részét. Ennek fokozásához azt a módszert választottam, hogy a sajttej előkészítése során annyi laktáz enzimet adagoltam a sajttejhez, ami feltételezhetően, a későbbi érési folyamattal együtt biztosítja az extrém alacsony tejcukortartalmat.

Az 1.4 fejezet 2. és 3. ábrái szemléltetik a félkemény és friss sajt gyártás technológiáját. A saját sajtminták gyártásánál ezeket a technológiákat vettük figyelembe, azzal, hogy a szükséges helyeken a paramétereket, ill. az egyes műveleteket megváltoztattuk.

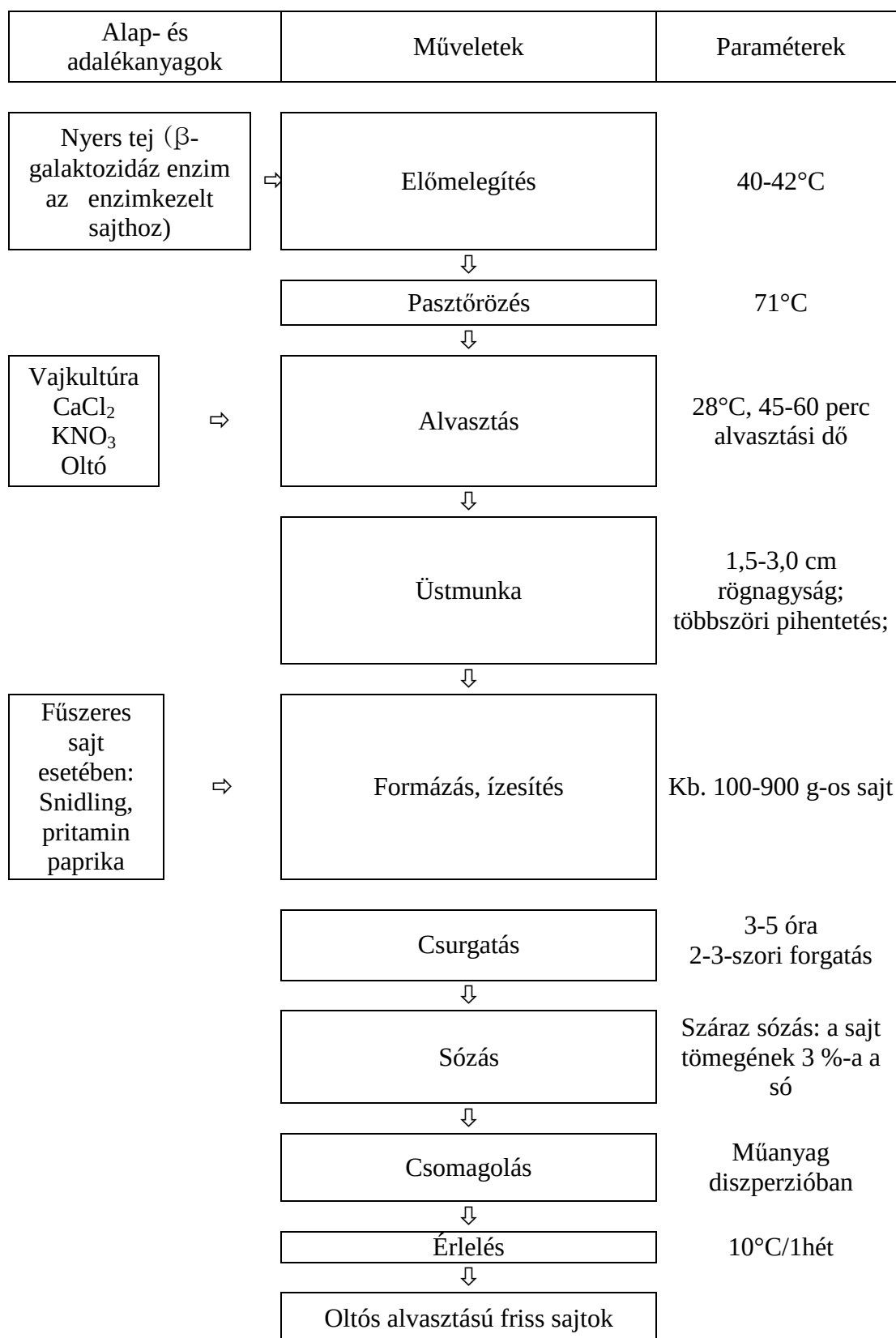
Alapvető kritérium volt, hogy még a beoltás előtt el kellett bontani a tejcukor egy bizonyos részét. Ezért, a kádba való betöltés előtt a szükséges mennyiségű laktáz enzimet (félkemény sajt: 3ml/10liter tej; friss sajt: 6 ml/10 liter tej) a 30°C-os tejbe kevertük és 2 óra időt hagytunk a tejcukorbontásra.

