

A TEJSAVÓ AZ ÉLELMISZERIPARBAN



SZERKESZTETTE
MUCSI IMRE

TUDÁS ALAPÍTVÁNY
HÓDMEZŐVÁSÁRHELY
2016

A TEJSAVÓ AZ ÉLELMISZERIPARBAN

**SZERKESZETTTE
MUCSI IMRE**

A TEJSAVÓ AZ ÉLELMISZERIPARBAN

**SZERKESZTETTE
MUCSI IMRE**



**TUDÁS ALAPÍTVÁNY
HÓDMEZŐVÁSÁRHELY
2016**

© Tudás Alapítvány, 2016

A kiadvány az „Improvement of Production and Management Processes in Dairy-Cheese Sector and Dairy Waste Management – WHY WHEY” című, 2014-1-TR01-KA202-012957 számú Erasmus- KA2-projekt támogatásával jelent meg
(<http://www.whey-europe.eu> & <http://tudasalapitvany.hu/projektek/whey>)

*Az Európai Bizottság támogatást nyújtott ennek a projektnek a költségeihez.
Ez a kiadvány a szerzők nézeteit tükrözi, és az Európai Bizottság nem tehető felelőssé
az abban foglaltak bármilyenféle felhasználásáért*

Szerzők

Dr. Murat Yılmaz	Dr. Baver Coşkun
Dr. A. Demet Kahraman	Dr. Ahmet Uzaticı
Dr. Zerrin Yüksel Önür	Prof. Dr. Ergün Demir
Prof. Dr. Kemal Çelik	Dr. Hüseyin Eseceli
Prof. Dr. Harun Baytekin	Dr. Adem Kabasakal
Prof. Dr. Mucsi Imre	

Fordította

Molnár Péterné
Dienes Orsolya
Szövényi Zsolt
Szüts László

Lektorálta

Palotás János

Felelős kiadó

Simon Ferenc
Tudás Alapítvány

Komplett kivitelezés

Norma Nyomda Kft.
Hódmezővásárhely

ISBN 978-963-89188-7-1

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés (<i>Murat Yılmaz, A. Demet Kahraman – Adnan Menderes University, Törökország</i>)	9
1.1. A tej összetétele és a benne lévő tápanyagok.....	9
1.2. Tehéntejtermelés	13
2. A tejtermékekből származó tejsavó (<i>Zerrin Yüksel Önür, Kemal Çelik, Harun Baytekin – Çanakkale Onsekiz Mart University, Törökország</i>)	17
2.1. A tejsavó története.....	17
2.2. A tejsavó felhasználásának jogi szabályozása	18
2.3. A tejsavó kiválása a sajtkészítés során.....	18
2.4. A tejsavó kiválása a kazein-előállítás során.....	20
2.5. Tejsavófajták és összetételük	21
2.6. A tejsavó-előállítás általános aspektusai.....	23
2.7. Tejsavó: a folyadéktól az értékes termékig.....	24
2.8. A tejsavótermékek minőségét befolyásoló tényezők	25
3. A tejsavó hasznosítása és főbb termékei (<i>Zerrin Yüksel Önür, Kemal Çelik, Harun Baytekin, Baver Coşkun, – Çanakkale Onsekiz Mart University Törökország</i>)	29
3.1. A tejsavó hasznosítása.....	29
3.1.1. Élelmiszeripar.....	29
3.1.2. A gyógyászat területén	29
3.1.3. Növénytermesztésben és állattenyésztésben	31
3.1.4. Sporttápszerekben.....	31
3.1.5. A kozmetikai iparban	32
3.1.6. Az energia-előállításban.....	33
3.2. Fontosabb termékek.....	34
3.2.1. Tejsavópor.....	34
3.2.1.1. Tisztítás.....	35
3.2.1.2. A tejszín elválasztása.....	36
3.2.1.3. Pasztörizálás	36
3.2.1.4. A tejsavó koncentrációja.....	36
3.2.1.5. Végso kezelés: kristályosítás és szárítás	36
3.2.2. Tejsavófehérje-koncentrátumok	37
3.2.2.1. Ultrafiltráció	37
3.2.2.2. Tejsavó-permeátum	38
3.2.2.3. Demineralizáció (az ásványi anyagok eltávolítása).....	38
3.2.2.4. Demineralizációs technikák	39
3.2.3. Tejsavófehérje-izolátumok	40
3.2.4. Tejsavófehérje-hidrolizátumok	40

3.2.5. Laktóz.....	41
3.2.6. Laktalbumin.....	41
3.2.7. Ásványmentesített és csökkentett ásványtartalmú tejsavó.....	42
3.2.8. Csökkentett laktóztartalmú tejsavó.....	42
3.2.9. Laktózhidralizált tejsavópor.....	43
3.2.10. Fehérjehidralizált tejsavópor.....	43
3.2.11. A tejben lévő ásványi anyagok.....	43
3.2.12. Tejsavósajt.....	44
3.2.13. Tejsavó-italok.....	45
3.2.13.1. Alkoholmentes italok.....	46
3.2.13.2. Alkoholtartalmú italok.....	47
4. Tejsavóból előállított innovatív termékek (<i>Zerrin Yüksel Öñür, Kemal Çelik, Harun Baytekin, Ahmet Uzatıcı – Çanakkale Onsekiz Mart University, Törökország</i>).....	49
4.1. Tejsav.....	49
4.2. Etil-alkohol.....	49
4.3. Egysejtfehérje (Single Cell Protein = SCP).....	50
4.4. Biogáz.....	50
4.5. Bioműanyagok.....	51
4.6. Starter kultúrák.....	52
4.7. Egyéb biotermékek.....	53
5. A tejsavó felhasználási területei (<i>Ergün Demir, Hüseyin Eseceli, Adem Kabasakal – Balıkesir University, Törökország</i>).....	55
5.1. A tejsavó felhasználása az élelmiszeriparban.....	57
5.1.1. Felhasználása némely tejterméknél.....	58
5.1.1.1. Használata a joghurtgyártásban.....	58
5.1.1.2. Alkalmazása ivótej esetén.....	59
5.1.1.3. Használata a vajkészítésben.....	59
5.1.1.4. Felhasználása a fagylaltkészítésben.....	59
5.1.2. Használata pékáruknál.....	60
5.1.2.1. Felhasználása kenyér készítésénél.....	60
5.1.3. Használata húskészítményeknél.....	62
5.1.4. Használata a humán táplálkozásban.....	63
5.1.5. Használata bébiételeknél.....	65
5.1.6. Használata a sportolók táplálkozásában.....	66
5.2. Használata a gyógyászatban és a kozmetikai termékekben.....	67
5.2.1. Használata a gyógyászatban.....	67
5.2.2. Használata a kozmetikai iparban.....	69
5.3. Használata az állati takarmányozásban.....	71
5.3.1. Használata tejhelyettesítőként.....	72
5.3.2. Használata tápkiegészítőkben.....	74

5.4. Hasznosítása a talajművelésben és a növénytermesztésben	76
5.4.1. Alkalmazása a talajművelésben	76
5.4.2. Használata a növénytermesztésben	76
5.5. Irodalomjegyzék	78
6. Tápanyagok a tejsavóban és a tejsavótermékek táplálkozási tulajdonságai (<i>Mucsi Imre – Tudás Alapítvány, Magyarország</i>)	81
6.1. Mérési módszerek a tejsavó tulajdonságainak meghatározására.....	81
6.2. A tejsavó összetétele	84
6.3. A tejsavófehérje szerkezete és működése	89
6.4. Irodalomjegyzék	94

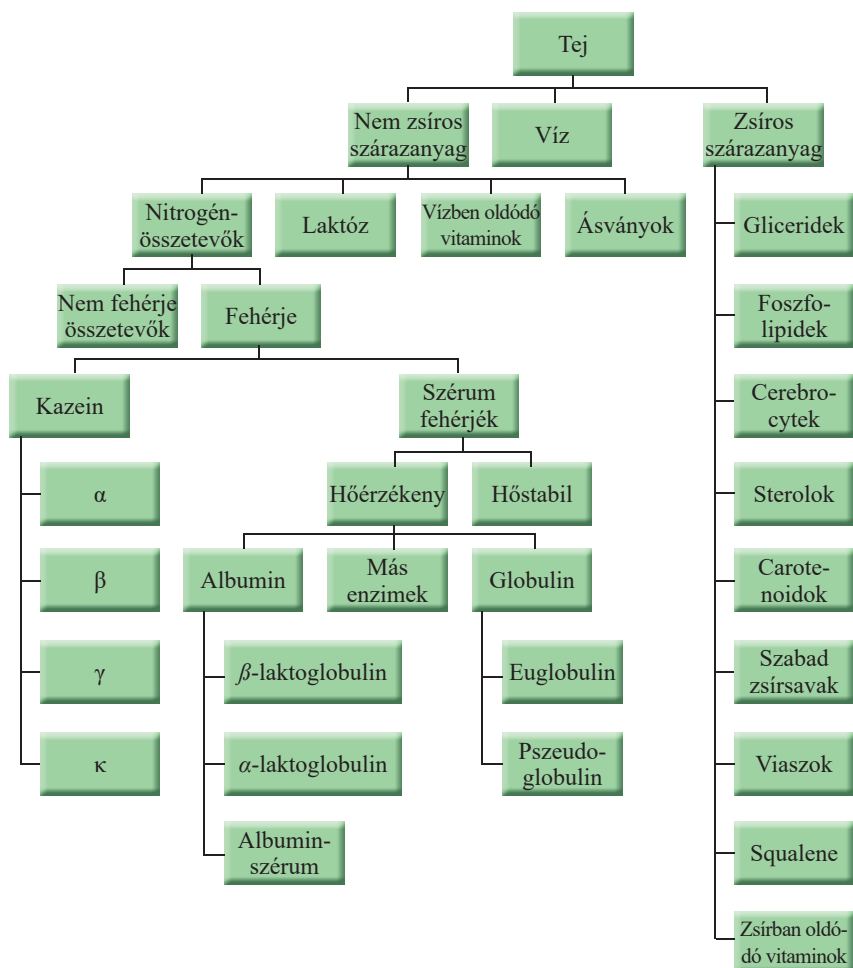
1. BEVEZETÉS

1.1. A tej összetétele és a benne lévő tápanyagok

A tej porcelánfehér biológiai folyadékként definiálható, melynek egyedülálló íze és illata van. A tej az emlősök tejmirigyeinek terméke, ami az állat fajtájától függően meghatározott időn át termelődik, és minden olyan tápanyagot tartalmaz, melyre az újszülöttnak addig van szüksége, míg elég időse nem lesz ahhoz, hogy a szükséges mennyiségű tápanyagot egyedül magához vegye. Másrészt a törvényi meghatározás megnevezi azokat a tápanyagokat is, melyeket az emberi táplálkozásra alkalmas tejnek tartalmaznia kell. A török Nyers Tej Szabvány (No. 1018) szerint a tej egy fehér, krémes folyadék, melynek egyedi íze és szerkezete van, és melyet a tehén, juh, kecske és bivaly tejmirigyei termelnek, nincs összevegyítve más folyadékokkal, és nincs kivonva belőle tápanyag. A Török Élelmiszeripari Kódex szerint a nyers tej az a folyadék, mely egy vagy több tehén, juh, kecske és bivaly tejmirigyeinek a terméke, kivéve a főcstejet és azt, amit nem hevítenek 40 °C fölé, illetve nem esik keresztül hasonló eljáráson.

A tej a nevét az után az emlős után kapja, amelytől fejk (tehéntej, bivalytej stb.). Minthogy a tehéntej sok terméknek, elsősorban az italként fogyasztott tejnek a nyersanyaga, a „tej” említésekor mindenkinek elsősorban a tehéntej jut az eszébe. A fogyasztott tej típusa eltérő lehet attól függően, hogy milyen kultúrával rendelkezik az az ország, ahol fogyasztják. Azonban – bár Törökországban mindenkinek elsőként a tehéntej jut eszébe, amikor valaki tejfogyasztást említ – négyféle tej létezik: tehéntej, juhtej, kecsketej és bivalytej. A tehén-, bivaly-, juh-, kecske-, valamint a tevetet a humán étrendben alkalmazzák. A tejben található tápanyagok függenek az azt termelő állat fajtájától. A tehéntej fogyasztása a legelterjedtebb a világon. A tehéntej 88%-a víz, és átlagosan több mint 100 összetevőből áll. A tej és a tejtermékek kiváló fehérje-, kalcium-, foszfor-, A-vitamin-, néhány fajta B-vitamin-forrást (különösen riboflavin, B₁₂-vitamin) jelentenek. A tej közvetlenül az ellés után keletkezik, és az első tejet főcstejnek nevezik. A főcstej – a hagyományos tejjel összehasonlítva – gazdagabb tápanyagokban. A főcstejben lévő immunvédő anyagok rendkívül fontosak.

A tej tejcukrot (laktóz), tejszírt, tejfehérjét, ásványi anyagokat és vitaminokat tartalmaz. Nagy arányban tartalmaz vizet és a zsírnak, kazeinnek, laktoglobulinnak, laktalbuminnak, laktóznak, valamint olyan ásványi anyagoknak az elegyét, amelyek a szöveteken keresztül áramlanak a vérbe, onnan a tejmirigybe. A tej több mint százezerféle molekulát tartalmaz.



1.1. kép: A tej összetevői

A tej összetevői emulzió formájában levő gömböcskék (golyócskák), kolloid formában levő fehérje (kazein), oldódó laktóz és oldódó fehérjék. Ezenfelül különböző ásványi anyagok, vitaminok, enzimek, szerves összetevők és gáz tartozik a tej összetevői közé. A tejösszetevők függenek az állat típusától és fajtájától. A különböző állatok tejének összetevőit az alábbi táblázatok tartalmazzák.

Összetétel	Tehéntej	Juhtej	Kecsquetej	Bivalytej
Víz	87,5	81,7	86,9	82,5
Zsír	3,6	6,9	4,0	7,9
Laktóz	4,7	4,8	4,6	4,5

Fehérje	3,3	5,6	3,6	4,2
Ásványi anyagok	0,9	1,0	0,9	0,9

1.1. táblázat: A tehén-, juh-, kecske- és bivalytej átlagos kémiai összetétele (g/100g tej)

Fajta	Zsír	Fehérje	Laktóz	Hamu	Teljes szárazanyag
Holstein	3,54	3,29	4,68	0,72	12,16
Ayrshire	3,95	3,48	4,60	0,72	12,77
Guernsey	4,72	3,75	4,71	0,76	14,04
Jersey	5,13	3,98	4,83	0,77	14,42
Brown Swiss	3,99	3,64	4,94	0,74	13,08

1.2. táblázat: Különböző fajtájú tehéntejek összetevői

A tej, kémiai összetevői és tulajdonságai révén, az egyik alapvető emberi táplálék, és tartalmazza a táplálkozáshoz szükséges anyagok többségét.

A tejfehérjék fontos forrásai a létfontosságú aminosavaknak (ezek szintetikus módon nem állíthatók elő az emberi szervezetben), melyeket megfelelő arányban tartalmaz. Tartalmaz még egyéb lényeges aminosavakat is (pl. lizin). Ezért a tejtermékek javítják némely ételmiszer (pl. liszt, gabona, burgonya) biológiai értékét, amennyiben ezeket együtt fogyasztják. A tej és a tejtermékek megfelelő arányban tartalmaznak létfontosságú (izoleucin, tryptophan, valin, részben histidin és arginin) és nem létfontosságú (alanin, aspartsav, cystin, glutaminsav, glicin, prolin, serin, tyrosin) aminosavakat, melyek a fehérjeszerkezetet alkotják.

A laktóz, melynek a tej az egyedüli forrása, rendkívül fontos a táplálkozásban. Ennek oka, hogy a laktóznak szerepe van a természetes bélflóra kialakulásában és védelmében. Mivel lassú emésztést biztosít, pozitív hatással van a belek működésére, megelőzi a vérglukózsztint gyors emelkedését. A laktózsztint csökkenése után keletkező bomlás során kialakuló laktózsav növeli a bélben a kalcium- és magnézium-felszívódást, és csökkenti a májban a zsír felhalmozódását. A tehén- és a juhtej kb. 4,5% laktózt tartalmaz. Mivel vízben oldódik, tejsavóvá alakul. Ezért a laktóz tejsavóból keletkezik. A laktózt némely mikroorganizmus megemésztí, ami a tej savszintjét növeli.

Amellett, hogy a tej gazdag energiaforrás, számos fontos zsírban oldódó vitamint is tartalmaz (A, D, E, K), valamint fontos zsírsavakat is (linolen és arachidon). Ezek fontos szerepet töltenek be a tej és tejtermékek kívánt ízének és szerkezetének elérésében. Mi több a tejszír, a szerkezetében lévő nagy

menyiségű rövid és közepes zsírsavláncnak köszönhetően, könnyebben emészthető. A tejzsír sárgás színét a karotinszemcsék, míg fluoreszkáló színét a riboflavin-szemcsék adják. A tejzsír csökkenésével az oldódó vitamintartalom is csökken. A dúsítatlan tejben jelentősen alacsony a D- és K-vitaminok szintje. A tej vízben oldódó vitaminokat, illetve olyan fehérjéket is tartalmaz, melyek növelik a felszívódást és a szérumfehérjék szintjét. A hőkezelés csökkentheti vitamintartalmát.

Ami az ásványi anyagokat illeti, a tej a legfontosabb kalcium- és foszforforrás. Tej és tejtermékek – kivéve a vaj – fogyasztása nélkül nem lehet kielégíteni a szervezet kalciumszükségletét (800-1200 mg). A tej egyben megfelelő magnézium-, kálium-, cink- stb. forrás is. A tej ásványianyag-tartalmát számos tényező (pl. az állat pszichológiai állapota, laktációs, környezeti és genetikai tényezők, valamint a tejtermelés némely folyamata) befolyásolja.

Összetevők	Energia (kcal)	Zsír (g)	Fehérje (g)	Laktóz (g)	Víz (g)
Mennyiség	69	3,8	3,3	4,8	87,2

Fontos aminosavak (g)	Tryptophan	Phenilalanin + Tyrosin	Leucin	Isoleucin
Mennyiség	0,05	0,35	0,34	0,21

Fontos aminosavak (g)	Threonin	Methionin	Lysin	Valin
Mennyiség	0,17	0,12	0,27	0,22

Ásványi anyagok (g)	Ca	P	Mg	K	Na	Cl
Mennyiség	0,12	0,10	0,12	0,15	0,05	0,10

Vitaminok	A-vitamin (mg)	Karotin (mg)	B ₁ -vitamin (mg)	B ₂ -vitamin (mg)	B ₆ -vitamin (mg)
Mennyiség	0,06	0,02	0,04	0,17	0,05

Vitaminok	B ₁₂ -vitamin (mg)	Niacin (mg)	Pantoten-sav (mg)	C-vitamin (mg)	E-vitamin (mg)
Mennyiség	0,50	0,09	0,36	2,00	0,12

1.3. táblázat: A nyers tej átlagos összetevői (100 g tejben)

1.2. Tehéntejtermelés

Az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) által évente közzétett adatok szerint a világ teljes tehenállományának létszáma 2012-ben 0,9%-kal nőtt az azt megelőző évéhez képest, és mintegy 1,5 milliárdra tehető.

Év	2008	2009	2010	2011	2012
EU	24 193	23 658	23 107	22 868	23 028
USA	9 315	5 431	9 119	9 194	9 223
Törökország	4 080	4 133	4 384	4 761	5 431

1.4. táblázat: Tehenek száma (millió) az EU, USA és Törökország területén (FAO, 2015)

A világ teljes tejtermelésének 83%-át a tehen tej teszi ki. 2011-ben a termelés 2,7%-kal nőtt az előző évihez képest, míg 2012-ben ez a növekedés 2%-os. 2011-ben a teljes tejtermelés 738,9 millió tonna volt. A FAO adatai szerint a 2011-es 738,9 millió tonna 2012-ben – 2%-kal – 753,9 millió tonnára nőtt. A világ teljes tehen- és bivalytejtermelésének 54%-át Ázsia és Európa adja.

Ország	Termelés Mennyiség (millió t/év)	Termelésnövekedés Arány (%)
EU-27	152,0	0,0
USA	90,9	2,1
India	60,1	4,7
Kína	37,4	2,4
Brazília	33,7	2,0
Oroszország	31,9	0,9
Új-Zéland	20,6	8,5
Törökország	16,0	15,8
Pakisztán	13,9	3,8
Argentína	11,7	1,2
Mexikó	11,3	2,1
Ukrajna	10,1	2,6

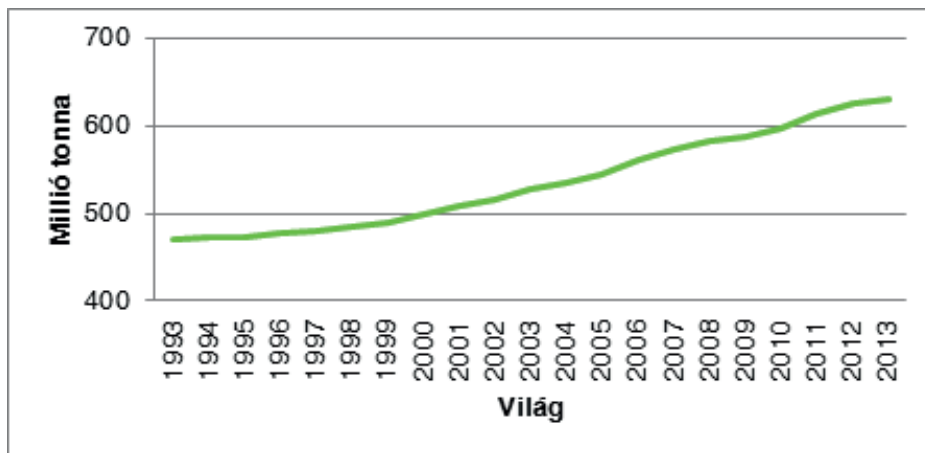
1.5. táblázat: A tehen tejtermelésben vezető országok (2012)

Az 1.5. táblázatban jól látható, hogy az európai országok állnak vezető helyen 152 millió tonnával, és USA, India, Kína, Brazília, Oroszország, Új-Zéland, Törökország, Pakisztán, Argentína, Mexikó, Ukrajna az első 12 ország között van. FAO-kutatók szerint Brazília, Kína és India tejtermelése egyenletesen nőtt, míg az EU-é és az USA-é lassabban vagy stagnál.

Fajta	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Tehén	561,7	573,8	585,1	586,2	597,6	612,7	625,7
Juh	9,2	9,1	8,9	9,4	9,8	9,9	10,1
Kecske	15,1	15,9	16,1	16,4	17,2	17,6	17,8
Bivaly	81,0	84,2	85,4	88,3	92,2	95,6	97,4
Összesen	668,8	685,1	697,7	702,3	719,2	738,9	753,9

1.6. táblázat: A világ tejtermelése fajták szerint (millió tonna) (FAO, 2014)

A FAO adatai szerint a fejős állatok száma 2012-ben növekedett az előző évihez képest: a tejelő bivalyoké 0,9%-kal, a tejelő juhoké pedig 1,5%-kal. A világ össztejtermelésének a növekedése meghaladja a tejelő állatok számának növekedési arányát, ami azzal magyarázható, hogy az egy állatra jutó tejmenyiség növekedett.



1.1. grafikon: Évenkénti tehéntejtermelési adatok (FAO, 2014)

Más országokkal összehasonlítva Törökországban a tejüzemek száma, valamint a szarvasmarhatelepek száma igen magas, mert nagy számban találhatók tejtermelő kisüzemek és kis kapacitású tejfeldolgozó üzemek. Az EU-s országokban a tejelő tehenek száma farmonként 32,2, míg ez a szám Török-

országban átlagosan 4,5. A tejüzemek 76,3%-a 1-10 közötti állatlétszámú teleppel rendelkezik, másrészt az üzemek 98,3%-ának kevesebb mint ötven állat van a tulajdonában. Az a tény, hogy Törökországban többnyire kisüzemi gazdálkodás folyik azt eredményezi, hogy magasabbak az input költségek, nehézségek adódnak a megfelelő tejhozamú szarvasmarhák utánpótlásában, a tej és tejtermékek marketingjében, valamint a tejelő állatok tartásának hatékonyságában és produktívitasában. A TÜIK (Török Statisztikai Hivatal) adatai szerint 2013-ban az ország ivótejtermelésének mennyisége 1 323 942 tonnára volt tehető.

2. A TEJTERMÉKEKBŐL SZÁRMAZÓ TEJSAVÓ

A tejfeldolgozás során keletkező savó olyan vegyi maradványokat is tartalmaz, melyeket a tisztító eljárás során használtak, valamint olyan anyagokat, mint a fehérje, só, zsírosszetevők és laktóz. Ennek a folyadéknak a jellemzői függenek a termelési módszerektől és a feldolgozó rendszertípusoktól, mivel a tejiparban sokféle terméket állítanak elő. Európában a tejipar a legnagyobb forrása a savónak. A tejsavónak kiemelt szerepe van, mert a tejipari technológia egyik legfontosabb maradványa. Általában sárgás-zöld színű folyadék, ami a sajtgyártás során – a fehérjét és ásványokat tartalmazó laktózoldat kiválásának eredményeként – keletkezik, marad vissza.



2.1. kép: Tejsavó keletkezése a sajtgyártás folyamán

A tejsavó megakasztja a hagyományos savókezelés biológiai folyamatát, aminek az az oka, hogy magas biológiai oxigén-igénye van (BOD: 40 000-60 000 ppm). A tejsavó természetbe történő kibocsátása – hosszú távon – nagyon komoly környezetszennyezést okoz.

2.1. A tejsavó története

A tejsavót 3000 éve ismerik, és terápiás célokra használták. 1749-ben a svájci Zürichben az a beteg, akinek orvosi kezelése eredménytelen volt, és akinek az orvosok csak nagyon rövid hátralévő időt jósoltak, egy Gais-ban található házba utazott, ott minden nap tejsavót ivott, és betegségében gyógyulási folyamat állt be. Nem ismeretes, hogy ez a gyógy mód az ókori görög orvosok tapasztalatából származott-e, mivel ők „terápiás vízként” emlegették, vagy a környéken élő

parasztnak javasolták fogyasztását. A gyógyulásról szóló hír rövid idő alatt elterjedt, így sokan mentek Gais-be azért, hogy éljenek a tejsavó csodálatos gyógyító erejével. Ebben a kis falucskában hamarosan egészségközpontot hoztak létre, majd ezt követően több mint 160 ilyen központ jött még létre Svájcban, Ausztriában és Németországban. Ismert, hogy ezek a központok a 18-19. században funkcionáltak a legaktívabban.

Rövid idő alatt elterjedt a tejsavó gyógyító tulajdonságának híre, aminek eredményeként uralkodók, hercegek, arisztokraták érkeztek egész Európából ezekbe a központokba vagy azzal a céllal, hogy kezeljék panaszait, vagy hogy javítsák általános egészségi állapotukat.

A tejsavó kedvező gyógyító hatását már az ókorban felismerték, mégis a modern kor volt az, amely kutatási adatokkal is alátámasztotta az ókori eredményeket. A gyógyítás atyja, Hippokratész (i. e. 466–377), tejsavót ajánlott betegeinek. Később Galen (131–200), az orvostudomány másik tekintélyes alakja, szintén tejsavót javasolt betegeinek éppúgy, mint Ibn-Sina (980–1037), akinek közel 200 műve van. Ugyancsak gyógyításra használta a tejsavót Thomas Sydenham (1624–1689), akit „angol Hippokratészként” ismerünk, a híres holland orvos, Hermann Boerhaave (1668–1738), akinek klinikai oktatási módszereit szerte Európában alkalmazták, hogy csak egy pár nevet említsünk.

2.2. A tejsavó felhasználásának jogi szabályozása

A környezeti hatások felbecsülése (Environmental Impact Assessment = EIA) azt jelenti, hogy olyan tevékenységre kerül sor, aminek során a tervezett fejlesztés lehetséges pozitív és negatív hatásait figyelembe veszik, megtervezik azokat a lépéseket, melyeket a negatív hatások megelőzése érdekében tenni kívánnak, illetve minimalizálják azokat, hogy ne károsítsák a környezetet. Meghatározzák a kiválasztott elhelyezkedést, a technológiai alternatívákat, a projekt monitorozását és felügyeletét. Mindezt a török Környezetvédelmi és Városfejlesztési Minisztérium által létrehozott környezeti hatást figyelembe vevő szabályozásoknak megfelelően. Minden olyan döntés esetén, amihez szükség van az EIA-ra, speciális űrlapon kell jelentést készíteni. Azoknak a tejterméket előállító üzemeknek, melyeknek nyerstej-feldolgozása 100 000 l/nap vagy több, mindenképpen szükségük van a környezeti hatások feltérképezésére.

