



JUUSTUTEHNOLOOGIA

tekstis ja pildis
väiketootjatest juustuvalmistajannadele,
juustuvalmistajatele ja käsitööstuslikele
juustumeistritele

Michel Lepage



Tõlge Katrin Meinart
Eestikeelse tõlke väljaandja Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus, 2011
Toetas Põllumajandusministeerium

SISUKORD

EESSÕNA	3
SISSEJUHATUS JUUSTUTEHNOLOOGIASSE	4
I OSA – PIIMA KEEMILINE KOOSTIS	6
1. PIIMA KVALITATIIVSED JA KVANTITATIIVSED KOOSTISOSAD	6
2. PIIMA PÄRITOLU JA MUUTUVAD FAKTORID PIIMA KOMPONENTIDES	15
II OSA – PIIMA MIKROBIOLOOGILINE KOOSTIS	20
1. MIKROORGANISMID	20
2. PIIMHAPPEBAKTERID	23
3. MIKROOBIDE VASTASTIKUNE MÕJU	29
4. PÕHILISED MIKROBIOLOOGILIST PÄRITOLU TOOTMISAPSAKAD	31
5. PATOGEENID	41
III OSA – ENNE TOOTMISE ALUSTAMIST TULEB OSATA PUHASTADA!!!	49
1. SISSEJUHATUSEKS	49
2. HÜGIEEN	50
3. PASTÖRISEERIMINE	53
IV OSA – JUUSTUTOOTMISE ÜLDÜLEVAADE	56
1. PIIMA JAHUTAMINE JA SÄILITAMINE	56
2. JUURETISE LISAMISE	57
3. KALGENDAMINE	63
4. NÕRUTAMINE	70
5. MEHAANILISED TEGEVUSED KALGENDI PAREMAKS NÕRUTAMISEKS	71
6. JUUSTUDE SOOLAMINE	75
7. JUUSTUDE KUIVATAMINE	77
8. LAAGERDAMINE EHK JUUSTU SEEDIMINE ENSÜÜMIDE POOLT	78
V OSA – ERILISED TEHNOLOOGIAD	91
1. PIIMHAPPETEHNOLOOGIA JA VÄRSKED JUUSTUD	91
2. PEHMED JUUSTUD	96
3. PRESSJUUSTUD	98
4. SINIHALLITUSTÜÜPI JUUSTUD	103
VI OSA – MUUD PIIMATOOTED	105
1. JOGURTI TEHNOLOOGIA	105
2. VÕITEHNOLOOGIA	106

EESSÕNA

Kui Michel palus mul kirjutada oma raamatule eessõna, tuli mul kohe meelde meie esimene kohtumine. November 1990. Olles kümneaastase töökogemusega juustumeister väikeses farmiettevõttes, leidsin ma end hallitusseentest rünnatuna ühel hetkel suluseisust, võimetu end kaitsma või kui, siis vaid halbu lahendusi kasutades. Olukord oli tõesti lootusetu. Juustutegijate *tamtam* hakkas tööle: tuleb kohale kutsuda Michel Lepage, bakteritega (mööga)võitleja, pärmide organisaator, happesuse reguleerija. Aeg sai kokku lepitud ja nii seisiski Michel keset minu korralagedust. Ühest pilgust, liigutusest, nõuandest piisas, et kutsuda korrale mesofiilide, pärmide ja hallitusseente kolooniad: toorpiima sümfoonia dirigent oli kohal.

Praegu, peaaegu kakskümmend aastat hiljem töötab maagia ikka veel: määramata hulgal taltsutatud happelisust, juhitud volavust, kontrolli alla saadud paanikat! Michel rahustab juustuvalmistaja maha seda enam, et ta toob endaga kaasa tehnoloogilise lahenduse, mis on alati vastavuses töökoja mõõtmatega, kuhu ta appi tõttab. Ja kõik muutub korraga lihtsaks, toorpiimasse puutuv ilmselgeks ning juustust saab vääriline tasu tehtud töö eest.

Milline keeruline maailm, see toorpiima oma! Juustuvalmistaja astub vastu mikroorganismidele, mida ta ei näe: kus nad on? kes nad on? kes hetkel domineerib? Juustuvalmistaja on üksinda, ühes käes juustuvorm, teises kulp. Seega me loodame sinu peale, Michel, sinu ja sinu alati asjakohaste rahustavate nõuannete peale.

Jeff Rémond

Käsitööstuslik juustumeister Tarnist ja Söber

SISSEJUHATUS JUUSTUTEHNOLOOGIASSE



Alati mõnus hetk: juust koos leiva ja veiniga ... ikka mõõdukalt

Mitmekesisus ja käsitööstuslikud oskused on palju kaasa aidanud Prantsusmaa maine kujunemisele juustutootmises. Kaugel sellest, et olla kunstlikult ülesupitatud, põhineb see maine teaduslikel tehnoloogiatel, mis garanteerivad tänapäeval väiketootjale ja käsitööstuslikele juustumeistritele kindla sissetuleku, sest nad viivad tootmiskaod miinimumini ja toovad turule kindla kvaliteediga toote. Käsiraamatu esimeses pooles seletame lahti piima, tema koostise ja temaga kvaliteetse ümberkäimise tähtsuse juustu jaoks ning võimalused probleemide lahendamiseks, teine pool on pühendatud juustule ja juustutootmise erinevatele aspektidele.

Juustude mitmekesisus leiab tõestuse juustudest suurimate poolt, millel on tootjakaitse. Tõepoolest, ka juustud ja piimatooted võivad olla kaitstud nt kaitstud päritolunimetuse või kaitstud geograafilise tähisega.

SAAGEM ESMALT TUTTAVAKS – JUUST

Juust on üks piima säilitusviise ja seega järgnevate piima koostisosade kontsentratsioon:

- valgud (kaseiinid ja vadakuvalgud),
- rasvad (glütseriidid, rasvhapped, steroolid),
- mineraalsoolad (orgaaniliste ja anorgaanilise hapete soolad),
- suhkrud (laktoos jt).

Nimetatud koostisosade koaguleerumisel, erinevate mehaaniliste ja termiliste mõjutuste toimel, saadakse nõ antud koostisosade kontsentratsioon ehk koaguleerunud piim, millest eraldatakse vadak.

Juust on väga oluline toiduaine, pakkudes huvi kui:

- energia varasalv,
- valkude (aminohapete) varasalv,
- mineraalsoolade (kaltsiumi ja fosfori) varasalv,
- rasvade (rasvhapete) varasalv.

JUUSTUDE KLASSIFIKATSIOON

Juustude klassifitseerimiseks on mitmeid võimalusi vastavalt erinevatele kriteeriumitele:

- piima iseloomust lähtuvalt: lehma-, kitse-, lamba-, piisoni-, põhjapõdrajuust;
- erineva valmistamistehnoloogia põhjal;
- Lenoir'i klassifikatsioon (kõige laialdasemalt kasutusel);
- vastavalt laagerdumisele (laagerdunud juust, toorjuust, hallituskoorikuga juust, pestud koorikuga juust jt).

Laagerdunud juustud võime jagada vastavalt tehnoloogiale 4 suurde rühma:

1. Pressitud juustud:

- *Järelsoojendusega juustud:* juustutera ei ole kuumutatud.
- *Madala järelsoojendusega juustud:* juustutera on kuumutatud maksimaalselt kuni 45°C.
- *Kõrge järelsoojendusega juustud:* juustutera on kuumutatud üle 45°C.

2. Hallitusjuustud: juustu laagerdatakse koos sinise või rohelise hallitusega (sinihallitus on hallitusseene *Penicillium roqueforti* tüüpi hallitus, mille värv võib, olenevalt tüvedest, varieeruda helesinisest, sinikasrohelist, tumesinisest, hallikassinisest peaaegu mustani välja).

3. Pehmed juustud: vadaku eraldumist ei mõjutata pressimisega, vaid see toimub gravitatsioonijõu ja tera loomuliku kokkutõmbumisega. Seda nimetatakse ka spontaanseks nõrgumiseks, kus piimhappebakterite töö on väga tähtis.

4. Piimhappe-tehnoloogia juustud valmistatakse väga happelise tehnoloogiaga, nõrutatakse ainult gravitatsioonijõul (neil juustudel on vähene kuivainesisaldus, kuid neid võib müüa värskelt, poollaagerdunult, laagerdunult või kuivatatult). Neid klassifitseeritakse – happelise iseloomuga pehmed juustud.

I osa

PIIMA KEEMILINE KOOSTIS

1908. a Genfi kongressil sõnastati: „Piim on koguprodukt, mis saadakse terve, hästi toidetud ja mitte ületöötanud piimalooma täielikul ja katkestamatul lüpsil. Piim peab olema kogutud puhtalt ja mitte sisaldama ternespiima“.

Nimetust „piim“ ilma loomaliigita kasutatakse ainult lehmapiima puhul. Igasugune piim, mis pärineb lehmast erinevalt piimaloomalt, peab kandma märgistust „piim“ koos märkega, milliselt loomalt see pärineb: nt kitsepiim, lambapiim.

1. PIIMA KVANTITATIIVSED JA KVALITATIIVSED KOOSTISOSAD



ERINEVATE PIIMADE VÕRDLUS

Tabel 1: Erinevate piimade võrdlus (grammi/liitris) loomaliikide kaupa

Koostisosa	Lehm	Kits	Lammas
Vesi	900	910	840
Rasvad	36/40	33/38	70/75
Laktoos	48/50	47/48	47/48
Mineraalsoolad	7/8	7/8	11/12
Lämmastikuühendid*	33	29	60
* Kaseiinid	24	18	48
* Vadakuvalgud	7	8	10
* NPN – mittevalgulise iseloomuga lämmastikühendid	2	3	2

Lehmapiim

Keskmsed näitajad on järgmised:

- pH (20°C) = 6,6–6,7,
- algne happesus: 16–19°Th,
- tihedus: 1026–1036 kg/m³,
- sisaldab beetakaroteeni, mis annab lehmapiimale iseloomuliku kollase värvuse.

Lambapiim

Lambapiim on pärlvalge, opalesseeruvam kui lehma- või kitsepiim, viskoossem, sest sisaldab rohkem rasvu. Algupärane happesus jääb lambapiimal 19–22°Th vahele. **Esimestel tundidel pärast lüpsi on lambapiimal tugev mikroobidevastane toime, tänu oma immuunsetele omadustele ja tähelepanuväärsele kaltsiumi puhverdusvõimele.** Teatud kapri- ja kaprüültüüpi rasvhapete suurem hulk piimas aitab tugevdada lambajuustude hästi esiletulevat maitset.

Tabel 2: Näide lambapiima koostisosade keskmistest näitajatest Roquefort'i piirkonnas (g / 100 g piima kohta)

Rasvad	Lämmastikku sisaldavad ühendid	Kaseiin	Laktoos	Tuhk	Kuivaine
7,19	5,69	4,53	4,66	0,90	18,40

Kitsepiim

Koostisosade erisus võib põhjustada mõningaid probleeme valmistamisel, juhul kui valgusisaldus on liiga väike (alla 25g/kg kohta). Algne happesus on 12–15°Th, pH jääb 6,5–6,8 vahele ja tihedus 1026 ja 1042 kg/m³ vahele. Rasvad koosnevad mõõtmestelt väiksematest rasvaine gloobulitest, millega kaasneb laialt tuntud parem seeduvus. Kitsepiim on valkude poolest vaesem kui lehmapiim, seevastu mittevalgulisi lämmastikuühendeid on rohkem. Kuna kalgenduvald valke on pigem vähe, öeldakse et see piim on albumiinirikkam.

PIIMA KEEMILISED KOOSTISOSAD

Lämmastikühendid piimas

Piimas on kolme tüüpi lämmastikuühendeid: **kaseiinid, vadakuvalgud ja mittevalguline lämmastik (NPN).**

Piimas on olemas 20 aminohapet. Vastavalt geneetiliselt salvestatud informatsioonile võivad aminohapped liituda erinevates kombinatsioonides, tekivad valgumolekulid. Piimavalgud jagunevad kaseiinideks (sadenevad pH väärtusel 4,6) ja vadakuvalkudeks.

Tabel 3: Piimavalgu ligikaudne koostis (l. Kübarsepp)

Valgu nimetus	Sisaldus g/kg	% koguvalgust
Kaseiin	26,0	79,5
α _{s1} -kaseiin	10,0	30,6
α _{s2} -kaseiin	2,6	8,0
β-kaseiin	10,1	30,8
κ-kaseiin	3,3	10,1

Valgu nimetus	Sisaldus g/kg	% koguvalgust
Vadakuvalgud	6,3	19,3
α -laktalbumiin	1,2	3,7
β -laktoglobuliin	3,2	9,8
Seerumalbumiin	0,4	1,2
Immunoglobuliinid	0,7	2,1
Muud vadakuvalgud	0,8	2,5
Rasvagloobuli membraani valgud	0,4	1,2
Kokku	32,7	100

Kaseiinid

on happelised proliinirikkad fosfoproteiinid, mille molekulid on omavahel seotud kaltsiumisildadega, moodustades mitselle.

Tabel 4: Kaseiinide esinemine kitsepiimas võrreldes lehmapiimaga

	Kits	Lehm
Kaseiini tüüp	% üldisest kaseiinikogusest	% üldisest kaseiinikogusest
α (alfa)	30%	45%
β (beeta)	50%	40%
κ (kappa)*	20%	15%

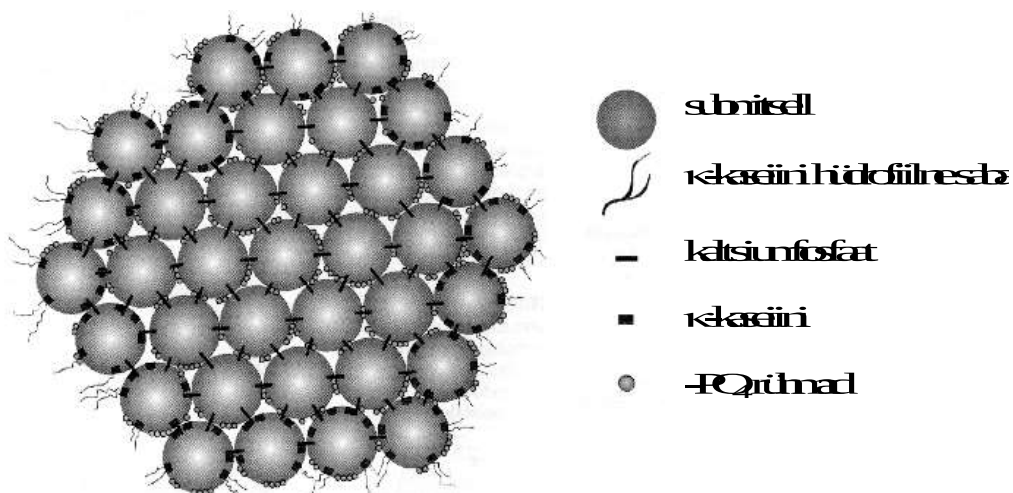
* Ainult kappa-kaseiin ei ole kaltsiumiga sidumisele tundlik.

Kaseiin „omas südames...“:

- **Kaseiini α ja β tüüp on väga tundlik kaltsiumile.** Puhas kaseiin koaguleerub spontaanselt kaltsiumi sisaldavas lahuses.
- **Kaseiini mitsell on tundlik kümosiini (laabi ensüüm) tegevusele,** sest ta sisaldab κ -kaseiini. Lisaks on, tänu oma tundetusele kaltsiumi suhtes ja oma hüdrofiilsusele, κ -kaseiinil stabiliseeriv toime, kui tema tase ületab 10% mitselli kaseiinidest.

Kaseiini mitselli struktuur: Mõõtmed jäävad suurusjärku 300 nanomeetrit, koosneb 70% veest ja 30% kuivainest. Kuivaine jaguneb omakorda:

- 92% kaseiinid,
- 8% mineraalained (orgaaniline kaltsium, mineraalne kaltsium, orgaaniline fosfor, mineraalne fosfor).



Kaseiini mitsell koosneb submitsellidest (väikestest mitselliosadest), mis omakorda koosnevad 12–15 valgust. Hüdrofiilne osa (κ -kaseiinil) asub mitselli välimisel osal, hüdrofoobne osa seespool. Submitsellid on omavahel ühendatud fosfaat- ja kaltsiumsidemetega. Mitselli stabiilsuse tagavad eelkõige:

- κ -kaseiin,
- negatiivne elektronlaeng (-15 ... -20 mV värskel piimal),
- valkudega seotud vesi: 2,5–2,7 g vett 1g valgu kohta.

Suurem osa seotud veest ja elektronlaengutest on koondunud kompleksi, mida kutsutakse kaseiin-makro-peptiidiks (CMP) ja mis on üks κ -kaseiini elementidest.

Lahustuvad valgud ehk vadakuvalgud

võivad soojuse toimel flokuleeruda ehk helbeid moodustada. Nad sisaldavad 4–5 korda rohkem vett kui kaseiinid ja annavad pigem pehmema kalgendi. Vadaku valkude hulka kuuluvad:

- Alfa laktalbumiin
- Beeta laktoglobuliin
- Peptooni proteaas
- Immunoglobuliin
- Seerumalbumiin

NPN ehk mittevalguline lämmastik koosneb:

- Uureast: 25% NPNst
- Vabadest aminohapetest
- B-rühma vitamiinidest
- Mõningatest rasvade komponentidest
- Ammoniaagist

NPN on tugevalt mõjutatud loomade toitumisest, kuid sel pole mingit mõju tehnoloogiale, välja arvatud oht saada pehme kalgend koaguleeruvate valkude madala taseme korral. Eelkõige kasutatakse lahustuva lämmastiku indikaatorina NPN i ühte komponenti – uuread.

Uurea tase võib pakkuda suurt huvi hindamaks lahustuva lämmastiku hulka piimas, mis näitab meile järgmisi riskikohti: pikk kalgendumise alguseks kuluv aeg, pehme kalgend, puudulik nõrgumine ja selle tagajärjel kooriku moodustamise vead, millega kaasneb pärmiseente õitseng pinnal. Uurea alusmääraks on lehmadel 200–250 mg, kitsedel ja lammastel 300–450 mg.

Tõlaendatavate tulemuste saamiseks on soovitatav võtta karialt mitmeid analüüse.

Piimarasv

Glütseriidid on vastava alkoholi, glütserooli ühendid 1, 2 või 3 rasvhappega. Need on piimarasva põhielemendid (monoglütseriidid, diglütseriidid, triglütseriidid). Selliselt fikseeritud rasvhapete iseloom määrab rasvade konsistentsi: tahked või vedelad rasvad. Glütseriidid koonduvad tilkadesse, mida kutsutakse **rasvagloobuliteks**.

Rasvad on väga muutlikud, nad

- **fikseerivad lõhnu**: laut, toit või käärimine;

- **rääsuvad:** mõningatel rasvhapetel on rääsunud maitse või lõhn, mis tekib glütseriidide lagundamisel looduslike või mikroobide poolt toodetud ensüümide poolt;
- **oksüdeeruvad:** hapnik on võimeline ühinema rasvhapetega, mis toob kaasa ebameeldiva maitse tekkimise. Happeliskus, valgus, sool, vask, soojus ja õhk on seda protsessi soodustavad tegurid.