Ezután a sajtok a szokásos technológia szerint készültek. Lényegi különbség a gyártásban az volt, hogy a friss sajtot nem préseltük, és az előpréselés a friss sajt esetében jóval tovább tartott, tulajdonképpen az csurgatásnak, savanyításnak felelt meg. A friss sajt érlelése is jóval rövidebb ideig tartott, 1 hét (10°C) után történt a vizsgálat és az érzékszervi minősítés, míg a félkemény sajt esetében 4 hétig történt az érlelés 10°C-on.

Az alábbi ábrákon mutatom be a kísérleti sajtok részletes technológiáját.



4. ábra: Félkemény kontroll és enzimkezelt kísérleti sajt gyártás technológiája



5. ábra: A friss natúr és fűszeres kontroll illetve enzimkezelt kísérleti sajtok gyártás technológiája

Ilyen módon elkészített sajtmintáim a következők voltak:

1. Félkemény kontroll sajt
2. Félkemény enzimkezelt sajt (csökkentett laktóz tartalmú)
3. Friss natúr kontroll sajt
4. Friss natúr enzimkezelt (csökkentett laktóz tartalmú)
5. Friss fűszeres kontroll sajt
6. Friss fűszeres enzimkezelt (csökkentett laktóz tartalmú)

2.3. Vizsgálati módszerek

2.3.1. Tejcukor tartalom vizsgálat

A tejcukor tartalom meghatározást az előkísérletek alapján optimalizált módon végeztük (lásd: 2.1 fejezet)

2.3.2. Nedvesség tartalom vizsgálat

A minta előkészítése: a mintát sajtreszelőn megreszeljük, dörzstálban vagy porcelántálban kanállal elkeverve egyenlősitjük és a vizsgálatig jól zárható edényben tartjuk. A sajtok nedvességtartalmát az MSZ 2714/2-1989, szabvány szerint határoztuk meg, amely a sajt, ömlesztett sajt és túró kémiai és fizikai vizsgálata-a víz- és szárazanyag-tartalom meghatározására alkalmas.

A méréseket négy párhuzamos segítségével végeztük.

2.3.3. Fehérjetartalom vizsgálat

A vizsgált minták fehérje tartalmát Kjeldahl módszerrel végeztük Kjeltec rendszerrel (Tecator)

A vizsgálatot kettő párhuzamos segítségével végeztük.

2.3.4. Zsírtartalom vizsgálat

A zsírtartalom meghatározás Soxhtec készülékkel történt.

Zsírtartalom vizsgálat során meghatároztuk a zsírtartalom, a zsírtartalom a szárazanyagban és a víztartalom a zsírmentes sajtanyagban értékeit. A vizsgálatot kettő párhuzamos segítségével végeztük.

A víztartalom a zsírmentes sajtanyagban érték kiszámítása a következő képlettel lehetséges:

$$V_{zsmsa} = \frac{\text{Víztartalom} \left[\% \frac{\text{m}}{\text{m}} \right]}{100 - \text{zsírtartalom} \left[\% \frac{\text{m}}{\text{m}} \right]} * 100$$

2.3.5. *Variancia analízis*

Az egy szempontos varianciaanalízisben ugyanazt a jellemzőt több csoport egyedein meghatározva, a mérés csoportonkénti átlagait számítják. A módszerrel azt vizsgálják, hogy valamilyen mintacsoport bizonyos szempont alapján szétválasztott alcsoportjai szignifikánsan különböznek-e egymástól. Az összes megfigyelt adatot egyetlen közös alapsokaság mintájának tekintik. Az adatokból becsülhető a közös szórásnégyzet, a közös variancia. Az összes variancia tényezőnként becsült szórásnégyzetekre bontható. A maradékot tekintik a hiba szórásnégyzetnek. Az alcsoportok átlagértékei és a hozzátartozó többszörös összehasonlításnál kijelölt konfidencia intervallumok alapján állapítható meg, hogy az alcsoportok szignifikánsan különböznek-e egymástól (Sváb 1981).

3. Eredmények és értékelésük

3.1. A minták beltartalmi összetétele

A sajtminák beltartalmi adatait, zsírtartalom, szárazanyag-tartalom, nedvességtartalom, zsírtartalom a szárazanyagban és a víztartalom a zsírmentes sajtanyagban, az előző fejezetben leírtak szerint magunk határoztuk meg. A következő táblázatokban a minták beltartalmi paramétereit láthatjuk.