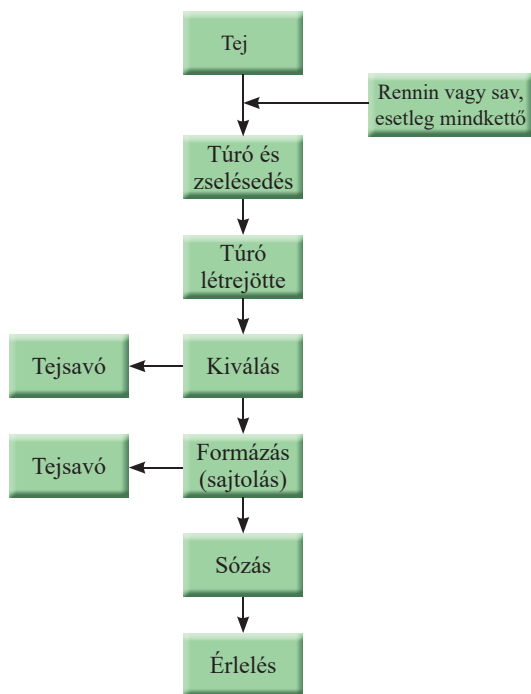
2.3. A tejsavó kiválása a sajtkészítés során

A kazein, ami alapján véve tejfehérje, akkor alvad meg, amikor a tejet nem túl alacsony hőfokon melegedni hagyjuk. Ezt hívják a köznyelvben aludttejnek. Zselészerű szerkezet alakul ki, és ez meg is marad, ha a tejet nem keverjük vagy rázzuk össze. A zselészerű tej esetén figyelhe-

tő meg a tejsavó kiválása. Ezt a jelenséget hőkezeléssel fel lehet gyorsítani. Ilyenkor az aludttej túróvá vagy sajttá válik. Ez a sajtkészítés alapja. A tejet évszázadokon keresztül úgy alvasztották meg, hogy olyan anyagokat használtak – mint pld. a rennin enzim, amit a borjú gyomrából nyernek ki –, amelyek elősegítették ezt a folyamatot. A kazein és a zsír koncentrált formában található meg, más összetevők akkor alakulnak tejsavóvá, amikor a tejből sajt készül.

Az alapvető gyártási lépések, melyekre mindenfajta sajt előállítása során szükség van, a következők:

1. A tej alvasztása: ekkor rennin enzimet vagy savat, esetleg mindkettőt alkalmaznak.
2. Ebben a folyamatban zselés szerkezet jön létre, amit a kazeinfehérjék alakítanak ki (egy hálós szerkezetet létrehozva), melyet zsírgömböcskék vesznek körül.
3. A tejsavó elkülönítése: ebben a szakaszban a zselés szerkezetben lévő víz és a vízben oldódó összetevőket eltávolítják.
4. Savképződés: a laktóz egy bizonyos része laktózsavvá alakul.
5. Sózás.
6. Érlelés: ezáltal érhető el a sajt kívánt íze és szerkezeti tulajdonsága.



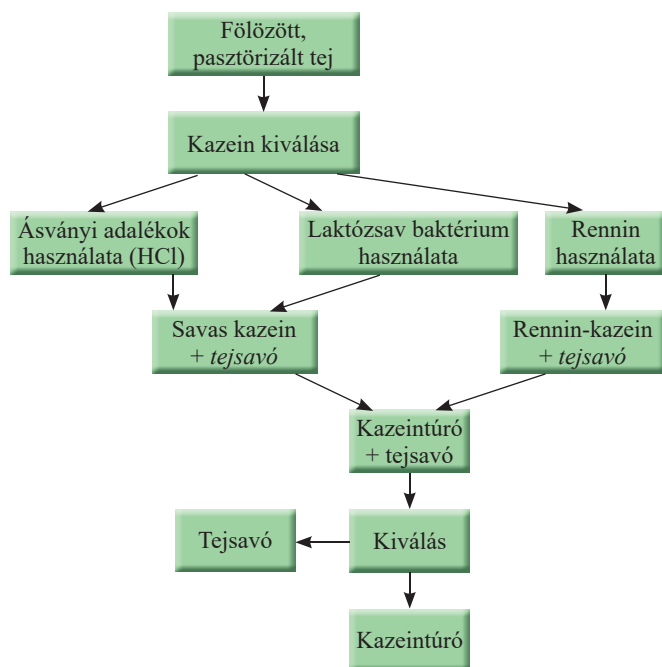
2.2. kép: A sajtkészítés általános folyamata és a tejsavó kezelése (Walstra et al., 1999)

2.4. A tejsavó kiválása a kazein-előállítás során

A kazein fehérjetermékként határozható meg, amit a főlözött tej alvadási, csurgatási és szárítási folyamata során nyerünk. Az ipari kazeinnek két típusa ismeretes. Egyik a savas kazein, ami akkor keletkezik, amikor a főlözött tej alvasztásához ásványi savat vagy laktózsavat használunk. A másik a rennin sav, ami a rennin enzim alkalmazásakor keletkezik.

A tejsav közvetlenül a kazeinsavval vagy rennin enzimmel történő alvasztás után válik ki a túróból. Ez a kiválás az alább felsorolt módszerek alkalmazásával történhet:

- finom, lyuggatott, rozsdamentes acélszűrő használatával,
- hajlított poliészter szűrővel,
- mechanikus eszközök, pl. centrifuga használatával.



2.3. kép: Tejsavó keletkezése rennin- vagy kazeintúró készítése során (Gürsel, 2001)

2.5. Tejsavófajták és összetételük

A tejsavónak – a gyártási folyamatból következően – két fajtája van, az édes és a savanyú tejsavó:

1. Édes tejsavó: melléktermék, amit 5,6 pH körüli értékű rennin enzim tejalvasztásra történő alkalmazásakor nyerünk.
2. Savanyú tejsavó: melléktermék, ami a tej 5,1 pH-értékű vagy az alatti savanyosodásának eredményeként keletkezik.

A tejsavó híg folyadék. Szárazanyag-tartalma 6% körüli. A tejsavó tejhez mért aránya 85-95%, és kb. 55%-ban tejösszetevőkből áll. A tejsavó fontos melléktermék, mely fehérjéket (pld. laktalbumint és laktoglobulint), illetve különböző mértékben vitaminokat tartalmaz. A 2.1. sz. táblázatban láthatók az édes és savanyú tejsavóban található anyagok és azok mennyisége.

Összetevő	Édes tejsavó	Savanyú tejsavó
Teljes szilárd anyag	63,0 - 70,0	63,0 - 70,0
Laktóz	46,0 - 52,0	44,0 - 46,0
Fehérje	6,0 - 10,0	6,0 - 8,0
Kalcium	0,4 - 0,6	1,2 - 1,6
Foszfát	1,0 - 3,0	2,0 - 4,5
Laktát	2,0	6,4
Klorid	1,1	1,1

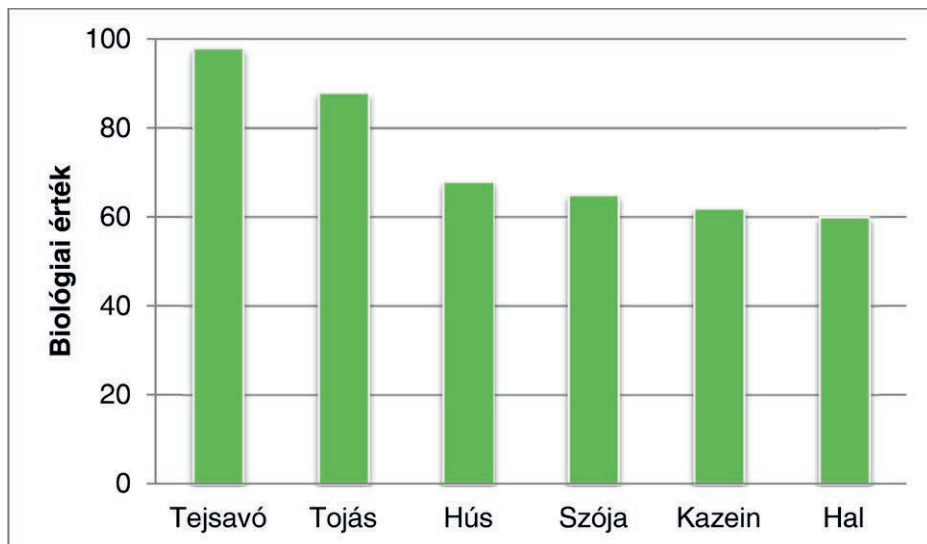
2.1. táblázat: A tejsavó összetevői (g/l)

A tejsavóban található alapvető fehérjék: β -laktoglobulin, α -laktalbumin, glycomacropeptid (GMP), laktoferrin, bovin szérum albumin (BSA) és immoglobulin. Ezeket tejsavófehérjéknek nevezzük. A tejsavófehérje – más élelmiszerekben található fehérjékkel összehasonlítva – a legmagasabb fehérjetartalommal rendelkező fehérje. A 2.1. grafikon mutatja, hogy a tejsavófehérje magas biológiai értékkel rendelkezik, ami kb. 15%-kal magasabb, mint a tojásban található fehérjék biológiai értéke. Emellett megfigyelhető, hogy más élelmiszer-fehérjékkel is összehasonlítva, a tejfehérjék magas aminosav-tartalmúak (2.2. grafikon).

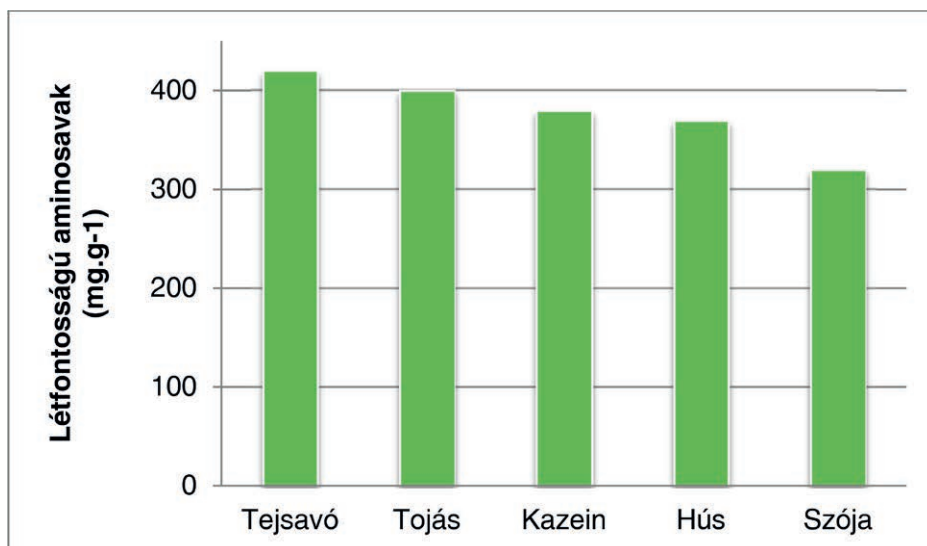
A tejsavófehérjéknek figyelemre méltó tápláló és élettani hatása van. Ezek a következők:

- fizikai teljesítmény növelése, testgyakorlás utáni jó erőnlét, izomsorvadás megelőzése;
- jóllakottság és súlymegtartás;
- kardiovasculáris egészség;

- rákellenes hatások;
- sebek kezelése;
- fertőzések ellátása;
- csecsemőtáplálás
- és egészséges öregedés.



2.1. grafikon: A tejsavó biológiai értéke összehasonlítva néhány más élelmiszerben található fehérjével (Smithers, 2008)



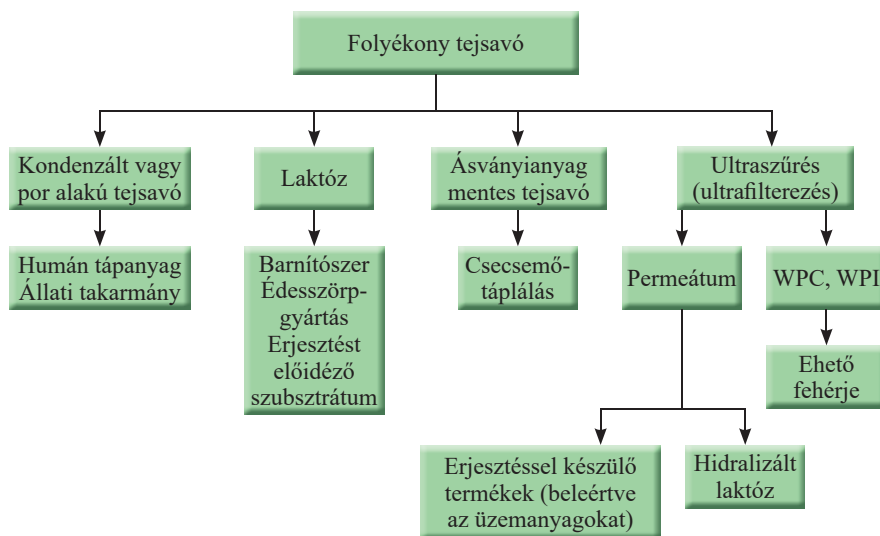
2.2. grafikon: A tejsavóban található aminosav-összetevők néhány más fehérjében található fehérjével összehasonlítva (Smithers, 2008)

2.6. A tejsavó-előállítás általános aspektusai

Általában 9 liter tejsavó válik ki 1 kg sajt előállításánál. Megállapítások szerint a világ tejsavó-előállítása több mint 160 millió tonna, aminek évi növekedése 1-2%.

A tejsavó nagy részéből tejsavópor lesz. A fennmaradó részből olyan termékek készülnek, mint édes tejsavópor, ásványianyag-mentes tejsavó, laktózmentes tejsavó, tejsavófehérje-koncentrátum (whey protein concentrate = WPC), tejsavófehérje-kivonat (whey protein isolate = WPI) és laktóz. A WPC és a WPI a gyógyszeripari és kozmetikai szektorban kerül felhasználásra.

A folyékony tejsavó-előállítással, tejsavótermékekkel és alkalmazási területekkel kapcsolatos általános információ a 2.4. képen látható.



2.4. kép: Folyékony tejsavó-előállítás (Tunick, 2008)

A tejsavófehérje-összetevőket funkcionális és tápanyagpótlási okokból különféle élelmiszerekhez adják hozzá. Felhasználják pld. sportitalokban magas minőségű fehérjepótlás céljából.

A tejsavó kb. 93%-os arányban tartalmaz vizet és kb. 0,6%-ban fehérjét. A WPC 25-80%-ban tartalmaz fehérjét, a WPI-t 90%-ban vagy fölötte. 1 kg WPI-por 150 kg tejsavóból nyerhető különféle eljárások révén, és visszamarad legalább 149 kg víz és vízben oldódó anyag. A WPC- és WPI-előállítás során használt membrán-kiválasztó módszerek – melyeket nyomás alatt végeznek – a következő típusúak lehetnek:

- fordított ozmózis,
- ultraszűrés (ultrafiltration = UF),
- mikroszűrés (microfiltration = MF)
- és nanoszűrés (nanofiltration = NF).

Az elektromos mezőben végrehajtott membránszűrés az elektrodialízis és az elektrodeionizáció. Az elmúlt 15 év során alkalmazott fejlett tejsavógyártási technikák maximális szinten ügyelnek a minőségre és a biztonságra, valamint a szakszerű kiválasztási módszerekre, és a melléktermékekre történő elkülönítésre. Mindemellett a membrános előállítás fejlődése a speciális tejsavó-összetevők (magas fehérjetartalom), a peptidizolátumok és a tisztított bioaktív fehérjék stb. szélesebb skálájú előállítását teszi lehetővé.

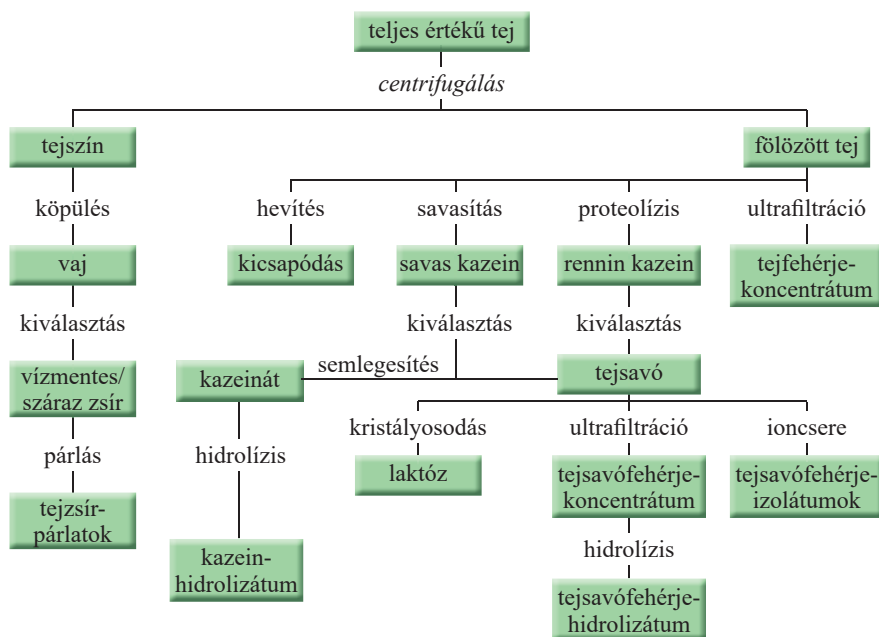
A tejsavó előállítása során nagy mennyiségű – ásványi anyagokban gazdag – laktóz keletkezik. Az elmúlt 10 évben – a modern technológiák révén – kereskedelmi mennyiségű, egyszerű és hasznos laktózhidrolízis és alacsony költségvonzatú előállítás vált lehetővé. A tejsavóipar a tejsavó és tejsavó-összetevők alkalmazásának új és modern területeit nyitja meg, növelve az egészséges élelmiszer-ipari termékek sorát. A tejsavó és a tejsavótermékek széles körű felhasználási területekkel rendelkeznek; ezek elsődlegesen: mezőgazdasági, élelmiszer-ipari és biotechnológiai jellegűek.

2.7. Tejsavó: a folyadéktól az értékes termékig

A tejsavó jelentős környezeti problémákhoz vezethet, mivel nagy mennyiségben keletkezik, és magas a szervesanyag-tartalma. Szükség van a tejsavó-előállítás költséghatékonyra tételére annak érdekében, hogy egyszerre lehessen előállítani értékes termékeket, és ezzel egy időben meg lehessen előzni azokat a káros hatásokat, melyek a környezetben jelenhetnek meg. Ebben az értelemben nyilvánvaló, hogy a tejsavó nagy volumenű felhasználása és hasznosítása kettős pozitív hatással jár. A tejipari összetevők gyártása és kinyerésének módja a 2.5. képen látható. Néhány alapvető melléktermék, mint pl. a laktóz, mely tejsavó felhasználás során keletkezik, a 2.2. grafikonon látható.

A tejiparban a tejsavóból előállított tejtermékeket olyan termékek összetevőiként használják, mint pl. joghurt és fagylalt. A tejsavóban és összetevőiben lévő anyagot értékfokozó összetevőként használják sok élelmiszer-ipari termékben, pl. bébiételekben, pékáruban, hús-, és halkészítményekben. Mindemellett a tejsavónak számos egyéb felhasználási területe van a táplálékokban. Manapság fokozott figyelmet és érdeklődést fordítanak a tejsavóra mint funkcionális élelmiszerre, aminek pozitív hatása van az egészségre. Növekvő érdeklődés kíséri a tejsavónak és összetevőinek, diétás és egészségvédő termékeinek felhasználását pl. a klinikai és diabetikus élelmiszerekben. A gyógyszeripar és a táplálkozás te-

rületén is egyre fokozottabb mértékben használják fel a bioaktív tejsavó-összetevőket és a bioaktív fehérjéket. Az EU területén a humán táplálkozás több mint 25%-át teszik ki a tejsavótermékek. Előrejelzések szerint a tejsavó és az abból származó termékek humán táplálkozásban történő felhasználása a közeljövőben jelentős mértékben növekedni fog.



2.5. kép: A tejtermék-összetevők előállításának folyamata.
A tejsavó kinyerésének folyamata

2.8. A tejsavótermékek minőségét befolyásoló tényezők

Minden egyes lépés, beleértve a sajtgyártás során használt nyers tej minőségét is, befolyásolja a tejsavó és a belőle származó termékek minőségét (a tejsavó akkor válik ki, amikor a tejből sajt készül). A különböző munkaműveletek és tényezők (mint pld. a tejsavó tárolásának időtartama, terméké történő előállítása, a termék tárolása) mind befolyásolják a termék minőségét.

A sajt előállításához nélkülözhetetlen tejtulajdonságok:

- a tej kifejtésének és tárolásának higiénikus körülmények között kell történnie;
- a tejet le kell hűteni akkor, ha nem azonnal kerül feldolgozásra;
- a tejet pasztörizálni kell a patogén elemek eltávolítása érdekében.

A sajtgyártásnak higiéniai szempontok figyelembe vételével kell történnie, hogy megelőzzük a káros mikroorganizmusokkal történő szennyeződést. A sajt túrók részecskéit – a centrifugálás során – el kell távolítani a tejsavóból. Ez egy nagyon lényeges folyamat, ami befolyásolja a végtermék ízét és oldhatósági tulajdonságait.

A tejsavó-előállítás során alkalmazott másik fontos eljárás a pasztörizálás, ami nélkülözhetetlen ahhoz, hogy a termék mikrobiológiailag stabil legyen.

A tejsavót a lehető leghamarabb 5 °C alá kell hűteni, amennyiben a további feldolgozást megelőzően tárolni kell.

Ismeretes, hogy az előállított tejsavó jelentős részéből az egész világon tejsavóport készítenek. A török szabványok (TS 11 860) előírása szerint a tejsavópornak fehérnek vagy krémszínűnek kell lennie, sajátos szerkezettel, megjelenéssel, ízzel kell rendelkeznie, és nem tartalmazhat idegen anyagot. Nedvességtartalma nem haladhatja meg a 4,5%-ot, teljes fehérjetartalmának minimum 11%-osnak kell lennie, laktózmennyiségének pedig minimum 65%-nak. Ugyanez a szabvány a tejsavópor mikrobiológiai tulajdonságait is előírja. Azok a mikroorganizmus-típusok, melyeket a termék tartalmaz, fontos szerepet játszanak a tejsavópor mikrobiológiai minőségének meghatározásában.

A gyártás során alkalmazott eljárások nagyban befolyásolják a tejsavópor minőségét. Mikrobiológiai értelemben a tejsavópor nem tekinthető biztonságos terméknek a következő okok miatt:

- a tejsavóban lévő mikroorganizmusok nem mindig válnak inaktívvá a hőkezelés következtében;
- a tejsavópor-gyártás során is bekerülhet a termékbe káros mikroorganizmus;
- a gyártási folyamat során növekedhet a mikroorganizmusokkal való szennyezettség.

Fontos minőségi követelmény a portermékek esetén, beleértve a tejsavóport is, az oldhatóság. A poralakú termékeknek vízben könnyen oldódónak kell lenniük. A legfontosabb faktor, ami ahhoz szükséges, hogy a termék könnyen oldódó legyen, az alkalmazott szárítási eljárás. Ismert, hogy a permetező szárító módszerrel előállított tejsavópor oldhatósága igen jó. Az A-osztályú tejpor oldhatósági rátája 98%, a B-osztályúé pedig 85% (a TS 11 860-nak megfelelően).

Kimutatták, hogy a tejsavópor szemcséket képez, majd szilárd masszává alakul, mert a tejsavópor leköti a levegőben lévő vizet. Ezért a laktózkristályok felelősek. Alacsony vízaktivitás (0,4 alatt) esetén nem jön létre ilyen tömb, mivel a laktóz kristályosodásához vízre van szükség. Ezért a tejsavópor csomagolásakor a termék minőségét leginkább befolyásoló folyamat az olyan módon történő csomagolás, aminek során nem kerül kapcsolatba a levegőben található páratartalommal.

A TS 11 860 előírása szerint a tejsavóport úgy kell csomagolni, hogy ne érje levegő, pára és fény. A jogi szabályozás szerint (TS 1234) egy vagy több jól záródó műanyag tárolóedény, laminált műanyag vagy viasz, alumínium vagy polietilén bevonatú papírzacskó, konzervdoboz használható csomagolásra. A tejsavópor lehet vákuumos vagy nem vákuumos csomagolásban, vagy a csomagolás során használható védőgáz is (80%-ban nitrogén és 20%-ban CO₂).

A tejsavópor nem szállítható és tárolható szagos helyeken, mert az tönkretetheti tulajdonságait. A terméket tartalmazó csomagokat száraz helyen, fa polcon kell elhelyezni oly módon, hogy szellőzhessen. Távol kell tartani a tárolás és szállítás során a napfénytől, és intézkedéseket kell hozni megromlásának megelőzésére.

3. A TEJSAVÓ HASZNOSÍTÁSA ÉS FŐBB TERMÉKEI

3.1. A tejsavó hasznosítása

3.1.1. Élelmiszeripar

A tejsavó széles felhasználási körrel rendelkezik az élelmiszeriparban. Különböző alkoholos és alkoholmentes italok tejsavó felhasználásával készülnek, ám bár ez nem széles körben ismert tény. A tejsavófehérjéket felhasználják cukros termékek, pl. sütemény és csokoládé gyártásánál, édességekben és sokféle deszertben, mivel az ezek révén biztosított szerkezet és páratartalom kontrollja növeli az emulziós és habtermelő tulajdonságokat.

Tejsavófehérjét használnak olyan termékek gyártásakor, mint a tejszín, majonéz, kenhető krémsajt, hús- és salátamártások, -öntetek, mivel ezeknek a fehérjéknek az emulziós képessége és stabilitása magas szintű. Ráadásul a tejsavófehérje sűrítésre is alkalmas, krémlevesek, húsmártások és hasonló termékek zselésítéséhez kiváló tulajdonságokkal rendelkezik.



Tejsavó-koncentrátumokat használnak a túró, szemcsés túró és sajt szerkezetének kialakítására, és a joghurtkészítésben nyúlós, viszkózusos termék állítható elő jó vízmegkötő tulajdonsága révén. A húsiparban is használatosak a tejsavófehérjék vízmegkötő, stabil emulzióformáló és zsírkötő tulajdonságuk miatt. Tejsavóport használnak olyan húsipari termékekben, mint pl. a kolbász, szalámi, illetve néhány mártás. Emellett a tejsavóport – főlőzött tejből készült por helyett – felhasználják pékáruknál, pl. süteményeknél, kekszekenél és tésztáknál, mivel magas a laktóztartalma. A tejsavófehérjéket bébiételek előállításánál is alkalmazzák.

3.1.2. A gyógyászat területén

Számos klinikai alkalmazás során bebizonyosodott, hogy a tejsavó sikeresen alkalmazható rák, HIV, Hepatitis B, cardiovascularis megbetegedések és osteoporosis kezelésére.

Kutatók biológiai és fiziológiai elváltozásokkal kapcsolatos, az izomban glikogénszintet mérő és teljesítményt befolyásoló kísérleteket hajtottak végre egereken. Azt vizsgálták, hogy ezeket miként befolyásolja a tejsavó alapú élelmiszerek fogyasztása. Ezt követően vizsgálták a tejsavófehérjék és -aminosavak emberi teljesítményre gyakorolt hatását. Meghatározták a különböző humán betegségekre gyakorolt hatásokat. A tejsavófehérjék hatása a rákos sejtekre jelentősebb, mint a kazeiné. Állatokon végzett kísérletek és tanulmányok igazolják, hogy a tejsavó megelőzi a tumor kialakulását, és ennek eredményeként csökken a rák kockázata. Egy egereken végzett kísérlet során bebizonyosodott, hogy a tejsavófehérjék, más fehérjékkel (pl. hús- vagy szójabab-) összehasonlítva, hatásosabbak a vastagbélrák megelőzésében. Tapasztalatok szerint a laktoferrin vagy β -laktoglobulin tartalmú étrend növeli az ellenálló képességet a bélfallen létrejövő daganatos helyek kialakulásával szemben.