Peamine on hästi tunda rasvade päritolu ja panust, sest loomade söödaratsioon mõjutab otseselt rasvade tootmist.

Piimarasva kahetist päritolu arvestades ilmnevad loomade söödaratsioonile vastavalt selgelt kaht tüüpi mõjutused:

Söödaratsioonid, mis suunavad vatsa fermentatsiooni lipogeneesile soodsas või mittesoodsas suunas.

Lenduvate rasvhapete segu koostis vatsas varieerub vastavalt ratsioonile. Kontsentreeritud söötade rikkad ja rohusöödavaesed ratsioonid või siis purustatud ja aglomeeritud sööta sisaldavad ratsioonid suunavad mikroobset fermentatsiooni propioonhappe suurema sisalduse suunas. Viimast kasutatakse ainult väga vähesel määral udara epiteelis, küll aga muundatakse maksas eelisjärjekorras glükoosiks. Tagajärjeks on, et sellise söödaratsiooniga, mis soodustab reservrasvade teket, kaasneb piima rasvasisalduse vähenemine!

Söödaratsioonid, mis suurendavad lipiidide kogust (toovad lipiide sisse).

Loodusliku tselluloosi poolest rikkad (pikk hein) söödaratsioonid, seevastu suurendavad äädikhappe proportsiooni vatsas ja samal ajal piima rasvasisaldust. Rasvade lisamine ratsioonile mõjub erinevalt sekreteeritava rasva kogusele. See sõltub lisatavate rasvade kogusest ja loomusest. Küllastatud rasvad suurendavad rasvaprotsenti suhteliselt vähe, küllastamata rasvhappeid sisaldavate rasvade lisamisega kaasneb aga tihti rasvasisalduse vähenemine piimas.

Laktoos ehk piimasuhkur

Piimasuhkur esineb täielikult lahustunud olekus (lahustub täielikult piimas leiduvas vees). **Laktoos koosneb kahest suhkrust: glükoosist ja galaktoosist.**

Piima kuumutamisel pikemat aega kõrgetel temperatuuridel (90–100°C) tekib keedetud piima maitse.

Laktoos + lämmastikühendid ⇨ pruunistunud koostisosad = keedetud maitse

Piimhappebakterid muundavad tänu oma piimhappe ensüümidele laktoosi piimhappeks või teisteks käärimisproduktideks:

- Piimhappe piimhappebakterite toimel
- Propioonhappe propioonbakterite toimel
- Või happe või happebakterite toimel
- Süsinikdioksiid pärmide, kolibakterite või aroomi tekitavate bakterite toimel
- Vesinik või happebakterite ja kolibakterite toimel
- Alkoholid pärmide toimel

Mineraalsoolad

Mineraalsoolad on väga olulised nii tehnoloogilisest küljest kui ka toitainena. Nendeks on kaltsiumi, magneesiumi ja naatriumi soolad fosfaatidena, kloriididena, tsitraadidena ja sulfaatidena. Juustutehnoloogias on kaltsiumil ülioluline roll: kaseiini mitselli selgroona on ta ühenduslüliks kalgendi või juustutera tekkel laabi tegevuse tagajärjel.

Piimas leidub tasakaalustatud kujul:

- **vees lahustuvat kaltsiumi** – esineb vesilahuses fosfaadina, kaltsiumtsitraadina või üksi lahustununa.
- **kaseiini mitselli seotud kaltsiumi** ehk kolloidset kaltsiumi – esineb kahe vormina:
 1. kaseiini molekule liitvaid sidemeid moodustav vorm,
 2. mitselli sisemist karkassi moodustav vorm.

Seda tasakaalu mõjutavad ja võivad lõhkuda:

- kuumutamine
- külmutamine
- happesus

Teatud juhtudel lisatakse juustuvalmistamise käigus piimale kaltsiumkloriidi või monokaltsiumfosfaati eesmärgiga tasakaalu korrigeerida või taastada.

Vitamiinid

Piim, vitamiinide ja mikroelementide poolest rikas täisväärtuslik toiduaine, on üheks meie toitumise põhikoostisosaks.

- **Rasvlahustuvad vitamiinid** lahustuvad rasvas: A, D, E, K
- **Vesilahustuvad vitamiinid** lahustuvad piimas leiduvas vees: B, (PP H), C

Tabel 5: **VITAMIINID** piimas

Nimetus	Roll	Omadused
A	Antibakteriaalne toime	Karoteenirikas
D	Rahhiidivastane toime	Sünteesitav, oksüdeeruv
E	Steriilsuse vastane toime	Väldib MG ja vitamiinide oksüdeerumist
K	Hemarroidide vastane toime	Mittemuunduv, kuid lagunev
B1	Isu tekitav faktor	
B2	Osaleb fermentatsiooni protsessis	
B6	Kasvufaktor	
B12	Anti-aneemiline mõju.	
PP*	Antipellagreuse toime	
H*	Kasvufaktor mikroorganismidele	
C	Skorbudivastane toime	Tundlik oksüdeerumisele

* PP ja H vitamiinid kuuluvad B grupi vitamiinide hulka.

Tabel 6: MIKROELEMENDID piimas (keskmise väärtus miljonid grammides)

Element	Piim
<i>Alumiinium</i>	500–600
<i>Hõbe</i>	
<i>Arseen</i>	50
<i>Baarium</i>	
<i>Boor</i>	150–250
<i>Broom</i>	300–2000
<i>Kroom</i>	10–20
<i>Koobalt</i>	0,5–1
<i>Vask</i>	20–40
<i>Inglitina</i>	Ilmselt ei esine
<i>Raud</i>	100–250
<i>Fluor</i>	100–200
<i>Jood</i>	40–50
<i>Liitium</i>	
<i>Mangaan</i>	20–30
<i>Molübdeen</i>	40–50
<i>Nikkel</i>	
<i>Plii, seatina</i>	40
<i>Rubiidium</i>	1500–3000
<i>Seleen</i>	0–1000 olenevalt pinnasest
<i>Räni</i>	1500–10 000
<i>Strontsium</i>	200–450
<i>Titaan</i>	
<i>Vanaadium</i>	
<i>Tsink</i>	3000–6000

INIMESE TOITUMISVAJADUSED JA NENDE RAHULDAMINE PIIMA JA PIIMATOODETEGA

Tabel 7: Lapse ja täiskasvanu vajaduste võrdlus (1 – hea tervise juures oleva lapse vajadused; 2 – hea kvaliteediga suvine piim; 3 – hea tervise juures oleva täiskasvanu vajadused; 4 – kõva juustumassiga täispiimast juust (pressjuustud))

	LAPSED		VANEMAD		
	vajadus (1)	1 liiter piima (2) annab	vajadus (3)	1 liiter piima (2) annab	100 g juustu annab (4)
Energia	1500 kcal	40%	2800 kcal	22%	13%
Valgud	50 g	70%	70 g	45%	38%
Kaltsium	0,8 g	+ de 100	0,8 g	+ de 100	+ de 100
Fosfor	0,8 g	+ de 100	1,0 g	100%	60%
Raud	10 mg	10%	15 mg	6%	5%
Vitamiin A	5 000 U.I.	40%	5 000 U.I.	40%	30%
Vitamiin D	450 U.I.	5%			
Vitamiin B1	0,7 mg	60%	1,5 mg	30%	1,50%
Vitamiin B2	1,3 mg	+ de 100	2,5 mg	60%	8%
Vitamiin PP	9 mg	12%	15 mg	8%	
Vitamiin C	50 mg	40%	75 mg	25%	

ERINEVUS ALLERGIA JA PIIMATALUMATUSE VAHEL

ehk vastus küsimusele, mida teie kliendid esitavad:

Tabel 8: Piima-allergia ja laktoositalumatuse võrdlus

LEHMAPIIMA ALLERGIA	LAKTOOSI TALUMATUS
Põhjus Immuunsüsteemi anormaalne reaktsioon piima valkudele. Võib olla mõnikord selektiivne piima tüübi suhtes, nt kõige rohkem lehmapiimale.	Põhjus Laktaasi puudulikkus. Laktaas on ensüüm, mida seedesüsteem vajab kogu laktoosi (piimas leiduva suhkru) lagundamiseks
Vanus Ilmneb tavaliselt kohe imikueast alates, harvemini pärast 12 kuu vanuseks saamist.	Vanus Väga haruldane esimestel eluaastatel.
Diagnostika Vastava valdkonna spetsialisti (arsti) poolt detailse haigusloo alusel ja võimalikud testid: * nahatest	Diagnostika Vastava valdkonna spetsialisti (arsti) poolt detailse haigusloo alusel ja võimalik test: Mõõta laktoosi tarvitamise järel vabaneva

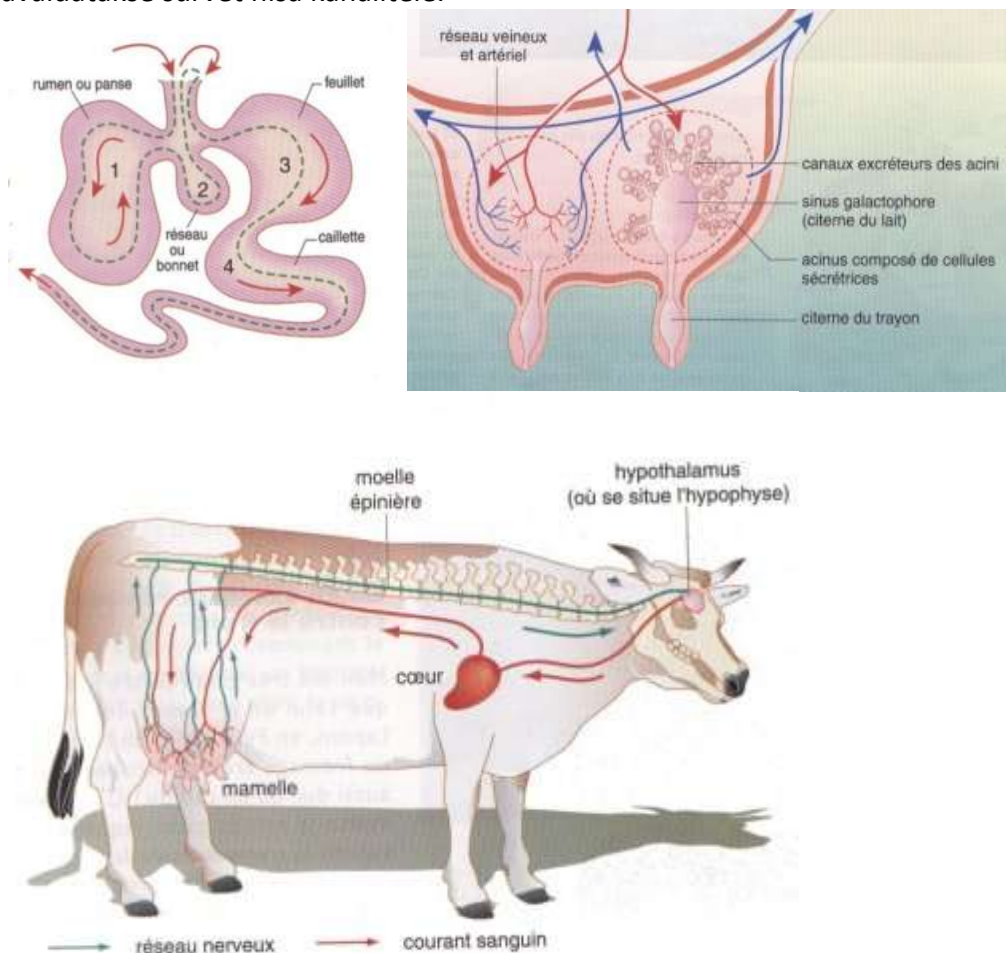
* veretest – IgE täistest või RAST test * toiduainetega provotseerimise test, avatud või topelt pimedana. Ei kasutata, kui on juba esinenud anafülaatiline šokk.	vesiniku hulka.
Sümptomid võivad ilmned a kohe selt või teatud aja jooksul ja puudutavad: <u>seedimist</u> * iiveldus, * oksendamine, * kõhulahtisus, * mao krambid <u>nahka:</u> * urtikaaria, * ekseem, * turse <u>Hingamisteid</u> * jooksev nina, * nina kinni, * vilistav hingamine, * köha <u>Anafülaatiline šokk</u> Immuunsüsteemi tõsine reaktsioon, harvaesinev, aga mõnikord raskesti kontrollitav. Võib olla eluohtlik.	Sümptomid puudutavad ainult seedetrakti: * kõhulahtisus * oksendamine * puhitused * mao krambid * gaasid
Ravi * Elimineerige lehmapiimavalke sisaldavad toiduained, sest ka minimaalne piimavalgu kogus võib sümptomid esile kutsuda. * Imetage niikaua kui saate (võib juhtuda, et peate ka ise minimaliseerima piimatoodete tarbimist) * Kasutage hüpoallergeenilisele vastsündinule mõeldud piimasegusid (kontrollige eelnevalt beebi taluvust nende suhtes)	Ravi * Sümptomid sõltuvad tavaliselt tarvitatud kogusest, seega võib olla, et väikene kogus laktoosi sisaldavat toiduainet (nt 125 ml piima) ei kutsu reaktsiooni esile. * Kõva juust ja jogurt ei kutsu tavaliselt reaktsiooni esile. * Tarvitage kaubanduses müüdavat laktaasi (nt Lactaid tilkadena või tablettidena), kui sööte laktoosi sisaldavaid toiduaineid.

2. PIIMA PÄRITOLU JA MUUTUVAD FAKTORID PIIMA KOMPONENTIDES

PIIMA KOMPONENTIDE PÄRITOLU

Loom osaleb lüpsil, tootes hormooni nimega oksüdotsiin, mis kutsub esile nisa kokkutõmbed. Teatud juhtudel võib stressis loom piima kinni hoida neerupealse hormooni adrenaliini abil.

Lüpsi ajal hoitakse piima peamiselt piimakanalites ja piimanäärmetes. Piima väljutamiseks avaldatakse survet nisa kanalitele.



Piima koostisosad, mis pärinevad filtreerumisel vere plasmast:

- Rasvadest 50%
- Soolad (fosfaatkloriidid ja kaltsium)
- Mikroelemendid
- NPN ehk mittevalguline lämmastik
- Vabad aminohapped
- Uurea
- Vitamiinid
- Lahustuvad valgud
- Vesi

Tabel 9: Erinevate komponentide võrdlus vereseerumis ja piimas (g/ml)

Koostisosad	Vere plasma	Piim
Suhkrud	glükoos: ~ 6g	laktoos 50g
Rasvad	Pikaahelalised triglütseriidid: 3 g	erineva koostise ja ahelaga triglütseriidid
Lämmastikühendid	NPN albumiinides globuliinid: ~ 75g	kaseiinid 3–10g lahustuvad valgud, 6–7g PN: 2g
Soolad	kloriidid, fosfaadid, kaltsium (tsitraadid puuduvad)	samad soolad kui veres + tsitraadid

Piima koostisosad, mis pärinevad vatsas ja peensooles toimuvast sünteesist:

- rasvadest 50%
- kaseiinid
- lahustuvad valgud
- laktoos
- tsitraadid (soolad)

Energia- ja lämmastikurikaste toitainete tasakaal söödaratsioonis tagab komponentide korrektse sünteesi.

PIIMA KOOSTISE MUUTUVAD TEGURID

Piima koostise muutused ajas

Laktatsiooni käigus muutub piima koostis ja kogus. Skemaatiliselt on kvaliteedi muutus pöördvõrdeline kogusega. Laktatsiooni tipp saabub umbes 45.–50. päeval poegimisest alates, 9–10 kuuse laktatsiooniperioodi puhul lehmadel ja kitsedel, 7 kuu puhul lammastel/uttedel.

Ternespiima koostis

Ternespiim ehk poegimisjärgne piim, mis on hädavajalik noorloomadele, on inimtoiduks piima kujul kõlbmatu ja eriti, mis meisse puutub, ei sobi juustu valmistamiseks. Seadusega on kehtestatud ternespiimana kuni 7 päeva vanune piim, mis ei sobi töötlemiseks. Soovitame piima tarvitamisega oodata umbes 8–15 päeva alates poegimisest (seda piima kasutatakse mõningate riikide köögis *flan*'i tegemiseks).

Tabel 10: Ternespiima koostisosade muutused piimaga võrreldes

Tunnid sünnitusest	Üldine valgu kogus g/l	Kaseiin g/l	Lahustuvad valgud g/l	Rasvad g/l	Laktoos g/l	Mineraal- soolad g/l
0	165	51	115	52	22	10
12	61	31	30	39	37	9
30	42	26	12	30	43	8,3
48	38	26	10	29	40	8,3
96	38,5	26,5	7,5	29	47	8,3
168	34	24,5	7	35	50	8,4

NB! andmed on lihtsustatud ja pärinevad Webb et Johnson (1965) tabelist lehmapiima kohta. Lisaks põhikoostisainetele on ka vitamiine ternespiimas rohkem:

A-vitamiini on 4–25 korda rohkem kui tavalises piimas. Tavatase saabub kolmanda ja kümnenda päeva vahel.

D-vitamiini on 3–10 korda rohkem kui tavalises piimas, tavatase saabub neljanda ja viienda päeva vahel.

Loomadega seotud tegurid

Geneetiline faktor

Vastavalt karja tõule ja geneetilisele päritolule on toodetud piima koguses ja kvaliteedis leitud olulisi erinevusi.

Psühholoogilised faktorid

Rasva ja valgusisaldus muutuvad sarnaselt laktatsiooniperioodi käigus. Olles esialgu väga kõrged, langevad nad kiiresti esimeste nädalate käigus, millele järgneb ühtlane pidev tõus paralleelselt toodangu langusega.

Laktoositaseme muutus on palju stabiilsem, seevastu mineraalsoolade kogused varieeruvad:

- **Kaltsium ja fosfor** – miinimumtase laktatsiooniperioodi keskel
- **Naatrium ja kloor** – tase tõuseb laktatsiooniperioodi lõpus
- **Tsink ja jood** – tase väheneb ühtlaselt

Looma sanitaarne seisund

Enamik infektsioonhaigustest häirivad udara tööd ja järelkult toovad kaasa muudatusi piima koostises. Eriti udarapõletikud põhjustavad tuntavaid muudatusi, mis on seotud piimanäärmete poolt toodetud molekulide (kaseiinid, laktoos, rasvad) hulga vähenemisega. Udarapõletike puhul võib öelda, et vastutav tüvi on enamus juhtudel stafülokokk. Stafülokokk-nakkusest tingitud udarapõletik toob kaasa kaseiini koguse vähenemise ja sellest tulenevalt pehme kalgendi, kalgendumise algusaja pikenemise, aeglasema nõrgumise ja kaod saagikuses.

Loomakasvatusega seotud tegurid

Söötmine

Söötmine on kõige tähtsam faktor, sest sellest sõltub toodetava piima kvaliteet ja kvantiteet. Söödaratsiooni metodoloogiline kalkuleerimine arvestab looma tootlikkuse taset ning tasakaalustab tema energia-, lämmastiku-, mineraalainete-, vitamiini- ja veevajadused.