4. Táblázat: A minták elsődleges beltartalmi értékei

Mintakód	Nedvesség tartalom m/m%	Fehérje tartalom m/m%	Zsírtartalom m/m%	Szárazanyag- tartalom m/m%	Tejcukor tartalom m/m%
1	46,36	22,06	22,69	53,64	1,03
2	44,11	22,09	24,43	55,89	0,54
3	52,19	17,07	22,09	47,81	1,63
4	52,06	17,89	21,50	47,94	0,55
5	50,26	12,84	24,76	49,74	0,54
6	47,37	18,91	21,23	52,63	0,18

Mintakódok: mk=1 (félkemény kontroll) mk= 2 (laktózcsökkentett félkemény) mk=3(friss natúr kontroll) mk=4 (laktózcsökkentett friss natúr) mk=5 (friss fűszeres kontroll) mk=6 (laktózcsökkentett friss fűszeres)

5. táblázat: A sajtminák származtatott beltartalmi paraméterei

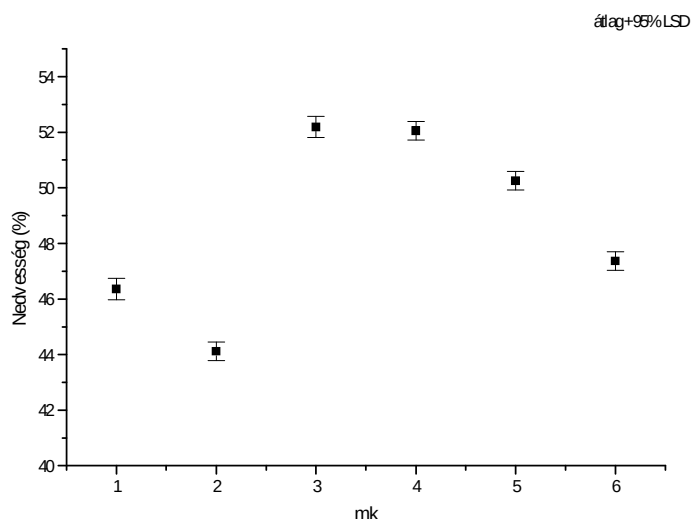
Mintakód	zsírtartalom a szárazanyagban m/m%	vízirtalom a zsírmentes sajtanyagban m/m%	tejcukor tartalom a szárazanyagban %
1	41,61	58,81	1,92
2	43,37	57,78	0,97
3	46,36	67,18	3,41
4	44,54	65,90	1,15
5	48,96	65,70	1,09
6	40,48	60,36	0,34

Mintakódok: mk=1 (félkemény kontroll) mk= 2 (laktózsökkentett félkemény) mk=3(friss natúr kontroll) mk=4 (laktózsökkentett friss natúr) mk=5 (friss fűszeres kontroll) mk=6 (laktózsökkentett friss fűszeres)

Az Élelmiszerkönyvi célértékeket nézve, a sajtminák mindegyike félzsíros, a fűszeres kontroll sajt eredménye zsíros sajt, de ez valószínű a vizsgálat nem pontos végrehajtásából adódik. A besorolást a zsírtartalom a szárazanyagban értékekre kellett kiszámítani.

Állomány szerint, az elkészített félkemény sajtok, a vízirtalom a zsírmentes sajtanyagban értékekre meghatározva is félkemények. A friss natúr kontroll sajt eléri a lágy sajtok határát, a másik három friss sajt értékei kissé alatta maradtak a szabvány követelményének. Az eltérés egyik valószínű oka, hogy sajtok beltartalmi adatainak meghatározása, nem közvetlenül a gyártást követően történt, hanem a minák több hetes fagyasztva tárolása után. A lefagyasztást követő felengedésnél bizonyos folyadék veszteség elkerülhetetlen volt.

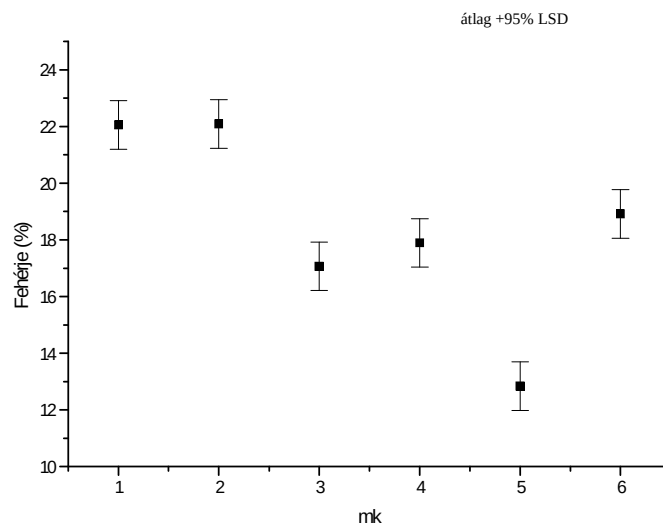
Varianciaanalízis segítségével arra kerestük a választ, van-e szignifikáns különbség a különböző minák között a beltartalmi adatok (a nedvesség-, zsír-, fehérje- és tejcukor tartalom) alapján.