A test antioxidánsainak és immunrendszerének lényeges anyaga a glutáció. A tejsavófehérjék egyedi fehérjék, melyek növelik a glutációttermelést azért, mert magas a cisterinszintjük. Tanulmányok és kutatások erősítik meg a tényt, miszerint a tejsavóban levő laktoferrin és laktoferricin is rendelkezik antioxidáns tulajdonságokkal. Arról is beszámolnak ezek az írások, hogy a tejsavófehérje alapú bioaktív peptideknek védekező hatásuk van a magas vérnyomás ellen, ami helyt ad az angiotensin-átalakító enzimnek (angiotensin converting enzyme = ACE).

Több tanulmány született arról, hogy a tejsavó megelőzi az osteoporosis kialakulását. Ennek oka, hogy a laktoferrin és laktoperoxidase segíti a csont fejlődését, védi azt, és súlykontrollt jelent a szervezet számára, ily módon megelőzve az elhízást. A leírások szerint az élelmiszerekkel bevitt laktoferrin hatékony az olyan patogén elemekkel szemben, mint a baktériumok és a vírusok. Bebizonyosodott pl., hogy a laktoferrin védelmet jelent az ellen, hogy a Haemophilus influenza gyerekek esetében vírusos fülgyulladást okozzon. Azt is felismerték, hogy a laktoferrinnek védő hatása van különböző vírusokkal szemben, beleértve a cytomegalo-vírust (cytomegalovirus = CMV), az A- és B-típusú influenzavírust, a rotavírust, az 1-es és 2-es típusú herpeszvírust, valamint a hepatitis C-t. Ráadásul az is bizonyítást nyert, hogy azoknál a HIV-fertőzött pácienseknél, akik tejsavó-kiegészítőket fogyasztanak, jelentős mértékben nő a plazmaglutáció-koncentráció. Tanulmányok szerint a tejsavófehérjék csökkentik a plazmában és májban lévő koleszterin szintjét.

Napjainkban kiemelt fontosságúak a tejsavófehérje- és az aminosav-kiegészítők, szemben a gyógyszerekkel, melyeknek mellékhatásaik vannak. Ezért több fiziológiai alkalmazásra van szükség, és az eredményeket közzé kell tenni a tejsavófehérjék és a bioaktív komponensek megfigyelése után.

3.1.3. Növénytermesztésben és állattenyésztésben

A tejsavó melléktermék, aminek potenciális felhasználási lehetősége van a növénytermesztésben és az állati takarmányozás területén.

Számos elvégzett kísérlet bizonyította, hogy a tejsavónak gátló hatása van néhány növényi vírus esetében. Az árpa felszínére történő permetezéskor a tejsavó megakadályozta a vírus áthatolását a növény felszínén, valamint a vírusmezőn történő terjedését. Észrevették, hogy ez a vírusellenes hatás a tejsavófehérjékhez köthető. Egy másik kísérlet kimutatta, hogy a hat napon át paradicsom leveleire permetezett tejsavó csökkentette a paradicsom mozaikvírusának aktivitását. A tejsavó hatékonynak bizonyult néhány olyan vírustípus ellen is, melyek az uborkán és a dohányon telepednek meg.

Példák vannak a növényvédelemben arra vonatkozóan, hogy a tejsavót rovarirtó szerként is használják.

Vannak kutatások és tanulmányok, melyek során a tejsavóval a facsemetéket megtámadó thysanopterát lehet megfékezni. A leírások szerint a tejsavó csalétekként használható a citrus gyümölcsöket megtámadó thysanoptera ellen. A tejsavó – elvegyítve phloxine B-vel – fotoaktív festék ennek a rovarnak a kezelésére. A tejsavó virághagymákon megjelenő rovarok ellen is használható egyes kísérletek és tanulmányok szerint.

A tejsavót lehet közvetlenül állatoknak adható italként hasznosítani, vagy adható tápba adagolva is. Főképp kérődzőkkel folytatott kísérletek és tanulmányok számolnak be arról, hogy a tápban található szárazanyag-komponensek emészthetősége javul, ha a tápot inkább savóval, nem pedig vízzel lágyítják. A fehérje és foszfor hasznosítási aránya pedig nő, ha 5% arányban tejsavót adnak a táphoz.

3.1.4. Sporttápszerekben

A tejsavófehérjék sportitalok összetevői, mivel magas minőségű fehérjét tartalmaznak. Elvégzett kísérletek bizonyítják, hogy a tejsavófehérjék pozitív hatással vannak az atlétákra. Klinikai kísérletek mutatták ki, hogy az atléták étrendjébe beiktatott tejsavófehérjék direkt módon növelik a teljesítményt.

Különösen a WPC-80 és a WPI (részletesebb információ: e fejezet 3.2. pontja alatt), melyekben minimális szinten találhatóak a zsír- és laktózösszetevők, és jó minőségű fehérjeforrást biztosítanak az atléták számára. A tejsavó aminosav-tartalma nagy mértékben hasonlít az izomzatban található aminosavakhoz.

A tejsavófehérje-táplálékkiegészítők általában nagyobb arányban tartalmazzanak alapvető aminosavakat, mint egyéb fehérjeforrások. Ezek az alapvető aminosavak azok, melyek az izomban történő fehérjeszintézishez szükségesek.

A tejsavófehérje-kiegészítők ágas elágazó szerkezetű aminosavakban is gazdagok. Ezek az aminosavak: a leucin, az isoleucin és a valin. Ezeknek az aminosavaknak fontos szerepük van az atléták izomanyagcseréjében. Abból következően, hogy ezek az ágas szerkezetű aminosavak, különösen a leucin, kulcsszerepet töltenek be a fehérjeszintézis során a DNS-ek átültetésében, hatékonyabb regenerálódást biztosítanak edzés után. A tejsavófehérjékben található cystein-aminosav segíti az atléták testsúlymegőrzését, valamint az izomépítést.

A tejsavófehérjének egyedülálló értéket biztosít az, hogy emésztésük más fehérjéktől eltérően történik. Az, hogy a testben gyorsan felszívódnak, azt eredményezi, hogy az aminosavak eljutnak a szövetekbe, és a fehérjeszintézis nagyobb arányú, így magasabb a fehérjebeépülés. A tejsavófehérjék vízben könnyen oldódnak, és bármely folyadékkal elkeverhetőek, fogyaszthatók edzés előtt, közben és után.

A tejsavófehérje a számos javasolt táplálék-kiegészítő egyike, segíti a fiziológiai alkalmazkodást, és növeli az atlétikai teljesítményt. A kutatások jelenleg még nem elegendőek arra vonatkozólag, hogy miként optimalizálható a tejsavófehérje alkalmazása az egészség és a teljesítmény összhangjának megfelelően. Ezért több klinikai kísérletre van szükség ahhoz, hogy egyértelműbb javaslatok születhessenek.

3.1.5. A kozmetikai iparban

Napjainkban a kozmetikai ipar technológiai fejlődése révén magas minőségű termékek jönnek létre, még pedig természetes források használatával, és a környezetvédelmi követelmények figyelembe vételével. A funkcionális tulajdonságokkal és biológiai aktivitással rendelkező termékek gyártásánál hidrocolloidokat és fehérjéket használnak.

A tejsavó fontos forrás szerepét tölti be a természetes kozmetikai összetevők között, mivel értékes összetevőket, elsősorban fehérjéket tartalmaz. A tejsavófehérjének vízmegkötő, habformáló, emulgációs, zselésítő tulajdonságuk van.

A funkcionális összetevők közé sorolhatók a hidrolizált tejsavófehérjék. Nagy szerepük van a bőr hidratálásában, melyeket enzimmal vagy más módszerrel történő részleges hidrolízissel nyerhetünk.

Az alacsony molekuláris súlyú összetevőknek, melyek közé a tejsavófehérjék is tartoznak, az emberi bőrt természetes úton hidratálókéhoz hasonló tulajdonságaik vannak. Az alacsony molekuláris súlyú ásványi részek, melyek melléktermékként keletkeznek a tejsavó-koncentrátum vagy -izolátum gyártása során, alkalmasak kozmetikai célokra. Ezeknek a vízben oldódó anyagoknak a tulajdonságai hasonlóságot mutatnak a kozmetikai iparban használt hyaluron-savéhoz. Ezért a tejsavóból nyert ezen anyagokat felhasznál-

ják kozmetikai termékekben és a babáknak készülő szappanokban, tejkrémekben. Bebizonyosodott a klinikai kísérletek során, hogy ezek a kozmetikai termékek alkalmasak egy bőrbetegség, a dermatitis ellen is.

Egy kísérlet a tejsavó samponokban történő felhasználását is igazolta. Ugyanez a kísérlet kimutatta, hogy a samponokban használt tejsavó pozitívan befolyásolja annak habzókéességét. A felületen aktív vegyi anyagok, mint pl. az alkyléterszulfátok olyan detergenssek, melyeket elsősorban samponokban használnak. Bár ezeknek az anyagoknak a habzó és mosási tulajdonságaik nagyon jók, száraz haját, szem- és bőrirritációt okozhatnak. Többen úgy gondolják, hogy természetes anyagok használatával, pl. a tejsavóéval, kiküszöbölhető ez a probléma. A tejsavófehérjék a samponokban hatékony sűrítőanyagként is funkcionálnak, és növelik a termék viszkozitását.

A tejsavó kozmetikai összetevőként történő felhasználásához kiterjedtebb és részletesebb tanulmányokra, kutatásokra van még szükség.

3.1.6. Az energia-előállításban

Az élelmiszer-ipari hulladék oxigénmentes (anaerob) környezetben való hasznosítása fontos lehetőséget teremt a megújuló energiák előállításához. Az anaerob degradáció olyan technológia, melyet nem csupán a mellékvíz-kezelési folyamat során, hanem a hő- és elektromos energia előállításánál is alkalmaznak. A tejsavót magas szervesanyag-tartalom és alacsony pufferkapacitás jellemzi. Ezért a tejsavónak a közvetlen anaerob folyamatban való használata gyors savasodást és alacsony biogáz-termelődést eredményez. Így a tejsavó abban az esetben hatékony energiatermelő, ha másfajta hulladékgázokkal és/vagy trágyával keverik. Számos tanulmány és kísérlet készült ezzel a témával kapcsolatban. Egyik alkalommal tejsavó és szarvasmarha-ürülék felhasználásával állítottak elő biogázt anaerob degradáció eredményeként. Egy másik kísérletben hidrogén és metángáz előállításához feldolgozott köles (55%), tejsavó (40%) és folyékony tehéntrágya (5%) keverékét használták fel egy két lépéses anaerob-folyamatban. Mindezen felül egy másik kísérlet során biohidrogén jött létre a zöldség-gyümölcs iparban keletkezett hulladékok és tejsavó összekeverését követően.

3.2. Fontosabb termékek

3.2.1. Tejsavópor

A világon előállított tejsavó egyharmadából tejsavópor készül. A TS 11 860-nak megfelelően az édes tejsavópor olyan terméként definiálható, mint az a folyékony összetevő, ami a kazein és a zsír túróként történő kiválását követően, renninnel történő sajtkészítés során, a sajt típusának, előállítási technikájának megfelelően keletkezik.

A TS 11 860-nak megfelelően a savanyú tejsavópor az a termék, mely a folyadékból történő porkészítés során, a gyártási technológiának megfelelően, üledék szűrésével keletkezik.



3.1. kép: Tejsavópor

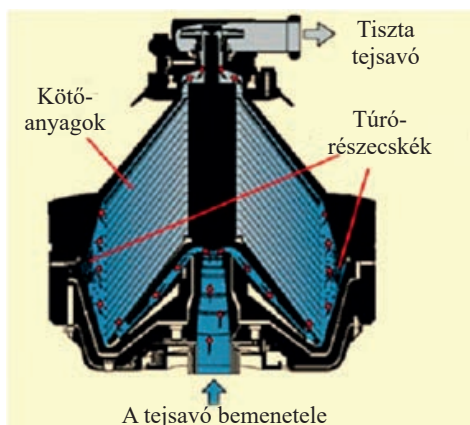
Az élelmiszeripar legváltozatosabb területein használják a tejsavóporból készült termékeket: leggyakrabban az élelmiszerek ízesítésekor. Ezt a tulajdonságát elsősorban pattogatott kukorica, nacho, tortilla, diófélék, sajtalapú mártások, chipszek, sós ízesítés és sós kekszek készítésénél használják fel. Bizonyos pékáruk (pl. pizza, kekszek, makaróni, szuflé és sütemény) esetén a tejsavópor használata kényelmessé teszi a gyártási folyamatot. A tejsavópor hozzáadásával készített élelmiszerek struktúrája, íze és megjelenése megegyezik a sajttartalmú élelmiszerek kinézetével. Kekszek estében kedveltebb a tejsavópor használata a tejporhoz képest, aminek gazdaságossági és eltarthatósági okai vannak.



3.2. kép: A tejsavópor előállítása

3.2.1.1. Tisztítás

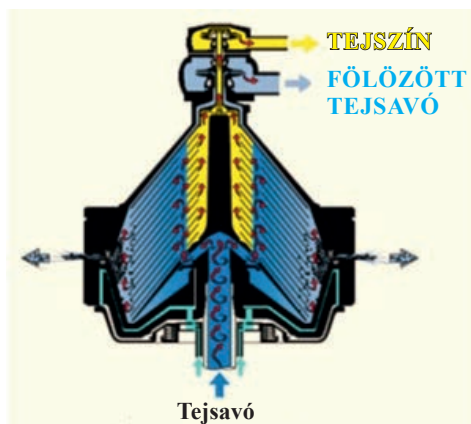
Centrifugális erő alkalmazásával, tisztítóanyagokkal kerül sor a túrórészecskék eltávolítására. Ellenkező esetben a túrórészecskék eltömítik a polymerikus UF-membránokat, és bevonatot képeznek a hőcserélőkön, ami negatívan befolyásolja a végtermék ízét és oldhatósági tulajdonságait is.



3.3. kép: Tisztító berendezés

3.2.1.2. A tejszín elválasztása

A sajtkészítés során lényeges a zsír tejsavóvá alakítása (kifolyatás). Mind a termék ízstabilitása, mind pedig gazdaságossági szempontok miatt kötelezően el kell távolítani a tej fölét a tejsavó előállításánál. Az elkülönítést követően visszamaradó tartalom kb. 0,06% lehet.



3.4. kép: Tejszínválasztás

3.2.1.3. Pasztörizálás

A tejsavót rögtön kinyerése után pasztörizálni kell mikrobiológiai minőségének stabilizálása céljából. Amennyiben elengedhetetlen a hőkezelés előtti tárolás, lehetőleg 5 °C alá kell hűteni.

3.2.1.4. A tejsavó koncentrációja

A tejsavó szárazanyag-koncentrációja – párologtatási folyamat alkalmazásával – 40-60%-os arányú.

3.2.1.5. Végso kezelés: kristályosítás és szárítás

A tejsavópor-előállítás utolsó lépése a dehidráció (a víz eltávolítása) a koncentrált tejsavóból, permetező szárítás alkalmazásával. Az ilyen típusú szárítással előállított portermékek oldhatósága rendkívül jó. A tejsavópor ennek a dehidrációs folyamatnak a terméke.

Abban az esetben, ha a koncentrált tejsavót közvetlenül szárítják, a ki nyert por rendkívül higroszkópikus, és a tárolás során vagy már a szárítóban is felhalmozódhat. A higroszkópikus β -laktóz formájú laktóz nagy része nem-

higroszkópikus α -laktózzá kell, hogy alakuljon ennek megelőzésére. Kontrollált kristályosodást az a tény biztosíthat, ha a koncentrátumot max. 30 °C-ra gyorsan lehűtik, és így mikroméretű laktóz képződik.

3.2.2. Tejsavófehérje-koncentrátumok

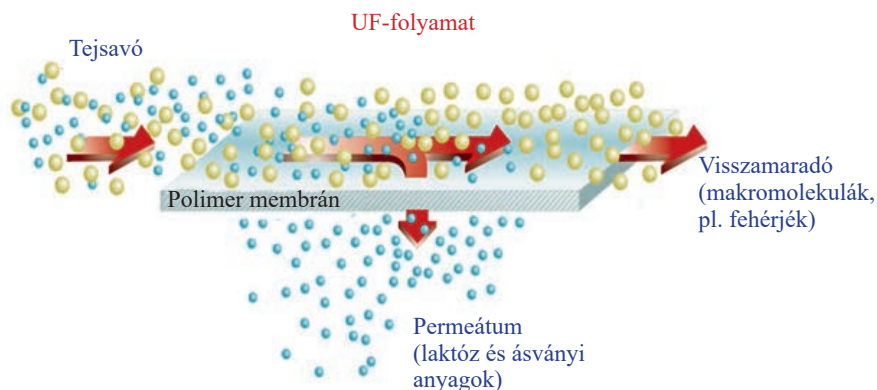
Az Amerikai Élelmiszer- és Kábítószer-felügyelet (American Food and Drug Administration = FDA) meghatározása szerint tejsavófehérje-koncentrátum az a termék, melyet a nem-fehérje tartalmú anyagok megfelelő eltávolításával nyerünk, és a végső termék legalább 25%-ban tartalmaz fehérjét. A WPC fizikai elkülönítő technikák révén, mint pl. csöpögtetés, szűrés és dialízis, keletkezik. A WPC használható folyadék, koncentrátum és por formájában.

A piacra kerülő WPC vagy 34-35%-ban, vagy 80%-os arányban tartalmaz fehérjét. A kb. 35%-os fehérjetartalmú WPC joghurtokban, sajtermékekben, bébiételekben és egyes pékárukban található. A WPC-t szívesen használják húskészítményekben is (pl. kolbász), elsősorban jó kötő (tömörítő) tulajdonsága miatt, valamint táplálékkiegészítőként. A 80% fehérjét tartalmazó WPC-termékekben nem kívánatosak a nagy arányú laktóz- és ásványianyag-tartalmú összetevők. A 35% fehérjetartalmú WPC élelmiszerekben történő felhasználása a fehérje, a laktóz és az ásványi anyagok koncentrációjára épül.

Némely sajátos tejsavófehérje-terméket (pl. az 50% fehérjét tartalmazó extrudált WPC-t) általában a húsiparban és fehérjerudak gyártásánál használnak. A 80%-os fehérjetartalmú WPC-t olyan fehérjetartalmú alkalmazásokra tervezték, melyeknek dominánsan funkcionális szerepük van. Ezek a termékek széles körben használatosak zselé, emulzió és hab előállítására. Ideális alkotóelem ez a termék a sportolók táplálkozására és súlykontrollálására, mert ezen WPC-knek alacsony a szénhidráttartalma. Ezeknek a termékeknek másik felhasználási területe a húsipar, mivel zselés állagot biztosítanak, valamint magas a vízmegkötő kapacitásuk.

3.2.2.1. Ultrafiltráció (UF)

Az ultrafiltráció nyomás alatt végrehajtott szűrési folyamat, aminél membránokat alkalmaznak, és bármely szilárd-folyékony keverék komponenseinek méret és alak szerinti elkülönítésére alkalmas. A tejsavó ultrafiltrációjakor használt membránok megakadályozzák a fehérjék (makromolekulák) áthatolását, másrészt lehetővé teszik a vízben oldódó mikromolekulák (pl. a laktóz és az ásványi anyagok) áthatolását. A 35 és 85%-os fehérjepor összetevőjeként szolgáló WPC ezzel a módszerrel állítható elő.



3.5. kép: Ultrafiltráció (UF)

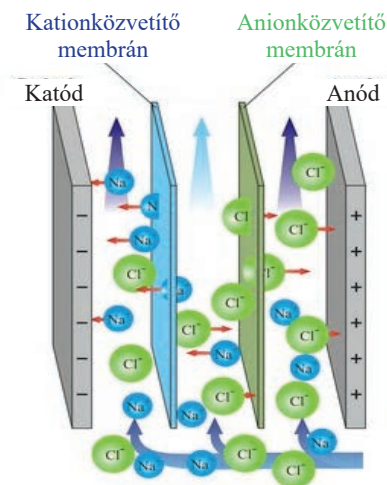
A permeátum elnevezés azt a részt jelenti, amelyik áthatol a membránon, amikor a tejsavót az UF-rendszerbe pumpálják. A visszamaradó azt a részt jelenti, amelyik kiválik a rendszerből anélkül, hogy áthaladna a membránon.

3.2.2.2. Tejsavó-permeátum

A tejsavófehérjéket visszatartja a membrán az ultrafiltráció és diafiltráció folyamán (az olyan összetevőknek, mint a laktóz és az ásványi anyagok alacsonyabb a molekuláris súlyuk, mint a szűrőn áthatolóknak). A fehérje eltávolítása után ottmaradó és összegyűlő anyag a tejsavó-permeátum, vagy más néven: fehérjétlenített tejsavó. A megmaradó laktózoldat kikristályosodik, tehát laktóz keletkezik, miután kivonják az ásványi anyagokat. A tej és a sajt típusa változó, azonban alapvető összetevőjük a laktóz. Ennek a permeátumnak a tipikus összetétele: 65-85% laktóz, 3-8% fehérje, 8-20% hamu, 1,5% alatti zsír és 3-5% nedvességtartalom. A tejsavó-permeátumot fel lehet használni különféle élelmiszerek előállításakor (pld. pékáru esetén a barna jelleg kialakítására, ami a végtermékben, tehát a polcokon válik láthatóvá).

3.2.2.3. Demineralizáció (az ásványi anyagok eltávolítása)

Az ioncsere vagy az elektrodialízis elterjedt módszer a demineralizációra. A fehérjétlenített tejsavó (UF-val történő) demineralizációja kötelező előkezelési eljárás. Ezt a folyamatot a csökkentett ásványi anyaggal rendelkező tejsavó előállításakor is használják. A demineralizált tejsavó használata széles körű a bébiételek előállításakor.

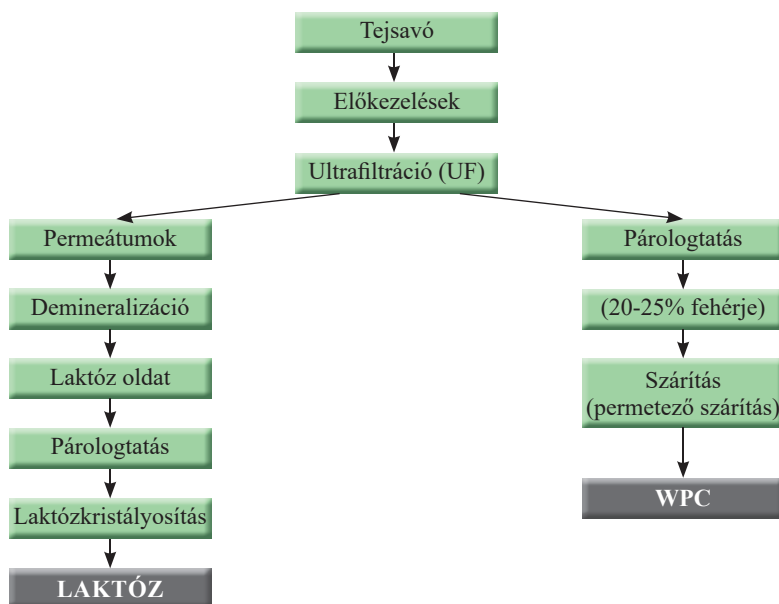


3.6. kép: Elektrodializáló készülék

3.2.2.4. Demineralizációs technikák

Ioncsere: Ioncserélő gyantát használnak. Az ioncserét végző oszlop belső felületére gyantát helyeznek. Az itt áthaladó tejsavóban lévő ásványokat visszafogja a gyanta.

Elektrodialízis: Az a folyamat, melynek során elektromos erő segítségével juttatják az ionösszetevőket a folyadékba. Ilyenkor ionáteresztő membránt használnak.



3.7. kép: A WPC- és laktózelőállítás folyamata

	Fehérje	Laktóz	Zsír	Ásványok	Víz
Tejsavó	0,9	4,8	0,05	0,5	93,0
WPC-35	3,3	4,8	0,2	0,7	91,0
WPC-60	11,5	5,2	1,0	0,8	71,5
WPC-80	20,0	1,0	2,0	1,0	76,0
WPI	19,0	0,2	0,2	0,6	80,0

3.1. táblázat: A tejsavó és tejsavóból előállított fehérjetermékek becsült összetétele a koncentráció és a szárítás előtt (%) (Harper, 2011)

3.2.3. Tejsavófehérje-izolátumok

A tejsavóból előállított másik alapvető fehérjetermék a tejsavófehérje-izolátum (WPI). A WPI-k kb. 90%-ban tartalmaznak fehérjét, és 4-6%-ban zsírt. A fennmaradó rész 4-6% zsírt, laktózt és hamut tartalmaz. A magas fehérje- és folyadéktisztaságnak köszönhetően a WPI-t széles körben használják táplálék-kiegészítőként fehérjében gazdag sportitalokban, üdítőkben. A WPI-gyártásban az ioncsere-kromatográfia az egyik alkalmazott módszer. Magas fehérjetartalma miatt a WPI felhasználható vízmegkötésre, zselésítésre, emulzió-, és habképzésre.

Összetevő	Fehérje	Nedvesség	Laktóz	Zsír	Hamu
WPC-35	35,3	3,7	52,3	3,3	5,8
WPC-80	78,7	4,3	4,9	6,4	4,0
WPI	90,9	4,8	1,5	0,9	2,7

3.2. táblázat: Némely WPC- és WPI-termék átlagos összetétele (%) (Foegeding és Luck, 2011)

3.2.4. Tejsavófehérje-hidrolizátumok

Az enzimes hidrolízis az egyik módszer a tejsavófehérje élelmezési és funkcionális tulajdonságának megváltoztatására. Az aminosavakhoz és fehérjékhez képest a peptidek sokkal gyorsabban és részben jobban is szívódnak fel. A tejsavófehérje-hidrolizátumok jobb táplálkozási minőséggel rendelkeznek, alacsonyabb allergén hatásuk van, ezért a tökéletesebb termékek és bébitelek előállítására használják.

3.2.5. Laktóz

A laktóz, amit a tejsavóból történő zsíreltávolítás, fehérjétlenítés és ásványi anyag-kivonás, a fennmaradó folyadék szűrése és kristályosodása után nyernek (3.7. kép), speciális étrendek, bébiételek, gyógyszerek, penicillin-előállítás, karamell szín elérése, hidrolizált laktózsirup és laktózsav előállítására használnak.

Kimutatták, hogy biológiai oxigénszükséglet értéke (Biological Oxygen Demand = BOD) 87%-ra csökken azért, mert a tejsavóból elegendő mennyiségű laktóz nyerhető.

A laktóz a tejsavó szárazanyagának alapvető komponense, és a tejsavót potenciális nyersanyaggá változtatja különféle biopolimereknél. Így lehetővé teszi olyan új termékek készítését tejsavóból, melyekben mikroorganizmusok csökkentik a laktózt. Ezek a termékek lehetnek szerves savak (pld. etil-alkohol, kefirserű erjesztett tejsavóitalok, laktóz- és citromsav), biopolimerek, mint a kenyérflesztő, egysejtes fehérje, probiotikus starter kultúra, biogáz, bioplasztik és etil-laktát.

Glukóz és galaktóz is keletkezik a laktózhidrolízissel. Fontos előnye, hogy a laktózkalória és a glikémiás index alacsony más szénhidrátokéhoz képest. Az UF-membránt fehérjék elválasztására használják: a laktózzgyártás során növeli a fordított ozmózis laktózkoncentrációt. A szerkezet víztelenítése során alkalmazzák a párologtatást, a kristályosító eljárást, a szárítás során pedig a permetező szárítást. Az iparban felhasznált leggyakoribb laktóztípus az α -laktóz monohidrátum.

Az olyan összetevők, mint a laktulóz és laktitol (melyek nem laktózból vagy tejsavóból keletkeznek), illetve a laktobionik sav nem szívódnak fel a vékonybélben. Ezért ezek az összetevők prebiotikus funkcióik révén jelentős potenciális erővel rendelkeznek a vastagbélben lévő hasznos baktériumok létrejöttéhez. Emellett a laktitol, ami cukoralkohol, egyben édesítő is, ami felhasználható diabétesz termékekben.