Energia: energeetiline alatoitus toob kaasa tootlikkuse tugeva languse ning suurendab rasvasisaldust looma lipiidireservide kasutuselevõtmise tõttu. Seevastu TP tase väheneb kaseiini sünteesi limiteerituse tõttu.

Lämmastikühendid: ebaühtlane manustamine mõjutab vähemärgatavalt rasvasisaldust ja lämmastikühendite taset, mõjutab seevastu valguliste ja mittevalguliste fraktsioonide suhet piimas.

Mineraalained: vajakajäämise korral kasutab loom oma sisemisi reserve. Looma organismi nõrgenemisest võivad tuleneda tõsised tagajärjed tootlikkusele (suure tootlikkusega lüpsilehmade piimapalavik).

Vitamiinid: loom sünteesib ise B ja C vitamiine; A, D ja E peavad tulema söödest.

Vesi: piima tootlikus on otseselt seotud vee tarbimisega, mida loom peaks saama vastavalt soovile.

Piima koostist mõjutab ka looma söötmise viis: ratsioon peaks sisaldama vähemalt 40% töötlemata sööta.

Lüps

Rasvainete sisaldus tõuseb lüpsi käigus. Korralikult lõpule viimata lüps annab tulemuseks lõpetamata piima (osalise koore sisaldusega). Lisaks pidurdab ebapiisav lüps produktsioonivõimet. Kahe lüpsi vaheline intervall peaks olema 8–12 tunni ringis. Öhtune piim on rikkam kui hommikune, jäädes vahemikku 5–8 gr TB ja 1–2 g TP.

Tänapäeval on kasutuses ka uusi praktikaid, nagu monolüps, mis pakub huvi kitsede ja lammaste puhul just töö organiseerimise poolelt, vaatamata kergele kaotusele toodanguliitrites. See tehnoloogia väärtustab elu ja töö kvaliteeti.



Roto kitsede lüpsiks

Elutingimused

Hästi kontrollitud õhutusega hooned annavad paremaid tulemusi, samas kui tõmbetuul toob kaasa ebasoovitava mõju.

Aastaajad ja kliima

Aastaaegade mõju kujuneb erinevate faktorite, nagu toitumine, kliimatingimused ja laktatsioonistaadium koosmõjuna.

Tootlikus: maksimaalne kevadel ja minimaalne suvel, vastavalt mahasaamise aastaajale.

TB kogus: miinimum kevade lõpus ja maksimaalne sügisel.

TP kogus: kaks miinimumi, talve lõpus ja kevade lõpus. Kaks maksimumi: kevade algus ja sügis.

Inimtoiduna töötlemiseks keelatud piim:

- kolostrum ehk ternespiim,
- laktatsiooniperioodi lõpu piim (füsioloogilised põhjused),
- patoloogiline piim (udarapõletikud): patogeenide leidumine, piim, mis sisaldab antibiootikume, antiseptikuid, vett: probleemid piimhappebakterite töö tasandil.

II osa

PIIMA MIKROBIOLOOGILINE KOOSTIS



Värvilised mikroobid elektronmikroskoobis

1. MIKROORGANISMID

Definitsiooni kohaselt on mikrobioloogia teadusharu, mis uurib mikroorganisme või mikroobe, mis on palja silmaga nähtamatud ja koosnevad tihti ühestainsast rakust. Tuletame meelde, et rakk on väikseim element, mis omab kõiki elusorganismi iseloomustavaid omadusi, st vajadust toituda, paljuneda ja omada välist soodsat kasvukeskkonda.

Enamus piimatoodetest leitud mikroorganismidest on inimesele ohutud ja kasulikud juustuvalmistamise tehnoloogia seisukohalt. Tehnoloogia õige valik ning loomade ja materjali hügieen võimaldab vajalike mikroorganismide selekteerumist ohtlike patogeensete tüvede arvelt.

MIKROOBIDE ARENGUKS VAJALIKUD FAKTORID

Mikroorganismide aktiivsust mõjutavad

Vesi: Vett peab leiduma olulises koguses 80–90%. Mida kuivem on keskkond, seda aeglasem on tüvede paljunemine. Toodete kuivatamine ei tapa mikroorganisme, vaid peatab nende arengu.

Lämmastik: Mikroorganismid ammutavad seda lämmastikühenditest (nt kaseiinist). Neil on vajadus ka süsiniku ja mineraalsoolade ning kasvufaktorite järele.

Keskkonna pH: pH langemine piimatoodete hapendamise käigus on üks võimalusi vältida ebasoovitavate tüvede arengut kuni nende arengu peatamiseni välja: nt *coli* vormid, mädabakterid, patogeenid (aeglustada listeria arengut) jne.

Keskkonna temperatuur:

- Miinimumtemperatuur: ei toimu ei arenemist ega aktiivset elutegevust.
- Optimaalne temperatuur: sobib kõige paremini mikroobide paljunemisele ja aktiivsele elutegevusele.
- Maksimumtemperatuur: paljunemine ja aktiivsus on peatunud.

Seega on võimalik klassifitseerida baktereid optimaalse kasvutemperatuuri järgi:

- **psührotroobid**: võimelised paljunema madalatel temperatuuridel
- **psührofiilid**: 5–15°C
- **mesofiilid**: 15–35°C
- **termofiilid**: 35–60°C
- **termoresistentsed bakterid**: võimelised taluma 30 minuti jooksul termilist töötlemist 63°C või sellega samaväärset kohtlemist.

•

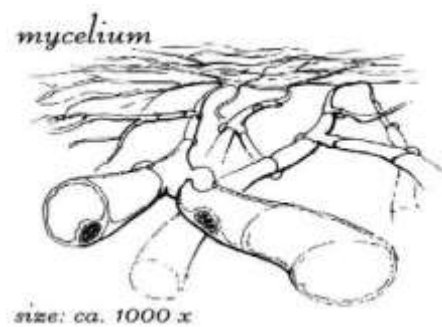
Tabel 11: Mõningate mikroorganismide optimaalsed kasvutemperatuurid

Nimetus	Kasvutemperatuur	Näited
Psührofiilid	0–20°C	<i>Pseudomonas marina</i>
Mesofiilid	20–45°C	<i>Escherichia coli</i>
Termofiilid	45–70°C ja rohkem	<i>Thermus aquaticus</i>
Psührotroobid (või fakultatiivsed psührofiilid)	0–35°C	<i>Bacillus psychrophilus</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i>
Termoresistentsed	Kannatavad 65°C mõned minutid	<i>Bacilluse</i> ja <i>Clostridiumi</i> tüved ja spoorid
Hüpertermofiilid	70°C kuni ligikaudu 110°C	Arheobakter <i>Pyrolobus fumarii</i>
Termofiilsed termoresistentsed	Optimaalne kasvutemperatuur jäab 45°C ja 60°C vahele, aga kannatavad mõne hetke välja ka kõrged temperatuurid	<i>Enterokokid</i> ja <i>Streptokokid</i> (spoorid moodustamata)

MIKROORGANISMID JA NENDE LIIGID

Bakterid: üherakulised, mikroskoopilised 1 mikroni (1/1 000 mm) suurused organismid.

Hallitusseened: need on seened, mis armastavad happelist keskkonda ja eriti just piima hapnemise faasis. Laagerdumise algfaasis põletavad nad piimhapet ja langetavad niiviisi keskkonna happesust, mis omakorda võimaldab vastavatel ensüümidel alustada oma tööd laagerdumise protsessis. Esinevad tihti mütseelidena:



Pärmid: on samuti seemed, aga ilma mütseelita. Nad muundavad sageli suhkruid alkoholiks, mõningad toodavad ka gaase (ja spetsiifilist lõhna nagu leiva kääritamisel).

Viirused: on 100 korda väiksemad kui bakterid. Nad on võimelised elama ainult parasiitidena rakkude sees. Bakterite viirusi kutsutakse bakteriofaagideks ehk faagideks. Kõik bakterite tüved ei ole tundlikud sama bakteriofaagi suhtes. Faag kinnitub bakterile ja, soodsate tingimuste korral võib järgmise miljoni faagi vabanemine toimuda 1 tunni ja 10 minutiga.

Faagidega võitlemiseks on vajalik juuretiseks kasutatavate bakteritüvede rotatsioon ja kogu materjali ning juustutööstuse desinfektsioon vesinikperoksiidiga.

Tabel 12: Kasvu mõjutavad faktorid

Faktor	Nimetus	Optimaalsed kasvufaktorid	Näited
Osmootne rõhk ja a_w	Osmofiilid	Eelistavad keskkonda, mille osmootne rõhk on kõrge.	pärm <i>Saccharomyces rouxii</i>
	Osmotolerandid	Organismid, mis kasvavad keskkonnas kus vee aktiivsus a_w ja osmootne rõhk on väga muutuvad.	Mõningad hallitusseened ja pärmid
	Kserofiilid/kserotolerandid	Eelistavad keskkonda, kus vee aktiivsus a_w on nõrk ja ei arene kui a_w tase on kõrge (eelistavad väga kuiva ümbrust).	tihti seemed
	Alkalofiilid	Kohanenud (põhiliselt) alusellise keskkonnaga ($pH > 9$).	<i>Bacillus halodurans</i>
	Atsidofiilid	Kohanenud eluga happelises keskkonnas ($pH < 2$).	Thiobacilles
pH ja temperatuur	Termoatsidofiilid	Bakterid, kes arenevad paremini PH happeliste väärtuse ja kõrgete temperatuuride juures.	Archéobactéries
Sool	Mittehalofiilid	Ei näita välja mingeid erilisi nõudmisi soola kontsentratsiooni osas, kuid ei suuda areneda, kui	<i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas putida</i>
	Keskmiised halofiilid	Nõuavad teatud minimaalset soola kontsentratsiooni 0,1% ja on võimelised paljunema kõrgemate	Meredes elavad bakterid
	Halotolerantsed	Võivad paljuneda soola puudumisel, kuid kannatavad välja kuni 15% soola kontsentratsiooni.	Staphylocoques halotolérants

	Ekstreemsed halofiid	Nõuavad minimaalselt 12% soola kontsentratsiooni, võivad areneda isegi küllastunud soola lahuses, 36% juures.	Mõningad arheobakterid, keda kutsutakse halobakteriteks
Hapnik	Kohustuslikud aeroobid	Vajavad eluks atmosfääri O ₂ .	Enamus mikroorganismidest
	Fakultatiivsed anaeroobid	Ei vaja otseselt eluks O ₂ , kuid nende kasvu soodustab O ₂ olemasolu.	<i>Actinomyces europaeus</i>
	Aerotolerantsed anaeroobid	Ignoreerivad täielikult O ₂ olemasolu ning kasvavad ühtemoodi hästi nii O ₂ leidumisel	<i>Enterococcus faecalis</i>
	Ranged (kohustuslikud) anaeroobid	Ei kannata hapniku ja surevad selle olemasolul.	<i>Clostridium pasteurianum</i> , <i>Bacteroides</i> , <i>Fusobacterium</i> , <i>Methanococcus</i>
Rõhk	Barotolerantsed	Kasvavad rõhu juures 1 kuni 500 atm	<i>Colwellia hadaliensis</i>
	Kerged barofiilid	Optimaalne kasv 5000m juures ja võimalik veel 1 atm juures.	<i>näidet ei leitud</i>
	Ekstreemsed barofiilid	Vajavad oma arenguks vähemalt 400 atm või rohkem.	<i>näidet ei leitud ...</i>

2. PIIMHAPPEBAKTERID

Juustutootmises algab mikroorganismide tähtsuse tunnetus piimhappebakteriteks kutsutud bakteriterühma meisterlikust tundmisest ja käsitlemisest.

PIIMHAPPEBAKTERITE DEFINITSIOON

Omadussõna *piimhape* tekitab tihti segadust. Süstemaatika koha pealt ehk mikroobide klassifikatsioonis on piimhappebakterid üheselt tuntud kui kokkide või kepikestena esinevad, grampositiivsed, vähese katalaasiga bakterid, mis toodavad piimhapet glükoosi (laktoosi lihtsuhkru) baasil. Anglo-saksid kutsuvad neid piimhappebakteriteks - *lactic acid bacteria*. Praktikas on piimhapet tootvad bakterid peaaegu alati koos juuretise piimhappe tüvedega piimas, või lisaks veel kääritamiseks vajalike bakteritega.

Halvustavale või alandavale nimetusele vaatamata on nii fekaalsed streptokokid, mastiidi (udarapõletiku) streptokokid kui ka „Vincent'i angiini“ tekitajad samuti kõik piimhappebakterid!

SOOLESTIKU FLOORA

Piimhappebakteritest veel: „Meie jämesooles on rohkem baktereid kui meie kehas rakke. Nende kogumass on umbes 2 kilo, mis vastab maksa kaalule.“

Paljud inimesed ei tea, et bakterid leiavad meie kehas soodsa kasvupinnase. Nende hulgas on patogeene („halbade“ ehk haigusi tekitavate) populatsioone kui ka mitte-patogeene („heade“ bakterite) populatsioone. Kui soodsa toimega bakterite arvukus ei ole piisav ja kui halvad bakterid hakkavad domineerima, siis tulenevad sellest terviseprobleemid: kõhugaasid, puhitused, soolestiku mürgitused, kõhukinnisus ja toiduainete halb omastamine.

KUIDAS HEAD BAKTERID MEID AITAVAD?

Head bakterid saavad teha rohkem kui ainult neutraliseerida halbu baktereid. Nende elutegevusega kaasneb palju meilegi kasulikku, lisaks muudele tegevustele nad:

- aitavad sünteesida B1, B2, B3, B5, B6, B12, A ja K vitamiine ning põhilisi rasvhappeid;
- kergendavad laktoosi (piimasuhkru) ja valkude seedimist;
- hooldavad meie soolestikku ja puhastavad jämesoolt;
- stimuleerivad transiiti;
- toodavad antibiootilisi ja antifungitsiidseid ühendeid, mis takistavad kahjulike mikroobide ja seente kasvu;
- osalevad viiruste ja parasiitide hävitamises;
- kasvatavad immuunsüsteemi rakkude arvu;
- toodavad piimhapet, mida on vaja soolestiku pH tasakaalustamiseks;
- kaitsevad meid pestitsiidide ja saasteainetest pärinevate toksiinide vastu;
- aitavad reguleerida tervislikku kolesterooli ja triglütseriidide taset;
- aitavad kaasa hormoonide biosünteesile.

VÄÄRTUSLIKUD PIIMHAPPEBAKTERID

Piimhappebakterite kooslused on meie seedesüsteemile kõige kasulikumad bakterikooslused üldse. Nende nimetus tuleneb nende võimest muundada piimas leiduv suhkur piimhappeks. Neil on võtmeroll kääritatud piima, jogurti ja juustude valmistamisel.

Piimhappebakterite „isaks“ loetakse *Metchnikoff'i*, kes aastal 1908 märkis, et bulgaarlastel on teiste riikidega võrreldes kõrgem eluiga ja seda vaatamata asjaolule, et Bulgaaria oli „vähearenenud“ riik – väljend, mida see teadlane kasutas sellel ajajärgul. Metchnikoff esitas hüpoteesi, et piimhape suudab luua ebasobiva keskkonna halbadele bakteritele. See hüpotees leidis hiljem ka tõestuse.

Piimhappebakteritel on võime piimhapet tootes „tasakaalustada“ nn halbu baktereid. Nad ei ründa otseselt patogeenseid baktereid, kuid nad muudavad elukeskkonda viisil, mis sunnib neid sellest paigast lahkuma.

Piimhappebakterid on tervisele igati kasulikud:

- nad aitavad normaliseerida kolesterooli taset ja mõningad tüved võivad rünnata *Candida albicans*'i;
- on tõestatud, et piimhappebakterid võivad aidata kergendada ängistuse ja depressioonitunnet, sest neil on oma osa amiinhappe trüptofaani produktsioonis ning viimane omab antidepressiivset toimet.

Lisaks on piimhappebakteritel veel teisigi mõjuvaldkondi:

- osalevad organismi puhastamises, puhastades jämesoole sisu;
- soodustavad kaltsiumi head omastamist;
- vähendavad põletikulisi protsesse;
- stimuleerivad immuunkaitset.

PIIMHAPPEBAKTERITE PEAMISED LIIGID

Lihtsustamise eesmärgil pakume siinkohal välja praktilise klassifikatsiooni, mis põhineb kolmel kriteeriumil: kuju, kääritamise iseloom ja optimaalne kasvutemperatuur. Kommentaarina antakse vastavus ametlikule klassifikatsioonile (bakteritüvede tüvede kataloogile).

Varemalt **piimhappe streptokokkide** või **streptokokkide N rühma** kuulunud bakterid moodustavad nüüd **laktokokkide rühma**.

Liigid ***lactis*** ja ***cremoris*** on muutunud nimetuse ***lactis*** alaliikideks. Mis puutub nimetusse *diacetylactis*, siis see on täielikult kadunud või on muutunud *lactis*'e biovariatsiooniks:

Streptococcus cremoris = *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*

Streptococcus diacetylactis = *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (variété *diacetylactis*)

Streptococcus thermophilus – üks kõige „piimasematest“ st kõige sagedamini meiereides kasutatud streptokokkidest, ikka halvasti klassifitseeritav, kuulub *viridaanide* rühma ja on muutunud *salivarius* liigi üheks alaliigiks. *Streptococcus thermophilus* = ***Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus***

Laktobatsillide hulgas on ***Lactobacillus bulgaricus*** muutunud alaliigiks:

Lactobacillus bulgaricus = ***Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus***

Välja arvatud perekond ***Lactococcus*** ilmumine, on kasutusel täpselt samad terminid, kuid nihutatutena veel enam suunaga paremale.

Miks sellised muudatused? Need tulenevad edusammudest mikroobide geneetika ja tuuma bioloogia arengus, mis on võimaldanud õigustatud põhjustel mõned bakterid ja pärmid ümber grupeerida: Kuid piimatoodete mikrobioloog (ja järelkult ka tarbija) on kohustatud arvesse võtma ka praktilisi, klassifikatsioonis mittekajastuvaid kriteeriume (nt proteolüüs), sest need mõjutavad otseselt juustu valmistamist või laagerdumist.

PIIMHAPPEBAKTERITE ROLL JUUSTU VALMISTAMISEL

Üldises plaanis

Piimhappebakterite roll ilmneb kahel tasandil:

- nad on otseselt kasutusel toote valmistamisel, tänu juustumeistrile huvi pakkuvatele omadustele;
- väga levinud on piimhappebakterite kasutamine „juuretisena“, erinevates vormides.

Üht piimhappebakterit võib eraldi kasutada näiteks meid huvitava bakterikultuuri tootmiseks, mida on võimalik piima sisse külva, juhul kui:

- tootmistingimused ei võimalda piimhappebakteril anda soovitud tulemust;
- domineeriv tüvi ei paku tootmisel tehnoloogilist huvi;
- teise baktertüve kasutamine tootmise käigus osutub ebasobivaks. Tänapäeval on samuti võimalik kaaluda ühe bakteri huvipakkuva omaduse üleviimist (transfeeri) teise piimhappebakterisse, mis sobib paremini tootmistingimustega.