6. ábra A különböző sajtminták nedvesség tartalmának átlagértékei és a 95%-os valószínűségi szinthez tartozó legkisebb szignifikáns differencia értékek (LSD)

mk=1 (félkemény kontroll) mk= 2 (laktózcökkentett félkemény) mk=3(friss natúr kontroll) mk=4 (laktózcökkentett friss natúr) mk=5 (friss fűszeres kontroll) mk=6 (laktózcökkentett friss fűszeres)

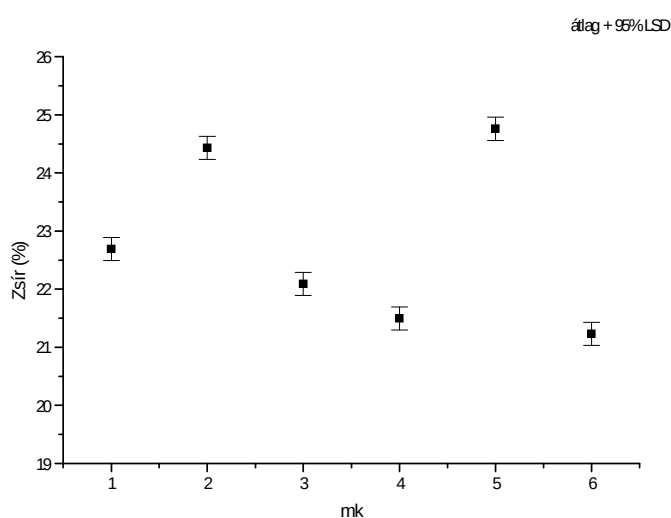
A minták nedvesség tartalma 43%-tól 53%-ig terjed ki. A félkemény kontroll és enzimekelt sajt nedvesség tartalmi értékei szignifikánsan különböznek, de az Élelmiszerkönyv előírt célértékein belül helyezkednek el. A friss sajtokra jellemző magasabb nedvesség tartalmat a 6. ábra is mutatja. Nem találtunk szignifikáns különbséget a kontroll és a laktóz csökkentett natúr lágy sajtok között. Szignifikáns különbség a friss fűszeres kontroll és a friss fűszeres enzimekelt sajtok között mutatkozik. Ezzel ellentétben a friss natúr kontroll és a friss natúr enzimekelt sajt nedvesség tartalma lényegében nem különbözik.



7. ábra A különböző sajtminták fehérje tartalmának átlagértékei és a 95%-os valószínűségi szinthez tartozó legkisebb szignifikáns differencia értékek (LSD)

mk=1 (félkemény kontroll) mk= 2 (laktózcsökkentett félkemény) mk=3(friss natúr kontroll) mk=4 (laktózcsökkentett friss natúr) mk=5 (friss fűszeres kontroll) mk=6 (laktózcsökkentett friss fűszeres)

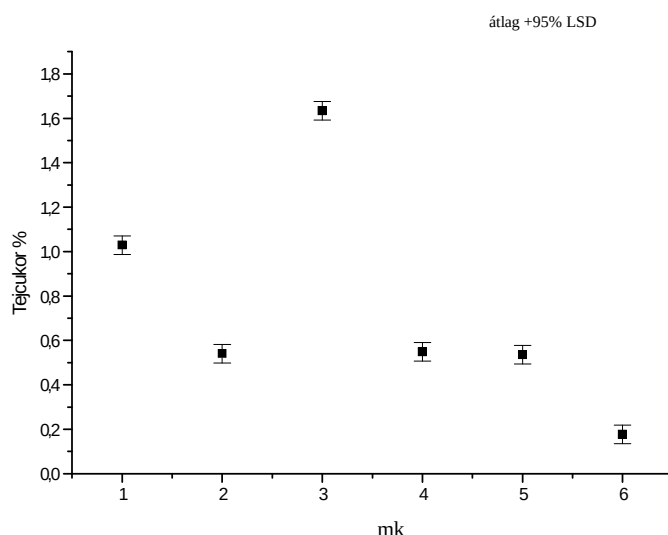
A fehérje tartalom eredményeinek vizsgálatánál láthatjuk, hogy a félkemény laktóz csökkentett és kontroll illetve a natúr lágy sajtoknál nem találtunk szignifikáns különbséget. A friss fűszeres kontroll és enzimekelt mintáknál szignifikáns különbség mutatkozott.



8. ábra A különböző sajtminták zsírtartalmának átlagértékei és a 95%-os valószínűségi szinthez tartozó legkisebb szignifikáns differencia értékek (LSD)

mk=1 (félkemény kontroll) mk= 2 (laktózcsökkentett félkemény) mk=3(friss natúr kontroll) mk=4 (laktózcsökkentett friss natúr) mk=5 (friss fűszeres kontroll) mk=6 (laktózcsökkentett friss fűszeres)

A vizsgált minták zsírtartalma viszonylag szűk tartományban 21% és 25% között mozgott. A kontroll és a csökkentett laktóztartalmú minták zsírtartalma minden esetben szignifikáns különbséget mutatott, bár az eltérés különösen a natúr lágy mintáknál minimális.