3.2.6. Laktalbumin

Először 4,5-5,2 értéken rögzítik a tejsavó pH-értékét a laktalbumin hagyományos módszerekkel történő gyártásakor. Majd hőkezelést alkalmaznak a szérumfehérjék denaturálásához, és a fehérje kb. 80%-át ülepitik. Az ily módon nyert termék oldhatósága alacsony szintű, de tápértéke és vízmegkötő tulajdonsága magas, ezért ezt pékáruknál, hústermékeknél, feldolgozott sajtoknál és édességeknél használják. A permanens módszerrel előállított laktalbumin tejsavójának pH-értéke 6,0. A szérumfehérjék denaturálásához 120 °C-os gőz befecskendezésével hevítik fel a tejsavót, így érik el, hogy kiváljon. Az így előállított lakt-

albumin 20-25% hamut tartalmaz. A hevített tejsavó pH-értékét 4,6-ra állítják be, hogy 2-5%-ra csökkentsék a hamutartalmat. Ezt a tésztafélék (makaróni) és pékáruk előállításakor használják, mivel az így készített termék oldhatósági szintje alacsony.

Az 5 pH-értéknél magasabb oldhatósági szintű laktalbumint egy másfajta módszerrel állítják elő. Ennél az eljárásnál a tejsavó pH-értéke 2,5-3,5, az alkalmazott hőkezelés 90 °C. A pH-értéket 4,5-ben rögzítik azért, hogy a hűtési eljárás során leülepedjen a denaturált fehérje. Ily módon 40%-os fehérje-összetevőjű termék keletkezik.

3.2.7. Ásványmentesített és csökkentett ásványtartalmú tejsavó

A tejsavó szárazanyag-tartalmának közel 10%-a ásványi anyag. Úgy tartják, hogy ez nem alkalmas sem állati táplálékok, sem bébiételek előállításához túl magas ásványtartalma miatt. Ezért egyre nagyobb jelentősége van a demineralizált tejsavótermékeknek (30-90%-os demineralizáltság).

Széles körben alkalmaznak ioncserés és elektrodialízises módszereket demineralizálásra. Ezt az eljárást alkalmazzák a csökkentett ásványianyag-tartalmú és a demineralizált tejsavó esetén. A demineralizált tejsavó használata elterjedt a bébiételek készítésénél.

A demineralizálási technikák közül a legelterjedtebb az ioncsere és az elektrodialízis:

- Ioncsere: Gyanta használatával történik. Az oszlop belső falára ioncserét előidéző töltésű gyantát rögzítenek. Az oszlopon áthaladó ásványokat megkötí a gyanta.
- Elektrodialízis: Elektromos erő alkalmazásával ionösszetevőket juttatnak egy folyadékba. Az ionáteresztő membrán biztosítja a megfelelő töltésű ionok átjutását. Így a tejsavóban lévő baktériumok a katód felé mozognak, a kationok pedig az anód felé, ezáltal jön létre a demineralizáció.

3.2.8. Csökkentett laktóztartalmú tejsavó

A laktózérzékenység születéstől kezdődő rendellenesség, mely vagy a laktózenzim (β -galaktozidáz) hiánya miatt, vagy fertőzés, esetleg nem megfelelő táplálás következtében jön létre. A tejsavót laktózmentesíteni kell, esetleg csökkenteni a laktózsztintet (emellett a tejtermékekben található tejmenyiséget is) minden olyan személy számára, aki ezzel a rendellenességgel küzd. A tejsavó filtrálásával, pld. ultrafiltrációval (UF), állítható elő csökkentett laktóztartalmú tejsavó vagy tejsavótermék.

Egy másik módszer a laktóz eltávolítására a részleges laktózkristályosításból, illetve a laktóz centrifugálással történő eltávolításából áll. A laktóz szintje portermékekben vagy az ezzel a módszerrel előállított termékekben 60% vagy alacsonyabb. Kromatográfiai módszerek is léteznek a laktóz tejsavóból való eltávolítására. A csökkentett laktóztartalmú vagy laktózmentesített tejsavótermékeknek az íze, ellentétben a laktózhidralizáltakéval, nem édes.

3.2.9. Laktózhidralizált tejsavópor

Ezeknél a termékeknél enzimikus módszerrel hidrolizálják a laktózt glukózzá és galaktózzá. A hidrolizált laktóz (glukóz és galaktóz keveréke) édességi foka közel 70% (szukróz, azaz teacukor). Ezért a laktózhidralizált tejsavótermékek alkalmasak édes tejtermékek, pld. joghurt, fagylalt, tejsavó-tartalmú italok előállítására.

3.2.10. Fehérjehidralizált tejsavópor

Ez az egyik alkalmazott módszer a fehérje élelmiszer-ipari és funkcionális tulajdonságainak megváltoztatására: enzimikus módszerekkel történő hidralizáció. A fehérjehidrolízis következtében peptidek és aminosavak keletkeznek. A fehérjével összehasonlítva: a peptidek és aminosavak gyorsabban és jobban szívódnak fel. A fehérjehidralizált tejsavótermékeknek jobbak a táplálkozási értékeik, és alacsonyabb az allergén szintjük a minőségi termékekben és bébiételekben.

3.2.11. A tejben lévő ásványi anyagok

A tej olyan élelmiszer, aminek jelentős az ásványianyag-tartalma, megfelelő mértékben található benne kalcium, magnézium és foszfát. A vízben oldódó komponensekben lévő ásványi anyagok a tejsavóban is megtalálhatók. Fokozott figyelmet érdemelnek az ásványokban és vitaminokban gazdag élelmiszerek.

Nagyon értékesek a magas kalcium- és foszfáttartalmú tejtermékek, mivel jól alkalmazhatók néhány rendellenesség, pld. az osteoporosis (csonttritkulás) kezelésére. Ezeket a termékeket ülepítéssel, a kalciumfoszfát kivonásával állítják elő (megfelelő koncentrációs feltételek, pH, hőmérséklet és időtartam biztosításával). A centrifugáló és szűrési eljárásokat közvetlenül az ülepítés után alkalmazzák. A tejtermékben levő ásványokat – egyre növekvő mértékben – természetes kalciumpótló anyagként használják olyan termékekben, mint az ivótej, joghurt, tejpor és édességek.

3.2.12. Tejsavósajt

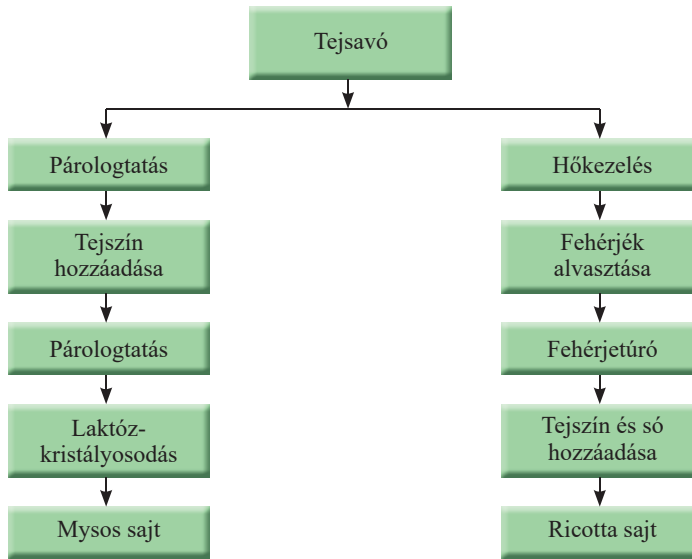
Kétféle tejsavósajt van (a ricotta típusú és a mysos sajt) a Nemzetközi Tejtermék Szövetség (International Dairy Federation = IDF) szerint. A két sajttípus között az alapvető különbség a gyártási technológiában van. Az olasz tejsavósajt, a ricotta – ehhez hasonló terméket Törökországban, Portugáliában és más régiókban is találunk (túrosajt).

Ezeknek a gyártása hőkezelésen és a fehérjék savas alvasztásán alapul. Hazánkban elterjedt a túrosajt fogyasztása, amit a tejsavó forralásával, ülepítésével, és a fehérjék szűrésével nyernek. A ricottát a fehérjék ülepítésével készítik úgy, hogy savanyú tejsavókomponenseket adnak hozzá a 90 °C-ra történő hevítést követően. Hasonlít a túrosajtra. A mysos sajt (savóméz) ettől eltérően a tejsavó minden összetevőjét tartalmazza, és kizárólag vízpára termelődik, válik ki a gyártás folyamán. A mysos sajt a tejsavó hevítésének, sűrítésének és az ellenőrzött laktóz kristályosításának eredményeként jön létre.

Az a rész, ami a túró- és ricotta sajtok gyártása során hőkezelés hatására alszik meg, az α -laktalbumin és a β -laktoglobulin, melyek nem lépnek reakcióba a renninnel, és nem mennek át a tejsavóba. Elég egy órán át 77,5 °C-os, harminc percen át 80 °C-os és öt percen át 90 °C-os hőkezelés a tejsavófehérjéknek ahhoz, hogy a fehérjék teljesen denaturálódjanak.

A savfokbeállítást foszfor-, borkő-, laktik-, citrom- vagy ecetsav használatával lehet végezni, amint megjelennek az első túrórészecskék a túrosajt készítésének folyamatában (ez a tehéntejből készített sajt maradványaiból készül). A savanyú tejsavópor és az ultrafilterezett savanyú tejsavó is felhasználható tejüzemekben erre a célra. Ezek a pH-változások hatással vannak az α -laktalbumin és a β -laktoglobulin 78-100 °C-on történő denaturálására és a denaturált fehérjék kombinációjára, ez pedig hat a túrosajt hozamára és minőségére is. A tehéntejsajtokból nyert tejsavó pH-értékének 4,5-5,2 között kell lennie.

A juhtejből származó tejsavó savasságára nincs ilyen megadott érték. Egyéb, túrógyártásban használt anyagok a CaCl_2 és NaCl -kiegészítők, melyeket a sajt ízének javítására használnak. A NaCl -t 70-75 °C-on, 0,1-1,5%-os arányban alkalmazzák. Azért használják a NaCl -t, mert növeli a tejsavófehérjék denaturációs fokát. A hőkezelést követően létrejövő üledékrészt ruhára helyezik, miután bizonyos fokra lehűlt, és hagyják, hogy lecsöpögjön róla a folyadék. A túrosajtot nem sózzák, ha friss fogyasztásra szánják. Tárolás esetén azonban sózni kell.



3.8. kép: A tejsavótúrók gyártásának folyamata

3.2.13. Tejsavóitalok

A tejsavóitalok gyártása az 1970-es években kezdődött. Az egyik legrégebbi ilyen ital a Svájcban gyártott Rivella. Napjainkra a tejsavóital-gyártás széles skálája alakult ki a természetesen édes vagy savanyú, a fehérjementes, a hígított, az erjesztett és a száraz tejsavóból. A tejsavótartalmú italok célcsoportja az idősektől a gyerekekig terjed. Az ókori görögök óta némely betegség kezelésénél is alkalmazzák, pld. tuberkolózis, bőrbetegségek és emésztési problémák esetén.

A 18. században speciális intézmények jöttek létre, és részletes kutatások folytak arra vonatkozólag, hogy milyen tápanyagbeviteli és terápiás hatásai vannak a tejsavónak, és miként alkalmazható a gyógyításban. A hasmenés, epebetegség, bőrproblémák, vizeletben megjelenő hámsejtek és néhány mérgezés kezelésében sikerrel alkalmazták a tejsavót. Ezek az italok ideális tápanyagbevitelnek és energiaforrásnak számítanak az atléták körében, mivel magas a tápértékük, és nagy mennyiségű fehérjét tartalmaznak.

A tejsavófehérje laktoferrint tartalmaz, ami vasmegkötő fehérje, továbbá glycomacropeptidet (GMP), ami a rennin alkalmazásával történő sajt készítés során keletkezik. Természetes, szabad fenil-alanint és α -laktalbumint tartalmaz, ami kalciummegkötő fehérje. A laktoferrinnek köszönhetően a tejsavónak szerepe van a vas felszívódásban, és annak megelőzésében, hogy a bél falakon patogén baktériumok telepedjenek meg. Ezek az italok fontosak az időskori táplálkozásban, különösen csonttrikulás esetén, mivel elősegítik a kalcium felszívódását.



3.9. kép: Tejsavóból készült italok

3.2.13.1. Alkoholmentes italok

Az elmúlt 10 év során kifejlesztett tejsavóitalokba gyakran gyümölcskoncentrátumok kerülnek hozzáadásra (a gyümölcsstartalom 5-20% között van). Ezen italok között gyakoriak a citrusfélével vagy más trópusi gyümölcsökkel, pld. mangóval, banánnal, papajával ízesítettek. Ez azért van, mert ezek az ízek hatékonyan nyomják el a nemkívánatos tejízt és a tejsavó sós-savanyú ízét. Mindemellett tanulmányok és kísérletek készültek olyan gyümölcskoncentrátumok alkalmazásával kapcsolatban is, mint az alma, körte, őszibarack, sárgabarack és cseresznye. Sikeres termékek születtek olyan gyümölcs hozzáadásával, mint az áfonya, ami nagyon jó vas-, és antioxidáns-forrás.

A gyümölcsökön kívül néhány kutató olyan ízközvetítőkkal is kísérletezett már, mint pld. a csokoládé, kakaó, vanília vagy a müzlifélék (főleg rizs, zab és árpa), valamint a méz. A müzlifélék, különösen a korpa, hozzáadása nagyon érdekesnek mondható. Készült már ital, amely gazdag diétás rostanyagokban és alapvető zsírsavakban (zab hozzáadásával).

Régóta ismeretes, hogy a probiotikus tejsavóitalok, melyeket különféle laktikus savas baktériumokkal történő tejsavó-erjesztéssel állítanak elő, pozitív hatással vannak az emberi egészségre, pld. csökkentik a vér koleszterinszintjét, szabályozzák a laktózanyagcserét, csökkentik a vérnyomást, és az immunrendszerben rákmegelőző tulajdonságokat hoznak létre.

A diétás italok is az alkoholmentes italok kategóriájába tartoznak. Ilyenek pld. a hidrolizált laktózialok, a tej és a poralakú italok. Összetételének és

ebből fakadó tulajdonságainak köszönhetően a tejsavó jó nyersanyag az egyszerű diétás italok előállításához, melyekhez azután bizonyos fajtájú édesítőt (főleg szaharint és ciklamátot), almát, némely fajtájú trópusi gyümölcsöt és stabilizált reagenseket adnak. Ezeknek az italoknak nagyon alacsony az energiaszintjük (103-104 kJ/100 ml), és ez a tulajdonságuk a vásárlók széles köre által teszi fogyaszthatóvá őket.

A tejes italokat is folyadék vagy por alakú tejsavó keverékeként állítják elő főlözött tej, író, némely típusú növényi olaj, hidrokolloid és emulgátorok hozzáadásával. A tejet az ital koncentrációja és stabilitása érdekében adják hozzá. A Way-Mil ennek a kategóriának az egyik legismertebb terméke: tejes állagú, sajátos íze van, és tartalmazhat olyan kiegészítőket, mint a csokoládé és különféle gyümölcsök. A termék megközelítőleg 2-4% tejsírt, 1-1,5% fehérjét, 4-5% laktózt, 0,7% ásványi anyagot és vízben oldódó vitaminokat tartalmaz. Ezeket a termékeket is lehet vitaminokkal és ásványokkal gazdagítani. A folyékony italokkal összehasonlítva, ezek a termékek könnyebben szállíthatók és tárolhatók, ezért fontosak a közösségi táplálkozásban akkor, amikor a fehérjeforrások korlátozottak, vagy nehezek az életkörülmények. A tejsavópor-italok előállítása általában a tejsavónak szójababbal, gyümölcsporral, koncentrált gyümölcslével vagy tejsavófehérje-koncentrátumokkal történő keverésével történik.

3.2.13.2. Alkoholtartalmú italok

A tejsavó kiváló alapanyag alkoholos italok előállításához azért, mert a tejsavó-szárazanyag fő összetevője (megközelítőleg 70%) a laktóz. Az alacsony alkoholtartalmú (1,5% vagy az alatti) alkoholos tejsavóitalok a következő lépésekben készülnek: a laktóz közvetlen erjesztése – általában élesztőfélékkel, mint pld. *Kluyveromyces fragilis* és *Saccharomyces lactis*, vagy a kívánt alkoholszintnek megfelelő mennyiségű (0,5-1,0%) szukróz hozzáadásával –, aromásítás, édesítés és csomagolás. Így az adott laktózmennyiség laktik savvá alakul, és a végterméknek savanykás ízt biztosít. A Milone, amit tejsavó-erjesztéssel és kefir kultúrával készítenek, és a Lengyelországban Serwoit néven gyártott tejsavópezsgő tartoznak ebbe a kategóriába.

A tejsavósör lehet malátatartalmú vagy maláta nélküli. Ezt a terméket ásványokkal lehet gazdagítani, vagy tartalmazhat keményítő-hidrolizátumokat és vitaminokat. A tejsavóbornak viszonylag alacsony az alkoholtartalma (10-11%), és általában gyümölcs illatú. A tejsavóbor gyártásának lépései: tisztítás, fehérjekivonás, a β -galactosidase és a laktóz hidrolízise, lefejtés utáni hűtés, élesztő hozzáadása, erjesztés, érlelés, szűrés, palackozás.

Ha a fehérjementesített tejsavóba szukrózt, karamellizált cukrot, sör-
élesztőt, gyümölcsös ízt és vizet adagolnak, a keveréket palackozzák, majd
erjedni hagyják 8-12 órán át 18 °C-on, akkor tejsavópezsgő keletkezik.
Egy kísérlet során tanulmányozták a WPC-35-öt használó funkcionális
tejsavóított és néhány kiválasztott laktikus savbaktériumot. Kimutatták,
hogy az egyik típusú ital, melynek β -laktoglobulinszintje, alapvető tejal-
lergia faktora alacsony, alapvető aminosavszintje pedig magas, előállítha-
tó WPC erjesztésével.

4. TEJSAVÓBÓL ELŐÁLLÍTOTT INNOVATÍV TERMÉKEK

4.1. Tejsav

Hőkezeléssel távolítják el a nemkívánatos mikroorganizmusokat, és a homofermentatív laktózsav-baktériumokat beoltják, így tejsav keletkezik. A következő tejsavbaktériumok: *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* és *Pediococcus* általánosan alkalmazottak a tejsav előállításában. A tejsavat élelmiszerekben, gyógyszerekben, bőr- és textiliparban használják. Alkalmazásának elsődleges célja a tartósítás és a savasítás.

Az elmúlt években megnőtt az érdeklődés a tejsav iránt, mert nyersanyagként alkalmazható a politejsavak előállításánál. A politejsavak egy bizonyos polimér típusban használt savak, melyeket speciális gyógyszerek gyártásánál és környezetbarát, biodegradálható bioműanyagoknál alkalmaznak. Ez a legfontosabb anyag a megfelelő bioreaktorok megtervezésénél, melyeket aztán sikeresen lehet tejsav előállítására használni. A tejsavó innovatív felhasználása a legújabb biotechnológiai technikák és bioreaktorok igénybevételével folyamatosan és erőteljesen felhívja a figyelmet azokra az erőfeszítésekre, melyek a tejiparban felmerülő alapvető környezetszennyezési problémák megoldására irányulnak.

4.2. Etil-alkohol

Az 1940-es évekre vezethetőek vissza az erjesztéssel előállított etanolgyártással kapcsolatos első kutatások és tanulmányok. Sikert ért el a környezet-szennyezést, és ezzel egy időben a laktózból etanolt előállítani egy ma már széles körben elterjedt módszerrel. Ennek következtében a tejsavógyártás és ugyanakkor az etanol-előállítás nagy figyelemnek örvend. A témában végzett kutatások szerint az UF során nyert tejsavót, valamint a fehérjétlenített tejsavópor-oldatot és a tejsavó-permeátumot ennek megfelelően használják. Ezt a műveletet a mikroorganizmusok egy speciális csoportja hajtja végre. Elméletileg maximum 0,538 kg etanol keletkezik 1 kg laktózból annak etinollá történő biotranszformációja során. Azonban más nyersanyagokkal (pld. kukoricakeményítő vagy nádcukor) összehasonlítva a tejsavóban vagy tejsavó-permeátumban levő laktóz folyékony etanollá történő átalakításával gazdaságossági szempontból nehéz versenyezni.

A tejsavóból nyert etanol élelmiszerekben, vegyszerekben, gyógyszerekben, a kozmetikai iparban, valamint az üzemanyagok esetén alternatívaként használható.

4.3. Egysejtfehérje (Single Cell Protein = SCP)

A világ népességének vészes növekedése az élelmiszergyártás növeléséhez vezet, különösen a harmadik világban. Ez a helyzet innovatív és alternatív élelmiszerforrások igénybevételéhez vezet. Ebben a vonatkozásban az egyik első lépés az egysejtfehérje (SCP) előállítása. Az SCP tenyésztett mikróbas biomasszából kivont fehérjeként határozható meg. Az SCP fehérjealternatívaként szolgálhat a költséges, hagyományos forrásokkal (szójapép és halhús) szemben. Sőt, így lehetséges kevés költséggel a mezőgazdasági és ipari hulladékok fehérjékben gazdag élelmiszerré történő biológiai alakítása.

Mivel a sajttejsavóban levő laktóz a BOD fő összetevője, a tejsavókivonat használata egysejtfehérjeként csökkenti annak szennyező potenciálját, és ezzel egy időben értéknövelt terméket hoz létre. Az 1940-es évek óta állítanak elő tejsavóból kereskedelmi mennyiségű mikróbas biomasszát. Az ipari méretű, élelmiszer-ipari célokra történő SCP-gyártás 1958-ban Franciaországban kezdődött. A gyártás során három különféle típusú penészgombát használnak. Ez a gomba (pH = 3,5 és 38 °C-on) több mint egy év alatt folyamatos rendszerben jön létre ebben a franciaországi üzemben. Magas hőmérséklet és alacsony pH-érték kívánatos a szennyeződési kockázat csökkentése érdekében. Nagy mennyiségű oxigént juttatnak az erjesztőtartályokba, hogy megelőzzék az etanol létrejöttét.

A penészgomba-biomasszát centrifugálással nyerik, 85 °C-os hőkezelést és permetező szárítást alkalmaznak. Az így nyert SCP 48-52% fehérjét, alapvető aminosavakat – melyben nagy arányú a lizin-aminosav – és B-csoportú vitaminokat tartalmaz. Ennek a terméknek Protibel a kereskedelmi neve.

A biomasszát elsődlegesen az állati takarmányozásban használják fel, de emellett a humán táplálkozásban is alkalmazzák. A franciaországi üzem 2500 tonna SCP-t gyárt évente, és ezt a terméket közel 30 éve használják az emberi táplálkozásban. 100 tonna tejsavóból 2,5 tonna SCP és 100 kg aminosav nyerhető.

4.4. Biogáz

A hidrogén tiszta energiaként emlegetett gázfajta, ami üvegházi gázokkal és savas esővel nem keletkezik. Alacsony oldódása miatt könnyen hidrolizálható és tisztítható. Magas az energiahatékonysága. Közvetlenül használható üzemanyagcellákban elektromosság létrehozására. Emiatt egyre nagyobb figyelmet kíséri a hidrogén előállítását, és különféle területeken történő hasznosítását. A hidrogéngáz létrehozásához jó lehetőség a szénhidrátban gazdag hulladékok (pl. a tejsavó) felhasználása. A hidrogén-előállítás úgy történik, hogy a tejsavót, hígított tejsavót, tejsavópor-oldatot és tejsavó-permeátumot anaerob

erjesztésnek teszik ki. Elméletileg 1 molnyi laktózból 8 mol hidrogén keletkezik a folyamat során. Ez a biogázkeverék metán- és széndioxidgázokat is tartalmaz.

Bár magas szénhidrát- (laktóz-) tartalma miatt a tejsavó megfelelő alapanyag a biológiai folyamatokhoz, a nyers tejsavó anaerob folyamatánál (anaerob környezetben történő biodegradáció) nagyon jelentős problémák figyelhetők meg. A tejsavó lúgossága a laktózdegradáció eredményeként alacsony, és szervesanyag-tartalma magas. Szükség van hígításra, erjesztésre, és megfelelő mennyiségű lúg hozzáadására azért, hogy a tejsavó alkalmas legyen erre a folyamatra. Ebben az értelemben ígéretes stratégia az, hogy a metánképző folyamat elváljon a savképző folyamattól, és ezáltal javuljon az energia-átalakító hatékonyság és a termék stabilitása. Ennek a kétlépéses folyamatnak különösen az első lépését kell optimalizálni a hidrogéngáz biológiai létrehozása érdekében.

A tejsavó és baromfitrágya keverékének felhasználásával termelt biogázzal folytatott kísérletek megállapították, hogy a gyártás bármely vegyi anyag tejsavóhoz történő hozzáadása nélkül is lebonyolítható ezzel az eljárással. Végeztek hasonló kísérleteket tejsavó és szarvasmarhatrágya keverékével is. Környezetvédelmi aspektusok figyelembevétele mellett kb. 80-90%-os csökkenés figyelhető meg a COD-értékben, és 86-97% közötti a cukorfelhasználás-csökkenés. A hidrogén előállítás után fennmaradó folyadékot nem juttatják vissza a termékbe, hanem kötelező további feldolgozása.

4.5. Bioműanyagok

A bioműanyagokat, különösen a polyhydroxyalkanoátokat (PHA-k), széles körben tanulmányozzák mint olajszármazékokat, és polimerek helyettesítésére használható biodegradálható anyagokat. Jelenleg azonban nem nagy az alkalmazási területük, mert a hagyományos műanyagokéhoz képest viszonylag magas az előállítási költségük. A gyártás költsége új, olcsó anyagok, új erjesztési stratégiák, új kinyerési és tisztítási lépések révén, magas koncentrációjú PHA-k szintetizálására és létrehozására képes mikroorganizmusok használatával csökkenthető.

A tejsavó összetétele – a megfigyelések szerint – alkalmas a PHA-gyártásban lezajló biológiai folyamatok elősegítésére. Sok tanulmány foglalkozik a tejsavó különféle mikroorganizmusainak PHA-gyártással összefüggő kérdéseivel.



4.1. kép: Tejsavóból készített bioműanyagok

Filmszerű és egyéb bevonóanyagok, melyeket olyan polimerekből állítanak elő mint pld. a fehérje, keményítő és lipidek – a PHA-k kivételével – azok közé a témák közé tartoznak, melyeket széles körben tanulmányoznak azért, mert pozitív környezeti és fenntarthatósági tulajdonságaik vannak. A polimerek közül a fehérje-makromolekulák rendelkeznek – vegyi összetételüket és tulajdonságaikat illetően – a legnagyobb változékonysággal. Ez azért van, mert a szerkezetükben lévő aminosavak számos lehetőséggel rendelkeznek. A gömbölyű fehérjékből álló tejsavófehérjék alkalmazhatók a bioműanyag előállításakor.

Hasznosíthatóak a tejsavófehérjék csomagolóanyagként, mert tökéletes oxigénkizáró tulajdonságuk van, és a tejsavó nagy mennyiségben rendelkezésre áll. Csökkenteni kell azonban a tejsavóból készített bioműanyagok szerkezeti törékenységet annak érdekében, hogy ezek a fehérjék jól alkalmazhatók legyenek a csomagolásban és egyéb alkalmazásokban. Ezzel a céllal összhangban van, hogy természetes latexet és tojásfehérje-albumint, két általánosan használt biopolimert, keverték össze tejsavófehérjével, és tanulmányozták a tejsavófehérje bioműanyagokra gyakorolt hatását. A kutatás során megállapították, hogy a természetes latex és albumin 10%-os hozzáadása növelte a tejsavó alapú műanyagok ellenállását anélkül, hogy törékenységük megváltozott volna.

Megállapították, hogy a tejsavófehérjéből előállított ehető film- és bevonatképző anyagok antioxidáns tulajdonságokkal rendelkeznek a fagyasztott halban, megelőzik a keserű ízt, illetve a pirított mogyoró penészedését. Továbbá a tejsavó és a monogliceridek keverékeként alkalmazott bevonat alkalmas a müzslifélék és a szárított szőlő nedvességtartalmának a csökkentésére is.

4.6. Starter kultúrák

A tejsavóban lévő laktóz és más összetevők mikróbas tökéletesítésre, javításra szorulnak, és át is alakítják a tejsavót egy potenciális alapanyaggá, ami biotechnológiai szempontból alkalmas különféle biotermékek előállítására.