Kääritamine

Piimhappebakterite põhiline roll juustutööstuses on laktoosi muundamine piimhappeks. Toodetud piimhape osaleb piimakalgendi kokkutõmbamises, soodustades niiviisi nõrgumist ja piimavadaku eraldumist. Seesama happelikus toimib ka soovimatute, tootmisele kahjulike või isegi patogeensete bakterite kasvu takistajana. Lõpetuseks, laktoosi eemaldades väldivad piimhappebakterid, et suhkrut kasutaksid teised mikroorganismid, mille tulemusena tekiks soovimatute lisanditega toode (nt gaaside tootmine enterobakterite poolt, mis toob kaasa juustu varajase paisumise). Piimhappe tootmisega kaasneb pH langemine kalgendis aroomibakterite poolt diatsetüüli tootmiseks sobivale tasemele. Piimhapet kasutatakse seejärel teiste mikroorganismide poolt (pärmid, *Géotrichum*, hallitused) ning ta sekkub seega selle olulise floora levima hakkamisse. Piimhapet võib muundada ka propioonhappeks, mis iseloomustab kõrge järeldoojendusega pressjuuste. Piimhappebakterite kääritav roll, kas siis loomuliku floora või lisatud tüvede baasil, on kahtlemata mikroorganismide tähtsaim omadus (*juustuvalmistamise aspektist*). Enamus tootmises juhtuvaid tootmisapsakaid tulenevad kas siis otseselt või kaudselt ebapiisavast kääritamisprotsessist juustuvalmistamise esimestes staadiumites (kalgend, juustude vormimine).

Aroomiainete tootmine

Aroomi tootmine on tihedalt seotud tsitraatide kasutamisega; mõningad laktokokid (*diacetylactis*) ja leukonostokid (*cremoris*) toodavad diatsetüüli, mis on või ja kohupiima lõhnabuketi koostisosaks. Tsitraadi kontsentratsioon piimas muutub vastavalt laktatsiooni perioodile; aroomi puudumine võib olla tingitud tsitraadi liiga madalast kontsentratsioonist piimas. Kuna diatsetüüli produktsioon on optimaalne pH 5,5 ringis, siis võib aroomi puudumine olla tingitud ka kasutatavast juuretisest, mis ei käärita piisavalt. Heterofermentatiivsed piimhappebakterid toodavad lisaks piimhappele ka teisi ühendeid (atseetaldehüüd, alkohol jt.), millel on oluline roll aroomi eellastena.

Gaaside tootmine

Diatsetüüli tootvad piimhappebakterid toodavad ka süsinikdioksiidi. Gouda juustu aukude ehk silmade teke sõltub bakterite poolt toodetava süsihappegaas eraldumise kiirusest ja kogusest. Piima loodusliku mikrofloora juurde kuuluvad leukonostokid toodavad gaase laktoosist lähtuvalt; nemad osalevad aktiivselt augustatud juustude (nt *Fourme de*

Montbrison, Bleu de Causses) juustukalgendisse tekkivate avade moodustumises. Leukonostokkide valitud tüvesid kasutakse juuretistena (nt *Roquefort*).

Dekstraanide ehk ekso-polümeeride tootmine (kiulised omadused)

Ekso-polümeerseid aineid – dekstraane – tootvaid bakteritüvesid kasutatakse piima kääritamisel, kui soovitakse saada kiulist tekstuuri. Piimhappejuustude valmistamisel võib selle põhjuseks olla bakteritüvede tasakaalustamatusest tingitud vadaku defekt.

Proteolüütiline toime

Kui piimhappebakterite lipolüütiline aktiivsus tundub olevat liiga piiratud selleks, et mängida olulist rolli juustude laagerdumisel, siis sama lugu ei ole nende proteolüütilise aktiivsusega. Piimhappebakterite proteolüütiliste ensüümide (proteinaas, peptidaas) kohta on teostatud arvukalt uuringuid. Nende ensüümide aktiivsus sõltub suurel määral juustu pH tasemest ja soola sisaldusest laagerdumise käigus ning annab seletuse, kuidas samad mikroorganismid võivad avaldada täiesti erinevat toimet ühe või teise juustutüübi puhul. Praktilisest vaatenurgast, jättes kõrvale vähem proteolüütilise piimhappejuuretise saamise kibeda maitse tekke vältimiseks, on piimhappebakterite ensüümidega läbi viidud uuringute põhiliseks tulemuseks laagerdumisaja lühendamist võimaldavate ainete saamine.

Hulgaliselt tehnoloogilisi katseid on tehtud eesmärgiga uurida mõningate mikroorganismide rolli toodete kaitsmisel ja säilitamisel. Esimesed uuringud kinnitasid, et kääritatud toiduained säilivad tänu happesuse tõusule teatud bakterite töö tulemusel, kes muundavad suhkruid hapeteks. Suurema osa suhkru eemaldamine ja pH taseme langus on esmased roiskumist ennetavad mõjutused, mida need bakterid kääritatavale tootele annavad. (piimatooted, lihatooted, puu- ja juurviljad).

Samuti on kinnitust leidnud, et paljud piimhappebakterid on peale orgaaniliste hapete (piimhape või äädikhape) võimelised tootma ka muid keemilisi ühendeid, mis omavad inhibeerivat mõju teiste mikroorganismide arengule.

Kui esialgu oli huvi suunatud eelkõige toodete ja nende organoleptiliste omaduste säilitamisele, siis peagi laienes piimhappebakterite antimikroobse toime valdkond kiiresti sanitaarse aspekti suunas, eesmärgiks, muuhulgas, elimineerida toidumürgitusi või nakkusi põhjustavaid ning seedesüsteemis edasikanduvaid (nt listroos) mikroorganisme.

BAKTERITE POOLT TOODETAVD KEEMILISED ÜHENDID

Vesinikperoksiid

Piimhappebakteritel on võime kasvades erinevate mehhanismidega toota vesinikperoksiidi. Vesinikperoksiidi antimikroobset rolli, millega kaasneb inhibeeriv toime, on näidatud nt *Staphylococcus aureus*'e ja mitmete *Pseudomonas*'e liikide peal.

Vesinikperoksiid võib reageerida ka teiste piima koostisosadega, moodustades inhibeerivaid ühendeid. Toorpiimas võib ta, koos thiotsüanaadiga, laktoperoksüdaasi olemasolul, moodustada süsteemi, mida kutsutakse antimikroobseks laktoperoksüdaasi süsteemiks. Selle süsteemi toimine tagab jahutamata toorpiima eluea ja säilimise.

Diatsetüül

Kuigi diatsetüül on eelkõige tuntud oma aroomsete omaduste poolest, on tal ka teadaolev antimikroobne roll pärmide ja Gram-negatiivsete ning väiksemal määral Gram-positiivsete, mitte piimhappebakterite suhtes.

Bakteriotsiinid

Bakteriotsiinid on tugeva antibakteriaalse toimega ained, mis moodustavad heterogeense rühma nii neid tootvate bakterite, antibakteriaalse spektri, toimeviisi või keemilise koostise alusel. Bakteriotsiinid on makromolekulid, mis sisaldavad proteiine ja mis toimivad otseselt mikroobselt tundliku bakteri suhtes.

Paljud piimhappebakterite liigid omavad bakteriotsiinide tootmise võimet: nt laktobatsillid (Lb. fermentum, Lb. helveticus, Lb. Plantarum), pediokokid, leukonostokid (L. mesenteroides subsp. Dextranicum) ja nisiini ja diplokoksiini tootvad laktokokid. Clostridium tyrobutyricum arengut takistavad laktokokid omavad samuti inhibeerivat toimet Listeria monocytogenes'i suhtes.

Bakteriotsiine eraldavate piimhappebakterite kasutamist piiravad:

- bakteriotsiinide ilmne toime ka teistele, loodusliku päritoluga piimhappebakteritele ja pärmidele;
- nende bakteriotsiinide eraldumine ebapiisavas koguses tootmisprotsessi füüsikalisk-keemilistes tingimustes.

PIIMHAPPEBAKTERITE RAVIV TOIME

Inimeste ja loomade seedetraktis leiduvad piimhappebakterid etendavad oma peremehe tervise seisukohalt tähtsat osa. Lisatuna kääritatud piimatoodetele või toiduainetele, omistatakse neile mitmeid ravivaid omadusi. Nende poolt eraldatavad antimikroobsed ained kontrollivad soovimatute patogeeni paljunemist:

- nad toodavad ensüüme, mis aitavad kaasa peremehe metabolismile, eriti näiteks laktaasi puudulikkuse all kannatajatel;
- nad aitavad vähendada vere kolesterooli taset;
- nad võivad vähendada jämesoole vähi tekkimise riski, eraldades pro-kantserogeenseid aineid ja sekkudes fekaaliensüümide tegevusse, milledest arvatakse, et nad aitavad kaasa pro-kantserogeenide muutumisele kantserogeenseteks. Makrofaagide aktiveerimise kaudu osalevad nad ka kasvaja mahasurumises.

3. MIKROOBIDE VASTASTIKUNE MÕJU

Üldises plaanis

Juustutootmises tuleb erinevatel mikroorganismidel elada ja töötada koos. Sellest koostööst sõltuvad suurel määral lõpptootte hügieenilised ja organoleptilised omadused. Järelikult me peame teadma erinevate mikroobide omavahelist toimet ja fenomene, mis neid juhivad.

Vastavalt tootmistüübile, avalduvad mikroobide vastastikused mõjud kolmel hästi eraldataval tasandil:

- piimas loodusliku mikrofloorana esinevate mikroorganismide vahel;
- pärmifloora mikroorganismide vahel (see on tasand, kus omavahelisi mõjutusi on kõige rohkem uuritud);
- pärmide ja loodusliku mikrofloora vahel.

Need mõjud võivad olla nii positiivsed (koostöö) kui negatiivsed (inhibeerimine). Mõlemat tüüpi koosmõjude väljaselgitamiseks kasutatakse samu tehnoloogiaid, hinnates:

- kasvu;
- aktiivsust (piimhappebakterite puhul piimhappe või eriliste metaboolsete vaheühendite tootmist).

Täpsustame, et igasugust koosmõju saab loomulikult hinnata ainult elusate ja aktiivsete mikroorganismide puhul.

KOOSMÕJU ILMNEMINE

Lämmastikühendite tootmise kaudu

Piimas on suhteliselt vähe madala molekulaarse kaaluga lämmastikühendeid (aminohapped jt). Aminohapete lisamine annab stimuleeriva efekti termofiilsete streptokokkide ja mõningate laktokokkide piimhappe tootlikusele. See võib teoks saada tänu teiste piimhappebakterite või mikroorganismide tegevusele. Mõningad kaseolüütilised mikrokokid toodavad kaseiini baasil väikesi peptiide, mis stimuleerivad laktokokkidel happe tootmist. Selline happe tootmine langetab keskkonna pH taset, mis omakorda mõjutab progressiivselt mikrokokkide proteaase. See on omavahelise regulatsiooni ilus näide.

Vitamiinide tootmise kaudu

Mõningad laktobatsillide ja leukonostokkide liigid vajavad terviklikuks arenguks vitamiine, mida piimas on kas ebapiisavas koguses või siis on nad mikroorganismide jaoks mitteomastavas vormis. Juustuvalmistamisel on pärmid headeks vitamiinide tootjateks. Nimetagem siin nt *Kluyveromyces marxianus*, mille toodetud vitamiin (foolhape) stimuleerib leukonostokkide kasvu ja gaaside eraldumist.

Keskkonna füsioloogiliste omaduste muutmise kaudu

pH muutuste mõju. Igasugune pH muutus mikroorganismide ensüümide optimaalset aktiivsust soodustavate väärtuste suunas toob kaasa mikroorganismide metaboolse aktiivsuse kasvu.

Laktokokkide tegevus viib pH väärtused 5,5 ringi, kus aroome tootvate tüvede aktiivsus on maksimaalne (nt diatsetüüli tootvad leukonostokid).

PH väärtuse tõus juustude pinnal *Geotrichum*'i tegevuse tagajärjel neutraalsete väärtuste suunas või isegi kergelt aluseliseks, võimaldab *Enterococcus faecalis*'e intensiivset proteolüüsi. Analoogne nähtus võimaldab punast värvust andvate bakteritüvede arengut ja metabolismi pestud koorikuga juustudel.

Inhibeerivate ühendite elimineerimine. Piimhappebakterid on mikroaerofiilsed organismid: igasugune faktor, mis toob kaasa lahustunud hapniku koguse vähenemise keskkonnas, stimuleerib nende kasvu ja soodustab hapete teket. Rasvhapetel on inhibeeriv toime streptokokkide, laktobatsillide ja leukonostokkide kasvule. Rasvhappeid elutegevuseks kasutavad mikroorganismid soodustavad piimhappebakterite kasvu ja tegevust.

INHIBEERIMISNÄHTUSED

Inhibeerivate ainete tootmine

Piimhappebaktereid puudutavas peatükis nägime, et nad toodavad ka inhibeerivaid aineid (nt vesinikperoksiid, diatsetüül, bakteriotsiinid). Laktobatsillid toodavad aineid, mis aeglustavad *Aspergillus*'e kasvu ja toksiinide (mükotoksiinide) tootmist.

Paljud hallitusseened toodavad antibiootikume.

Konkurents substraadi pärast

Kui mitmed mikroorganismid kasvavad samas keskkonnas ja kasutavad samu aineid, siis tekib ilmtingimata omavaheline konkurents. Nii juhtub näiteks laktoosi kasutavate piimhappebakteritega. Näiteks ainuüksi *Penicillium roqueforti* arengu pidurdumisega sinihallitusjuustudes võib sellega kaasnevalt täheldada pärmide paljunemist juustu sees. Kuna mõlema lipolüüsi tase on sama, siis konkureerib *Penicillium roqueforti* sinihallitusjuustudes pärmidega.

Konkurentsinähtusega puutuvad juustuvalmistajad kahtlemata kokku ka siis, kui neid tabab ebaedu katsetel istutada pinnafloorat: näiteks pihustada *Penicillium*'i juustupinnale, kus leidub juba ees rikkalikult pärme ja *Geotrichum*'i.

Katabolismi ehk ainevahetusproduktide eraldumine

Augustatud juustumassiga juustude käsitöönduslikul tootmisel (nt *Fourme de Montbrison fermière*) on avade tekkimine juustuvalmistamise esimestes staadiumites tingitud gaaside (süsinikdioksiidi) tootmisest leukonostokkide ja pärmide poolt. Süsinikdioksiidisaldus pidurdab *Penicillium*'i arengut. Viimane hakkab arenema alles pärast süsinikdioksiidi eraldumist läbi juustumassi või juustude augustamise järel.

Kokkuvõtteks

Juustumeistril pole alati kerge suunata mikroorganismide omavahelist koosmõju, kuid tal tuleb sellega alati arvestada, kui ta soovib parandada oma toodete kvaliteeti.

Enne kui proovida iga hinnaga inhibeerida ebasoovitavaid mikroorganisme, on tihti tulemuslikum mitte soodustada nende arengut.

4. PÕHILISED MIKROBIOLOOGILIST PÄRITOLU TOOTMISAPSAKAD JUUSTU VALMISTAMISEL JA LAAGERDUMISEL

Üldreeglina saavad mikrobioloogilist päritolu, st mikroorganismide aktiivsuse tagajärjel tekkinud tööõnnetused toimuda vaid kahel tingimusel:

- vastutav mikroorganism on (või on olnud) esindatud piisaval hulgal.
- vastutav mikroorganism saab (on saanud) toimida.

TOOTMISAPSAKAS – JUUSTU PAISUMINE

Üldises plaanis

Seda tüüpi tööõnnetust iseloomustavad kalgendisse ja juustu sisemusse olulisel või vähemolulisel määral tekkivad augud, mis võivad olla nõ täispuhutud ja tulenevad gaaside eraldumisest. Paisumise ulatus, seega vea ulatus, ei sõltu mitte ainult toodetud gaaside hulgast, vaid ka juustumassi pehmusest. Toodetud gaasid peavad nõ „lõksu jääma“. See põhjustab ka näiteks vähimagi silmnähtava veaga juustude paisumise pakendis transpordi käigus, kui nad on kaetud plastkilega.

Paisumise tüübid

Klassikaliselt eristatakse **varast ja hilist paisumist**, vastavalt paisumisprobleemi ilmnemiseks kuluva aja järgi:

- juustude valmistamisprotsessi **esimese 48 tundi käigus** (kalgend, vormi pandud juust) ilmneva paisumise puhul räägitakse varajasest paisumisest;
- **nädala pärast ja hiljem** ilmneva defekti puhul aga hilisest paisumisest.

Selleks, et paremini aru saada paisumistest ja nende ravist, klassifitseeritakse neid piima koostisosade põhjal, millel gaaside tootmine põhineb. Eristatakse järgmisi käärimisest tulenevaid paisumisi:

- laktoosi ja tsitraadi põhised (nad ilmnevad enamasti varakult, välja arvatud halva nõrutamise puhul).
- piimhappe ja äädikhappe põhised (äädikhape tekib otseselt piimhappebakterite tegevuse tagajärjel).

PAISUSMISE EEST VASTUTAVAD MIKROORGANISMID

Laktoosi põhjal gaase tootvad mikroorganismid

Enterobakterid (kolibakterid)

Väga tihti on see märk, et hügieen jätab soovida. Isegi väga kerge saastus **võib võtta väga suured mõõtmed**, kui piimhappebakterid, loomulik mikrofloora või pärmid ei ole oma arengus aktiivsed või kui nende areng on häiritud (nt antibiootikumide jäljed).

Heterofermentatiivsed piimhappebakterid

Piimas endas esineb enamasti madal saastatus ehki neid mikroorganisme leidub suurtes kogustes silos. Kõige tähelepanuväärsemad apsakad juhtuvad, heterofermentatiivsete laktobatsillide piisava hulga korral, järelsoojendusega pressjuustudega ning on alati seotud vadaku puuduliku eraldumisega juustuterast (jääklaktoosi leidumisega juustuteras).

Leukonostokid

Ükskõik kas nad pärinevad piima looduslikust mikrofloorast või pärmidest (mida muu hulgas lisatakse tahtlikult avade tekitamiseks sinihallitustüüpi juustudes), ei tegutse leukonostokid praktiliselt kunagi üksinda. Juustude paisumise puhul on neid alati leitud seotuna teiste mikroorganismidega.

Laktoosi kääritavad pärmid

Põhiliseks laktoosist gaasi tootvaks pärmiks on *Kluyveromyces marxianus*. Piimatoodetes väga levinud liigina pole ta tavaliselt ohtlik, sest nende pärmide arvukus kalgendi keskel ja edasi juustus ei ole piisav paisumise efekti tekitamiseks. Seevastu paljunevad nad väga kiiresti juustude pinnal ja on võimelised esile kutsuma pakendi paisumise plastikkilega kaetud juustude transpordi käigus. Antud tüüpi gaaside tootmisega kaasneb iseloomulik lõhn ja maitse. Nende pärmide metabolism on õhurikkas keskkonnas teistsugune kui suletud ruumis. Muule lisaks toodavad nad ka vitamiine, mis soodustavad leukonostokkide ja heterofermentatiivsete laktobatsillide kasvu ja gaaside eraldamist.