9. ábra A különböző sajtminták tejcukor tartalmának átlagértékei és a 95%-os valószínűségi szinthez tartozó legkisebb szignifikáns differencia értékek (LSD)

mk=1 (félkemény kontroll) mk= 2 (laktózcsökkentett félkemény) mk=3(friss natúr kontroll) mk=4 (laktózcsökkentett friss natúr) mk=5 (friss fűszeres kontroll) mk=6 (laktózcsökkentett friss fűszeres)

A kontroll minták tejcukor tartalma 1,0%, 1,6% és 0,5% volt. A félkemény sajt tejcukor tartalma a gyártástechnológiából és a hosszabb érlelési időből adódhatott. A mért értékek megfeleltek a várakozásnak, ill. az irodalomban talált adatoknak, hiszen pl. Blake, et al. (2005), különböző tejcukor tartalmú tejből készült cheddar sajtok 167 napos érlelése után a tejcukor tartalom 0,08% és 0,47% közötti értékeket mutatott. A natúr friss sajt tejcukor tartalmát találtuk a legmagasabbnak 1,6%. Ez az érték megfelel az irodalmi adatoknak (Kondyli, et al 2008). A fűszeres ízesítésű friss sajtra - amire nem találtunk irodalmi adatot - igen alacsony tejcukortartalmat mértünk. A friss natúr és fűszeres sajttartékában tapasztalt jelentős különbség (kb. 0,4%) oka lehet, hogy a két termék két különböző kísérleti gyártásból származott. A natúr sajt analízise közvetlenül a gyártás után történt, az ízesített sajtminták az analízisig lefagyasztva, több hetes állás után lettek

meghatározva. A kísérleti technológiák eredményességét bizonyítja, hogy a kontroll és laktóz csökkentett minták tejcukor tartalma szignifikánsan eltért egymástól.

Az enzimkezelt sajtok tejcukor értékei 0,2%, 0,5% és szintén 0,5% volt. Hasonló technológiával, a sajttej előzetes hidrolízisével gyártott, sajtok tejcukor tartalmának értékeire nem találtunk megfelelő irodalmat. A kontroll mintákhoz képest, a tejcukor tartalomnak legalább 50%-os vagy annál nagyobb csökkenését mértük az előzetesen hidrolizált tejből készült sajtokban. Az eredményeket elemezve kijelenthetjük, hogy az enzimbontás, a laktóz tartalom előzetes csökkentése, mindegyik sajtnál eredményes volt, a kívánt cél felé, azaz a „laktózmentes” kategória irányába vitte a sajtokat.

A tejnek a tejcukor tartalmát alapul véve, ami 4,7 %, kiszámíthatjuk, hogy az enzimkezelt sajtok tejcukor tartalma az eredeti értéknek hány százaléka.

E szerint a félkemény enzimkezelt sajt kiinduló tejcukortartalmának a 11,5%-a maradt a sajtban. A friss natúr enzimkezelt sajtnál 11,7%-a, a friss fűszeres enzimkezelt sajtnál 3,8%-a maradt a sajtban. Laktózmentesnek akkor mondható a termék, ha annak eredeti tejcukortartalma legalább 98%-a lebomlott, vagyis a késztermékben, a sajtban a megengedett tejcukor tartalom maximum 0,1%. A saját gyártású enzimkezelt kísérleti sajtok tejcukor tartalma egyike sem éri el ezt az értéket, de a laktóztartalom igen jelentős mértékben csökkent. Jelenleg nincs szabályozás arra, hogy milyen termékek minősülnek laktózmentesnek, de a közeljövőben várható a laktózmentességre vonatkozó előírás. Várhatóan az a termék fog laktózmentesnek minősülni, amelynek tejcukor tartalma a forgalomba kerüléskor 0,1% vagy az alatti lesz.

3.2. Érzékszervi vizsgálat

Az érzékszervi vizsgálatot az egyszerű leíró módszerrel, négy tulajdonságcsoportra (külső megjelenés, szag, íz, állomány), 5 fős bírálói csoporttal végeztük. A mintákat a vizsgálatig, vákuum csomagolva, hűtőszekrényben tároltuk.

A félkemény sajtnál a termék szerkezetének figyelembe vételével mind a 4 tulajdonságcsoport esetében a minták külső és belső részét külön-külön értékeltük. A friss sajt teljesen homogén volt, így a külső rész külön jellemzése nem volt indokolt.

Érzékszervi vizsgálat után, mind a hat sajtminta túlnyomóan pozitív értékelést kapott.

A következő táblázatokban (6., 7., 8. táblázat) gyűjtöttem össze a saját sajtmintáim legfőbb pozitív és negatív jellemzőit az érzékszervi vizsgálat eredményei alapján.