Az a cél, hogy a tejsavótermékeket természetbarát technológiák segítségével használják fel különféle vegyszerek (pld. etil-alkohol) és egyéb nagy tápértékű élelmiszer-ipari anyagok, valamint hozzáadott értékek (kenyérélesztő, fehérjegyazdag állati takarmány, tejsavóital-stimuláló kefir, sajt érleléséhez szükséges starter kultúrák vagy probiotikus ételadalékok) nagyüzemi előállítására.

Starter kultúrákat a *Kluyveromices marxianus*, *Lactobacillus bulgaricus* elterjedésével és a tejsavóban lévő kevert kefir kultúrával gyártanak. Megfelelő – és alacsony költségű – tartósítási eljárások (pld. szárítás) szükségesek az ipari mennyiségű laktóz átalakításához. Megvizsgáltak egy alacsony hőmérsékletű termálszáritási folyamatot azért, hogy csökkentsék a starterkultúra szárítási folyamatának költségét. Ilyen értelemben a fagyasztott-száritott és a termálszáritott starterkultúrák starterekként hasznosíthatók a sajt érlelésekor.

4.7. Egyéb biotermékek

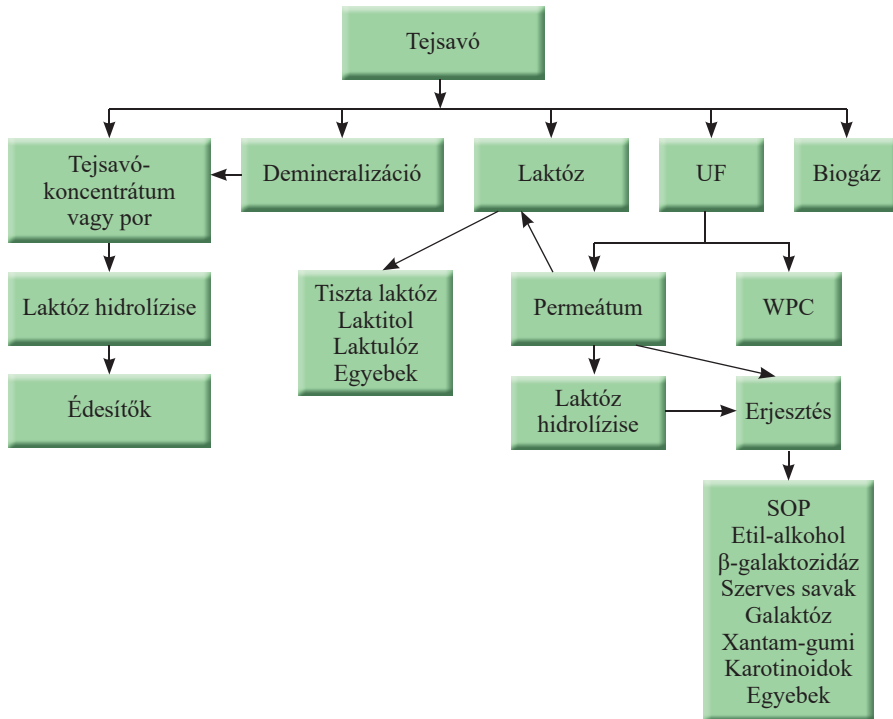
Az élelmiszerekben használt különféle szerves savak (ecet-, propion-, tej-, citrom- és glukonsav) és aminosavak (glutaminsav, lizin és threonin) tejsavóból előállíthatók különféle mikroorganizmusok és eljárások alkalmazásával.

A 2,3-butanediol, ami alapvető anyag a vegyiparban, és alternatív energiaforrásként is felhasználható, gyártása a tejsavó különféle módon történő erjesztését követően történhet. Kísérletek folytak és tanulmányozták a glicerolgyártást élesztős erjesztéssel, ami a szerves szintetizálás alternatívája lehet.

A tejsavóból történő Xanthan-gumi gyártása is sikeres volt. Ennek a poliszacharidnak az alkalmazása az olajfűrészeknél, a textiliparban, valamint az élelmiszeriparban sűrítés, emulgálás és stabilizálás céljából történik.

Tejsavóból kalcium-magnézium-acetát is előállítható anaerob erjesztéssel. Ez az anyag jégoldóként vagy fagyállóként használható az utakon. A fruktóz difoszfát és só a gyógyszeriparban kerül hasznosításra. Ezeket az összetevőket a tejsavó *Saccharomyces cerevisiae* használatával történő biotranszformációja során nyerik. Az illóaroma-összetevők *Kluyveromyces lactis* használatával készülnek. A tejsavót a poligalakturonáz és más enzimek, valamint növényi hormonok és azok összetevőinek gyártásával potenciális anyagként alkalmazzák.

Sok területen, pld. az élelmiszeriparban, textiliparban, gyógyszergyártásnál, biogyártásnál, mezőgazdaságban, génmódosítások és állati takarmányozásnál, széles körben használt összetevők a biogénikus glycine betain és a trehalóz. Ezért ezen termékek ipari előállításának nagy jelentősége van. A glycine betaint és a trehalózt savas tejsavóból erjesztéssel állítják elő.



4.2. kép: A tejsavó hasznosítási módszerei, melyekkel még folynak kísérletek, és melyek kereskedelmi felhasználásúak (Siso, 1996)

5. A TEJSAVÓ FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI

A tejsavó a sajtgyártás eredményeként fennmaradó zöldes árnyalatú folyadék, ami szérumfehérjéket (pl. laktalbumint, tejösszetevőket, laktózt, zsírt, ásványi anyagokat és vitaminokat) tartalmaz eltérő mennyiségben. A felhasznált tej 70-90%-ban marad vissza tejsavóként, bár ez a sajtgyártás módszerétől függően változó lehet. A tejsavó három forrásból nyerhető végtermék, és tulajdonképpen nem más, mint a sajtipar maradványa. A tejsavó kinyerésének a következő módszerei vannak:

- Savanyú vagy savas tejsavó, amit úgy nyerhetünk, hogy a tej magától meg-savanyodik, vagy sav hozzáadásával megalvad.
- Édes vagy élesztős tejsavó, ami élesztőenzimmel alvasztott tejből készített sajtmарadék vagy -üledék.
- Kashar-tejsavó vagy forrásban lévő víz, ami onnan kapta nevét, hogy a kashar-sajt felforralás útján keletkezik.
- A kazein előállításakor keletkező mellékterméket technikai tejsavónak is szokták nevezni. (A kazein előállítása során a tejet általában szervetlen savval – pl. sóssavval – alvasztják.)

A tejsavó összetétele nagyon változó, ami sok tényezőtől függ: pl. a sajtgyártáshoz használt tej minőségétől és összetételétől, a sajtgyártási technológiától, az alvasztáshoz használt élesztő mennyiségétől és minőségétől, az alvasztáskor alkalmazott hőmérséklettől és időtartamtól, az alvadék bomlásától. A tejsavót édes tejsavóként ismerjük, ami a kemény, félkemény vagy lágy sajtot rennin kazeinnel előállító cégeknél melléktermékként keletkezik, és pH-értéke 5,9-6,6 között van.

A kazein ásványi savval történő előállítása során keletkezett tejsavó a savas tejsavó, aminek pH-értéke 4,3-4,6 között van. Franciául „lactosérum”-nak, angolul „whey”-nek, németül „molke”-nek nevezik, és koncentrált tejsavó, tejsavópor, laktózcsökkentett és demineralizált tejsavó, tejsavó-koncentrátum, tejsavófehérje-izolátum, illetve különféle tiszta fehérjék előállítására használják amellet, hogy tejsavóitalokat használnak olyan technikai eljárásoknál, mint pl. az ultrafiltráció, a mikrofiltráció, a fordított ozmózis és ioncsere.

A tejsavó közvetlenül is felhasználható az állatok takarmányozásában, és szárított alakban is sok területen hasznosítható. Ezt a szárított savót nevezzük tejsavópornak. Permetező módszerrel történik a szárítási eljárás. A kinyert termék nedvességtartalma 12-15%.

Az édes tejsavópor – a TS 11860 szerint – olyan terméként definiálható, ami a megmaradt folyékony összetevők porítása során keletkezik. Ez a sajt típusa, a kazein és a zsír alvadékban történő feloldódása utáni, rennin használatával történő gyártási technológia szerint változik. A savanyú tejsavópor – a TS 11 860

szerint – szintén porított folyadék, amit – a technológiának megfelelő – ülepítés utáni szűréssel nyerünk, és ami a tejnek savval történő ülepítése eredményeként keletkezik.

A tejsavóporokat az élelmiszeripar különböző területein használják, leggyakrabban élelmiszerek ízesítésére. Elsősorban étvágyjavítók bevonására, préselt/sajtolts étvágygerjesztőkhöz, sajtalapú mártásokhoz, levesekhez, burgonya chipshez, sós fűszerekhez és sós kekszekhez, de édességekhez, pékárukhoz, hústermékekhez, levesekhez, mártásokhoz, italokhoz is adható. Kedvelt szénhidrátforrás, olcsó és jó minőségű fehérjeforrás az állati takarmányozásban.

A tejsavó folyadék formájában történő fogyasztása, közvetlen felhasználása kétféle módon történik:

- Az első az állati takarmányként való hasznosítás, amikor ivóvízbe keverik. A tejsavó nem csak fehérjét és laktózt tartalmaz nagy mennyiségben, hanem ásványi anyagokat és vízben oldódó vitaminokat, így nagy a tápértéke.
- A tejsavó másik, folyadék formában történő felhasználási módja a műtrágyaként való alkalmazása. Bár magas sótartalma (és szállítási problémák miatt) korlátozottan használható erre a célra, mivel a só túl nagy mennyiségben való felhalmozódását eredményezheti a talajban.

A friss tejsavó minőségét javítani lehet porítással vagy koncentrálással, és mindkét eljárás megnöveli élettartamát, valamint könnyítést jelent a szállításban is.

A tej teljes nitrogéntartalmához a tejsavó fehérjetartalma 18-20%-ban járul hozzá. A β -laktoglobulin az alapvető tejszérumfehérje, és az α -laktalbumin teszi ki a teljes szérumfehérje-tartalom 20%-át (vagy 2-5%-át a teljes tej nitrogéntartalmának). A tejsavófehérjék hőre érzékenyek, így hevítés során gyorsan denatúrálnak és leülepednek.

A tejsavófehérje-koncentrátumokat és a fehérjeizolátumokat széles körben hasznosítják funkcionális és tápláló tulajdonságaik miatt. Ezek közül a fehérjék közül a legszignifikánsabbak a β -laktoglobulin és az α -laktalbumin, és ezek a tejsavófehérjék mennyiségének 70%-át teszik ki. Ezeknek a fehérjéknek a tulajdonságai – a feldolgozó technológiának megfelelően – változnak. A tejsavófehérjék az 1980-as évek óta népszerűek mint funkcionális és tápanyagban gazdag termékek. Ennek oka, hogy a tejsavófehérjéket fontossá tették zselésítő, vízmegkötő, emulgáló és habformáló tulajdonságaik.

Igen széles körű a tejfehérje-koncentrátumok felhasználása a nem sztenderd sajttípusoknál (pékárunknál használt sajtok, ricotta, fetasajt stb.). Egyéb területek, ahol a tejfehérje-koncentrátumok használatosak: desszertek, pékáruk, alacsony zsírtartalmú termékek, tejtermék alapú szárazárúk, tejes italok, joghurtok szerkezetjavítása. A teljes tejpor előállításánál és a főlőzött tejből készült tejpornál is használják a tejsavófehérje-koncentrátumokat. A laktózt nem tartalmazó erjesztett tej is előállítható tejsavófehérje-koncentrátumok használatával.

Tejsavótermékeket használnak olyan termékekben is, mint pl. a joghurt és fagylalt. Sok élelmiszernek, köztük bébiételeknek, pékáruknak, hús- és haltermékeknek értéknövelő összetevője a tejsavó. Emellett a táplálkozásban is sok hasznosítási területe van.



Manapság fokozott figyelmet fordítanak a tejsavóra, mint olyan funkcionális élelmiszerre, aminek pozitív hatása van az egészségre. Diétás és egészséges termékek, pl. klinikai és diétás élelmiszer-ipari termékek funkcionális összetevőiként is egyre nagyobb figyelmet fordítanak a tejsavónak és összetevőinek használatára. A gyógyszeripar és a tápanyagok területén is nő a bioaktív tejsavó-összetevők valamint a bioaktív fehérjék felhasználása.

Az EU-ban a tejsavótermékeknek több mint 25%-át a humán táplálkozásban hasznosítják. Előrejelzések szerint a közeljövőben jelentős mértékben növekedni fog a tejsavó és az abból származó termékek humán táplálkozásban történő felhasználása. A tejsavóipar új alkalmazási területeket fejleszt ki a tejsavó és tejsavó-összetevők számára azzal a céllal, hogy változatosabbá tegye az egészséges élelmiszerek körét. A tejsavót és termékeit széles körben használják fel különböző célokra, különösen a mezőgazdaságban, élelmiszeriparban és biotechnológiában.

Sok lehetőség kínálkozik a tejfehérje-koncentrátumok felhasználására. Cégek, egyetemek, kutatóintézetek szabadalmaztatnak és kutatnak a témakörben. Ezen kutatási tevékenységek hangsúlyos pontjai:

- forma és funkcionalitás optimalizálása;
- megfelelő receptosztályozás és -besorolás;
- rugalmas címkézési elvek;
- termékminőség-igazítás, polcélettartam és kazeinfokozat;
- a termékek tápértéke és funkcionalitása.

5.1. A tejsavó felhasználása az élelmiszeriparban

A tejsavót széles körben hasznosítják az élelmiszeriparban. Bár ez hazánkban kevésbé ismert, de különféle alkoholtartalmú és üdítőitalok is készülnek tejsavó

felhasználásával. Mivel a tejsavófehérjék megfelelő struktúrát és nedvességtartalmat, savstabilitást biztosítanak, valamint növelik az emulziós és habosító tulajdonságokat, édességek és sokféle desszerttípus, sütemények és csokoládé gyártásánál is felhasználják.

Tejszín, majonéz, kenhető krémsajt, hús- és salátaöntet gyártásánál magas emulziós kapacitása és stabilitása miatt alkalmazzák. Stabilizálóként is használják a tejsavófehérjéket krémlevesekben, húsmártásokban és hasonlóknak magas zselésítő tulajdonságuk miatt. Tejsavó-koncentrátumot használnak túró, darabos túró, sajttípusok esetében struktúra-kialakítás céljából, viszkozusosabb termék nyerhető – vízmegkötő tulajdonsága miatt – pl. a joghurt készítésénél. Tejsavófehérjéket használnak a húsiparban, mivel jó vízmegtartó tulajdonsággal rendelkeznek, stabil emulziót és zsírtartalmat biztosítanak. Tejsavóport használnak kolbászok, szálamik és egyes mártások előállításánál. Mivel magas a laktóztartalma, inkább ezt használják olyan pékáruknál, mint a sütemények, kekszek, tészta, nem pedig a főlőzött tejporth. Bébiteleknél is használják a tejsavófehérjéket.

5.1.1. Felhasználása némely tejterméknél

5.1.1.1. Használata a joghurtgyártásban

A „2A” joghurt az egyik legszélesebb körben használt termék. A tejsavó-koncentrátum (WPC) és a tejsavópor merevebb struktúrát ad a joghurtnak, csökkenti a vízképződést és megfelelő ízt biztosít. A joghurt erjesztett tejtermék, a tejet a *Streptococcus thermophilus* és a *Lactobacillus bulgaricus* erjeszti.

Az erjesztés végére a tej folyadékból zselés joghurttúróvá válik. A legfontosabb pont az, amikor a joghurttúrót kinyerik. Az inkubációs hőmérsékletnek 42-43 °C-nak kell lennie. Ez az alacsony hőmérséklet tulajdonképpen megköveteli az inkubációs időtartamot, és lelassítja a savasodási folyamatot. Ez a lassú savasodás szérumkiválási kockázatot jelent a joghurt számára, valamint gyenge túrószódást. Technológiai eljárásokat, valamint hagyományos módszereket alkalmaznak annak érdekében, hogy megakadályozzák a joghurtsszérum kiválását, és hogy szilárd túróhoz hozzanak létre. Olyan módszereket, mint pl. a tejforralás, illetve tejpör, írópor, tejsavópor és -koncentrátum, szérumfehérje-koncentrátum, kazeinát hozzáadása, párologtatás, membránfiltráció, sűrítés és stabilizáló anyag hozzáadása. A joghurtgyártásban széles körben elterjedt a tejsavószármazékok felhasználása. Ezek pl. a tejsavó-koncentrátum (WC), tejsavópor (WP), szérumfehérjepor (WPP), szérumfehérje-koncentrátum (WPC), hidrolizált tejsavó-koncentrátum (WPH) és tejsavó-izolátum (WPI).

A joghurtgyártásban használt tejsavópor növeli a joghurt szilárdságát, viszkózitása megakadályozza a joghurtsszérum kiválását. A tejsavóport a tejhez 0,6-4%-ban lehet hozzáadni, hogy megfelelő keménységű legyen a joghurt, és ne

váljon ki a tejsavó. Így több acetaldehid képződik a joghurt szerkezetében, nő a viszkozitása, íztulajdonságai javulnak, és csökken a tejsavó kiválási hajlama. Emellett magas rugalmassági fokot és vízmegtartó kapacitást biztosít. Azt javasolják, hogy a felhasznált mennyiség ne haladja meg az 1-2%-ot, bár egyesek szerint 4% is lehet. Ennél magasabb arány íz- és aromakárosodást eredményezhet. Speciális figyelmet kell fordítani a tejkezelési hőmérsékletre, különösen a tejsavó-koncentrátum alkalmazásakor. A hosszú időtartamú és magas hőmérsékletű (5-20 perc, 85-90 °C) eljárás a tejsavóban levő szérumfehérjék elpárolgásához vezet. Mindezek elkerüléséhez vagy a tej független hőkezelési eljárását kell alkalmazni, vagy hosszú időtartamú, alacsony hőmérsékleten történő eljárásra van szükség.

5.1.1.2. Alkalmazása ivótej esetén

Tejsavó felhasználásával nő a tej fehérjetartalma, csökken a diétás tej alacsony zsírtartalomból adódó aromavesztése. Emellett a tehéntejben lévő laktózt és a tejsavófehérjét arra is használják, hogy a tehéntej az anyatejhez hasonlóvá váljon. A csökkentett zsírtartalmú tejben – tejsavófehérje hozzáadásakor – gyenge íz és aroma alakul ki, ami normális tejízt hoz létre (a megnövelt fehérjetartalom túl).

5.1.1.3. Használata a vajkészítésben

A tejsavó zsírtartalma a tej típusa és az alkalmazott technológia következtében változik. 0,2%-nál alacsonyabb zsírtartalom esetén a vajkészítés nem gazdaságos. Lehetőség van arra, hogy 0,05% zsírmaradványig történő szeparációval tejszín-kiválasztókat alkalmazzunk. Az így nyert tejszín alkalmas vajkészítésre.

5.1.1.4. Felhasználása a fagylaltkészítésben

A fagylaltkeverékhez előnyösebb tejsavó-koncentrátumot adni, mint nedvedrész annyi főlözött tejport. Angliában demineralizált tejsavóport és -koncentrátumot használnak a fagylaltgyártásban.

A fagylalt olyan termék, aminek speciálisan összetett fizikai-kémiai szerkezete van, és ezt 5 °C-on meg tudja tartani. Zsírból, főlözötttej-szárazanyagból, cukorból, stabilizálóból és emulgátorokból, néha aroma- és ízesítőanyagokból (vanília, csokoládé, gyümölcsök, diófélék stb.), valamint színezőanyagokból álló keverékből állítják elő. Ha analizáljuk, azt mondhatjuk, hogy a fagylalt összetevői: víz, levegő és szárazanyag.

Mindenekelőtt a kinyert tejsavófehérje-koncentrátumokat előhevítésnek vetik alá a tejsavóporgyártás során. Ezután mikropartikulációs folyamatot alkal-

maznak, ettől a tejsavópor-fehérijék denaturálódnak, és tejsavóporrá alakulnak, amit aztán gyorsan lehűtenek. Nagyon fontos, hogy az így nyert tejsavópor-részecskék átmérője egységesen $1\ \mu$ legyen. Az, hogy kis átmérőjük és méretük megegyezik a zsír részecskékével, nem okoz szerkezeti (egyenetlenség vagy durvaság) problémát a végtermékben. Ellenkezőleg, segítenek a szerkezeti tulajdonságok megfelelővé tételében, abban, hogy a termék egyenletes legyen, és megfelelő viszkozitással rendelkezzen. Előnyösen befolyásolják a tápértéket, valamint az érzékszervekre ható íztulajdonságokat. Ez nem csupán a fagylaltra igaz, hanem sok hagyományos zsíros élelmiszer-ipari termékre, melyeknek szintén pozitívan befolyásolják tápértéküket. A tejtől elvárható ízkaraktert nyújtják, a tejsavópor jól érezhető tejízt kölcsönöz a fagylaltnak.

A tejsavópor strukturális tulajdonságainak köszönhetően, a zsíros és lágy szerkezet kialakítása mellett, segít az elvárt íz kialakításában is. Segítik a megfelelő szellőzést, ami kiváló vízmegkötő tulajdonságuknak köszönhető. Ugyanakkor megakadályozzák, hogy a tejsavó nagyon elkeveredjen, a zsír- és tejsavórészek szétváljanak, vagy a tejsavó szabad állapotba kerüljön. A tejsavófehérijéknek két figyelemre méltó funkciója van a fagylaltok esetén. Az első a habszerkezet létrejötte, aminek stabilnak kell lennie, megfelelő levegő-víz egymásra hatás biztosításával. A második az, hogy zsíros hatást biztosítson a jégkristályok felszínén, így létrehozva a fagylaltot, megelőzve a jégkristályok kialakulását, ami jégérzetet keltene a szájban.

Tejsavóport azért adagolnak, hogy egészen a kívánt szintig fokozza a fölözött tejpor szárazanyag-tartalmát, amennyiben közvetlenül használják a tejet, mivel a tejsavópor olcsó, és fölözött tejpor használata esetén részlegesen adagolható. Javasolt, hogy fagylaltkeverékben 1-2%-os arányban, fölözött tejpor szárazanyagában pedig 20%-os arányban alkalmazzák. Ha ez az arány fagylalt esetében a 2,5%-os, fölözötttej-szárazanyag esetében szintén a 2,5%-os arányt meghaladja, szerkezeti és ízproblémák, illetve egyéb hiányosságok jelentkeznek. A tejsavóporban lévő laktózt tönkreteszi a hidrolizáció, majd glukóz és galaktóz keletkezik, és ezeket a fagylalt ízesítőiként használják fel.

5.1.2. Használata pékáruknál

5.1.2.1. Felhasználása kenyér készítésénél

A tejsavónak a kenyérgyártásban való alkalmazása biztosítja a kenyér hosszú ideig tartó frissességét, a kenyér nagyobb méretét, a pórusstruktúra jobb minőségét és a kenyérhéj kívánt színét. A tejsavópor-származékok több pozitív funkcionális tulajdonságot biztosítanak, különösen a száraz pékáru-termékeknek. Részlegesen demineralizált tejsavópor-származékok használata kívánatos pékáruk esetén.



A kenyérbiztosításnál az adalékok alkalmazása a táplálkozás kritikus pontja, mivel ez alapélelmiszer, és ebben a szektorban rendkívül nagy a verseny a jobb minőség és nagyobb választék, valamint a nagy mennyiség elérése érdekében. A kenyéradalékok jelentős csoportját képezik a tej és a tejtermékek. Széles körben használják fel a tejet és a tejtermékeket azért, hogy különféle módon javítsák a pékáruk tápanyag- (különösen lizin aminosavval történő gazdagítás) és minőségi tulajdonságait (zsíros vagy félig fölözött tejpor, tejsavó-koncentrátum stb.). A szárazanyagalap lehetővé teszi, hogy 1%-os arányban pasztörizált írórt és 2%-ban leszűrt joghurtfolyadékot adjanak a kenyérhez. Az 1%-os adalékanyag 1/3 arányú vízre, a 2%-os pedig 1/2 arányú szárazanyagra vonatkozik. Ily módon ezek a hulladéknak minősülő termékek hasznosíthatóak a kenyér tápértékének növelésére, továbbá a kenyérminőség javítható az optimális melléktermékkel, a tejsavóval. Amennyiben az említett termékeket folyadékformában pasztörizálják, és használatukat kiterjesztik, az alkalmazási szint növelhető olyan adalékokkal, melyek javítják a minőséget, és így több hozzáadott értéket biztosítanak mind a tejtermék-, mind pedig a kenyérgyártó szektorban, és olcsóbb az alkalmazásuk, mint a pornak.

Egy tanulmány szerint WPC- és íróport együttesen használtak kovással és nem kovással készülő kenyértésztnél, majd analizálták a kenyér minőségére gyakorolt hatásukat. Azt tapasztalták, hogy a WPC- és írópor együttes használata javította a tészta tulajdonságait a maximális rezisztenciaérték, a nyújtás és téstastabilitás vonatkozásában. Javasolt a WPC- és írópor együttes használata a kenyérgyártásban, gazdagítja az ásványi anyagokat és a fehérjét, növeli az érzékszervi élvezhetőséget.

A WPC vagy tejsavópor használatával speciális kenyértermékeket lehet előállítani (pl. fehérjegyazdag kenyér), növelni lehet a kenyér tápértékét, pozitívan befolyásolja a piacfüggő kenyértermékek minőségét és típusait.

A WPC használata olyan kenyérgyártásban javasolt, melyben a laktózt hidrolizálják vagy kelesztik, és melynek szárazanyag-tartalma 40-60%-ra koncentrálódik. A laktóz erjesztése a laktobacillus tejsavóba történő beoltásával történik. A hidrolizáció is β -galaktozidáz készítményekkel jön létre, melyeket mikroorganizmusokból nyernek. A kutatásokban bebizonyosodott, hogy a kapott kenyér ízét és aromáját pozitívan befolyásolja az, hogy az illó zsírsavakat (propionsav, butánsav stb.) 100%-ban növelték a tejsavóban, aminek laktóztartalmát β -galaktozidáz készítményekkel hidrolizálják. Ez a típusú tejsavó-koncentrátum, melynek fehérjetartalma magas és laktóztartalma alacsony, sikeresen használható a kenyérkészítésben (maximum 2%-ig). Tejsavóport is lehet 2-5%-os arányban belekeverni a kenyértésztába, bár a mennyiséget a felhasznált tejsavópor tulajdonságai határozzák meg.

Ha a kenyérkészítésnél pasztörizált tejsavóport vagy -koncentrátumokat használunk, nő a kenyér tápértéke, a minősége is javul. Azonban ha túl nagy mennyiségben használjuk, az negatívan befolyásolja a kenyér minőségét. Ennek a laktóz- és ásványi tartalom nagy mennyisége az oka. A kenyérkészítésnél használt mikroorganizmusok elveszíthetik aktivitásukat a laktóz okozta magas szivárgási (ozmózis) nyomás miatt. Másrészt: a protein-peptid – a tejsavó egyik legfontosabb összetevője – lágyító hatással van a tésztára, és csökkenti a kenyér méretét. Ezért alkalmasabb tejsavópor vagy koncentrátumok formájában használni. Arányának 1-7% között kell lennie, ha a tejsavóport közvetlenül használjuk. Ha WPC-t használunk, ajánlott használati aránya kb. 2%.

5.1.3. Használata húskészítményeknél

A tejsavófehérjék maximum 2%-os arányban használatosak olyan hústermékek előállításánál, mint a felvágott, a szalámi és a kolbász. Azok az adalékanyagok, melyeknek magas a fehérjetartalma, de nem lehet húsként használni, különösen az emulzió típusú hústermékekben kerülnek felhasználásra azzal a céllal, hogy csökkentsék a költséget, stabilabb és elfogadhatóbb szerkezetet, valamint jobb tápérték-tulajdonságokat biztosítsanak. Manapság a húsiparban WPC-t és tejsavóport használnak erre a célra.