Tsitraadi baasil gaase tootvad mikroorganismid

Kuigi paljud mikroorganismid on võimelised tsitraati kasutama, on aroomiaineid tootvad bakteritüved praktiliselt ainsad, kes diatsetüüli eraldades vastutavad gaaside tootmise ja seega juustude paisumise eest. Selline gaaside tootmine on seda ilmsem, mida kõrgem on pH (nt pH 5,5–6). Mõningad sellised paisumisnähud kaovad pärmide hoolika valiku tulemusena (kas siis diatsetüüli tootjate elimineerimisega või suuremal hulgal happeid moodustavate pärmide lisamisega).



Puudulikust nõrutamisest tingitud heterofermentatiivne käärimine

Laktaati kääritavad mikroorganismid

Propioonhappe bakterid

Need ***coryne-bacteritele*** **väga lähedased** bakterid kääritavad laktaati, mille tulemusena eraldub propionaat ja teised ühendid; viimased leiavad kasutust mitmel juhul juustude laagerdumisel (nt kõrge järelsoojendusega pressjuust, *gruyère*'i tüüp juust). Järelsoojenduseeta juustudel põhjustavad nad aga ebanormaalseid paisumisi, mis võivad viia isegi juustu „plahvatamise“ ehk lõhkilöömiseni. Need fakultatiivselt anaeroobsed bakterid on seda aktiivsemad, mida reduktiivsem on keskkond.

Seda tüüpi tootmisapsakas võib ette tulla, kui teha juustu bakterioloogiliselt analüüsilt väga hea kvaliteediga piimast, kus on aga liiga vähe piimhappebaktereid. Vähem reduktiivsete pärmitüvede kasutamine, samuti mesofiilsete piimhappebakterite (nt *Lactobacillus plantarum* ja *Lactobacillus Casei*) kasutamine võimaldavad aeglustada propioonhappe bakterite elutegevust ja vältida sellest tingitud juustude enneaegset paisumist.

Clostridies butyriques (spoorid andvad termoresistentsed mikroorganismid).

Clostridium tyrobutyricum poolt tingitud võihappepõhine paisumine on tüüpiliseks tööõnnetuseks kõrge järelsoojendusega pressjuustude (nt Emmentali tüüpi) valmistamisel. Kuna võihapet tootvate klostriidide spooride olemasolu töödeldavas piimas (võib ulatuda 1000–10 000 spoorini liitri kohta) ja silo kasutamine piimaloomade toiduratsioonis on omavahel tugevalt seotud, siis nimetatakse nn silopiimast valmistatud juustudel tihti ja mõnikord kiirustades igasugust, nii varasemat kui ka hilisemat paisumist, võihappe paisumiseks.

Meenutagem, et võihapet tootvate klostriidide poolt põhjustatud paisumisega kaasneb võihappe tootmine, mille üheks **organoleptilistest tunnuseks on rääsunud maitse**. Paisumist tekitavatele gaasidele lisaks toodavad need mikroorganismid veel erilisi lõhna ja/või maitsesubstantse (nt atsetüülaldehüüd, äädikhape), mis kergendavad märgatavalt diagnostikat. Seevastu avauste ehk juustuaukude väljanägemine sõltub suurel määral juustumassi tekstuurst.



Clostridium butyricum'i põhjustatud tööõnnetus

TOOTMISAPSAKAS – MAITSE PUUDULIKKUS

Juustudel esinevatest maitsevigadest ei räägita maitsete puhul, mis kaasnevad mõningate söötadega lüpsiloomade laktatsiooniperioodil (nt ristõielised, lambalääts). Enamus maitseeksimusi tulenevad piimas leiduvate keemiliste ainete lagundamisest mikroorganismide poolt. See võib toimuda metabolismi lõppproduktide akumuliseerumisel (neid tootvate mikroorganismide jääkained) või siis teatud mikroorganismide puudumisel, mis oleksid võimelised neid transformeerima. Tihti on tegemist pigem hulga kui kvaliteediga. Liiga tugevalt esile kerkinud ebasoovitavad maitseid ilmnevad sellisel juhul juustus pärast optimaalse laagerdumisaaja ületamist. Selliste maitsete ja selliste vigade ilmumine vähemlaagerdunud juustudes näitab liiga kiiresti arenevate mikroobide paljunemist või aktiivsust.

Lämmastikühendite lagundamine

Vastavalt lämmastikühendite (peamiselt kaseiinid) lagunemise astmele võime saada kibeda maitse (peptiidid), mädamaitse, kalamaitse (amiinid) või ammoniaagi maitse (ammoniaak). Selline lagunemine võib toimuda kas otseselt kaseiini baasil kaseolüütiliste mikroorganismide ensüümide tegevuse tagajärjel või laabi tegevuse käigus tekkinud ainete baasil. Esimesel juhul tuleks vältida saastumist ja kaseolüütiliste mikroorganismide paljunemist. Teisel juhul tuleks hoolikalt valida piimhappe pärmitüvesid (proteasid negatiivsed) ja seeni (*Penicillium* on kõige vähem proteolüütiline).

Selliseid vigu võivad põhjustada paljud mikroorganismid: nende hulgas on kõige sagedamad enterokokid, mõningad kaseolüütilised mikrokokid, korüneed, pseudomonad, batsillid, geotrihhiidid ja suur hulk hallitusseeni, mis arenevad juustude pinnal.

Paljude nende proteolüütiliste mikroorganismide ensüümide optimaalne aktiivsus jääb neutraalse pH piirkonda. Mida vähem tuntav on juustu hapendumisprotsess (vähemal määral hapet tootvad pärmitüved), seda tugevamalt ilmnevad antud vead; või siis oleks pH tõus võinud olla kiirem (viimane nähtus esineb väga selgelt juustude pinnal pärmide ja *Geotrichum*'i paljunemise ja aktiivsuse näol).



Pseudomonased tegutsemas

Rasvade lagundamine

Mikroobsete lipaaside, nagu piima naturaalne lipaas, tegevuse põhiliseks tagajärjeks on rasvhapete vabanemine, mis annavad happelise ja torkiva maitse, mis on väga erinev orgaaniliste piimhapete ja atsetüülhapete maitsest. Need rasvhapped on nõ "aroomide eelkäijad".

Nad muudetakse atsetooniks, kõrgemateks alkoholideks, estriteks jne. Seega võib see viga olla mööduv (alates rasvhapete ilmumisest) või lõplik (kui on tegemist nende kuhjumisega ilma edasise transformatsioonita). Üks spetsiifilisem nendest maitseeksimuste seisukohast on võihape, mis vastutab rääsunud maitse tekkimise eest.

Lipolüütiliste mikroorganismide hulgast olgu nimetatud pseudomonased, mõned pärmid ja hallitused. Rasvade lagunemisest tingitud maitseeksimusi võivad süvendada rasvagloobulite hapraks muutumine või osaline lagunemine, mis kergendab lipaaside tegevust. Kui rasvade lagunemine toimub samal ajal kui lämmastikühendite lagunemine, võib ilmuda väga omapärane viga – seebi maitse. Seebi tekkimine tuleneb rasvhappe neutraliseerimisest aluselise ainega. See tootmisviga esineb kõige sagedamini sinihallitus-tüüpi juustude puhul.

Teised metabolismi käigus tekkivad ühendid

Atsetüülaldehüüd, mida toodavad laktoosi lagundavad pärmid, on aroomide eelkäijaks, mis seejärel muudetakse edasi alkoholideks ja seejärel estriks. Atsetüülaldehüüdi kuhjumisel tekib nõ "pärmi" maitse. Seda kuhjumist täheldatakse, kui laktoosi lagundavad pärmid juustu pinnal satuvad suletud atmosfääri. See eripärane maitse kaasneb paisumistega, mis on tingitud laktoosi kääritamisest pärmide poolt – see annab ka väga hea diagnoosimisviisi seda tüüpi toomisõnnetuste puhul.

Võihapet tootvate klostriidide tegevuse käigus kõrge järelsoojendusega teraga ja osaliselt järelsoojendusega teraga pressjuustude valmistamisel muundatakse piimhape võihappeks, mis annab iseloomuliku rääsunud maitse.

TOOTMISAPSAKAS – VEAD VÄLIMUSES, MIS ON SEOTUD ÜHE KINDLA MIKROORGANISMI ARENGUGA

"Kassikarvad"

Üldises plaanis

Seda tootmisõnnetust, mis on tingitud *Mucor*-hallitusseene arengust, iseloomustavad juustu pinnale tekkivad hallid kuni mustjad tihedad tuustid, millest ka nimetus "kassikarvad". *Mucor*'e loetakse mõningate juustutüüpide loomulikuks hallitusseente floora osaks, kuid pehmed valgehallituskoorikuga *camembert* (lehmapiiim)-tüüpi või Sainte Maure (kitsepiim) tüüpi juustud on eriti tundlikud seda tüüpi hallituse infektsioonile. *Mucor*'ide kõige ohtlikumaid rünnakuid võib defineerida kahe terminiga: ootamatus ja sissetungiv karakter, mis tuleneb juustude tundlikkusest ja *mucor*'ide iseloomust.

Mucor'i iseloomikud omadused

Mucori spoorid idanevad väga kiiresti ja mütseelikiht, mis sellest tuleneb, areneb samuti väga kiiresti (4–10 korda kiiremini kui *Penicillium*). Selles võib väga varakult eristada

sporangiume, ümmargusi spoore täis paunakesi, mis vabanedes hakkavad omakorda idanema jne. Siit esimene järeldus: esmane ja kõige ohtlikum nakkusallikas on juust ise.

Sellest tuleneb, et *Mucor*'i vastane võitlus algab nakatunud juustude võimalikult kiire eemaldamise või isoleerimisega. ***Mucor*'i spooridel on niiskuv kiht, mis soodustab nende transporti vee ja niiskete aurudega. Need spoorid levivad samuti õhu kaudu:** sellest tulenevalt tuleks vältida igasugust õhuliikumist soodustavat tegevust (puhastamist, ventileerimist) vahetult enne uute juustude saabumist ruumi. Lasta rahulikult spooridel maha vajuda: spoor maapinnal on saastumise vaatenurgast tunduvalt vähem ohtlik, kui spoor, mis hõljub atmosfääris.

***Mucor*'ile tundlike juustude iseloomustus**

Tehnoloogilised faktorid

Valmistamise esimestel staadiumitel on kõik juustud väga vastuvõtlikud *Mucor*'iga saastumise suhtes (tavaliselt 48-72 tundi). Tehnoloogilised faktorid, mis soodustavad *Mucori* paljunemist on juustusisene ja väline vee eraldumine noortel juustudel.

Eriti tundlikud momendid on:

- kalgendi ja seejärel juustu happesuse muutumine (piimhappebakterite roll);
- juustu pH soolamise hetkel;
- soolamise hetk ise;
- soolalahuse soolasisaldus, pH ja happesus (kui juuste soolatakse soolvees);
- temperatuur ja niiskus nõrgumis- ja kuivatamisruumides;
- kuivatamise viis ja kestvus; niisutuse puudumine pärast vormist välja võtmist ei võimalda normaalsel seeneflooral areneda, eriti kui juuste on tugevalt kuivatatud vormist välja võtmise järel (kuiv õhk, külma õhu vool vms): juustu sisemine niiskus peab saama välja auruda läbi juustu pinna;
- vee aktiivsus: A_w väärtused (ühenditega seotud vesi) pehme juustumassiga juustudel jäävad 0.99 piiridesse. Samas on just nendel A_w väärtustel nii *Mucori* kui ka *Penicillium camemberti* või *Penicillium caseicolum*'i areng maksimaalne. See on üks füüsikalistest põhjustest, miks pehme juustumassiga juustud on niivõrd tundlikud "kassikarvade" tööõnnetustele.

Mucori'ga seotud tööõnnetused on kõige sagedamini sesoonsed (kevadeti ja sügiseti). Pikka aega toodi paralleele *Mucori* spooridest eriti rikastunud atmosfääri ja perioodide vahel aastas, mis on eriti soodsad hallituste arenguks nii kliimaatiliselt kui ka toitainete olemasolult. Ometi näitas värske uuring Rhône-Alpide piirkonnas, et *Mucor*'e esineb aastaringselt. **Aastaaegadega seotud muudatused on seda tuntavamad, et käsitööstuslikus ja farmitootmises juustuvalmistaja tavaliselt ei kontrolli või kontrollib ainult osaliselt sellega seotud faktoreid.**

Bioloogilised faktorid

Liiga sageli kaldutakse arvesse võtma ainult juustude füüsikalisi-keemilisi aspekte (vt ametlikke definitsioone), et näidata probleeme väiksematena. *Mucorid* arenevad samas pehme juustumassiga juustude pinnal, sest nad leiavad sealt soodsa kasvupinnase (pH, A_w jne) ja neil puudub konkurents tavapärase seenefloora mikroorganismide poolt (pärmid, *Geotrichum* ja vähemal määral *Penicillium*), mis moodustavad väga kiiresti peaaegu

läbitungimatu mütseelikihi. **Tõestuseks on, et selline „kaitsekiht“ ilmub tavaliselt juustude pinnale 48–72 tunni vahel.**

Juustupinna eksperimentaalsel nakatamisel *Mucori* spooridega pärast skalpelliga tehtud sisselõiget, jäid juustud vastuvõtlikuks 24–48 tundi kauem, kui siis, kui nakatumine toimus ainult lihtsa kokkupuutumise teel.

Külmutatud kalgendi kasutamisel (ükskõik millise loomaliigi piimal) pikeneb vastuvõtlikkus *Mucor*'i suhtes kontaktnakkuse läbi 24–48 tunni võrra võrreldes värskes kalgendi kasutamisega. Seega on üks külmutamise toimetest mikrofloorale omadus vähendada pärmide ja *Geotrichum*'i floorat, mis ei saavuta oma normaalseid väärtusi pinnal ega keskel enne 24–48 tunni möödumist.



Intensiivne Mucor'i kasv

Võimalused võitluseks

Nakatamise piiramine

Esmalt on vajalik viia nakatumise tase nii alla kui võimalik (praktiliselt on võimatu viia nakatumisrisk nullini). Teiseks sõltub nakatumise võimalikult minimaalne ulatus regulaarsest ja püsivast puhastusest ja materjalide desinfitseerimisest (vt teisi peatükke). *Mucori* vastu on senini parim kaitse ennetustegevus: see on kindlasti kõige efektiivsem ja kõige odavam.

Samas on *Mucor*'i vastast võitlust tihti saatev ebaedu enamasti tingitud sellest, et piirdatakse ainult nakatumisvastase võitlusega ja eelkõige tegeletakse esmase nakatumise vältimisega (atmosfäär, vesi). Samas on kasutusele võetud abinõud lühiajalise mõjuga kui ei tegutseda seal, kus *Mucor* paljuneb.

Paljunemise vastane ravi

Kui pehme juustumassiga juustud on juba oma füüsikalise-keemiliste omaduste tõttu eriti vastuvõtlikud *Mucor*'i nakkuse suhtes, siis nad on seda veelgi enam (või jäävad kauemaks), kui piimhappebakterid ei tööta korralikult. Hulgaliselt *Mucor*'ist tulenevaid tööõnnetusi tuleneb väiketootmistest just nende bakterite aktiivsuse langemise tagajärjel.

Piimahappe bakterite ebapiisav töö avaldub tavaliselt *Mucor*'ide arenguga konkureeriva normaalse floora taandarengus. Tuleb tunnistada, et ka kaubanduslike seenevastaste pärmide kasutamine ei anna pikaajalist efekti. Ainuke tõeliselt kestav ja efektiivne vahend *Mucor*'i arengu vältimiseks on võita teda kiiruses, teades et tootmistingimustes areneb ta kiiremini kui *Penicillium*. Sellest tuleneb vajadus saavutada võimalikult kiiresti konkurentsivõimeline mikroobifloora.

“Kärnkonna nahk”

Pehmetel ja eriti pisikest formaati juustudel võib *Geotrichum Candidum* (nt *Oidium lactis*) märgatava paljunemise korral esile kutsuda enam või vähem paksema ja kobrutava kihi tekkimise juustu pinnal. Sealt siis nimetus „**kärnkonna nahk**“. Tavaliselt omandab juust selle kihi all vedela väljanägemise.

Sellist vedelama vormi teket omistatakse klassikaliselt *Geotrichum*'i proteolüütiliste ensüümidele. Mikrobioloogilised analüüsid sellistel pehmetel lehma-, kitse- või lambapiimast valmistatud juustudel on näidanud, et antud kihi domineerivaks floorkas on *Enterococcus faecalis* (*ex liquefaciens*) tugevalt proteolüütilised vormid. Seega tundub, et tõstes pH neutraalsete väärtuste lähedale soodustab *Geotrichum Candidum* omakorda *Enterococcus faecalis*'e proteaaside maksimaalset aktiivsust.



Oidium ja penicillium omavahel segunenuna

See probleem on tihti tingitud:

- ebapiisavast temperatuurist nõrgumisprotsessil, mis soodustab rasvase ja kollase *Geotrichum levuriforme* arengut,
- pesuaine jääkidest, mis tulenevad halvast loputusest.

Pseudomonase fluorestseeruv kollakasroheline värvus

See tööõnnetus on tingitud bakterist *Pseudomonas Fluorescence verdine*, mis pärineb pinnasest ja satub juustutööstusse koos veega, mida kasutatakse loomakasvatushoonetes, lüpsisaalides ja juustutööstuses. Paistab välja **kergelt fluorestseeruvate kollakasroheliste värvilaikudena**, mida võib hästi näha ultraviolettlambi all. Lisaks värvile võib see tööõnnetus kaasa tuua juustukooriku tugevalt mõrkja maitse. See bakter areneb jahedas, kardab soola ja liiga tugevat happelisust. Tema areng juustus varieerub vastavalt tehnoloogiale ja juustu happesusele, näiteks piimahappe juustudel võib ta ilmuda 5.–25. päevani, eriti siis, kui toode säilitatakse külmas. Pehme juustude või pressjuustude valmistamisel ilmneb probleem 28 päeva jooksul. Kerge kalgendiga juustude puhul ilmneb probleem 24 tunni jooksul.

Probleemi kõrvaldamiseks:

- Eemaldada põhjus vees: sobib töötlus ultraviolettkiirgusega, mis peab olema installeeritud vastavalt veevoolu tingimustele ning vee filtreerimine läbi kolme filtri, kus poori suurused on 40 mikronit, 25 mikronit ja 5 mikronit. Enne lõplikku ühendamist tuleb kõik torud desinfitseerida 45°C Hl Javeli veega.
- Juustutööstuses kasutatavaid materjale pesta happelise tootega.
- Vältida puudusi hapendumisprotsessis.
- Kasutada kuivmaterjale.

TOOTMISAPSAKAS – VÄRVILISED LAIGUD PINNAL

Mitmed soovimatud värvilised hallitused võivad areneda juustude pinnal, sealhulgas ka pehmetel juustudel. Nad torkavad paremini silma *Penicillium camemberti* valgel kattel, põhjustades nt “sinist tööõnnetust”, mis võib olla tingitud *Penicilliumi* eri liikidest. Seda viga võib esineda ka järelsoojendusega pressjuustudel.