10. ábra Sajtok a bírálólat előtt (alul a félkemény sajtok)

6. táblázat: A félkemény kontroll és enzimkezelt sajt legjellemzőbb érzékszervi tulajdonságai

<i>Szempont/Leírás</i>	<i>Pozitív „+”</i>		<i>Negatív „-”</i>	
	Kontroll	enzimkezelt	kontroll	enzimkezelt
Külső megjelenés (kéreg)	egyenletes; nem puffadt; csontfehér	egyenletes; nem puffadt; csontfehér	-	-
Külső megjelenés (belsőleg)	halványsárga	halványsárga	a kéreg elkülönül színben	a kéreg elkülönül színben
Szag külsőleg	friss; savanykás; tisztá	friss; savanykás; idegen szagtól mentes	kissé éretlen	kissé üres; semleges
Szag belsőleg	tiszta illat;jellegzetes (sajtra); enyhén savanykás	enyhe; tiszta illat (sajt)	-	kisség jellegtelen
Íz külsőleg	tiszta; megfelelően sós; kellemes	idegen íztől mentes; megfelelően sós	kissé éretlen	kissé sós; kissé éretlen
Íz belsőleg	tiszta; érett; megfelelően sós	tiszta; érett; kellemes	-	enyhén sós
Állomány külsőleg	-	-	kissé törékeny; kevésbé rugalmas; rideg	morzsálódó; kevésbé rugalmas
Állomány belsőleg	lágú; rugalmas; krémes; szájban elolvad	lágú; rugalmas; megfelelő lyukazottság	nem egyenletes lyukazottság	kissé törékeny

A félkemény enzimes sajtnál találtuk a több negatív jellemzőt. Megfigyelhetjük, hogy az enzimkezelt sajtnál a külső megjelenésnél még nem mutatkozott semmilyen különbség, a különbségek a szag tulajdonságcsoporttól kezdődően voltak eltérőek. Az enzimkezelt sajt esetében a szag és az íz tulajdonságcsoportot megfigyelve láthatjuk, hogy több negatív tulajdonság is előtérbe került, mint például az éretlen vagy jellegtelen jellemvonás is. A negatív tulajdonságok részletes leírása nem azt jelenti, hogy a sajtok nem feleltek meg az általános követelményeknek.

Ugyanakkor rámutatnak arra, hogy ha kiváló érzékszervi jellemzőkkel bíró laktózmentes sajtot akarunk készíteni, akkor valószínűleg az érésen vagy az alkalmazott kultúrán kell majd változtatnunk.

A következő táblázatban a friss natúr sajtok jellemzői találhatók.

7. táblázat: A friss natúr kontroll és enzimekelt sajt legjellemzőbb érzékszervi tulajdonságai

<i>Szempont/Leírás</i>	<i>Pozitív „+”</i>		<i>Negatív „-”</i>	
	Kontroll	enzimkezelt	kontroll	enzimkezelt
Külső megjelenés	egyenletes; homogén; csontfehér	egyenletes; homogén; csontfehér	-	-
Szag	tiszta; idegen szagtól mentes; tejszínillat	tejszín illat (tejszínsajtra jellemző); édeskés; friss	nem savanykás; enyhén édeskés	hiányzik a savanykás illat
Íz	telt; enyhén sós; savanykás	savanykás; enyhén sós; telt íz	-	enyhén keserű utóíz
Állomány	kellően krémes; lágy; szájban olvadó	lágý-rugalmas; egyenletes	kissé túl lágy (szinte kenhető); lisztes	nem kellően krémes

A friss natúr kontroll és enzimekelt sajtnál az íz és állomány tulajdonságcsoportoknál jelentkezett különbség. A kontroll sajt savanykás, enyhén sós, telt ízével ellentétben az enzimbontott sajt ízében megjelent az enyhén keserű utóíz. Feltételezhető, hogy vagy az enzimes bontás következtében, vagy esetleges utófertőzés miatt alakult ki a keserű utóíz az érés során. Az állományban is mutatkozott eltérés, mégpedig a kontroll sajt lágýságához képest az enzimekelt sajt nem volt kellően krémes, lágý állományú kettő bíráló szerint, bár a krémes állag nem követelmény a friss sajtok estében (lásd gomolyasajt).

8. táblázat: A friss fűszeres kontroll és enzimkezelt sajt legjellemzőbb érzékszervi tulajdonságai

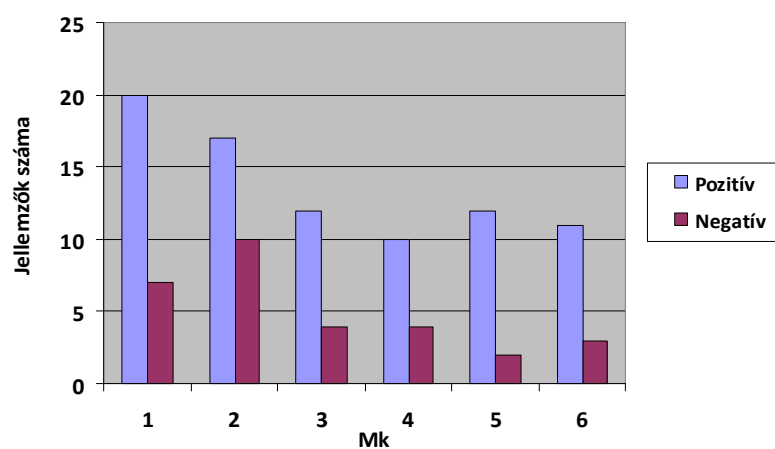
<i>Szempont/Leírás</i>	<i>Pozitív „+”</i>		<i>Negatív „-”</i>	
	Kontroll	enzimkezelt	kontroll	enzimkezelt
Külső megjelenés	kellemes színhatás; egyenletes; csontfehér	tetszetős; kellemes színhatás törtfehér színű sajtmátrixban	-	-
Szag	idegen szagtól mentes; paprikás illat; kellemesen fűszeres	fűszerezésre jellemző; telt; savanykás	fűszerek enyhén elnyomják a sajt illatát	-
Íz	telt; harmonikus; fűszerezésnek megfelelő	harmonikus; kellemesen fűszeres; telt íz	enyhén sós	enyhén kesernyés utóíz
Állomány	lágy; ikrás; kellően rögzös	kellően rögzös; egyenletes	-	enyhén száraz; kissé kemény