Tanulmányok széles köre foglalkozik a WPC emulzió jellegű hústermékekben (mint pl. a frankfurti és a bolognai kolbász) való alkalmazásával. A kutatások főleg a portermékek (mint a WPC vagy a tejsavópor) használatára koncentrálnak. Az egyik tanulmány azonban a tejsavó jég helyett történő használati lehetőségét vizsgálta a frankfurti típusú kolbásznál az érzékszervi hatás, a vegyi és kémiai tulajdonságok vonatkozásában. Az eredmények szerint nincsenek határozott és tiszta különbségek az érzékszervi, technológiai és kémiai paramétereket illetően. Azt azonban kimutatták, hogy az emulzióstabilitás jelentősen javul folyékony tejsavó hozzáadásakor. Kiderült az is, hogy nő a pH-érték, valamint kisebb mértékben a hamutartalom. Akkor pedig, ha a jeget 100%-ban tejsavóval helyettesítik, semmiféle negatív hatás nem jelentkezik a főtt kolbász érzékszervi hatását illetően. Ily módon az is bebizonyosodott, hogy természetes, friss tejsavót lehet hozzáadni a frankfurti típusú kolbászfélékhez annak érdekében, hogy értékes termék keletkezzen (alacsony költséggel és a maradványok felhasználásával).

Napról napra nő az alacsony zsírtartalmú hústermékek iránti kereslet. Zsír-helyettesítőket használnak azért, hogy ezeknek a termékeknek az eredeti – érzékszervekre ható és szerkezeti – tulajdonságokat biztosítsák, különösen olyanokat, amelyeket a zsír biztosít a termékeknek.

Ezért kutatásokat végeztek a tejsavó használatával kapcsolatban a török típusú, marhahúsból készült húsgombócot illetően. Különböző arányban (0%, 2%, 4%) tejsavóport adagoltak a húsgombóchoz, különböző zsírarány (5%, 10%, 20%) mellett. A tejsavó használata növelte a húsgombóc zsír- és vízmegkötő szintjét, és mindegyik zsírarány esetén javította a főzési tulajdonságokat. A tejsavóport tartalmazó húsgombóc világosabb színű. Azonban a 2%-ban és 4%-ban adagolt tejsavópor jelentős különbséget eredményezett az érzékszervi hatást illetően az alacsony zsírtartalmú húsgombócnál. A vizsgálatok eredménye az, hogy a főzési tulajdonságok javítása érdekében a hagyományos török típusú húsgombócnál a tejsavót töltőanyagként ajánlatos alkalmazni.

5.1.4. Használata a humán táplálkozásban

Manapság növekvő igény mutatkozik új, izgalmas élelmiszerek iránt, és sok készül közülük tejsavó felhasználásával. Ez azért van, mert 360 Kcal/100 g energiataralommal rendelkeznek, magas a fehérjetartalmuk, és jelentős mennyiségű ásványi anyag (kalcium, magnézium, foszfor) található bennük. Ezért ezek a tejtermék-maradványok felhasználásra kerülnek élelmiszer-kiegészítők, fehérjerudak és fehérjével dúsított italok formájában. Tejsavót használnak a gyermek- és időskori táplálkozásban, az egészséges táplálkozásban, a súlymegőrző élelmiszereknél, a poralaku étrend-kiegészítőknél és poralaku sportélelmiszereknél, mivel a tejsavó tápérték-tulajdonságai kedvezőek. A tejsavó felhasználható akár magában, akár más fehérjékkel kombinálva.

Az utóbbi években növekvő igény mutatkozik a magas fehérjetartalmú és alacsony laktóztartalmú italok iránt. A tejsavót, magas fehérjetartalma miatt, az élelmiszerek és italok fehérjetartalmának növelésére használják anélkül, hogy az a laktóztartalmát nagyobb mértékben növelné. A tejsavót az alábbi területeken alkalmazzák a humán táplálkozásban:

- desszertek, pékáruk, alacsony zsírtartalmú élelmiszerek;
- emulziók: levesek, mártások, salátaöntetek stb.;
- időskori táplálkozás, gyógyászati és klinikai táplálkozási termékek;
- fagylaltok;
- utókezelési formula, növekedéskori tej;
- alacsony laktóztartalmú termékek és italok;
- feldolgozott sajtok, sajtermékek és friss típusú sajtok;
- fehérjerudak, táprudak gyártása;
- sport- és tápitalok, étel helyett fogyasztott italok;
- fehérjetartalom sztenderdizálása sajttejsavóban;
- joghurt/erjesztett tejtermékek;
- súlymegőrző élelmiszerek és italok.

5.1.5. Használata bébiételeknél

Az utóbbi években egyre nagyobb figyelem fordult a szoptatásra és az anyatej fontosságára, azonban a mesterséges bébiételek is, melyek a tehéntej fehérjéjét használják fel, széles körben használatosak.

Nagy mennyiségben adagolható tejsavófehérje bébiételekhez. A tejsavóban lévő laktalbumin pozitív hatással van a növekedésre és a fejlődésre, mivel tartalmazza a gyermek táplálkozásához szükséges aminosavakat. A β -laktoglobulin a legnagyobb (58%) arányú fehérje a tejsavófehérjében, és fontos szerepe van a passzív immunitás kialakításában az újszülötteknél, szabályozza a foszfor-anyagcserét a tejmirigyekben. Az α -laktalbumin, ami a tejsavóporban második legnagyobb arányban megtalálható fehérje, a laktóz-bioszintézisben közreműködő koenzim, és az újszülöttek számára figyelemre méltó energiaforrás. A tejsavóból nyert tiszta α -laktalbumint azért alkalmazzák a bébiételekben, mert szerkezetében és összetételében hasonlít az anyatejben található alapvető fehérjékhez.



Ezen pozitív hatások mellett azonban meg kell jegyeznünk, hogy a bébiételekben használt némely tehéntejben lévő fehérjetípus allergiás megbetegedésekhez vezethet. Igény mutatkozik arra, hogy alternatív formulákat fejlesszenek ki ez ellen. Vannak olyan bébiételek, melyek szójababfehérje-izolátumból vagy hidrolizált kazeinből készülnek. Azonban a hidrolizált kazeinek előállítása igen nehézkes, a szójababformulák pedig szintén idézhetnek elő magas immunológiai érzékenységet. Az egyik – jelenleg intenzíven tanulmányozott – terület a hőkezelés hatása a tehéntej fehérjéjének antigénjeire. Kimutatták, hogy a tejsavófehérjék antigénjeit csökkenti a hőkezelés, bár a kazeinek hőstabilak. A hipoallergén bébiétel előállításánál alkalmazott egyszerű és megfelelő stratégia a tejsavófehérjék hőkezelése. Közvetlenül a hőkezelés előtt – diafiltráció révén – csökkenteni kell a laktózkoncentrációt annak érdekében, hogy ne jöjjön létre a nemkívánatos Maillard-reakciós termék. Szénhidrátokat, vitaminokat és ásványi anyagokat később kell hozzáadagolni.

A tejsavó-szárazanyag 8-10%-át teszik ki az ásványi anyagok. Ez a bébiételekben használt tejsavót és tejsavóport illetően problémákhoz vezet. Ahhoz, hogy az anyatejben található ásványi anyagok arányához hasonló arányt érjenek el, az ásványi anyagok arányát 90-95%-kal csökkenteni kell. Ezek tejsavóból való eltávolítása elektrodialízissel, ioncserével és monofiltrációval történik.

Általánosságban szólva nem csupán hasonlóságok, hanem jelentős különbségek is vannak az anyatej és a tehéntej között. Az α -laktalbumin mindkét tejben megtalálható fehérje, azonban a β -laktoglobulin olyan alapvető fehérje, mely megtalálható a tejsavóban, de az emberi tejben nem. Ez a fehérje egyike azoknak, melyek allergiát okoznak, ezért a bébiételek készítésénél a tehéntej felhasználásának korlátozására van szükség. Ez a fehérje még kis mennyiségben is allergiás tüneteket válthat ki az arra érzékeny babáknál. Ezért kisgyermekeknek a hidrolizált kazein és a hidrolizált tejsavóformulák ajánlottak.

Egy tanulmány kimutatta, hogy a tehéntej helyett 100%-ban – részben hidrolizált – tejsavófehérje-formulákkal történő táplálás csökkenti az atópiás bőrgyulladás kockázatát azoknál a babáknál, akik nem anyatejet kapnak. Különösen igaz ez azoknál a babáknál, akiknél családi vonás az allergia. Más módszerek is alkalmazhatóak a WPC-t illetően a bébiételeknél annak figyelembevételével, hogy a β -laktoglobulint membránszeparációs folyamattal el kell távolítani (pl. ioncserével, kromatográfiával vagy UF-fel).

Egy másik kutatás során, ahol a WPC-t bébiételekben alapanyagként használták, a β -laktoglobulint több mint 99%-ban eltávolították, és így egy α -laktalbuminban gazdag (86%) terméket nyertek.

5.1.6. Használata a sportolók táplálkozásában

A tejsavófehérjét sportitalok összetevőjeként is használják, mert magas a fehérjetartalma. Kutatások szerint a tejsavófehérjének számos pozitív hatása van az atlétáknál. Klinikai tapasztalatok alapján a sportolók étrendjébe beiktatott tejsavófehérjék közvetlenül növelik az atlétikai teljesítményt.



Különösen a WPC-80 és a WPI, melyeknek zsír- és laktóztartalma minimális, biztosít jó minőségű fehérjét a sportolók számára. A tejsavó aminosavprofilja nagy mértékben hasonlít a vázizomban található aminosavakhoz.

A tejsavófehérje-kiegészítők más fehérjeforrásoknál rendszerint nagyobb arányban tartalmaznak alapvető aminosavakat. A tejsavófehérjék elágazó szerkezetű aminosavakban is gazdagok. Ezek az aminosavak a leucin, az isohaemolysin és a valin. Ezeknek az aminosavaknak fontos szerepük van az atléták izomanyagcseréjében. Ezek az elágazó szerkezetű aminosavak – különösen a leucin – a fehérjeszintézis során kulcsfontosságú szerepet töltenek be a DNS-át helyezésben. Ez az aminosav intenzívebb vér- és nyirokeringést biztosít az izmokban.

A tejsavófehérje szerkezetében található cisztein aminosav segítségével a sportolók meg tudják tartani súlyukat és izomtömegüket. A tejsavófehérjék egyedülálló értéke, hogy más fehérjéktől eltérő módon történik emésztésük. Azáltal, hogy a testben gyorsan felszívódnak, több aminosav jut a szövetekbe, és a magasabb szintű fehérjeszintézis több fehérjeellátást eredményez.



Az a tény, hogy a tejsavófehérjék vízben oldódnak, és bármely folyadékkal könnyen keverednek, lehetővé teszi edzés előtti, közbeni és utáni használatukat. A sok javasolt táplálkozás-kiegészítő közül a tejsavófehérje az egyik, amelyik pszichológiai alkalmazkodást fejleszt ki a testgyakorlás során, és növeli a teljesítményt. A szakemberek még nem érték el megfelelő szintet a tejsavófehérje kutatásban arra vonatkozólag, hogy a sportolók egészsége és teljesítménye közötti összefüggés tekintetében mi az optimális használati mód. Ezért még több klinikai kutatás szükséges, hogy egyértelműbb és világosabb javaslatok szülessenek.

5.2. Használata a gyógyászatban és kozmetikai termékekben

5.2.1. Használata a gyógyászatban

A tejsavófehérjék széles körben használatosak mint izomformáló kiegészítők, mivel magas minőségűek, és sok bennük az elágazó láncolatú aminosav. Emellett a tejsavó funkcionális élelmiszerként való használata is egyre fontosabbá válik a rák, a hepatitis B, a HIV, a cardiovascularis betegségek, az osteoporosis (csontritkulás), sőt a krónikus stressz okozta betegségek és rendellenességek gyógyításában.

A tejsavónak β -globulint, α -laktalbumint, bovin szérum albumint és glycomacropeptideket tartalmazó fehérjeszerkezete van. Ezért ez a fehérje az elágazó láncolatú aminosavak teljes spektrumát tartalmazza (leucin, isolin és valin). Így jelentős szerepe van a fehérjeszintézisben. A tejsavó ciszteinben és methioninben (ként tartalmazó aminosavakban) is gazdag. Ezek az aminosavak glutationná alakulásuk révén növelik az immunitásfunkciót. A tejsavó nem tartalmaz fenil-alanint, triptofánt és tirozint. Ettől olyan fehérjévé válik, melynek létfontosságú szerepe van a fenilketonuriás egyedekben.

A laktoferrin egy olyan glikoprotein, mely megköti a vasat, és antioxidáns hatással rendelkezik. A laktoferrin stimulálja az immunreakciókat, beleértve a természetes össejteket, a neutrofileket és a falósejt-cytotoxicitást. Még gyulladáscsökkentő hatása is van, beállítja a laktoferrin tumorelhalást előidéző, valamint az interculin 6 (IL-6) szintjét.

A tejsavófehérjében 10-15%-ban lévő immunglobulinok (IgG) a szarvasmarhaszérum-tejen alapulnak. Ezek a szérumok (IgG) fontosak a humán IgG-, Ig-, A- és IgM-termelésben. Ezért a szarvasmarhaszérum-IgG-nek jelentős szerepe van a humán egyedek immunreakciójában.

A laktoperoxidáz a tejsavóban található enzim. Kiterjedt antibakteriális hatása van. Hatása kapcsolatban áll a hidrogénperoxid kialakulásának megelőzésével és a thioperoxidáció katalizálásával. Az enzim annyira ellenálló, hogy pasztörizálás során is inaktív marad. Egérkísérleteket végeztek a biológiai és

fiziológiai változásokra, az izom glikogénszintjének mérésére, a tejsavófehérje alapú élelmiszerek fogyasztása és a teljesítmény közötti összefüggés vizsgálatára nézve azt megelőzően, hogy analizálták a tejsavófehérjék és aminosavak emberi egészségre gyakorolt hatását. Meghatározták a különböző humán betegségekre gyakorolt hatásukat. Bebizonyosodott, hogy – a kazeinnel összehasonlítva – a tejsavófehérjének nagy hatása van a rákra. Állatokon végzett kísérletek azt is bizonyították, hogy a tejsavó megakadályozza a tumor kialakulását, aminek következtében csökken a rák kialakulásának kockázata. Egereken végzett kísérletek bizonyították, hogy a tejsavófehérjék más fehérjéknél, mint pl. a hús- és szójababfehérjék, hatékonyabbak a vastagbélrák megelőzésében. A laktoferrin és a β -laktoglobulin megnövekedett védelmet nyújt a bélfalban kialakuló tumorról szemben.

A tejsavó antioxidáns és méregtelenítő hatása a glutációsztézissel hozható összefüggésbe. A glutáció kialakulásában a cisztein, a glicinnel és az antioxidáns thiol csoportot tartalmazó glutaminsavas sóval együtt működik. A glutáció a szervezetben keletkező antioxidáns, melyet a sejtek hoznak létre, és ami RNA-t, DNA-t, valamint fehérjéket hoz létre védelmet nyújtó céllal.

A glutáció méregteleníti az endogén és exogén toxinokat, beleértve a toxikus fémeket, benzinszármazékokat, lipid peroxidázt, bilirubint és a prosztaglandint. A tejsavófehérjék olyan egyedülálló fehérjék, melyek a magas ciszteinkoncentráció függvényében növelik a glutációt. Kísérletek, tanulmányok igazolják, hogy a tejsavóban található laktoferrin és laktoferricin is rendelkezik antioxidáns tulajdonsággal. Emellett a tejsavófehérje eredetű bioaktív peptidek gátolják az angiobenzin-kialakító enzimet (ADE), és védelmet nyújtnak a magas vérnyomás ellen.

Vannak bizonyítékok arra, hogy a tejsavó – a laktoferrinnek és a laktoperoxidáznak köszönhetően – elősegíti a csontképződést, és védelmet nyújt, illetve megelőzi az osteoporosis kialakulását azáltal, hogy kontrollálja a testsúlyt. Jelzések szerint az élelmiszerekkel bevitt laktoferrin hatékony az olyan patogének ellen, mint a baktériumok és a vírusok. Kimutatták pl., hogy a laktoferrinnek védő hatása van a *Haemophilus influenza* vírussal szemben, ami gyerekek esetében középfülgyulladásra vezet. Ráadásul a különféle citomegalovírusok (CMV), beleértve az A- és B-típusú influenzavírust, rotavírust és hepatitis C-vírust, ellen is védelmet nyújt. Azt is kimutatták, hogy a tejsavó-kiegészítőket fogyasztó HIV-pácienseknél jelentős mértékben növeli a vérplazmaglutáció-koncentrációt. Kutatások szerint a tejsavófehérjék csökkentik a vérplazma és a májban lévő koleszterin szintjét.

Manapság a tejsavófehérjék és az aminosav-kiegészítők nagy előnnyel rendelkeznek a mellékhatások tekintetében is.

5.2.2. Használata a kozmetikai iparban

Manapság a kozmetikai iparban zajló technológiai fejlesztések célja: minőségi termékek létrehozása, minőségi források felhasználása – környezetvédelmi szempontok szem előtt tartásával. A hidrokolloidokat, a fehérjéhez hasonlóan, olyan termékek gyártásánál használják fel, melyek funkcionális tulajdonságokkal és biológiai aktivitással rendelkeznek.



A tejsavó fontos forrás a természetes kozmetikumok számára, mivel értékes az összetétele, különös tekintettel a fehérjékre. Ennek oka elsősorban a tejsavófehérjék vízmegkötő, habképző, emulgációs és zselésítő tulajdonsága. A funkcionális összetevők között a hidrolizált tejsavófehérjék biztonságosnak minősülnek. A tejsavófehérjék savval, enzimmel vagy más módon történő részleges hidrolízise során nyert hidrolizált tejsavófehérjék alkalmazhatóak bőrhidratálásra. A tejsavófehérjében lévő alacsony molekuláris súlyú összetevők hasonló tulajdonságokkal rendelkeznek, mint az emberi bőrben lévő természetes hidrolizátok.

A kozmetikai iparban használatos alacsony molekuláris súlyú ásványi anyagok a tejsavó-koncentrátum és a tejsavó izolátum-előállításánál mint melléktermék keletkeznek. Ezeknek a tulajdonságai (vízben oldódó, vízmegkötő, sejtekben gyorsan terjedő) hasonlítanak a kozmetikai iparban használt hialuronsavéhoz. Ezért ezeket a tejsavóból nyert anyagokat kisbabák számára készített kozmetikai termékekben használják. Emellett klinikai kísérletekben azt is kimutatták, hogy ezek a termékek jó hatással vannak a bőrgyulladásra.

A samponokban való alkalmazását igazoló kísérlet bebizonyította, hogy a tejsavó ezekben a termékekben is sikeresen használható. A tejsavónak pozitív hatása van a habképződésre. A felszínen aktív hatóanyagok (mint pl. az alkiléter-szulfátok) olyan detergenssek, melyeket elsősorban a samponok gyártásánál alkalmaznak. Annak ellenére, hogy ezeknek a hatóanyagoknak a habzó és mosási tulajdonságaik nagyon jók, a hajban jelentős olajvesztést okozhatnak, irritálhatják a szemet és a bőrt. Ezt a problémát úgy lehet megoldani, hogy a samponban természetes anyagokat használnak (mint pl. a tejsavó). Emellett a tejsavó és az ásványi anyagok hatékony sűrítőanyagként is szolgálnak a samponokban, valamint növelik a termék viszkozitását.

A tejsavó kozmetikai iparban való alkalmazása olyan terület, melyet tanulmányozni kell, intenzívebb kísérletekre, kutatásokra van szükség annál is inkább, mert egy újabb alkalmazási terület, a hulladékhasznosításban való használat kérdését veti fel. Így olyan természetes nyersanyag/alapanyag keletkezik, mely kozmetikai termékekben használható.

A tejsavó szerkezetében található vitaminok és ásványi anyagok belsőleges használat során gyorsan szívódnak fel a szervezetben. A tejsavó-kiegészítők táplálják a bőrt, és erősítik a haját. A tejsavó megújítja és gazdagítja a hajsejteket, melyek fehéjréjében gazdag szövetek. Ezzel a céllal a tejsavó közvetlenül is felhasználható. A tejsavó tökéletes hajápoló termék. Táplálja, erősíti és selymesíti a haját. A fejbőrt is táplálja, mivel enyhén savas. A tejsavó akkor alkalmazható a samponokban, ha a haj nem piszkos és zsíros. A haját először meg kell tisztítani samponnal, majd le kell öblíteni, ezután lehet tejsavóval kezelni a tiszta haját.

A tejsavót mindent egyben típusú bőrtisztításra, tonizálásra és hidratálásra is használhatjuk. Aknék (szőrtüszőgyulladás, pörksenés) ellen is alkalmazható. Javítja a bőr fényességét. Erre a célra javasolt a tejsavófürdő, mégpedig úgy, hogy 1-2 csészényi tejsavót keverünk a vízbe, és 10-20 percig várunk, hogy felszívódjon a bőrbe. A tejsavó gyenge savas szerkezete javítja a bőr pH-értékét, és segíti a bőrsejtek megújulását. Továbbá: hideg tejsavó-párnácskák használhatók csipás szemre és a szem alatti duzzanatra.



5.3. Használata az állati takarmányozásban

Az állati takarmányozásban vagy közvetlen folyadékként, vagy rostos táplálékhoz adagolva alkalmazzák. A tejsavó tárolása tartályokban történik. A pH-szintet 3-4-re kell csökkenteni, hogy megelőzzük az édes vagy savas tejsavó megromlását. Egy tejelő tehén 35-40 liter (max. 50-70 kg) tejsavót tud meginni naponta, aminek alacsony a szárazanyag-tartalma. Ez csökkenti az alacsony cellulóztartalmú rostos táplálék fogyasztását. Ha nagy mennyiségben, rövid idő alatt adunk tejsavót az éhes tejelő marháknak, az anyagcsere-rendellenességekhez (acidosishoz, bélfelfúvódáshoz vagy akár elhulláshoz) vezethet. A vízfogyasztást ideiglenesen (5-10 óra) csökkenteni lehet azért, hogy az állat hozzászokjon a tejsavó fogyasztásához. A tejsavót lehet adagolni a hízómarha takarmányába is. A főleg kérődzőkkel folytatott kísérletek kimutatták, hogy a tápban lévő szárazanyag emészthetősége jelentős mértékben javul, ha a tápot – víz helyett – tejsavóval nedvesítik. Azonban a folyékony forma használata nagyon behatárolt a magas laktóz- és ásványianyag-tartalom miatt. Kísérletek szerint, ha a szarvasmarhák tápjához 5% tejsavót adunk, nő a nyersfehérje és foszfor, valamint a szárazanyag hasznosítási foka.

Az előállított tejsavó több mint felét tápokhoz hozzáadott anyagként hasznosítják a nyugati országokban. Kimutatták, hogy a tejsavóval táplált tehenek tejében 0,05%-kal több a tejszír, 0,13%-kal több fehérje és 0,09%-kal több kazein található. Ezeknek az állatoknak a teje rövidebb idő alatt erjed és alvad meg.

A tejsavót használják tejhelyettesítőként is fiatal állatok, borjak, bárányok, kecskegidák táplálására. A tejsavótermékek (mint fölözött tejpor-helyettesítők) használhatók ezeknél az állatoknál, így elkerülhető az emésztési és egészségi problémákra használatos antibiotikumok alkalmazása. Egyre nagyobb figyelem irányul a természetes összetevők alkalmazására azzal a céllal, hogy javuljon a teljesítmény, és egészségesek legyenek az állatok. A tejsavó fogyasztásakor az állat a következő előnyöket élvezi:

- a tejsavó természetes, friss tejből nyert összetevő;
- a tejsavótermékeknek magas minőségű fehérje-, laktóz-, bioaktívösszetevő-, ásványianyag- és vitamintartalma van;
- a tejsavó vízben oldódik;
- nem tartalmaz káros anyagokat;
- ízletes és könnyen emészthető;
- a borjak, bárányok, kecskegidák tápfogyasztását gyorsan növeli az elválasztás során;
- a tejsavó gyógyítja és javítja az állat teljesítményét és az emésztőrendszer egészségi állapotát.

A nyugati országokban előállított tejsavó tekintélyes részét az állati tápokban adalékként hasznosítják.



A sűrített tejsavó – erjesztés és ammónia hozzáadása után – fehérjeforrásként, folyadék formájában felhasználható juhok, kecskék táplálásában. A szárított fehérje kis mértékben történő felhasználása és a tejsavólaktóz javítja a súlygyarapodást, a fehérje és a zsír emésztését, az ásványi anyagok felszívódását (kivéve a juhokat és a kecskéket). Ha tejsavót adagolunk a fűből és hüvelyesekből készült szilázshoz, javul a szilázs minősége és emészthetősége. Emellett a szilázs ammónium-nitrogén koncentrációját csökkenteni lehet, ha a karbamiddal készített kukoricaszilázshoz tejsavót adagolnak. Ha a borjakat tejhelyettesítővel – beleértve a 89% mértékig szárított tejsavóport – táplálják, az kedvezően befolyásolja növekedésüket.

5.3.1. Használata tejhelyettesítőként

A tejsavótermékeket használják borjak, bárányok és kecskegidák táplálására, mivel jó az ízük, jól emészthetők, így növelik az étvágyat, a takarmányfogyasztást, egészségesek, és javítják a teljesítményt. Gondos feldolgozás mellett a tejsavó bizonyos mértékben tartalmaz tejből származó bioaktív hatóanyagokat is. Szerke a világon gyorsan nő a tejhelyettesítők gyártása és eladása, amiknek fontos szerepük van a borjak etetésében. Az elmúlt években – a tejsavó árának emelkedése miatt – megkérdőjeleződött a tejhelyettesítők gazdaságossága, közvetlenül azután, hogy a tejsavót intenzíven kezdték el tejhelyettesítőként használni. A tejsavónak tejhelyettesítőként való használata nagyban hatott a tejiparra, és egyben megoldást nyújtott a környezetvédelmi problémákra.

A tejhelyettesítők tejtermékekből állnak: kiváló minőségű tejfehérje-koncentrátum, szárított tejsavó, laktózmentesített tejsavó, szárított és fölözött tej, kazein, gyógynövényfehérje-kiegészítők, keményítő, dextrin, zsír és olaj. Vitaminokat, ásványi anyagokat, emulgálókat és antioxidánsokat is adagolnak ezekbe a táplálékokba. A komponensek kiválasztásánál figyelembe kell venni a borjak emésztési fiziológiáját. Más szóval: szénhidrát, fehérje és zsír kell, hogy legyen bennük összetevőként. A tejipar melléktermékei jó tejhelyettesítők, mivel könnyen emészthetők és jó minőségűek.

A fiatal állatokat speciális karámban helyezik el, már születésük után elválasztják őket anyjuktól. Ilyen körülmények között az állatoknak emésztőrendszeri problémáik keletkeznek: hasmenés, stressz és különböző vírusfertőzések. A tejsavótermékek alkalmazása nagy támogatást nyújt a gyógyulásban és az egészségjavításban. Az ellés utáni időszakban – a tejhelyettesítők közül – a fölözött tej az alapvető fehérjeforrás a borjak számára. Az, hogy fölözött tejpor helyett tejsavófehérjét használnak tejhelyettesítőként, a költségek csökkenését eredményezi. Ezért a tejsavótermékek alapvető fehérjeforrások a tejhelyettesítők sorában.

A tejsavótermékek tejhelyettesítőként való használatával kapcsolatos kísérletek azt mutatták, hogy a tejsavótermékeknek a fölözött tejével megegyező hatásuk van. A tejsavó és koncentrátumai laktalbumin fehérjét, míg a fölözött tej kazein-laktalbumint tartalmaz. A fehérje hatékonysági fokát vizsgáló kutatások és tanulmányok szerint a tejsavófehérjéknek jobb az emészthetőségi foka.

A tejhelyettesítők általában 18%-ban tartalmazznak nyersfehérjét. A borjak táplálására használt tejhelyettesítők nyersfehérje-tartalma különböző lehet. A növekedéshez felhasznált nyersfehérje-tartalom összefügg az energiafelhasználással. Másképpen fogalmazva, ha nő az energiafelhasználás, a megnövelt fehérjefogyasztás pozitívan befolyásolja a növekedést. Ezért, ha sztenderd fehérjeértékű táplálékot adnak a borjaknak, az rossz eredményekhez vezethet. A tejsavófehérjék aminosavprofilja tökéletes értékű a borjak növekedése és fejlődése szempontjából.