Väikeste tumeroheliste kuni mustade plekkide ilmumine nende juustude koorikule tuleneb *Cladosporium herbarum*'i elutegevusest. Teised hallitused satuvad juustuvalmistamise juhuslikult ja seega ei ole mõtet neid kõiki nimetada.



Sinised laigud pehme valgehallitusjuust pinnal

Nagu seente puhul sage, juhtub tööõnnetusi ainult siis, kui üheaegselt saavad kokku kaks järgnevat põhjust:

- Soovimatu hallitusega nakatumine vähemal või suuremal määral (enamasti on tegu “ahelnakkusega”, mis järgneb esmasele nakatumisele vee, pinnase vm kaudu).
- Valmistamise anomaalia, mis loob soodsad tingimused soovimatu hallituse arenguks konkureeriva floora arvelt.

Väljanägemisega seotud tööõnnetused on seda tõsisemad, et hallituse arenguga kaasneb tihti ebameeldiv lõhn (hallituse, tselluloosi jne) või maitse (kibe, terav, jne). Hügieenilisest vaatenurgast on suur hulk ebasoovitavatest hallitustest potentsiaalsed toksiinide (mükotoksiinid) tootjad, isegi kui toomise ja laagerdumise protsess ei võimalda neil alati seda ohtlikku aktiivsust ilmutada.

MIKRORGANISMIDE METABOLISMIGA SEOTUD VEAD JUUSTU VÄLJANÄGEMISES

Lämmastikuühendeid lagundavad mikroorganismid

Maitsevigade osas nimetatud mikroorganismid vastutavad ka mitmete väljanägemisvigade eest, mis erinevad olenevalt juustupinna kuivusastmest: nt vedel-kleepuv konsistents kas pinnal või kooriku all, nn oreoolide esinemine juustu pinnal erinevat värvi (pruunidest mustjateni) ümmarguste laikudena, mis ulatuvad rohkem või vähem juustu sisemusse. Need vead ei oleks eriti tõsised, kui neid ei saadaks küllaltki sageli ammoniaagi või kibe maitse.

Proteolüütiliste mikroorganismide tegevuse teine vorm peitub amiinohappe türosiini tootmises. Türosiin võib aluselises keskkonnas rea keemiliste reaktsioonide tagajärjel kergelt muutuda punaseks dopakroomiks, mis omakorda võib muutuda melaniiniks (pruunist mustjani) või siis nitritite olemasolu korral anda diazo-ühendi, mis on värvilt lillakaspunane (see on klassikaline punane). Nitritid pärinevad nitraatidest, mida on kas lisatud või mis on päritu ammoniaagi transformeerumisest näiteks laagerduskeldrites. Mikrobioloogilisest vaatenurgast on arvukad mikroorganismid võimelised redutseerima nitraate nitrititeks; see on ka üks enterobakterite omadusi.

Defektsetest juustudest eraldatud mikroorganismide hulgas leiab väga tihti suurel arvul aeroobseid mikroorganisme ja samuti soolaresistentseid mikroorganisme (korned, mikrokokid, *Pseudomonas*).

Pigmente tootvad mikroorganismid

Mõningad värvivead on tingitud pigmenteerunud mikroorganismide leidumisest suuremal või vähemal määral juustu pinnal. Kõige sagedamini esinevatest mikroorganismidest võiks nimetada kornesid (värvilt kollakad kuni oranžid, tihti iseloomuliku lõhnaga) ja pärme, nt *Rhodotorula minuta* (punane värv). Mõningad pärmidest on võimelised eraldama värvituid prepigmente, mis muunduvad seejärel edasi värvipigmentideks nt *Candida pulcherimma*. Seda tüüpi reaktsioon muudab loomulikult diagnostika raskemaks.

Redutseeruvad mikroorganismid

Värviapsakad, mis ilmuvad juustu sisemisel osal (nt sisemine roosa värvus itaalia juustudel) on tingitud kasutatud piimhappe pärmi tüvedest. Seda tüüpi õnnetuse puhul on näidatud, et eksisteerib väga hea korrelatsioon juustu redoks potentsiaali ja värvi tekkimise vahel (vt paisumisapsakate peatükki), mis on tingitud propioonhappebakterite tegevusest.

5. PATOGEENID

Tabel 13: Peamised toidu kaudu levivad nakkushaigused

Haigus	Haigust tekitav organism	Inkubatsiooni periood	Põhilised toiduained, millega levib
Salmonelloos ja kõhutüüfus	<i>Salmonella typhimurium</i> <i>Salmonella enteritidis</i>	12–24 tundi	lihad, linnuliha, kala, munad, piimatooted
Kampylobakterioos	<i>Campylobacter jejuni</i>	3–5 päeva	sealiha, linnuliha tooted, piim, vesi
Listerioos	<i>Listeria monocytogenes</i>	muutuv	lihakarni tooted (eriti siga), piim
<i>Escherichia Coli</i> põhjustatud kõhulahtisus ja koliit	<i>Escherichia Coli</i>	6–36 tundi	ebapiisavalt küpsetatud loomahakkliha, toorpiim
Shigelloos	<i>Shigella sonnei</i> <i>Shigella flexneri</i>	1–7 päeva	munast tehtud tooted, pudingud
Jersinioos	<i>Yersinia enterocolitica</i>	16–48 tundi	piim, lihakarni tooted, tofu
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> 'e põhjustatud gastroenteriit	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	16–48 tundi	mereannid, koorikloomad

Tabel 14: Peamised toidumürgituse põhjustavad mikroorganismid

Mikroorganism	Söömisest tulenev haigus	Põhilised toiduained, millega levib
<i>Staphylococcus aureus</i>	toidumürgitus, mis tuleneb toidu saastamisest ebapuhaste kätega töötlemisel	koor, kreemikoogid, pressliha tooted, juust või hapupiim, kanasalat
<i>Clostridium botulinum</i>	botulism	halvasti tehtud kodused konservid, mesi, kastmed, võileivad
<i>Clostridium perfringens</i>	seedetrakti häired, peensoole haigused	liha
<i>Bacillus cereus</i>	emeetiline* mürgitus: põhjustab oksendamist, diarreetiline mürgitus: põhjustab kõhulahtisust	küpsetatud riis, taimed, nakatunud liha, erinevad toiduained (pastad, magustoidud, kastmed, piim) VÄGA VÄHE JUHTUMEID PRANTSUSMAAL JA EUROOPAS

KOLIBAKTERID

Escherichia Coli

Päritolu

Kolibakterid leidub fekaalses materjalis ja nad paljunevad allapanus ning loomade määrdunud udaratel. Harvemini võib neid leida ka vees.

Loomakasvatus ja lüps

Nakatumine toimub sageli lüpsi käigus, kui määrdunud udar puutub kokku lüpsivahenditega või lüpsja käte kaudu. Enamasti on nakatumine tingitud puudulikest puhastus ja desinfektsiooni meetmetest, mis jätavad soodsa pinnase bakterite paljunemisele ja taasnakatamisele nt lüpsimasina mahutite kaudu. Lüpsimasinast tingitud probleemid võivad tuleneda kehvast kontseptsioonist juba masina paigaldamisel, nt käänakud, vale kaldenurk, halvas seisus kummidetailid ja voolikud.

Juustutööstus

Puudujäägid üldises hügieenis ning piima halb või liiga pikaajaline jahutamine võivad kaasa tuua ebasoovitavate bakterite paljunemise ja uued nakatumised. Näiteks nakatunud vadakuga tehtud külv võib anda oma panuse.

Nakatunud piimaga võib nakkus sattuda kasutatavatele materjalidele ja sealt omakorda edasi levida. Kontrollida tuleb kindlasti ka juustutööstuses kasutatavat vett.

Juustutööstuse seisukohalt on tähtis teada, et mida lähemal on temperatuur 37°C-le, seda soodsam see on *E. coli* arenguks. Üks meetmeid, mis võimaldab limiteerida *E. coli* paljunemist ja arengut, on pH kiire langetamine ning bakteriotsiinide tootmine teatud piimhappebakterite poolt.

***E. Coli* LEVIKU PIIRAMISE MEELESPEA**

Tähelepanu tasuks pöörata alljärgnevale ja vältida:

- niiske allapanu, halb põhk,
- loomade liikumiskoridoride halb olukord,
- lüpsiruum ja lüpsimasina halb hooldus,
- määrdunud udar, eriti veistel,
- lüpsivahendite halb seisund,
- vee halb kvaliteet.

„PATOGEENSED“ STAFÜLOKOKID

Nakatumine

Esmane kasvulava on udar (tihti ainult üks neljandik). Nakkus on esmalt väline – nisade naha pinnal – ja hakkab sealt piimakanali kaudu levima edasi udarasse. Nakkust näitab rakkude hulga kasv piimas ja mittekliiniline (nähtamatu) udarapõletik.

Eelnevalt nakatunud haavad udaral või lüpsja kätel on teine võimalik stafülokoki nakkusallikas. Edasisel piima käitlemisel kasutatakse arvukalt meetmeid, et vältida esmaste töövahendite saastumist ja stafülokokkide arengut.



Stafülokokkide paljunemine

Inimese ja loomade nahk ning limaskestad

Stafülokokke leidub eelkõige suu- ja ninaõõnes, kaenlaaukudes, loomal nisadel, karvadel sh juustel. 20–50% inimestest on *Staphylococcus aureuse* kandjad nina limaskestadel.



Stafülokokid

Mädanevad haavad

on kõige sagedamini nakkuse allikaks. Välised nakkusallikad on seega haavad, haavandid, villid, vistrikud, põletused, kõrvapõletikud, külmetused.

Rakkude sisemuses

on stafülokokkide leidumine mõningatel juhtudel võimalik. Näiteks on stafülokokke leitud udara leukotsüütides ja piimanäärmerakkudes (kroonilised põletikud).

Keskkonna mõjud

Stafülokokid seonduvad hästi erinevatele biokihtidele: pinnases, vees, erinevatel pindadel (nt metall, kangad, kautšuk, puit), allapanul, toiduainetel. Mõningad nendest kuuluvad ka juustude normaalse piimaflora hulka.

Biokihid on mikroobide poolt tekitatud viskoossed kattekihid, mis võimaldavad neil kinnituda erinevatel pindadel ja olla seal kaitstud.

Stafülokokid:

- võivad edasi kanduda vee ja õhuga, on aeroobsed ja anaeroobsed.
- on võimelised mitmeid kuid vastu pidama külmutamisele.

- on võimelised pikemat aega vastu pidama keskkonna dehüdratatsioonile.
- on seevastu ülitundlikud temperatuurile: hävinevad pastöriseerimisel (15 sek 72°C juures). Mõningad keskkonna koostisosad (nt rasvad, valgud) võivad neid teatud määral kuumuse eest kaitsta.

Tabel 15: Stafülokokkide ellujäämist ja paljunemist mõjutavad faktorid

Faktor	Kasvuks sobiv vahemik	Kasvuks optimaalne väärtus
Temperatuur	6–46°C	37°C
pH	4–9,8	6–7
NaCl	0–20%	0%
Aw	0,83–>0,99	>0,99

- Kuumutamise, dehüdratatsiooni, külmutamise ja muu sellise käigus kahjustada saanud bakterid võivad ellu jääda ja alustada paljunemist teatud kosumisaja möödumisel ehk anda nn eluvõimelisi mittekultiveeritud vorme.
- Nad on klassikaliste puhastusvahendite poolt hävitatavad, kuid tuleb pöörata tähelepanu nn biokesta kaitsele, st alustada esmalt pesuga biokihi lagundamiseks.
- Nad eelistavad aeroobseid tingimusi anaeroobsetele, kuid kohanevad ka viimastega.
- Konkurents muu bakteriaalse flooraga nende kasv pidurdub.
- Nad vajavad aminohappeid, vitamiine, rauda.
- Nad eelistavad keskmisi temperatuure ja ei paljune alla 6°C. Sellest tuleneb külmas hoidmise kaitseefekt toiduainetele.
- Nad on tundlikud keskkonna happelisusele.
- Nad kannatavad välja olulisi soolakoguseid ja küllaltki kuiva keskkonda.

STAFÜLOKOKKE PUUDUTAV MEELESPEA

- nakatumine on põhiliselt udarasisene;
- paljunemine toimub piima säilitamise ja töötlemise käigus;
- pöörata pidevat tähelepanu võimalikele haavadele, vigastustele ja vistriketele nisadel;
- jälgida lüpsi, et vältida siniseid nisasid, pardinokki ja kõvade tükide teket;
- pöörata õigel ajal tähelepanu lüpsimasina halvale regulatsioonile ja kulunud kummiosadele;
- lüpsjal ei tohi olla kätel haavu ja ta ei tohi põdeda kopsupõletikku;
- jälgida piima maha jahutamisel kiirust;
- tootmisele on ohtlik ebapiisav ja ebakorrektsed kineetikaga käärimisprotsess ning liiga vähene bakteriosiinide tootmine.

LISTEERIA

Listeria monocytogenes

Inimestele patogeenne listeria on *Listeria monocytogenes*. Ta on ohtlik eelkõige rasedatele naistele, immuunsüsteemi puudulikkuse all kannatavatele inimestele, alkohoolikutele ja

narkomaanidele. See bakter on vähetundlik soola suhtes, kuid tema arvukust saab vähendada korraliku kääritamisprotsessiga.

Nakatamise allikad

Listeria monocytogenes pärineb pinnasest ja tuleb tihti läbi silo ja läbi vähem või rohkem kuiva sööda või siis olles konserveeritud fermentatsiooni käigus. Nakatumine toimub allapanu kaudu üle udara pinna.

Loomakasvatus ja lüps

Nakatamine toimub põhiliselt lüpsi kaudu ja eriti läbi lüpsimasina muhvide. Bakterid satuvad lüpsi käigus laiali lüpsisüsteemi masinatesse ja võivad jääda sinna klompidena püsima. Seetõttu on lüpsimasinate korralik puhastus ja desinfektsioon suure tähtsusega.

Juustutööstuses

Piima säilitamise käigus võib listeria paljuneda, sest listeria armastab jahedust. Seevastu piima kiire ja kontrollitud jahutamine takistab listeria paljunemist.

- Ettevaatlik tuleb olla laabiga kalgendamisel soojendamise, sest 35–37°C juurde tõstetud temperatuur soodustab listeria paljunemist.
- Ettevaatlik tuleb olla ka vadaku kasutamisel, mis nakatatuna võib säilitada listeriat. Soolalahuse kasutamisel on väga tähtis jälgida soola kontsentratsiooni lahuses, sest küllastunud soolalahus on garantii listeria vastu.
- Tihti on tootmis- ja säilitusruumide ventilatsioonisüsteemid listeria edasikandjateks, sest jahedas keskkonnas nad säilivad hästi.
- Pestud koorikuga juustude valmistamisel võib olla nakatumise põhjuseks pesemine ja harjamine – kogu juustukeldris kasutatava inventari hügieeni tuleb suhtuda väga tõsiselt.

Listeriaga nakatumine on tingitud piima halvast käitlemisest ja ebapiisavast hügieenist lüpsist alates kuni tootmiseni välja.

LISTEERIAT PUUDUTAV MEELESPEA

- Et pinnas on listeriat säilitav keskkond, siis võib igasugune pinnasega kontaktis olnud toode või töövahend tuua listeria juustutööstusesse.
- Sööda- või silohoidlad ning säilituskohad on tihti põhilisteks listeriaga nakatumise põhjusteks.
- Väga tähtis on udara puhtus.
- Lüpsi- ja juustuvalmistamise tehnika ei tohiks kokku puutuda pinnasega.
- Tähelepanelikult tuleb jälgida soolalahusega ümberkäimist.
- Pakendamisevahendeid tuleb säilitada korralikult kuivas keskkonnas. Ettevaatust taaskasutatavate pakenditega!

SALMONELLA

Seda bakterit esineb juustudes vähe. Tihedamini leitakse seda munadest, lihatoodetest sh hakklihast jt.

Päritolu

Salmonella kandub tihti edasi loomade ja eriti nende ekskrementidega. Seetõttu tuleks analüüsid teha pigem väljaheidetele kui piimale.

Loomakasvatus ja lüps

Nakatumine toimub udara kaudu, mis omakorda puutub kokku lüpsimasina muhvidega. Nagu enamuse patogeensete bakterite puhul võib nakkus levida lüpsitehnika, piimatangi ja halva hügieeni tulemusena, mille käigus tekib nakkuse levikuks soodne õhuke biokiht.

Juustutööstus

Kiire ja kontrollitud jahutamine võimaldab salmonella paljunemist limiteerida. Seevastu on 32–35°C lähedased kalgendumistemperatuurid salmonella paljunemiseks väga soodsad. Hapendumine ja pH langus on oluline element, mis võimaldab inhibeerida paljunemist, eriti kui pH langeb kiiresti alla 5.

SALMONELLAT PUUDUTAV MEELESPEA

- Igasugune lähedalasuv loomakasvatus, nagu sea-, linnukasvatus jne, soodustab tuntavalt nakatumist.
- Väga tähtis on vahetada riideid loomakasvatushoonetest juustutööstusse tulekul. Vältida sea- ja linnusõnniku laotamist piimaloomade toiduaasadele.
- Jälgida hoolikalt udara ja lüpsisaali hügieeni.
- **TÄHELEPANU:** mõned inimesed võivad olla resistentsed nakkuskandjad!

TURVALISUSE KRITERIUMID EHK TOOTED, MILLELE KOHALDATAKSE BAKTERIOLOOGILISE NORMI REEGLEID

Tabel 16: 2011. aastast kehtivad hügieenikriteeriumid (Prantsusmaal)

Kategooria	Mikroobid	Proovide arv	Piir- väärtused	Toote staadium analüüsi võtmisel
pastöriseeritud piim, jogurtid	<i>Enterobacteriae</i>	5 (2 m ja M vahel)	m: < 1/ml M: 5/ml	Tootmisprotsessi lõpus
või (pastöriseeritud piimast); pastoriseeritud piima laktoseerumist valmistatud juustud	<i>E.coli</i>	5 (2 m ja M vahel)	m: 100/g M: 1 000/g	Valmistamise käigus: suurim arvukus
juustud toorpiimast	<i>Staphylococcus aureus</i>	5 (2 m ja M vahel)	m: 10000/g M: 100000/g	Valmistamise käigus: suurim arvukus
termiseeritud juustud või juustud, mida laagerdatakse kõrgemal temperatuuril kui pastöriseerimis- temperatuur	<i>Staphylococcus aureus</i>	5 (2 m ja M vahel)	m: 100/g M: 1000/g	Valmistamise käigus: suurim arvukus

värsked pehmed juustud pastöriseeritud piimast	<i>Staphylococcus aureus</i>	5 (2 m ja M vahel)	m: 10/g M: 100/g	Tootmisprotsessi lõpus
pastöriseerimata piimast koor ja või	<i>E.coli</i>	5 (2 m ja M vahel)	m: 10/g M: 100/g	Tootmisprotsessi lõpus
jäätised	<i>Enterobacteriae</i>	5 (2 m ja M vahel)	m: 10/g M: 100/g	Tootmisprotsessi lõpus

Juhul kui te ületate etteantud normid listeria ja salmonella suhtes, on teil kohustus alustada protseduuri „häire“ ja tegeleda probleemi lahendamisega.