Megfigyelhető, hogy a friss fűszeres sajtoknál is az ízben és állományban találhatunk különbségeket. Az enzimkezelt minta ízében itt is megjelent a kesernyés utóíz, állománya kissé kemény és száraz volt a kontroll mintához viszonyítva.

A minták pozitív és negatív tulajdonságainak számszerű összehasonlítása alapján, mindegyik típusú sajtnál a pozitív jellemzők száma volt a nagyobb. Így kijelenthetjük, hogy szignifikánsan pozitív érzékszervi tulajdonságokkal rendelkeznek az elkészített sajtminták.

Az elkészített és érzékszervi módszerrel vizsgált sajtok mindegyike emberi fogyasztásra alkalmas, erre vonatkozóan kizáró tényezőt nem találtunk.

Szemléltetésképpen a következő ábrán láthatjuk a mintákhoz tartozó pozitív és negatív jellemzők számait.



11. ábra A sajtminták pozitív és negatív jellemzőinek oszlopdiagramja

mk=1 (félkemény kontroll) mk= 2 (laktózcsökkentett félkemény) mk=3(friss natúr kontroll) mk=4 (laktózcsökkentett friss natúr) mk=5 (friss fűszeres kontroll) mk=6 (laktózcsökkentett friss fűszeres)

4. Összefoglalás

Munkám során β -galaktozidáz enzimmel kezelt tejből kísérleti sajtokat gyártottam, mégpedig félkemény, friss natúr és friss fűszeres változatokat abból a célból, hogy a kész termékek laktóztartalma minél alacsonyabb legyen. Táplálkozási szempontból ez azért fontos, mert a laktózmentes, vagy laktóztartalmában lényegesen csökkentett sajtokat a laktóz intoleranciában szenvedő személyek többsége feltételezhetően fogyaszthatja.

A tej és sajtminták tejcukor tartalmának enzimes meghatározásához, sikeresen fejlesztettem tovább az irodalomban leírt technikákat és optimalizáltam a körülményeket.

A sajtminták tejcukor tartalom vizsgálata és statisztikai értékelése alapján megállapítható, hogy a csökkentett laktóztartalmú mintáknál a tejcukortartalom legalább 50% vagy annál nagyobb mértékben csökkent. A „laktózmentesség” kritériuma jelenleg nem áll törvényi szabályozás alatt, ugyankor a már nem hatályos rendelet szerint 0,1 % a megadott peremfeltétel. Sajtjaink ugyan nem érték el a laktózmentesség számszerűsített elvi kritériumát, de mindenképpen jelentős eredményt értünk el, mivel elsődleges célunk a laktóztartalom számottevő csökkentése volt.

A félkemény enzimbontott sajt tejcukor tartalma 0,5%-al volt alacsonyabb, mint a (0,54% ill. 1,03%), ami 50%-os csökkenést jelent a kontrollhoz képest. A friss natúr enzimkezelt sajt laktóztartalma 1%-al volt alacsonyabb, mint a (0,55% ill. 1,63%), ami 70%-os csökkenést jelent a kontroll sajtához képest. A friss fűszeres enzimkezelt sajt tejcukor tartalma 0,3%-al volt alacsonyabb a kontroll sajt laktóztartalmánál, mint (0,18% és 0,54%), ami 66%-os csökkenést eredményezett.

A kísérleti gyártásban előállított félkemény és friss sajtok beltartalom szempontjából megfeleltek az Élelmiszerkönyv előírásainak.

A kísérleti sajtok egyszerű leíró módszerrel végzett érzékszervi minősítése alapján megállapítható, hogy mind a kontroll, mind laktóz csökkentett sajtok túlnyomóan pozitív tulajdonságokkal rendelkeztek. Minden kísérleti sajt élvezhető volt, így a munka eredményesnek bizonyult.

A laktóztartalmában csökkentett sajtok közül a félkemény sajt érzékszervi tulajdonságai álltak legközelebb a kontroll mintához.