A 21 napnál fiatalabb borjak esetében a tejsavófehérjék a legjobb fehérjeforrások, mivel könnyen emészthetők, megfelelő az aminosavszintjük, és nem tartalmazznak emésztésre káros faktorokat. A borjak táplálása során sokszor bebizonyosodott, hogy a jó minőségű tejsavó alapú tejhelyettesítőket hatékonyan lehet használni akkor is, ha nagy mennyiségben fogyasztják azt a borjak. A tejsavó vízből, laktózból, ásványi anyagokból és egyéb fehérjékből (immunglobulinokból) áll. A tejhelyettesítő iparban viták folynak arról, hogy alvad-e a recésgyomorban vagy sem, amikor a fölözött tejből készült porból tejsavóvá alakul. Tudott dolog, hogy a recésgyomorban csak a kazein alvad meg. Az a tény, hogy a tejsavófehérjék nem hoznak létre alvadékat a recésgyomorban, nem jelenti azt, hogy ez negatívan befolyásolná ezeknek a fehérjéknek az emésztését.

Ha tejsavófehérjét itatnak a borjúval, az tíz perccel azután megemésztí az: természetes módon végighalad a vékonybélben, anélkül hogy hatnának rá a recésgyomor fehérjebontó enzimjei. A legfontosabb kritérium az, hogy a teljes mértékben tejsavófehérjén alapuló fehérjéket tartalmazó tejhelyettesítők nagyon jól emészthetők legyenek, és jó növekedési, fejlődési lehetőséget biztosítanak a borjaknak. A kutatások során nem találtak különbséget a napi élősúly-gyapodás, tápanyag-felhasználás, hasmenés-előfordulás vagy egyéb betegségek vonatkozásában, akár főlözött tejporból készült tejhelyettesítőt, akár tejsavót használtak.

5.3.2. Használata tápkiegészítőkben



Azon tény miatt, hogy az állatok táplálásában korlátozott az antibiotikumok használata, a fogyasztók sokkal jobban kedvelik a szerves termékeket, és kutatások folynak az alternatív tápkiegészítők használatát illetően. Néhány ilyen alternatív tápkiegészítő: probiotikumok, prebiotikumok, szerves savak, immunrendszer-erősítők, enzimek és zöldségolajok. Rengeteg kutatás és tanulmány igyekezik bizonyítani ezeknek az alternatív tápkiegészítőknek a hatását, melyek az állatok egészségét, teljesítményét, termékminőségét és immunrendszerét érintik. Ezért fontosak ezek a kutatások, melyek az alternatív tápkiegészítőket igyekeznek még hasznosabbá tenni. A kutatások révén előtérbe került a tejsavó mikrokapszulás technológiája, melyet a kutatók azért fejlesztettek ki, hogy megelőzzék az emésztőrendszerben különböző körülmények között létrejövő rendellenes produktumok keletkezését.

A mikrokapszulás technológiát már sok éve számos területen alkalmazák. Az élelmiszeriparban az elmúlt években kezdték használni. Ez új lehetőségeket nyit meg a kiváló élettani tulajdonságokkal rendelkező, hosszú szá-

vatossági idővel rendelkező, nagy tápértékű új termékek kifejlesztése előtt. A mikrokapszulák gyártási technikája és borítóanyaga befolyásolhatja a funkciót. Ezért nagy hozzáértésre van szükség a borításként használni kívánt anyag tulajdonságát illetően.

A tejsavófehérjéknek jó emulgáló, zselésítő, filmszerű bevonatképző hatásuk van, kívánatos funkcionális tulajdonságokkal rendelkeznek ahhoz, hogy a mikrokapszulás technológiával alkalmazzák. A tejsavófehérjék fizikai-kémiai tulajdonságai rendelkeznek azokkal az előnyökkel, melyek a mikrokapszulák hatóanyagainak kontrollált kibocsátásához szükségesek. A probiotikus mikroorganizmusok célja az, hogy megvédjék az érzékeny sejteket, csökkentsék azok kapcsolatát a környezettel. A tej- és tejsavófehérjék vizes oldatából magas koncentrációval készített (és megfelelő átmérőjű) mikrokapszulák hatékonyabban tudják hasznosítani a tápkiegészítőként adagolt probiotikumokat.

A tejsavófehérje-izolátumok, melyeket lipid kapszulák borítóanyagaként használnak, a tárolás során megfelelő védelmet nyújtanak az oxidáció ellen. Megfigyelték, hogy a tejsavófehérje-izolátumot felhasználó narancsolaj-kapszula jobban ellenáll az oxidációnak, és nagyon hatékony a párolgó/illó összetevők mikrokapszulázásakor a permetező szárítási módszer alkalmazása során. A tejsavót használják a tápkiegészítő szektorban, a szilázsadalékok vagy a közvetlenül alkalmazott szilázs előállításakor is. Az is bevett gyakorlat, hogy a tejsavót hozzáadják olyan tápokhoz, melyek fehérjetartalma 2-3%, szárazanyag-tartalma 7% és laktóztartalma 4,4%. Ennél a műveletnél a szárított vagy sűrített tejsavót akkor kell hozzáadni, amikor megfelelő sűrűségűre hígult. A tejsavóban lévő laktóz – diszacharid laktózsav-baktérium segítségével – laktózsavvá erjed.

Ismeretes, hogy sok éve használnak élesztőt az állati takarmányozásban. A táphoz adott élesztőarány ezekben az alkalmazásokban túl alacsony, aminek csupán az a célja, hogy B-vitamint adagoljon. Azonban az élesztő használata fehérjeforrást is jelent, mivel beigazolódott, hogy magas a fehérjetartalma. Kísérletek bizonyították, hogy az 50%-nál magasabb arányban fehérjét tartalmazó élesztő nemcsak az állatok, hanem az ember számára is gazdag fehérjeforrás.

A tejsavó az egyik élesztőgyártásban hatóanyagként használt szubsztrátum. Kilenc különféle élesztő reprodukciós folyamatát figyelték meg a tejsavóban. Az, hogy ezek az élesztők fel tudják használni a tejsavót, azért van, mert β -galaktozidáz enzimet tartalmaznak, amely képes megemésztetni a laktózt. A legjobb reprodukciós élesztők a *Brettanomyces anomalus* és a *K. fragilis*. Kísérletek során próbálkoztak élesztők kitenyésztésével (*Kluyveromyces lactis* és *C. tropicalis*). Jelentős különbséget nem figyeltek meg a kevert kultúrában alkalmazott reprodukciós mennyiség egyetlen kultúrával történő összehasonlításakor. Kutatásokat végeztek a tejsavónak médiumként való alkalmazására vonatkozóan is, és bebizonyosodott, hogy agarként (algákból nyert kocsonya) is hasznosítható.

5.4. Hasznosítása a talajművelésben és a növénytermesztésben

5.4.1. Alkalmazása a talajművelésben

A tejsavó használata hatással lehet a talaj fizikai és kémiai szerkezetére, mivel nagy arányban tartalmaz sötét és szuszpenziós szilárd anyagot. Először is, mert a talaj szűrőként funkcionál, és a szilárd anyagok a talaj felszínén maradnak. Aztán az a tény, hogy ezek az anyagok felhalmozódnak, gázcirkulációt eredményezhet, és csökkentheti az átjárhatóságot. Ennek dacára néhány kutatonak az az ötlete támadt, hogy a talajnak egy jelentős része cukorból és fehérjéből áll, melyek nyitottak a biogedradációra. NaCl-tartalma csökkenti a növények számára a víz használatát. Emellett az átjárhatóság növekedése tönkretelheti a talaj szerkezetét, mivel csökkenti a levegőzés szintjét és a víz áthatolási/feloldódási szintjét.

Ezen okok miatt a tejsavót 1 : 20 arányban kell tiszta, friss vízzel hígítani, hogy megfelelő minőségű öntözővizet kapjunk. A következő lépéseket kell tenni a tejsavó talajban történő használatakor. Elsőként úgy kell megtervezni az öntözővíz-források elhelyezését, hogy ne szennyeződhessen a talajvíz. Kutatásokat végeztek azzal kapcsolatban, hogy javítsák a talaj minőségét, melynek nátriumszintje 15%-nál magasabb. Ez az alkalmazás csökkenti a talaj nátriumadszorpciós fokát, nátriumszázalékát, pH-értékét, és növeli a talaj flokkulációját. Emellett termés hozam-növekedés is kimutatható. A tejsavó túlzott használata viszont termés hozam-csökkenéshez vezethet. A tejsavónak műtrágyahatása van a savas talajra, így a túlzottan esős területek is hasznosíthatók. A szakirodalom szerint a tejsavó használata javíthatja a nem-lúgos vagy kopott (eróziós) talaj szerkezetét a tömörség és stabilitás növelése által. A tejsavóban lévő szerves anyagok biológiailag CO₂-vé, szerves savvá és nitráttá alakulnak. A kalciumoldódás növekedése segíthet abban, hogy a más szerves összetevők révén kialakuló tömörség stabil legyen. Bár egyes vélemények szerint ez az alkalmazás káros a búzánál, mivel gyorsan csökken a talajban a redoxpotenciál (-350 mV) és gyors az O₂-felhasználás.

5.4.2. Használata a növénytermesztésben

A tejsavó olyan melléktermék, melynek nagy használati értéke van a növényvédelemben. Kimutatták, hogy némely növényvírus ellen gátló hatása van. Bebizonyították, hogy az árpa felszínének permetezése megakadályozza azt, hogy a vírus áthatoljon a növény felszínén, vagy elterjedjen az egész területen. Felismerték, hogy ez a vírusellenes hatás a tejsavófehérjével hozható összefüggésbe. Egy másik kísérletben hat napon keresztül permeteztek tejsavót paradicsom leveleire, aminek következtében jelentősen csökkent a paradicsom mozaikvíru-

sának aktivitása. Emellett az is beigazolódott, hogy a tejsavó hatékony néhány uborkán és dohányon kialakuló vírussal szemben is.



A növénytermesztésben rovarölökként is alkalmazható a tejsavó. Számos – a facseteteket evő thripidae elleni – tejsavó-használatra vonatkozó kutatás és megfigyelés létezik. Citrusféléknél a tejsavó potenciónalisán alkalmazható thripidae ellen csalétekként is. Ennek a kártevőnek a kezelésére a Phloxine B, a fotoaktív festék és a tejsavó kombinációját használják. Továbbá vannak kutatások és tapasztalatok arra vonatkozólag, hogy tejsavóval a virághagymákon lévő rovarok ellen is védekezhünk.

A tejsavó felhasználható közvetlenül, folyadékként is az állatok számára, vagy adagolható közvetlenül a tápba/szálastakarmányba. Kérődzőkkel folytatott kísérletek kimutatták, hogy a tápban lévő szárazanyag-komponensek emészthetősége javul, ha azt víz helyett tejsavóval lágyítják. Továbbá a fehérje- és foszforfelhasználás aránya is javul, ha 5%-os arányban tejsavót adnak a táphoz.

5.5. Irodalomjegyzék

1. Akpınar-Bayazit, A., T. Özcan, L. Yılmaz-Ersan. 2009. Membrane processes in whey production, *Mljekarstvo*, Vol.59 (4): 282-288.
2. Anonymous, 1995. Dairy Processing Handbook. Tetra Pak Processing Systems AB S-221 86 Lund, Sweden.
3. Anonymous, 2014. Whey Protein Ingredient Market- Science Market Regulation, UBIC CONSULTING.
4. Anonymous, 2015. Process Lines from GEA Westfalia Separator for Processing Whey. GEA Mechanical Equipment.
5. Aziznia, S., A. Khosrowshahi, A. Madadlou and J. Rahimi. 2008. Whey protein concentrate and gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties. *Journal of Dairy Science*, Vol.91 (7): 2545-2552.
6. Bakırcı, İ., Kavaz, A., 2006. Utilization Possibilities of Whey, 9th Food Congress, Turkey; 24th -26th May, 2006, Bolu.
7. Bayford, C., 2010. Whey Protein – A functional food. *The Nutrition Practitioner*.
8. Beyatlı, Y., Aslım, B., „Reproductive conditions of *Candida tropicalis* and *Kluyveromyces lactis* yeasts in whey”, Vol: 13, No: 12, Page: 43-50, KÜKEM, 1990.
9. Chegini, G. and Taheri, M., 2013. Whey Powder: Process Technology and Physical Properties: A Review. *Middle-East Journal of Scientific Research* 13 (10): 1377-1387.
10. Çelikel, E., „Usage of whey as medium”, *Microb. Bull.*, Vol: 9, No: 4, 1975.
11. De Wit, J.N., 2001. *Lecturer's Handbook on Whey and Whey Products*. First Edition, European Whey Products Association, 14, Rue Montoyer, 1000 Brussels, Belgium.
12. Demirci, M., Arıcı, M., 1989. Importance of Whey, *Hasad Dergisi* 5 (4): 26-29.
13. Ergün et al. 2007. *The Book; Feeds, Feed Hygiene and Technology*, Ankara.
14. Gonzalez-Martinez, C., M. Becerra, M. Chafer, A. Albors, J.M. Carot and A. Chiralt. 2002. Influence of substituting milk for whey powder on yoghurt quality. *Trends in Food Science and Technology*, Vol.13 (9): 334-340.
15. Gunasekaran, S., 2008. Whey processing, functionality and health benefits: Whey protein hydrogels and nanoparticles for encapsulation and controlled delivery of bioactive compounds. IFT Press, Blackwell Publishing, 227-284.
16. Gülşen N and Umucalılar, H.D. 2009. *Nutrition of Calves and Nutritional Diseases*. Konya. S.U. Printing House. ISBN: 978-605-89514-0-2.
17. Heidebach, T., Först, P., Kulozik, U., 2009. Microencapsulation of probiotic cells by means of rennet-gelation of milk proteins. *Food Hydrocolloids* 23: 1670-1677.

18. <http://www.theprairiehomestead.com/2011/06/16-ways-to-use-your-whey.html>
19. http://www.usdairy.com/~media/usd/public/mpc_tech_report_final.pdf
20. <http://www.dec.ny.gov/chemical/94164.html>
21. <http://www.everything-goat-milk.com/uses-for-whey.html>
22. Jelacic, I., R. Bozanic, L. Tratnik.c2008. Whey-based beverages-a new generation of dairy products. *Mljekars-tvo*, 58 (3): 257-274.
23. Jovanović, S., Barać, B., , Maćej – Mljekarstvo, O., 2005. Whey proteins-properties and possibility of application. *Mljekarstvo* 55 (3) 215-233.
24. Kılıç M, Özen AE. 2006. Whey products and usage in foods as functional component. *Standard Y/45, N/557*: 108-111.
25. Kır, S., 2007. Master's thesis; „Effects of usage of different different types of fat on physical, chemical and sensory properties of ice-cream”, Selçuk University, Institute of Sciences, Department of Food Engineering, 2007 Konya.
26. Tekinşen, C. and Tekinşen, K.K., 2008. Ice-cream, Basic Knowledge, Technology, Quality Control. Selçuk University Printing House, Konya.
27. Kırırcıoğlu, H., Aksöz, N. 2003. Single Cell Protein. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi* Year: 2003 Vol: 01 No: 08 Page: 34-49.
28. Konar, A., 1978. Utilization of dairying residues and economic importance in consideration of new developments. *Gıda* 3(1): 35-46.
29. Kurt, A., 1981. Dairy Technology. Atatürk University, Faculty of Agriculture Publications No: 257, Erzurum, 299 s.
30. Kurt A and Gülümser S, 1988: Whey and usage opportunities. *Gıda Dergisi*, 2(3), 133-141.
31. Kutlu, H.R. Silage Making and Silage Feeding Ç.U. Lecture Note of Faculty of Agriculture, Department of Zootechnics. Adana.
32. Küçüköner, E. and Tarakçı, Z. 1997. Use of Whey Protein Concentrate in Dairy Products. *Y.Y.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (1): 42-48.
33. Lee, S. J., Rosenberg, M., 2000. Whey proteinbased microcapsules prepared by double emulsification and heat gelation. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 33: 80-88.
34. Marsall, K., 2004. Therapeutic Applications of Whey Protein. *Alternative Medicine Review* , 9 (2):136-156.
35. Metin M, 1983: Utilization of whey in dairy industry. *E.Ü. Müh. Fak. Gıda Müh. Derg*, 1(1), 151-159.
36. Moreau, D. L., Rosenberg, M., 1996. Oxidative stability of anhydrous milkfat microencapsulated in whey proteins. *Journal of Food Science* 61(1): 39-43.
37. Neall, B. 2002. The wonderful ways of whey. *Food Review*, Vol.29: 17-19.
38. ÖZER B. 2006, Science and Technology of Yoghurt, page; 41-51, Toprak ofset ISBN No.95-9944-5660-0-4.

39. Rosenberg, M., 1997. Milk derived whey protein-based microencapsulating agents and a method of use. U.S. Patent number: 5: 601.760.
40. Sandhu, D.K. and Waraich, M.K., „Conversion of cheese whey to SCP”, Biotechnology and Bioengineering, Vol: XXV, pp. 797-808, 1983.
41. Sheu, T. Y., Rosenberg, M., 1998. Microstructure of microcapsules consisting of whey proteins and carbohydrates. Journal of Food Science 63 (3): 491-494.
42. Şahan N, Konar A. 1995. Effect of different processes being applied to milk and to get processed to cheese on whey quality. GIDA, 20 (3): 143-147.
43. Tekinşen, C. and Tekinşen, K.K., Ice-cream, Basic Knowledge, Technology, Quality Control. Selçuk University Printing House, Konya. S:25.
44. Topal, Ş., 1978. Residues and microflora of dairy plants. Gıda 3 (2): 81-85.
45. Tsakali, E., Petrotos, K., D' Allessandro, A., Goulas, P., 2010. A review on whey composition and the methods used for its utilization for food and pharmaceutical products. 6th International Conference on Simulation and Modelling in the Food and Bio-Industry FOODSIM 2010, June 24-26, 2015, CIMO Research Centre, Braganca, Portugal.
46. Uraz, T., 1978. Whey and Its Value. Gıda 3 (1): 17-21. Anonymous, 1995. TSE 11860, Ankara.
47. Uraz, T. 1981. Whey and Forms of Utilization. Dairy and Products Technology, SEGEM, Edition No:103, Ankara 1981-Çankırı 1982. 208-215.
48. Üçüncü M, 1991: Importance of Whey in Nutrition. Duplicate of Ege Univ. Food Engineering. Bornova, İzmir.
49. Yalçın S, Doğruer Y and Gürbüz Ü, 1994: Nutritional value of whey obtained from production of white cheese and kashar cheese. Veterinarium, 1(1-2), 23-24.
50. Yener, S.M., Akman, N., Kumlu, S., Özder, M., Çakmak, N., and Fidan, H., 1995 Consumption Projections and Production Objectives for Bovine Products. Turkey Agricultural Engineering IV. Technical Congress, Vol.II, T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları.
51. Yerlikaya, O., Kınık, Ö. Akbulut N., 2010. Functional properties of whey and new generation dairy products produced by usage of whey. Gıda Dergisi 35 (4), 289-296.
52. Yiğit, N., 2007. Determination of the most appropriate conditions for biogas production from whey in permanent system. Master's Thesis, Gazi Uni., Institution of Sciences, Ankara.
53. Yöney, 2., 1962. Dairy Residues and Utilization Possibilities. Ankara University, Faculty of Agriculture Publications: 193, 31s.

6. TÁPANYAGOK A TEJSÁVÓBAN ÉS A TEJSÁVÓTERMÉKEK TÁPLÁLKOZÁSI TULAJDONSÁGAI

6.1. Mérési módszerek a tejsavó tulajdonságainak meghatározására

A sajt-, túró- és kazeingyártás melléktermékeként keletkező tejsavó kezelésének szükségességét nagy mennyisége és magas szárazanyag-tartalma indokolja. 100 liter sajttejből 80-90 liter savó képződik. A tej szárazanyag-tartalmának hozzávetőlegesen 50%-a fog megjelenni a savóban. A tej és a tejtermék típusától függően a savó szárazanyag-tartalma 5,4% és 6,7% közé tehető. A tejsavó fő oldott összetevője a laktóz, emellett savófehérjéket, ásványi anyagokat, valamint kis mennyiségű tejsírt, nemfehérje nitrogénvegyületeket és vitaminokat tartalmaz.

A tejsavóból hevítés (és savanyítás) hatására kicsaphatók a savófehérjék, melyekből savósajt készíthető (pld. orda, ricotta, brunost, ziger). A tejsavó víztartalmának csökkentésével jelentősen növelhető a savó eltarthatósági ideje.

A savópor gyártása során a folyékony, fölözött tejsavót hagyományosan többfokozatú vákuumbepárlással koncentrálják 48-62 tömegszázalék szárazanyag-tartalomig. A sűrítményben lévő oldott tejcukor nagy részét α -laktózonohidráttá célszerű kristályosítani, hogy a végtermék ne legyen tapadós és higroszkópos, majd a sűrítményt porlasztva, szárítva 4-5% víztartalmú savópor állítható elő. Amennyiben a savóport csecsemőtápszerek vagy gyógytápszerek alkotórészeként szeretnénk forgalomba hozni, szükséges a savó ásványianyagtartalmának csökkentése – különösen igaz ez a savanyú savóra, ami nagyobb ásványianyagtartalommal rendelkezik. A savó sótartalmát még a porítás előtt lehet csökkenteni ioncserélő gyantákkal, elektrodialízissel vagy nanoszűréssel. A különböző szétválasztási technikák alkalmazásával lehetőség nyílik a vízelvonáson túl a savó szárazanyag-tartalmának frakcionálására. A membrános eljárások közé tartozó ultraszűréssel a savófehérjék elválaszthatók a kisebb méretű tejcukortól és ásványi anyagoktól, így eltérő fehérjetartalmú savófehérje-koncentrátumok és -izolátumok állíthatók elő. A kereskedelembe kapható savófehérje-koncentrátumok (WPC) elnevezésében található szám (pld. WPC-35, WPC-80) adja meg a koncentrátum szárazanyag-tartalmára vonatkoztatott százalékos fehérjetartalmat. A termékben lévő fehérje mennyiségének növekedésével arányosan csökken a laktóz mennyisége. A savófehérje-izolátumok (WPI) nagyobb tisztaságúak, mint a koncentrátumok, bennük a szárazanyagra vonatkoztatott fehérjetartalom legalább 90%. Amennyiben a savófehérjék részaránya a termékben 70%-nál nagyobb, az ultraszűrést diaszűréssel kell kombinálni, hogy a kívánt tisztasági fokot biztosítani tudják. A savófehérje-hidrolizátumban (WPH) a savófehérjéket enzimes úton peptidekre és aminosavakra hidrolizálják, így emészthetőségük könnyebb, mint a fehérjéké, és tehéntejfehérje-allergiában

szenvedő gyermekek is fogyaszthatják. A savófehérjék és -peptidek frakcionálása a membránszeparációs műveletek mellett megoldható pld. szelektív kicsapással és kromatográfiás eljárásokkal is. A tejcukor enzimés vagy savas hidrolízis útján a jobb édesítő képességgel rendelkező monoszacharidjaira, galaktózra és glükózra bontható. Az így előállított szirup felhasználható édes tejtermékek és más élelmiszerek alapanyagaként. Előnye, hogy a belőle készített termékeket laktózzintoleranciában szenvedők is fogyaszthatják. A laktulóz egy szintetikus cukor, a laktóz izomerációja során keletkezik, ahol a glükózmolekulát fruktóz helyettesíti. A laktulózt a laktázenzim nem bontja, az emberi bélben élő baktériumok fermentálják: prebiotikus hatással rendelkezik, és megakadályozza a székrekedés kialakulását. A laktóz redukciója által egy cukoralkohol, a laktitol is előállítható. Édes íze és alacsony energiatartalma (~9 kJ/g) miatt a laktitolt cukrok helyettesítésére használják (csökkentve így a termék energiatartalmát). Hasznosulása a szervezetben független az inzulintól, ezért diabetikus élelmiszerekbe rakható, valamint a fentiek mellett prebiotikus hatással is rendelkezik.

A laktobionsav a laktóz oxidációjával jön létre, erős kelátképző tulajdonsággal rendelkezik. Ca-laktobionát sója stabilizátorként használható az élelmiszerekben, de gyógyszerkészítményekbe is teszik a szervezet kalciumszintjének javítása céljából. A prebiotikumok egyik legfontosabb csoportját alkotják a galakto-oligoszacharidok (GOS), melyek 3-8 db monomerből felépülő, nem emészthető szénhidrátok; természetes formában megtalálhatók a tejben, de mikrobiális enzimek segítségével is előállíthatók laktóz jelenlétében. A GOS-molekula lánchosszúságától, a láncot alkotó monomerek típusától függően sokfajta GOS-molekula képződésére van lehetőség. A D-galaktóz molekula lúgos vagy enzimés izomerizációja által nyerhető a D-tagatóz nevű monoszacharid, ami elfogadott édesítőszer. Édesítő ereje 92%-a a szacharózénak, és mivel a vékonybélben kis hányada szívódik csak fel, és nagyobb részét a vastagbél mikroflórája hasznosítja, fogyasztása alacsonyabb energia-bevitelt eredményez, mint a szacharózé. A tejsavónak a fent említettek mellett még számos alkalmazási területe létezik. A tejsavóban vagy az ultraszűrt savó szűrletében lévő laktóz élesztőgombák segítségével etil-alkohollá fermentálható. A savóból anaerob körülmények mellett metán fejleszthető, ami biogázként használható. A tejcukrot mint szénforrást az élesztők aerob feltételek mellett szubsztrátként hasznosítják saját sejtjük felépítéséhez. A laktózból tejsavbaktériumokkal termeltetett tejsav az alapanyaga a politejsav (PLA) nevű polimernek. A politejsav egy biológiai-lag lebontható műanyag. A savóból más szerves savak, vitaminok, aminosavak, xantán-gumi és további termékek is fermentálhatók. A tejsavó adott származékait a gyógyszeripar és a kozmetikai ipar is felhasználja.

Évente Földünkön – a becslések szerint – 185-190 millió tonna tejsavó keletkezik, és ez a mennyiség a következő években várhatóan tovább fog emelkedni. Nagy szárazanyag-tartalma miatt a tejsavó jelentős biokémiai oxigénigénnyel

rendelkezik, ezért az élelmiszeripar egyik legkörnyezetszennyezőbb mellékterméke lenne, ha szennyvízként tekintenénk rá. A környezetvédelmi okon túl a savó hasznosításának szükségességét alátámasztja, hogy alkotórészei közül több is rendelkezik az emberi szervezet számára kedvező élettani hatással. A savófeldolgozás egyik lépése a vízelvonás, ugyanakkor a termékminőség-javítás szempontjából szükséges a savó ásványianyag-tartalmát, elsősorban NaCl-tartalmát is csökkenteni. Ez a két művelet egyszerre megvalósítható, ha a tejsavót szűrők segítségével koncentráljuk.

Mikroszűrőssel eltávolíthatók a tejből a zsírgolyócskák és a baktériumok sejtjei, melyek méretüknél fogva nem tudnak átjutni a membrán pórusain, így a retentátumban dúsulnak fel, míg a tej többi összetevője a szűrletbe kerül. A mikroszűrőssel emiatt megvalósítható a tej hideg sterilizációja. Savófehérje-koncentrátumok (WPC) és -izolátumok (WPI) előállításakor szintén fontos, hogy a nagy tisztaság elérése érdekében a fenti részecskéket elválasszuk a savófehérjétől.

Ultraszűrő membránnal elválaszthatók egymástól a fehérjék és a tejcukor molekulái. Az ultraszűréshez alkalmazható membránok pórusmérete (kb. 0,01-0,1 μm), és visszatartása tág határok között változik, ezért megvalósítható a különböző mérettartományba eső fehérjék frakcionálása is. Az ultraszűrést elterjedten alkalmazzák magas fehérjetartalmú sűrítmények előállításakor. A retentátum Ca-tartalma szintén magas lesz, mert a kalcium jelentős része a fehérjemolekulákhoz kötődik. Az ultraszűrés permeátumába a laktóz mellett nemfehérje-nitrogénvegyületek (NPN-vegyületek), kis moláris tömegű szerves savak és az oldatban lévő ionok kerülnek.

A szárazanyagra vonatkoztatva 70%-nál nagyobb fehérjetartalmú termékek előállításához az ultraszűrő modult diaszűréses üzemmódban kell használni. A friss víz adagolása a sűrítményhez segíti a tejcukor és a sók kimosását, ezáltal a nagyobb fehérjetisztasági fok elérését.