Tabel 17: 2011. aastast kehtivad bakterioloogilised normid (Prantsusmaal)

Kategooria	Mikroobid	Proovide arv	Piirväärtus	Analüüsi hetk
Juustud	<i>Listeria monocytogenesis</i>	5	25 grammis pole ühtegi kuni 100 /g	Enne ettevõttest välja saatmist Turule saadetud toode säilivusaja jooksul
Juustud, või (toorpiimast), jäätised	<i>Salmonella</i>	5	25 grammis pole ühtegi	Turule saadetud toode säilivusaja jooksul

MIDA TEHA KUI... ?

Allpool on näidised ära toodud üks võimalik tegutsemismudel, kui olete avastanud, et teil on probleem:

PROTSEDUUR LISTERIA PUHUL

1) Tehtud analüüs näitab **LISTERIA MONOCYTOGENES** olemasolu MIDA PEAKS TEGEMA ?

- Saatma kirjaliku teate **KÕIKIDELE KLIENTIDELE** näidates ära kahtlusaluse partii andmed ja selle tagastamise korra.
- Tegema nimekirja **KÕIKIDEST KLIENTIDEST**.
- **PEATAMA MÜÜGI**.
- Võtma proovid järgmise skeemi alusel:
 - 3 proovi eelnevast partiist (enne kahtlusalust partiid);
 - 3 proovi järgnevast partiist (enne kahtlusalust partiid);
 - 1 proov kahtlusalusest partiist (muutes labori jaoks proovi numbri!!!);
 - 1 proov FARMI PIIMAST või IGA TOOTJA piimast;
 - 1 proov SOOLVEEST (kui soolatakse soolveega);
 - 2 proovi ruumi pindadelt;
- 3 proovi kolmelt erinevalt TÖÖVAHENDILT, nt vormid, restid, säilituskastid.

- **Saatma veterinaarteenistusse KÕIGI olemasolevate dokumentide koopiad, kus kajastub kõik see, mida on eelnevalt tehtud.**

2) Uute tulemuste kättesaamisel:

A) Kui tulemused on negatiivsed: **HÄVITADA KAHTLUSALUNE PARTII** (isegi kui kordusanalüüs on negatiivne) ning **TEAVITADA TULEMUSTEST VETERINAARAMETIT** ja paluda luba uuesti alustada turustamist.

B) Juhul kui üks või mitu vastust on positiivsed: tuleb kindlasti läbi viia juustutööstuse üleüldine **DESINIFITSEERIMINE**; seejärel uuesti täielik puhastus 80°C juures 2% soodaveega ja 2% kloorveega.

Juhul kui üks piimaproovidest oli positiivne ja juustutööstuse proovid negatiivsed, tuleb lõpetada piima käitlemine ja viia läbi uuringud loomade lüpsi ja kasutatud sööda suhtes.

PROTSEDUUR SALMONELLA PUHUL

1) Tehtud analüüs näitab **SALMONELLA** olemasolu MIDA PEAKS TEGEMA ?

- Saatma kirjaliku teate **KÕIKIDELE KLIENTIDELE** näidates ära kahtlusaluse partii ja tagastamise korra.
- Tegema nimekirja **KÕIKIDEST KLIENTIDEST**
- **PEATAMA MÜÜGI**
- Võtma proovid järgmise skeemi alusel:
 - 3 proovi eelnevast partiist (enne kahtlusalust partiid);
 - 3 proovi järgnevast partiist (enne kahtlusalust partiid);
 - 1 proov kahtlusalusest partiist (muutes labori jaoks proovi numbri!!!);
 - 1 proov FARMi PIIMAST või IGA TOOTJA piimast;
 - 1 proov SOOLVEEST (kui soolatakse soolveega);
 - 2 proovi juustutööstusse sissetulevast veest, võetuna kahest erinevast punktist;
 - 2 proovi ruumi pindadelt;
 - 3 proovi kolmelt erinevalt TÖÖVAHENDILT nt vormid, restid, säilituskastid.
- **Saatma veterinaarteenistusse KÕIGI olemasolevate dokumentide koopiad, kus kajastub kõik see, mida on eelnevalt tehtud.**

2) Uute tulemuste kättesaamisel:

A) Kui tulemused on negatiivsed: **HÄVITADA KAHTLUSALUNE PARTII** (isegi kui kordusanalüüs on negatiivne) ning **TEAVITADA TULEMUSTEST VETERINAARAMETIT** ja paluda luba uuesti alustada turustamist.

B) Juhul kui üks või mitu vastust on positiivsed: tuleb kindlasti läbi viia juustutööstuse üleüldine **DESINIFITSEERIMINE**; seejärel uuesti täielik puhastus 80°C juures 2% soodaveega ja 2% kloorveega.

Juhul kui üks piimaproovidest oli positiivne ja juustutööstuse proovid negatiivsed, tuleb lõpetada piima käitlemine ja viia läbi uuringud loomade lüpsi ja kasutatud sööda suhtes, samuti joogiks ja lüpsil kasutatavast veest ning fekaalidest (piimas on raske uuringuid teha).

III osa

ENNE KUI ALUSTAD TOOTMIST TULEB OSATA PUHASTADA !!!

Hügieeni ja desinfektsiooni peatükk on meelega pandud juustutehnoloogia peatüki ette. Lisaks õpetuslikule küljele on need soovitusel edu alustingimuseks soovitud tooteni jõudmiseks ja peaksid seega olema juustumeistri igapäevase elu harjumuspärane osa.

1. SISSEJUHATUSEKS

Definitsiooni järgi on talujuust toode, mida tehakse kohapeal talust saadud piima töötlemisel. Juustuvalmistamisel on kaks olulist faktorit: piima kalgendumine laabi abil ja mikroobse floora areng. Piima omapäraks on mikroobide loomupärane esinemine lüpsihetkest alates. Nende liigid ja arvukus sõltuvad loomakasvatustingimustest, lüpsist ja juustu tootmise protseduurist.

Alates udarast väljumisest kuni kalgendumishetkeni soodustab piim mikroobide kasvu, mis vastavalt oma päritolule ja iseloomule võivad olla “head” või “halvad”. Nende areng sõltub mitte ainult üldiste hügieenireeglite täitmisest, vaid olulisel määral ka oskustest puhastada ja desinfitseerida tootmisruume ja vahendeid.

Kindel on, et need mõlemad tegevused küll parandavad piima bakterioloogilist kvaliteeti, kuid nad ei ole selektiivsed. Head mikroobid, nt piimhappebakterite tüved, elimineeritakse samuti. Praktiliselt igas valmistamise faasis on õnnestumise garantiiks tasakaalu leidmine. Naturaalse floora “alalhoidmine” ei ole samas sünonüümiks pinnapealsele puhastusele! Vastupidi, korralik ja regulaarne puhastus, nagu me näeme seda edaspidi, on hügieeni võtmesõnaks.

Seevastu desinfitseerimisega liialdamine, näiteks kloori liigne kasutamine, ei lahenda probleeme. Meil **on vaja naturaalsel mikrofloorat**, miks siis muidu töötada toorpiimaga! Sellest sõltuvad meie poolt toodetava juustu kogu originaalsus ja ka maitseomadused. Samuti on toorpiima tehnoloogia üha rohkem kasutusel ka tööstuslikus piimasektoris. Samas ei ole toorpiima kasutamine väiketootjale kohustus: kasutades erinevat tehnoloogiat, võib toota juustu ka pastoriseeritud piimast, vastavalt igaühe võimalustele ja soovile.

Juustutootja töö alus ja oluline alguspunkt:

TULEB OSATA PUHASTADA JA DESINFITSEERIDA selleks, et:

- saada kvaliteetselt töödeldud piim, eesmärgiga saavutada tehnoloogiliselt soovitud parameetrid;
- pakkuda tarbijale tervislikku toodet;
- vastata seadusandlusega kehtestanud bakterioloogilistele normidele.

2. HÜGIEEN

PUHASTAMINE

Printsiibid

Puhastada – see tähendab elimineerida keemiline mustus, mis on tihti kinnitunud töövahendite pinnale. See mustus on tihti abivahendiks erinevate kahjulike mikroorganismide ja mikroobide paljunemiseks ja tegutsemiseks.

Juustu valmistamiseks ettenähtud piim läbib erinevaid faase piimhappe ensüümide, pärmide ja hallituste töö tagajärjel. Seega toob ebasoovitavate mikroobide olemasolu ja areng kaasa tööõnnetusi ja patogeense floora paljunemise.

Määrdumist soodustavad:

- viskoosne aine, antud juhul piim;
- tõusnud temperatuur või happelisus;
- piimanõude, ämbrite ja torustiku kriibitud või kannatada saanud pinnad jne.

Seega tuleb elimineerida kõik piimajäägid ja sealjuures ka mõned lahustumatud jäägid, nagu "piimakivi", mis tekib mineraalsoolade ja valkude ühenditest kuumuse toimele.

Puhastamine ja puhastusvahendid

Neli esmast faktorit efektiivseks puhastamiseks:

- puhastusvahendi kogus = tihti 1%;
- temperatuur = 60°C vähemalt detergentide puhul, 50-60°C hapete puhul;
- mehaaniline tegevus: käsitsi või turbulentsi toimele;
- aeg: piisav puhastusvahendi toimeks.

Puhastamisega on eemaldatavad:

Rasvad

Tugevad leeliselised (sooda tüüpi) vahendid seebistavad rasvu kui temperatuur ulatub üle 50°C. Sel viisil tekkivad seebid on kergesti eemaldatavad loputamisega.

Rasvu saab eemaldada ka teiste, nt „Teepol“ tüüpi vahenditega.

Lämmastikühendid

Neid saab lagundada ja lahustada soojal temperatuuril sooda tüüpi aluseliste vahenditega. Nende lahustamist aitab kergendada kerge jaheda veega loputamine, mis elimineerib neist ühe osa enne täielikku pesu.

Katlakivi

Fosfor- või lämmastikhappe tüüpi happelised vahendid moodustavad katlakiviga veeslahustuvaid soolasid, mis seejärel lahustuvad kergesti veega loputamisel.

Puhastamine praktikas

Lüpsivahendite hügieen

Hommikul:

- Pärast lüpsi loputada lüpsimasin (lüpsinõu või piimatorud) ja piimatank külma veega;
- puhastada sooda tüüpi aluselise detergendiga, kontsentratsioon 1%;
 - vee temperatuur peaks olema 60–80°C vahel;
 - puhastamiseks kuluv aeg vähemalt 10 minutit;
- külma veega loputamine.

Õhtul:

- külma veega loputamine;
- puhastamine fosfor- või lämmastikhappega, kontsentratsioon 1%;
 - vee temperatuur peaks olema 30° ja 60°C vahel;
 - puhastamiseks kuluv aeg vähemalt 10 minutit;
- külma veega loputamine.

Juustutootmisvahendite regulaarne hooldamine

- Loputamine külma veega: vooliku otsa saab lisada survet tõstva otsiku, mis muudab vee mehaanilise tegevuse efektiivsemaks.
- Pesemine sooja veega:
 - temperatuur 60–65°C
 - 1% sooda või trinaatriumfosfaadi lahusega.

Materjali puhastamine on kergem pärast leotamist. Leotamist ei soovitata samas alumiiniumist materjalidele (lüpsinõud, piimatorud jne), neid on parem pesta ja loputada otsekohe.

Kaks lisanõuannet külma või leige (10–30°C) veega loputamisel:

- Plastikust vorme ja ämbreid võib pesta sooja veega + 1% fosforhapet, üks kord 1–3 kuu tagant, vastavalt (piimakivi) katlakivi tekkele.
- Vormide pesemismasin on kallis, kuid selles saab vorme pesta regulaarselt ja kiiresti iga kasutamise järel. Soovitatakse kasutada mitte väga suure koguse vormide puhul: arvestama peaks umbes 70–80 vormi pesuga tunnis. Väikese lisainvesteeringu puhul oleks tark lahendus muretseda pooltööstuslik masin, kas siis uuena või kasutatuna, seal on pesutsükkel väga lühike ja võimaldab aega võita. Parim lahendus kõigi eelnevatega võrreldes oleks muidugi pesukapp või -tunnel (nt Sassari, Roussel), mille maksumus on aga 30 000–60 000 eurot.

Oluline on korrektne ja regulaarne hügieen

Iga juustuvalmistaja peaks seega leidma endale sobiva puhastusviisi ja sageduse, vastavalt oma võimalustele ja oma piima kvaliteedile.

Eesmärk ei ole mikroobide üleüldine ja täielik hävitamine: ärgem unustagem, et töötatakse toorpiimaga ja loodusliku floora toime on esmatähtis.

DESINFITSEERIMINE

See seisneb mikroobide hävitamises. Seda tehakse eelnevalt puhastatud pindadel. Eelnev efektiivne puhastamine peaks olema elimineerinud suurema osa mikroobitüvedest. Vastasel juhul on olemas risk, et allesjäänud orgaanilised ühendid fikseerivad desinfitseerivad ained ja muudavad nad ebaefektiivseks.

Füüsikaline desinfitseerimine

Temperatuur:

leegi, auru või kuuma vee kasutamine hävitab bakteritüved tingimusel, et kõrget temperatuuri hoitakse piisavalt kaua (üle 95°C 10–15 minutit).

Ultraviolettkiirgus:

kasutatakse eelkõige ruumide üldiseks desinfitseerimiseks, kui nad on tühjad. Kuid selle mõju vähendab keskkonna läbipaistvus.

Keemiline desinfitseerimine

Antiseptikud, keemilised ühendid oksüdeerivad bakteri rakkude koostisosi neid koaguleerides ja dehüdreerides.

Javeli vesi – naatriumhüpokloriidlahus

Kaubandusvõrgus saadaval kas 12° või 45° lahusena. (Hea arvutusülesanne!)

Desinfitseerimiseks on vajalik aktiivne lahus 200 mg/liitris. Teades, et 1°Cl võrdub 3,17 g klooriga liitris, tuleks arvutada järgmiselt:

12°Cl sisaldusega Javeli vesi:

1 liiter sisaldab:

- $12 \times 3,17 \text{ g} = 38,04 \text{ g}$ aktiivset kloori ehk
- $38,04 \text{ g} = 38040 \text{ mg}$ kloori/liitris.

Lahust tuleb seega lahjendada järgnevalt:

$$38040 \text{ mg} : 200 = 190 \text{ liitrit desinfitseerivat lahust.}$$

Seega: 189 liitrile veele tuleb lisada 1 liiter 12°Cl sisaldusega Javeli vett1

45°Cl sisaldusega Javeli vesi:

1 liiter sisaldab:

- $45 \times 3,17 \text{ g} = 142,65 \text{ g}$ aktiivset kloori ehk
- $142,65 \text{ g} = 142\,650 \text{ mg}$ kloori/liitris.

Lahust tuleb seega lahjendada järgnevalt:

$$142650 \text{ mg} : 200 = 713 \text{ liitrit desinfitseerivat lahust.}$$

Seega: 712 liitrile veele tuleb lisada 1 liiter 45°Cl sisaldusega Javeli vett.

Javeli lahust tuleb hoida külmas, sest lahuses sisalduv kloor kinnitub orgaanilistele materjalidele, juhul kui neid on, temperatuuril üle 50°C.

Mõnikord kasutatakse koos detergendiga, kuid kuna kasutustemperatuurid on erinevad, siis nende toime pole tingimata teineteist täiendav (detergendil 60–70°C; klooril 20–30°C).

Joodi sisaldavad vahendid

Kaubandusvõrgus müüdavates joodi sisaldavates toodetes on aktiivset joodi 1%, seotuna niisutavate ainetega happelises keskkonnas, mis annab nendele toodetele huvitavad detergentsed, katlakivi eemaldavad ja desinfitseerivad omadused. Neid kasutatakse jahedalt ning nad sobivad ka leotamiseks, sest nad ei ole roostevaba terasega kokkupuutel korrosiivsed.

Desinfitseerimine võimaldab elimineerida suure osa mikroobidest. Kuid selleks, et juhtida mõningate pehme juustumassiga toodete valmimist, on võimalik hävitada veelgi suurem osa mikroorganismidest kas pastöriseerimise või kuumutamise abil.

Vesinikülihapend

Väga tõhus bakterite ja osaliselt ka pärmide vastu, kui teda kasutatakse üksi või koos peroksiididena. Neid kasutatakse koguses 3–5 tuhandikku (0,3–0,5%) külma või soojana koos vesnikperoksiidiga 110 mahus.

JUUSTUVALMISTAJA MEELESPEA

Loputamise efektiivsus mõjutab otseselt piima ja juustu.

Pesuainete jääkide leidumist loputusvees on uuritud ja see näitab pH erinevust tarbevees võrreldes loputusveega 3–5 ühiku võrra. See võib tihti tuleneda mittesobivatest töövahenditest, või liiga kõrge kontsentratsiooniga pesuvahendite kasutamisest, või siis liiga vähesest loputusvee kogusest.

Piimhappe kääritamise testi abil on võimalik näha hapendumisprotsessi aeglustumist, see toimub samamoodi ka juustu valmistamise käigus seal kasutatavate piimhappebakterite tegevusega. Samuti on täheldatud juustude pinnaflora kasvu aeglustumist, eriti *Geotrichium*'i flora puhul.

ALUSELISTE - KLOORI SISALDAVATE VAHENDITE KASUTAMINE:

Erinevad uuringud on näidanud, et kloori sisaldavate aluseliste pesuainete kasutamine võrreldes kloori mittesisaldavate pesuainetega, soodustab heterofermentatiivsete piimhappebakterite ja pärmifloora esinemist. Viimastega kaasneb gaaside tootmise oht.

3. PASTÖRISEERIMINE

KIRJELDUS JA EESMÄRGID

Pastöriseerimine seisneb piima kuumutamises kõrgetel temperatuuridel. Kuumus hävitab kõik patogeensed tüved ja vähendab tavalise mikroflora hulka. Kõige vastupidavam, aga õnneks kõige haruldasem on Kochi batsill (tuberkuloosikepike). Tänapäeval lähtutakse piimas looduslikult olemasolevast ensüümist, alkaliinfosfataasist, et kontrollida pastöriseerimise efektiivsust. Kui pärast pastöriseerimist on tema väärtus negatiivne, annab see tunnistust korrektsest pastöriseerimisest.

Hügieenist lähtuvad eesmärgid

Juustuteras on kontsentreeritult koos kõik bakterid, sealhulgas ka patogeensed, mis võivad seal paljunema hakata teatud tingimustel:

- ebapiisav kääritamisprotsess;
- liiga vähene soola kogus;
- kiiresti tarbitav juust (mida pikem on laagerdumisprotsess, seda enam taandarenevad patogeensed mikroorganismid).

Tehnilised eesmärgid

- maitsete ja tekstuuri ühtlustamine;
- laagerdumisprotsessi parem kontroll.