A redukált laktóztartalmú friss sajtoknál találtunk a kontrollhoz képest néhány kisebb súlyú negatív tulajdonságot (keserű utóíz, törékeny, száraz állomány). A kifogásolt tulajdonságokat a kísérleti gyártás körülményei (kézi munka), a technológia és annak időbeni lefolyása, esetleges utófertőződés, illetve az alkalmazott kultúra fajtája önmagában, vagy együttesen is okozhatták.

A negatív tulajdonságok további termékfejlesztéssel, azaz másik kultúra alkalmazásával, a gyártástechnológia optimalizálásával, a higiéniai körülmények javításával valószínűleg kiküszöbölhetők.

Javasoljuk a téma folytatását a laktóztartalom további (0,1%-ra) csökkentése és a gyártástechnológia optimalizálása érdekében.

IRODALOMJEGYZÉK

Balatoni M. és Ketting F. (1981): *Tejipari Kézikönyv*. Mezőgazdasági Kiadó Budapest.

Blais, B.W., Vailhen, C. (1995): A novel enzymatic microassay for the determination of lactose in grated Parmesan cheese. *Food Control*, Vol. 6, pp. 215-217.

Blake, A.J., Powers, J.R. Luedecke, L.O. Clark, S. (2005): Enhanced Lactose Cheese Milk does not Guarantee Calcium Lactate Crystals in Finished Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science*, Vol. 88, pp. 2302-2311.

Codex Alimentarius, *Magyar Élelmiszerkönyv*. (2004): 2-51 számú irányelv Tej és tejtermékek.

Csapó J. , Csapóné K. Zs. (2002): *Tej és tejtermékek a táplálkozásban*. Mezőgazda Kiadó.

Edgar S. (1995): *Technologie der Milchverarbeitung*. Behr's Verlag GmbH & Co., Hamburg, Germany ©.

Fenyvessy J. , Csanádi J. (2007): *Tejipari Technológia*. Universitas Szeged Kiadó.

Fenyvessy J. , Görgényi G. , Csanádi J. (1995): *Szaktechnológiák Tej*. Germand 2000 KFT.

Fliedner, I., Wilhelmi, F. (1989): *Grundlagen und Prüfverfahren der Lebensmittelsensorik*. Behr's Verlag, Hamburg.

Holsinger, V. H., Kilgerman, K. H. (1991): Application of lactose in dairy foods and other foods containing lactose. *Food Technology*, 45(1), pp. 94±95.

Houts, S. S. (1988): Lactose intolerance. *Food Technology*, 42 Vol. No. 3, pp. 110±113.

Ketting F. (1977): *Tejipari technológia 2*. Mezőgazdasági Könyvkiadó.

Kondyli E., Katsiari M.C., Voutsinas L.P. (2008): Chemical and sensory characteristics of Galotyri-type cheese made using different procedures. *Food Control* Vol.19 pp. 301-307, Science Direct.

Molnár P. (1991): *Élelmiszerek érzékszervi vizsgálata*. Akadémia Kiadó, Budapest.

MSZ 2714/2-1989 Sajt, ömlesztett sajt és túró kémiai és fizikai vizsgálata: A víz- és a szárazanyag-tartalom meghatározása.

Mullin, W. J. & Emmons, D. B. (1997): Determination of organic acids and sugars in cheese, milk and whey by high performance liquid chromatography. *Food Research International*, Vol. 30, pp. 147-151.

Sváb, J. (1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Szakály S. (2001): *Tejgazdaságtan*. Dinasztia Kiadó Budapest.

Tömösközi S., Sarkadi L., Lelik L., (2000): *Élelmiszeranalitika II*. Agrárszakoktatási Intézet.

Ustunol, Z. and C. L. Hicks. (1990): Effect of milk-clotting enzymes on cheese yield. *Journal of Dairy Science*. Vol.73 pp. 8-16.

Walstra, P, Wouters, J-T.M., Geurts, T.J. (2006): *Dairy Science and Technology*. Taylor and Francis Group, London.

Whitaker, J. R. (1972): The glycoside hydrolases. In J. R. Whitaker (Ed.), *Principles of Enzymology for the Food Science* Vol. 2, pp.462±46).

Zadow, J. G. (1984): Lactose: properties and uses. *Journal of Dairy Science*, 67(1), 2654±2679.

Internetes források:

<http://fogyasztovedelem.info/node/145>

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Lakt%C3%B3z%C3%A9rz%C3%A9kenys%C3%A9g>

<http://www.vitaliskft.com/docs/biok%C3%A9miai%20analiz%C3%A1tor%20YSI%202700.pdf>

Termékismertető: Biokémiai analizátor YSI 2700 Select (Vitális Kft.)

<http://www.vitaliskft.com/docs/biok%C3%A9miai%20analiz%C3%A1tor%20YSI%202700.pdf>

<http://digestive.niddk.nih.gov/ddiseases/pubs/lactoseintolerance/>

National Digestive Diseases Information Clearinghouse