A fordított ozmózist a tej, tejsavó és az ultraszűrés permeátumainak elősűrítésére használják, ahol a szárazanyag-tartalom növelése a cél. Az itt alkalmazott membránok az egy vegyértékű ionokat (K^+ , Na^+ , Cl^-) is 95% feletti hatékonysággal tartják vissza, a szűrlet gyakorlatilag ionmentes víz, biokémiai és kémiai oxigénigénye 100 ppm alá is csökkenthető. A fordított ozmózist kb. 25%-os sűrítménykoncentráció eléréséig alkalmazzák, nagyobb szárazanyag-tartalmú sűrítmény előállítását korlátozza a retentátum ozmózisnyomásának folyamatos növekedése. A fordított ozmózis és az azt követő vákuumbepárlás kombinálása energetikailag gazdaságosabb, mintha a besűrítést egyedül vákuumbepárlással oldanánk meg.

Elektrodialízissel a tejsavó-sűrítményeket szokták részlegesen sóalanítani. A sűrítmény NaCl-tartalmának több mint 90%-a eltávolítható ezzel az eljárással. A szétválasztás során egy katód és egy anód közé felváltva helyeznek el

nempórusos kationcserélő és anioncserélő membránokat, melyek cellapárokat alkotnak. Mindegyik ún. páratlan cellába a sóalanítandó folyadékot vezetik, ahonnan a kationok a negatív töltésű katód, az anionok pedig a pozitív töltésű katód felé fognak vándorolni. A kationok migrációjának útját fogják állni a pozitív töltésű anioncserélő membránok, és fordítva: az anionok sem tudnak áthaladni a kationcserélő membránokon. Ennek eredményeképpen az ionok a „páros” cellákban fognak koncentrálni, míg a részben sóalanított folyadékot elvezethetjük a „páratlan” cellákból.

6.2. A tejsavó összetétele

A savónak közel 3000 éves múltja van. Őseink a borjúgyomorban szállított tej során figyeltek fel egy természetes folyamatra, ami az alvadás volt. Később magát az enzimet is sikerült azonosítani, ami ezért a természetes folyamatért volt felelős. Az alvadás során két terméket kaptak a túrót és a savót. Így alakult ki az, hogy a savó a túró-, a sajt- és a kazeingyártás mellékterméke.

A savó igen gazdag fehérjében, ásványi anyagokban és vitaminokban. Magas táplálkozási értékét csak századunkban ismerték fel, bár a 18-19. században a savóval történő gyógyítás mindennapos volt Svájcban, Ausztriában és Németországban. Csak a magas laktóztartalom miatt kell korlátozni a savópor felhasználását, bár több élelmiszerben nagy arányban is alkalmazható.

A savanyú savó a tej savas alvasztásakor (túrógyártás, lágy sajtok előállítás) míg az édes savó az oltós, illetve vegyes alvasztáskor (sajtgyártás) keletkezik.

6.1. táblázat: Az édes tejsavó és a savanyú tejsavó összetevői

Összetevők	Édes savó	Savanyú savó
Összes szárazanyag (%)	5,40-6,35	5,60-6,70
Tejcukor (laktóz) (%)	4,1-5,0	3,8-4,6
Összes fehérje (%)	0,8-1,0	0,8-1,0
Savófehérjék (%)	0,6-0,7	0,6-0,7
Tejzsír (%)	0,2	0,2
Ásványi anyagok (%)	0,50-0,60	0,50-0,85
Cl (ppm)	1000-1640	1000
Na (ppm)	300-460	450-600
K (ppm)	1050-1700	1200-1800
Ca (ppm)	250-500	800-1100
Mg (ppm)	40-100	80-120
P (ppm)	350-550	500-700

Vitaminok		
Tiamin (ppm)	0,4	0,4
Riboflavin (ppm)	1,4	1,4
Piridoxin (ppm)	0,5	0,5
Kobalamin (ppm)	0,002	0,002
Nikotinsav (ppm)	0,85	0,85
Folsav (ppm)	0,05	0,05
Pantoténsav (ppm)	3,4	3,4
Aszkorbinsav (ppm)	2,2	2,2
Tejsav (%)	nyomokban, max. 0,1	max. 0,8
pH	5,60-6,50	4,35-5,10
Fajlagos vezetőképesség (mS/cm)	4,7-6,4	8,4

A sajtgártás során a tejben lévő összetevők alvadék és savó közötti megoszlását mutatja az alábbi táblázat.

6.2. táblázat: A tejjalkotó részek százalékos megoszlása a sajtban és a savóban

Tejösszetevők	100 rész összetevőiből sajtba kerül	100 rész összetevőiből savóba kerül
Zsír	87,7	12,3
Fehérje	72,0	28,0
Tejcukor	5,3	94,7
Hamu	18,8	81,2
Összes szárazanyag	46,4	53,6

A tradicionális feldolgozás során a sajtban mint főtermékbe az alapanyagban fellelhető szárazanyag 46,4%-a kerül. Az értékes szárazanyag nagyobbik része a melléktermékkel együtt elvész. A sajtgártás így egyáltalán nem nevezhető gazdaságos tejfeldolgozási eljárásnak, mert nem helyén való, hogy a tejben lévő 94,7% szénhidrát, 81,2% ásványi anyag, 28% fehérje, 12,3% zsír és a vízben oldódó vitaminok egy része is – az élelmiszer-feldolgozó üzemeket melléktermékként elhagyva – hozzáférhetetlenné válik a fogyasztók számára.

6.3. táblázat: A tejsavó összetétele

Komponensek	Savó (1000 ml-ben)	Savó (1000 g-ban)
Szárazanyag (g)	61	956
Tejcukor (g)	48/59*	740/660*
Fehérje (g)	8	125
Zsír (g)	2	10
Tejsav (g)	1/5*	2/42*
Ásványi anyag (g)	5/7*	80/105*
Ca (g)	0,5/1*	7/20*
P (g)	0,5	8
K (g)	1,4	20
Na (g)	0,45	9
Cl (g)	1	16
Mg (g)	0,04/0,8*	1/2*
Zn (mg)	0,3/2,3*	10/60*
Fe (mg)	0,9	
Cu (mg)	0,2	3
Mn (mg)	6/26	120/470
Vitaminok		
Thiamin (mg)	0,4	5
Riboflavin (mg)	1,4	25
Pyridoxin (mg)	0,5	
Kobalamin (mg)	1,5	25
Nikotinsav (mg)	2,0	8
Folsav (mg)	50	220
Pantotésav (mg)	115	
Aszkorbinsav (mg)	9	45
pH érték(mg)	6,0/4,5*	

* az édes, illetve a savanyú savóban lévő érték

A savók, savóporok és összehasonlításban a nélkülözhetetlen anyatej aminosav-összetételét, azok különbözőségeit mutatja be az alábbi táblázat.

6.4. táblázat: A savófehérjék

Aminosavak (g/100g)	Édes savó	Savanyú savó	Édes savópor	Savanyú savópor	Anyatej	Napi szükséglet
Triptofán	0,013	0,016	0,205	0,251	0,017	0,25
Treonin	0,054	0,038	0,817	0,59	0,046	0,5
Izoleutin	0,047	0,038	0,719	0,581	0,056	0,7
Leutin	0,078	0,072	1,186	1,116	0,095	1,1
Lizin	0,068	0,065	1,03	1,008	0,068	0,8
Metionin	0,016	0,014	0,241	0,221	0,021	1,1
Cisztin	0,017	0,014	0,253	0,211	0,019	1,1
Fenilalanin	0,027	0,025	0,407	0,386	0,046	1,1
Tirozin	0,024	0,019	0,363	0,300	0,053	1,1
Valin	0,046	0,038	0,697	0,579	0,063	0,8
Arginin	0,025	0,021	0,375	0,327	0,043	
Histidin	0,016	0,015	0,237	0,23	0,023	
Alanin	0,039	0,033	0,598	0,506	0,036	
Aszparaginsav	0,083	0,074	1,269	1,149	0,082	
Gluténsav	0,148	0,136	2,248	2,096	0,168	
Glicin	0,018	0,014	0,28	0,211	0,026	
Prolin	0,052	0,045	0,786	0,699	0,082	
Szerin	0,041	0,035	0,622	0,541	0,043	

A tejsavó gazdag ásványi anyagokban, mivel azok nagy része vízben disz-szociált formában van jelen. A savó és a savóporok, valamint az anyatej ásvá-nyianyag-összetétele, azok különbözőségei olvashatóak az alábbi táblázatban.

6.5. táblázat: A savó, a savópor és az anyatej ásványianyag-tartalma

Ásványi anyagok (mg/100g)	Édes savó	Savanyú savó	Édes savópor	Savanyú savópor	Anyatej	Napi szükséglet
Ca	47	103	769	2054	32,2	800
Fe	0,06	0,08	0,88	1,24	0,03	12-18
Mg	8	10	176	199	3,4	300
P	46	78	932	1349	13,7	800
K	161	143	2080	2289	51,2	2000

Na	54	48	1079	968	16,9	2000
Zn	0,13	0,43	1,97	6,31	0,17	12
Cu	0,004	0,003	0,07	0,05	0,052	2
Mn	0,001	0,002	0,009	0,015	0,026	4
Se (µg/100g)	1,9	1,8	27,2	27,3	1,8	

A tejsavó – alacsony zsírtartalma miatt – zsírban oldódó vitamint csak kis mennyiségben tartalmaz.

66.6. táblázat: A savó, a savópor és az anyatej vitamintartalma

Vitaminok (mg/100g)	Édes savó	Savanyú savó	Édes savópor	Savanyú savópor	Anyatej	Napi szükséglet (férfi)	Napi szükséglet (nő)
Aszkorbinsav	0,1	0,1	1,5	0,9	5,0	60	60
Thiamin (B ₁)	0,036	0,042	0,51	0,622	0,014	1,4	1,2
Riboflavin (B ₂)	0,158	1,14	2,208	2,06	0,036	1,7	1,6
Nikotinsavamid	0,074	0,079	1,258	1,16	0,177	16	14
Pantoténsav	0,383	0,381	5,62	5,632	0,223	8	8
B ₆ -vitamin	0,031	0,042	0,584	0,62	0,011	2	19
B ₁₂ -vitamin	0,28	0,18	2,37	2,5	0,045	0,0004	0,0004
A-vitamin (IU)	12	7	30	59	241		
Retinol	3	2	8	17			

A tejcukor (avagy laktóz) egy diszacharid, mely galaktózból és glükózból áll. A név a tej latin nevéből és az -óz cukorvégződésből tevődött össze. A molekulában egy β-D-galaktóz és egy D-glükóz-molekula kapcsolódik egymáshoz β-1-4 glikozidos kötéssel. Mindkét monoszacharid piranózgyűrűs alakban található benne.

A savó szárazanyag-tartalmán belül a tejcukor képviseli a legnagyobb hányadot (kb. 70%-ot). A laktóz a tej szárazanyag-tartalmának nagyjából 2-8%-át teszi ki. A tejcukor eredeti formában az ember számára nem hasznosítható tápanyag. A vékonybélben található laktázenzim azonban a kettős cukormolekula lebontása által felszívódásra alkalmassá teszi, tehát hasznos energiaforrássá válik. A kettős cukorból egyszerű cukorra alakulva a szőlőcukor bekerül a véráramba, s azonnal hasznosítható, míg a galaktóz a májban alakul át.

A laktóz kedvező élettani hatásai közé tartozik, hogy glikémiás indexe kb. fele a glükóznak, így kevésbé emeli meg a vércukorszintet. A laktózt a bélbaktériumok tápanyagforrásként használják, anyagcseréjük során tejsavat, rövid

szénláncú zsírsavakat (SCFA) termelnek, a vastagbél pH-jának csökkentésével gátolják az emberi egészségre káros – főként fehérjebontó és -rothasztó – baktériumok szaporodását. Az alacsony pH megnöveli több ásványi anyag (pl. kalcium, magnézium) oldhatóságát is, ehhez társul a baktériumok tevékenysége révén a béltartalom ozmózisnyomásának emelkedése. A két folyamat eredményeképpen jelentősen javul az ásványi anyagok felszívódásának hatékonysága.

Laktóztoleranciáról akkor beszélünk, amikor a laktáz enzim hiánya vagy alacsony szintje miatt a tejcukor fogyasztása klinikai tüneteket (felfúvódás, görcsök, hasmenés) vált ki.

A tejsavó fontos kalciumforrás. A kalcium az emberi szervezetben legnagyobb mennyiségben előforduló ásványi anyag, a foszforral és a magnéziummal együtt részt vesz a csontok és a fogak felépítésében. A savóban 3-4-szer anynyi kálium található, mint nátrium. A nagy Na-K-aránynak szerepe van a magas vérnyomás kialakulásában, a savó K-tartalma ellensúlyozhatja a napjainkra jellemző túlzott Na-bevitelt. A tejsavó vitamintartalmának nagyobb részét – a savó alacsony zsírtartalma miatt – a vízzoldható vitaminok, azon belül is a B-vitaminok adják. A B-vitaminokon belül kiemelendő a riboflavin (B_2) és a kobalamin (B_{12}) koncentrációja. A riboflavin jelenléte okozza a savó zöldessárga színét.

6.3. A tejsavófehérje szerkezete és működése

A tejsavóba a valódi fehérjéken kívül nemfehérje nitrogénvegyületek (NPN-vegyületek, pl. peptidek, szabad aminosavak, karbamid, kreatin, orotsav, ammóniumsók) is kerülnek. A savófehérjék a fehérjéknek meglehetősen heterogén csoportját alkotják, a különböző savófehérje-frakcióknak nagyon kevés közös tulajdonsága van azon kívül, hogy akkor is oldott állapotban maradnak, amikor a kazein kicsapódik oldatából. A savófehérje emészthetősége 94-100%-os!

A különböző fehérjefrakciók átlagos értékei tehéntejből származó savófehérjében:

- β -laktoglobulin: 44-58%,
- α -laktalbumin: 13-22%,
- glükomakropeptidek: 12-20%,
- szérumalbumin: 4-8%,
- immunglobulinok: 8-15%,
- laktoferrin: 2-3%,
- laktoperoxidáz: 0,5%.

A savófehérje egy teljes, jó minőségű fehérje gazdag aminosavprofilal. Az aminosavak (AA) teljes spektrumát tartalmazza, kezdve az esszenciális aminosavaktól (EAA) az elágazó láncú aminosavakig (BCAA), melyek a szövetnö-

vekedésben és -javításban játszanak kulcsszerepet. A leucin egy fontos BCAA, melynek nemrég fedezték fel az inzulin- és glükózmétabolizmusban betöltött kulcsszerepét. A savófehérjében az EAA- és BCAA-aminosavak nemcsak nagyobb mennyiségben vannak jelen, mint más fehérjeforrásokban (szója, kukorica, búza), hanem a szervezet hatékonyan tudja felvenni és használni azokat. Az EAA- és BCAA-aminosavak magas koncentrációja miatt a savófehérje segíti a szervezetet az izomszövet megtartásában. Ez különösen hasznos lehet idősek, aktív személyek esetében, illetve azoknál, akik szeretnék fogyni vagy testsúlyukat tartani.

A sovány testtömeg megtartásával vagy növelésével az idős emberek ki-védhetik a testfelépítésben a korral bekövetkező kedvezőtlen változásokat, továbbá olyan betegségek megelőzésében is hasznos lehet, mint a szívbete-gségek, agyvérzés, cukorbetegség stb. A tejsavófehérje a minimálisra csökken-ti a szarkopénia esélyét, mivel stimulálja az étkezés utáni fehérjeszintézist, és korlátozza a szervezet fehérjevesztését. A fizikai tevékenység, különösen az állóképességi edzések – tejsavófehérje fogyasztásával kiegészítve –, további hasznos hatással van az izomfehérjék szintézisére. Mozgás után 10-20 gramm tejsavófehérje fogyasztása növeli a fehérjeszintézist az idős embereknél, felté-telezhetően a magas és jól felvehető EAA-aminosav- és leucintartalom miatt.

A savófehérje tehát fontos szerepet játszhat a testsúly alakulásában. A kutatási eredmények szerint a megfelelő kalciumbevitel védelmet je-lenthet az elhízás ellen, és elősegítheti a fogyást. Epidemiológiai tanulmá-nyok szerint az alacsony kalciumbevitel nagyban növeli az elhízás esélyét. A laktóz a savótermékek elsődleges cukorkomponense. Alacsony glikémiás indexszel rendelkezik, így segíthet a fogyásban. A laktóznak csak minimális hatása van a vércukorszintre és az inzulinválaszra, így ideális a 2-es típusú cu-korbetegségben szenvedők számára.

A fehérje teltségérzetet okoz, és az energiabevitel modulációjával csökkent-heti a testzsírt és a testtömeget. A tejsavófehérje más fehérjeforrásoknál (szója, tojás, hús) jobban csökkenti az ételmiszer-bevitelt. Ezen okok miatt a savófehér-je étrendi alkalmazása ideális olyan személyek esetében, akik magas fehérje- és alacsony szénhidrát-tartalmú étrendet szeretnének fogyasztani.

Az elágazó láncú aminosavak – és a leucin – egyedülálló szerepet játszanak az anyagcsere szabályozásában, elősegítik a zsírleadást és a sovány izomszöve-tek képződését mozgás után.

Igen sok sportoló fogyaszt savófehérjét annak magas elágazó láncú ami-nosav-tartalma miatt. Mivel a szervezet BCAA iránti igénye megemelkedik az állóképességi edzések során, a savófehérje ideális a BCAA-pótláshoz, ami elősegíti a fehérjeszintézist és az izomnövekedést a pihenési időszakban. A sa-vófehérjék azért különösen hatékonyak az izmok fehérjeszintézisének növelésé-ben, mert aminosavprofiljuk csaknem teljes egészében megegyezik a vázizmok

aminosavprofiljával. Ráadásul a magas esszenciális aminosav-tartalom miatt a tejsavófehérjék hatékonyan stimulálják a felnőttek izomzatának fehérjeszintézisét.

A tejsavófehérjék kivételes képességgel rendelkeznek az immunrendszer számos szempontból történő optimalizálásában, elsősorban a glutation (GSH) szintjét emelik több szövetben is. A GSH a szervezet antioxidáns védelmezője, megvédi a sejteket a szabad gyökök okozta károsodásoktól, szennyeződéstől, mérgektől, fertőzésektől, és véd az UV-sugárzástól is. A GSH-szint tipikusan csökkent értéket mutat a HIV-vel, rákkal, krónikus fáradékonysági szindrómával és egyéb immunrendszerrel kapcsolatos betegségben szenvedő egyedeknél. A GSH szintje az életkorral csökken, és részben felelős lehet az Alzheimer-kór kialakulásáért, a szürkehályogért, a Parkinson-kórért és az arterioszklerózisért. Ezért a savófehérje-tartalmú ételek étrendbe iktatása nemcsak a betegeknek, hanem minden korosztályú egészséges egyedeknél is egészségvédő hatású. A savó következő komponensei is javítják az immunrendszer működését:

- Cisztein: Aminosav, ami nagy mennyiségben fordul elő a tejsavófehérjékben. A sejteken belüli GSH-termelés egyik résztvevője.
- Laktoferrin: igazoltan immunmoduláló hatással rendelkezik mikrobák és mérgek elleni fellépésnél, védelmet nyújt bizonyos vírusok, mint például hepatitis, citomegalvírus és influenza ellen.
- Immunglobulinok: a passzív immunitás növelésével jelenlétük védelmet jelent csecsemőknél, felnőtteknél pedig az immunrendszer aktivitását növelik.
- BCAA (elágazó láncú aminosavak): az izmok glutamin előállításához termelik, mely a GSH és egyéb fontos immunkomponensek egyik prekursora.

A savófehérje glutamint is tartalmaz, ami megakadályozza a fáradtságot és a túledzettséget, mivel üzemanyagként szolgál az osztódó sejtek számára. A savófehérjében található laktoferrin egy olyan fehérje, mely vasmegkötő tulajdonsággal rendelkezik. A laktoferrin a transferrinek közé tartozik, ez a vegyület-család felelős azért, hogy a vas a vörös vérsejtekhez kötődjön.

Általában 70-80 éves korukra mind a nők, mind a férfiak izomereje 20-40%-kal csökken. A 60 évesnél idősebbek között 30%-ban ennek oka a szarkopénia, mely nemcsak az izmok gyengülését, hanem az izomtömeg visszaesését is eredményezi. Kifejlődésében az alacsonyabb fehérjefelvétel és a csökkenő kalóriabevétel, a fehérjeszintézis átalakulása és a visszaeső fizikai aktivitás játszik főszerepet.

Az étkezés utáni fehérjeszintézis egészséges időseknél alacsonyabb, mint egészséges fiataloknál. A savófehérje jobban stimulálja az étkezés utáni fehérjeszintézist, mint a kazein, ezért csökkenti az izomtömeg-vesztést.

A savófehérje β -laktoglobulint, α -laktalbumint, immunglobulinokat, β -globulint, laktoferrint, laktoperoxidázt és glikomakropeptideket tartalmaz, melyek bi-

ológiaiilag aktív anyagok. A savóban található fehérjék antioxidáns, rákellenes, magas vérnyomás elleni, koleszterinszint-csökkentő, antibakteriális, antimikrobiális és antivirális tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezek közül egyes fehérjék vitaminokat és ásványi anyagokat kötnek meg, ezért fontos szerepet játszanak a tápanyagok metabolizmusában. Tudományos eredmények szerint a savófehérjék és -peptidek fokozzák az emésztést és a bélrendszer működését, valamint a glutationtermelést és az immunrendszer működését is. Következésképp a savófehérjék bevitele sokféle módon javíthatja a szervezet általános egészségi állapotát.

A savófehérje fehérjefrakcióinak kedvező élettani hatásait az alábbi táblázat összegzi.

5.7. táblázat: A savófehérje fehérjefrakcióinak kedvező élettani hatásai

β-laktoglobulin	A β-laktoglobulin adja a savófehérje fehérjetartalmának 50%-át. Bár a β-laktoglobulin pontos biológiai szerepe még nem tisztázott, az biztos, hogy ásványi anyagokat (például cinket és kalciumot), zsírban oldódó vitaminokat (például A- és E-vitamint) és lipideket köt meg, így számos élettani folyamatban fontos szerepet tölt be. Ezen kívül nagy mennyiségben tartalmaz elágazó láncú aminosavakat.
α-laktalbumin	Az α-laktalbumin adja a savófehérje fehérjetartalmának 50%-át, és rákellenes, antimikrobiális, valamint immunstimuláns tulajdonságokkal rendelkezik. A α-laktalbumin fokozza az agy szerotonintermelését, így hangulatjavító hatású. Csökkenti a szervezet kortizol- (stresszhormon-) szintjét.
Peptidek	A savóban található peptidek csökkentik a koleszterinszintet, a vérnyomást, és védelmet nyújtanak a rák bizonyos fajtáival szemben.
Albumin	A savófehérje 5%-a szarvasmarha-szérumalbumint tartalmaz, ami antioxidáns és antimutagén hatású. Aktív szerepet játszik a szabad zsírsavak megkötésében, pro-oxidáns átmeneti fémekkel kelátokat képez.
Immunglobulinok	Az immunglobulinok (például IgA, IgM, IgE és IgG) a passzív immunműködést segítik elő.
Laktoferrin	A laktoferrin egy vashoz kötődő fehérje, melynek számos szerepe van az emberi szervezetben. A laktoferrin rákellenes, antimikrobiális, antivirális, antibakteriális és antioxidáns tulajdonságokkal rendelkezik. Gyulladáscsökkentő és immunstimuláns hatású.

Laktoperoxidáz	A laktoperoxidáz egy olyan enzim, mely lebontja a hidrogén-peroxidot, és antibakteriális tulajdonságú. A laktoperoxidázt tartósítószerként, valamint – fogkrémekben – szuvasodás ellen is használják. Antioxidáns és immunstimuláns hatással is rendelkezik.
Glikomakropeptidek	A glikomakropeptidek csökkentik az étvágyat, antivirális, rákellenes, véralvadás-csökkentő, magas vérnyomás elleni, valamint immunstimuláns hatásúak. Megelőzik a fogak szuvasodását.

Egészséges egyéneknél a napi 20-25 gramm tejsavófehérje-izolátum (WPI) vagy -koncentrátum (WPC) alkalmazása megfelelő. Sportolók ennek több mint kétszeresét is fogyaszthatják, hiszen az izomszövetek regenerálása miatt több fehérjére van szükségük. Több fehérjét kell fogyasztania a Crohn-betegségben szenvedő, a rákterápiában részt vevő betegeknek, az égési sérülteknek és a műtétből lábadozó pácienseknek is. Az a cél, hogy a napi összes fehérjebevitel 20-30%-a savófehérje legyen.

Tejsavófehérje-port igen könnyű adagolni a reggeli turmixba, joghurtba, sajtba, gyümölcslevekbe vagy sportitalokba, burgonyapürébe, zabpehelybe. A por alakú termékeket fehérje-kiegészítőként alkalmazhatjuk fasírtban, levesekben, öntetekben és instant pudingban is.

A gazdaságilag fejlett országokban egyre nagyobb a fizetőképes kereslet a funkcionális élelmiszerek iránt, melyek táplálkozási értékükön felül valamilyen specifikus jótékony hatást fejtenek ki a fogyasztó szervezetére. Az édes savópor felhasználható pl. fagylaltokban, pudingokban, süteményekben, tortákban, kekszekben, kenyérben, péksüteményekben, csokoládékban, karamellában, gyümölcsitalokban, üdítőitalokban, levesporokban, mártásokban, húskészítményekben, margarinokban; míg a savanyú savópor főként gyümölcsitalokban, erjesztett tejalapú termékekben, sajtokban, salátaöntetekben, kenyérben, sós kekszekben, egyes húsipari termékekben. Amennyiben a savóport csecsemőtápszerek vagy gyógytápszerek alkotórészeként hozzák forgalomba, szükséges lehet a savó ásványianyag-tartalmának csökkentése – különösen igaz ez a savanyú savóra, mely nagyobb ásványianyag-tartalommal rendelkezik, és emellett a savasságát is tompítani kell. A tejsavóból vagy adott frakcióiból fermentált és alkoholmentes savóitalok egyaránt készíthetők. A savót gyümölcslével vagy gyümölcsvelővel keverve és ízesítve kellemes, frissítő italokat nyerhetünk, melyek egyesítik a savó és a gyümölcsök nyújtotta, az emberi egészségre kedvező hatásokat.

6.4. Irodalomjegyzék

1. Balatoni M., Ketting F. (1981): Tejipari kézikönyv. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 774 p.
2. Csapó J., Csapóné Kiss Zs. (2002): Tej és tejtermékek a táplálkozásban. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 464 p.
3. Molnár A., Molnár J. (1999): A sajtkészítés ABC-je. GAIA Alapítvány. Galgahévíz. 424 p.
4. Szakály S. (szerk.) (2001): Tejgazdaságtan. Budapest: Dinasztia Kiadó. 478 p.
5. Szilágyi A. (2002): Lactose – a potential prebiotic. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 16 (9) 1591-1602. p.
6. Wolfgang Sch. (2011): Házi sajtkészítés. Mezőgazda Kiadó. 156 p.
7. phd.lib.uni-corvinus.hu/527/
8. phd.lib.uni-corvinus.hu/409/1/rektor_attila.pdf
9. www.tejedes.hu/cikkek.php?cid=7
10. www.tejpor.hu/tejsavofeherje_koncentratum.html
11. hazisajtkeszes.hu/sajtmorzsak/erdekesssegek/a-tejsavo-gyogyito-hatasa
12. enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/.../Tejsavó_erőtiógátlás_Németh.pdf
13. balaicza.hu/savo-tisztito-kura/
14. www.biotechusashop.hu/enciklopedia/Tejsavó_fehérje/
15. www.rizsfeherje.hu/mi_a_gond_a_tejsavoval
16. hazisajtkeszes.hu/sajtmorzsak/erdekesssegek/a-tejsavo-gyogyito-hatasa
17. www.kimintvet.hu/gyotap/ flav_tejsavo.html
18. <https://peakshop.hu/man/tejsavofeherje/>
19. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Laktóz>
20. www.hazipatika.com › Betegségek A-Z
21. www.webbeteg.hu › Emésztőrendszeri megbetegedések › Cikkek
22. laktozerzekeny.org/a-tejcukorerzekenysegről.html
23. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Szarkopénia>
24. www.webbeteg.hu › Emésztőrendszeri megbetegedések › Cikkek
25. www.tejpor.hu/gyartas.html
26. ippc.kormany.hu/download/c/e9/70000/tej_utmutato.pdf
27. csuka.mk.u-szeged.hu/~temut/letoltes/hulladekhasznositas/allati.ppt
28. www.tejedes.hu/cikkek.php?cid=8
29. www.tejedes.hu/cikkek.php



Erasmus+