Rõhutame aga siinkohal, et selline ühtlustamine toob endaga kaasa ka maitsete ja nende erinevuste limiteerimise, mis omakorda ei ole vastavuses väiketootja mõtteviisi ja eesmärkidega.

Kaubanduslikud eesmärgid

Toode peab olema kvaliteetne, st vastama seaduses ette nähtud bakterioloogilistele normidele.

PASTÖRISEERIMISE TAGAJÄRJED PIIMA KOOSTISOSADELE

Valgud

Kuumutamine modifitseerib vadaku valke ja toob kaasa komplekssete ühendite moodustumise beeta-laktoglobuliini polümeriseerumise tagajärjel. Beeta-laktoglobuliini ja kappa-kaseiini vahelise kompleksi moodustamine kahjustab piima koagulatsioonivõimet.

Muudatused erinevad vastavalt pastöriseerimise temperatuurile ja kestvusele:

- 63°C/30 min
- 72°C/20 s – ebaolulised muudatused;
- 80°C/1 min – 20% lahustuvatest valkudest on denatureeritud.
- 80°C/30 min – 50% lahustuvatest valkudest on denatureeritud.
- 90°C/5 min – 80/90% lahustuvatest valkudest on denatureeritud.

Lahustuvate valkude denatureerimine vabastab valgu molekulidest kaltsiumi. Sellest tulenevalt on takistatud lahustuvate valkude liitumine koagulatsioonil, mis põhjustab niiskust sisaldava kalgendi tekke.

Mineraalained

Toimub fosfaadi sadestumine lahustuva lubjana, andes mitteaktiivse vormi, mille tulemusena suureneb nakkumisaeg (kalgendi tekkimise algushetk) ja väheneb kalgendi kõvenemiseks kuluv aeg. Kaltsiumkloriid võimaldab protsessi korrigeerida, kuid kui muudatused mineraali tasemel on tuntavad, on korrigeerimine delikaatsem.

PASTÖRISEERIMISVAHEMIKUD

- värsked juustud: 72–75°C/15–20 s;
- loomuliku nõrgumisega pehmed juustud: 72–75°C/15–20 s;
- abistatud nõrutamisega pehmed juustud: 72°C/15–20 s;
- madala tihedusega pressitud juustud: 72–80°C/15–20 s;
- kõrge tihedusega pressitud juustud: 72–75°C/15–20 s;
- rockforti tüüpi juustud: 72–75°C/15–20 s;
- piim jogurti valmistamiseks: 92°C/10 min;
- koor: 80–105°C/10–50 s.

Temperatuuri tõttu lõhutud alkaliini fosfataas annab kõikidel juhtudel negatiivse testitulemuse.

- **Kõrge järelsoojendusega juustud:** 63–68°C/20 s.

Aluseline fosfataas annab positiivse testitulemuse nii nagu ka termiseerimisel (kõrge järelsoojendusega juustud). Juhul kui piima töödeldakse termiliselt kõrgendatult (korduv töötlus), tekib keedetud piima maitse. Seda kutsutakse Maillard'i reaktsiooniks:

laktoos + lämmastikuühendid => pruunikad koostisosad = küpsetatud maitse

Mitmed uuringud näitavad, et piima pastöriseeritakse põhiliselt tarbija mikrobioloogilise turvamise nimel. **Samas näitavad mitmed uuringud ka, et pastöriseerimine muudab piima keemilisi omadusi, lõhkudes eelkõige looduslikku laktaasi, mis võimaldab lagundada ja seedida laktoosi ning alkaliini fosfataasi, mis aitab kaasa kaltsiumi fikseerimisele.**

ERINEVAT TÜÜPI PASTÖRISEERIMISAPARAADID

Plaatpastörisaator: mahukas, aga kergesti lahtimonteeritav aparaat; võimalus täiendada (plaate juurde lisada).

Torusoojusvahetiga pastörisaator: viskoossete ainete töötlemiseks mõeldud aparaat. Rõhk ja temperatuur kõrgemad. Hooldus on kulukas.

Infrapuna pastörisaator (nt Actini või Geere): läbivooluga 250–6000 liitrit/tunnis, kohane väikestele tootmisüksustele.

Topeltseintega tank: kohane väikeste mahtudega talutootmiseks; kasutatav jogurtite valmistamiseks.

IV OSA

JUUSTU TOOTMISE ÜLDÜLEVAADE

1. PIIMA JAHUTAMINE JA SÄILITAMINE

ÜLDISED ANDMED

Ka puhtalt lüpsitud piim sisaldab iseenesest teatud koguses mikroobe. Piima säilitamisel bakteritele optimaalsele temperatuuridele lähedastel temperatuuridel võivad need kiiresti paljuneda ja põhjustada erinevaid probleeme juustu valmistamise käigus.

Lüpsihetkest alates esimese kahe tunni jooksul aktiveeruvad lakteniinid ja blokeerivad mikroorganismide arengu. Järelikult tuleb piima kas koheselt töödelda või väga kiiresti maha jahutada, et ta säiliks hästi enne tarvitamist.

Piima säilitamine külmus omab positiivset mõju riskantsete mikroobide paljunemise ennetamiseks, kuid tal on hävitav mõju piima keemilisele (koagulatsiooni-raskused, mida korrigeeritakse kaltsiumkloriidi lisamisega) ja bakterioloogilisele (mikroorganismide selektiivne areng) kvaliteedile.

Nõuandeid:

- Säilitada tuleb puhast piima.
- Piim tuleb jahutada kiiresti 4°C-ni või siis hoida 9–10°C juures 12 tunni jooksul.
- Kvaliteetse piima ja juustu saamiseks ei tohi piima säilitusaeg ületada 48 tundi.

Tabel 18: Tüvede paljunemine toorpiimas vastavalt temperatuurile (°C)

temperatuuril (°C)	algne floora	säilitatuna (°C)	muutunud floora
4	40 000	12	40 000
4	150 000	12	180 000
4	40 000	4	40 000
4	150 000	4	157 000
10	40 000	12	60 000
10	150 000	12	600 000
10	150 000	4	225 000
16	40 000	4	720 000
16	150 000	4	2 700 000

Tabelist tulenevalt mõned ettevaatusabinõud:

- Juuretise lisamiseks sobiva temperatuurini soojendatud piima tuleb töödelda silmapilkselt.
- Hea bakterioloogilise kvaliteediga õhtust piima võib hoida 10°C lähedal (piimhappe juustude, pehmete juustude ja mõningate pressjuustude tootmine teatud tingimustel).
- Kiire jahutamine 4°Cni, seejärel säilitamine nõudes või piimatankis jahedas, 4°C juures.

PIIMATANK

Mehaaniline jahutussüsteem nagu piimatank on efektiivne ja kiirem ning ratsionaalsem kui külmruum või jahutusvee anum.

Jahutusseadme printsiip

Jahutusseadme põhineb toote temperatuuri langetamisel jahutusvedeliku aurustamise tulemusena.

Masin koosneb:

Aurustajast: serpentiin, milles jahutusvedelik muutub auruks ja mis toob kaasa keskkonna temperatuuri langemise;

Kompressorist: jahutusringi pump imeb endasse jahutusvedeliku aurud ja surub need kondensaatoris kokku;

Kondensaatorist: serpentiin, mida jahutatakse vee või õhu ventilatsiooni abil; tänu temperatuuri ja rõhu langemise fenomenile muutub aurustunud jahutusvedelik uuesti vedelaks;

Reguleerimisventiilist: reguleerib vedela jahutusvedeliku tagasipöördumist aurustajasse.

2. JUURETISE LISAMINE

Printsiibid

Juuretise lisamine toob kaasa hapendamisprotsessi käivitumise piimhappebakterite tegevuse toimet, soodustades mikroorganismide paljunemist. Piimhappebakterid, tänu piimahappe suurenevast tasemest tingitud kaitsele, takistavad soovimatute bakteritüvede arenemist. Piima muundamine võib toimuda kas piimale endale omaste bakterite abil, kui kasutatakse eelneva kalgendi vadakut, või teine võimalus on kasutada kaubanduslikke piimahappe bakterite tüvesid.

Seda tehnoloogiat ei kasutata üldse, või kasutatakse hästi vähe pressjuustude puhul, sest liigselt õhutatud käärimisprotsess võib kaasa tuua vead juustumassi moodustumisel. Samuti võib kiire koagulatsiooniga juustuvalmistamisprotsess kaasa tuua murenenud juustutera enne kalgendi lõikamist.

JUURETISE LISAMISE VARIANDID

Juuretise lisamine toorpiimale – toorpiima kääritamine

Soovitud bakteritüvede doos, ükskõik kas vadaku või kaubanduslike bakteritüvede puhul, on 0,5–3% kääritamisajaga 1–2 tundi. Kääritamine toimub eeldusel, et bakteritüvede töö algab silmapilkselt, temperatuur on lähedane juuretise lisamise hetkel soovitatavale temperatuurile või jääb 10–14°C vahele, kui piima ei hoita kauem kui 12 tundi.

Juuretise lisamine pastöriseeritud piimale – pastöriseeritud piima kääritamine

Bakteritüvede doos on suurem ja kääritusaeg pikem. Kääritamisprotsess ise on paremini juhitud, sest ei ole enam loomulikku mikrofloorat, mis häiriks piimhappebakterite tänuväärset tööd.

Praktikas on rakendatavad kaks lähenemisviisi:

Eelkääritamine: termiseeritud või pastöriseeritud piim on jahutatud 10°C juurde, juhul kui kasutamine toimub järgneva 15–18 tunni jooksul, siis lisatakse bakteritüved koguses 2–5 tuhandikku ja tihti ka kaltsiumkloriidi koguses 0,2 g liitri kohta (50% kontsentratsioonina).

Kääritamine enne laabi lisamist: piimale, mida hoitakse tavaliselt kauem kui 15–18 tundi jahutatuna 4°C, lisatakse kaltsiumkloriidi. Piima peab eelnevalt soojendama juuretise lisamiseks ja bakteritüvede sisseviimiseks. Piimhappebakterite arengut kontrollitakse happesuse või pH mõõtmise abil.

PIIMHAPPEBAKTERITE TÜVED

Esmalt vaadake lähemalt juustutööstuses peamiselt kasutatavaid liike (vt järgnev tabel). Termineid nagu *laktokokkused*, mesofiilid jne käsitletakse lähemalt mikroorganisme puudutavas peatükis. Siin piirdume ainult piimhappebakterite võimaliku kasutamisega kas loomuliku juuretisena, või siis lisades erinevaid kaubanduslike piimhappebakterite tüvesid.

Tabel 19: Liigid, vastavalt nende funktsioonile juustu ja teiste piimatoodete valmistamisel.

Liigid	PPC	PPNC	PM	PP	PF	Y	B
Mesofiilsed streptokokid							
<i>Streptococcus lactis</i>	+	+	+	+	+	-	+
<i>Streptococcus cremoris</i>	+	+	+	+	+	-	+
<i>Streptococcus diacetylactis</i>	+-	+-	+	+	+	-	+
Leukonostokid							
<i>Leuconostocs citrovorum</i>	-	-	+-	+	+	-	+
Termofiilsed streptokokid							
<i>Streptococcus thermophilus</i>	+	+-	+-	+-	-	+	-
Termofiilsed laktobatsillid							
<i>Lactobacilles helveticus</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Lactobacillus lactis</i>	+	+-	-	-	-	-	+
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	+-	-	+-	-	-	+	-

Legend: **PPC** – kõrge järelsoojendusega pressjuust; **PPNC** – järelsoojenduseeta pressjuust; **PM** – pehme juust; **PF** – värske juust, piimhappe kalgend; **Y** – jogurtid.

Täpsustame, et piimahappebakterite selekteerimine põhineb eelkõige nende omadustel: kääritajad, proteolüütilised, aromaatilised, lipolüütilised, gaase tekitavad, antibiootikumidele resistentsed ja faagidele resistentsed. Näiteks on hea kääritamisvõime korral tähelepanuväärne eralduv piimahappe kogus, samuti ka piimhappe tootmise kiirus.

Piimhappebakterid – kust neid saab?

Bakterid, mida piimas leidub looduslikult, on ekstraheeritud ja laboratooriumide poolt välja valitud ning neid turustatakse kas lüofiliseeritud kontsentratsioonina või vedelikuna.

Piim

Piim on juba iseenesest kasvukultuur tingimusel, et esialgne lüpsil või valmistamisel piima sattunud bakterite kogus on piisav. Mõned piimad on võimeliselt iseenesest piisavalt käärituma, et tagada hea tootmine.

Enne laabiga kalgendamist hoitakse piima 20°C ja 30°C vahel, selleks et bakteritüved võiksid paljuneda ja muuta keskkonna happeliseks. Kindluse mõttes lisatakse juurde piimhappebaktereid kas siis vadaku või kaubanduslike bakteritüvedena.

Vadak

Vadaku võetakse korrektselt toimunud valmistamise käigus, korrektsust hinnatakse kalgendi väljanägemise alusel. Vadak peaks tekkima pinnakihi, piimhappetootmise puhul 1–2 cm kihina, teistsuguse valmistamisprotsessi puhul 65°–75° happesuse juures Thörneri skaala järgi.

Kontrollimisvõimalused on piiratud, sest piima bakterioloogiline koostis ei ole teada. Kahtlase või kergelt puhitunud (kolibakterid) kalgendi puhul uuendatakse tüvesid, lisades teist vadakut (teise juustumeistri vadakut) või kaubanduslikke piimhappebaktereid.

- Kasutatav vadak tuleb võtta värskena kalgendist, mis on valmis vormi panekuks (piimhappetootmise puhul).
- Juhul kui laabiga kalgendamine toimub hiljem, säilitatakse vadakut puhtas ja steriilses pudelis madalatel temperatuuridel 46°C juures (külmkapis) maksimaalselt 96 tundi.
- Mitte kasutada vadakut, mida on säilitatud kauem kui 24 tundi 6°C juures. Hädavajadusel peaks seda enne kasutamist eelnevalt filtreerima.
- Kasutatav kogus oleks 0,5–3% piima kogusest.

VADAKU KÜLMUTAMINE: Carmejane juustuvalmistamiskeskuses tehtud uuringud annavad juhtnööre piimavadaku kasutamisel külmutatuna koos 30% pastöriseeritud piimaga. Piim tagab piimavadaku piimhappefloora säilimise. Võib külmutatult säilida kuni 6 kuud.

Tabel 20: Peamiste piimhappebakterite omadused

Liigid	Kasvu temperatuur	Too-detud °D	Käärita-mise kiirus	Lisa-saadused	Proteo-lüüs
<i>Streptokokid</i>					
<i>Streptococcus Lactis</i>	20 / 30°C	100 °D	kiire		nõrk
<i>Streptococcus Cremoris</i>	«	«	«		«
<i>Streptococcus Diacetylactis</i>	«	«	«	aroomid ja gaasid	«
<i>Leukonostokid</i>					
<i>Leuconostocs Cremoris</i>	20 / 30°C	50 °D	keskmine	aroomid ja gaasid	nõrk
<i>Leuconostocs Lactis</i>	«	80 °D	«	«	«
<i>Streptokokid</i>					
<i>Streptococcus Thermophilus</i>	40°C	80 °D	kiire		keskmine
<i>Laktobatsillid</i>					
<i>Lactobacillus Helveticus</i>	45°C	270 °D	väga aeglane		tugev
<i>Lactobacillus Bulgaris</i>	45°C	180 °D	«		«
<i>Lactobacillus Lactis</i>	45°C	180 °D	aeglane		«

Metsikud tüved ehk „hapendunud piim“

Teame, et piimhappebakterid võivad loomuomaselt piima hapendada. Aga selleks, et olla kindlam nende võimekuses, koaguleeritakse piim kääritamisprotsessiga ning saadakse jogurtilaadne tulem, mida saab kasutada lisatava bakteritüvedejuuretisena.

KODUSE JUURETISE VALMISTAMISÕPETUS

Metsikud tüved ehk „hapendunud piim“

Teame, et piimhappebakterid võivad loomuomaselt piima hapendada. Aga selleks, et olla kindlam nende võimekuses, koaguleeritakse piim kääritamisprotsessiga ning saadakse jogurtilaadne tulem, mida saab kasutada lisatava bakteritüvedejuuretisena.

Konkreetsed näpunäited

1. Võetakse steriilne pudel



1–3 liitrit piima panna vastava pudeliga seisma 23–25°C juurde (määrata vastavalt juuretise doosile ja tootmises kasutatava piima kogusele liitrites).

2. Pudelile asetatakse puuvillast tropp või kate.



Pudelit hoitakse 20–22°C juures 36 tundi.

3. **36 tunni möödumisel** uurime, kas piim on kalgendunud või mitte.

I võimalus: piim on paksenenud, aga mitte kalgendunud.

a) Piima happesus jääb vahemikku **25–40°Th (20–35 °D)**.



Järeldus: Piimas on liiga vähe piimhappebaktereid ja sellele tuleb lisada kaubanduslikku juuretist. Selle pudeli piima mitte kasutada.

b) Piima happesus jääb vahemikku 50–55 °Th (45–50 °D).



Järeldus: Hapendumise protsess pole olnud piisav. Seega lastakse pudelikesel seista, et anda hinnang kalgendunud piimale. See näitab piimhappebakterite teatavat nõrkust. **Seda võib kasutada pärast kalgendile hinnangu andmist (mitte kasutada piimana, sest siis ei ole visuaalne aspekt kontrollitav).**

II võimalus: piim on kalgendunud, jogurti väljanägemisega. Jogurti lõhn ja aroom.

Järeldus: Seda võib kasutada kui piimhappebakterite ematüve ja seega juuretisena juustuvalmistamisel. Kasutusdoos võiks olla 1–1,5% töödeldavast piimast.

III võimalus: piim on kalgendunud, kalgend on nätske, kergesti võib eristada kolibakterite olemasolu.



Tähelepanu: Sellise kultuuri analüüs võimaldab kontrollida stafülokokkide olemasolu.

Järeldus: Mitte kasutada

Piimhappebakteri tüvedele tuleks ette näha uuenduskuur, lisades kas vadakut või kaubanduslikke piimhappebakterite kultuure.

Kaubanduslikud bakteritüved

Laborite poolt välja valitud tüved, mis pärinevad niinimetatud piimhappebakteritest (*streptococcus lactis*, *diacetilactis* ja *cremoris*), mille hulka on kontsentreeritud, ning mida müüakse kas vedelikuna või lüofiliseeritult.

Esindatud kaks rühma:

A – Lüofiliseeritud kontsentreeritud piimhappebakterite tüved, mida saab lisada otse:

(Firmad: Texel, Visby, Chr Hansen, CSL, Standa jt)

Müügil pulbrisarnase koostisena, mis lisatakse otse valmistamiseks kasutatavale piimale, ilma eelnevat emajuuretisist valmistamata. Kasutamisel soovitame järgida pakendil olevaid laboratooriumi juhiseid omapoolselt kontrollituna.

Nende 20°C kõrgemale jääv rakendusala seab piirid nende kasutamisele piimasegudes, kus koos laabiga kalgendamisega on lõpptemperatuur madalam. Sel juhul me riskime hapendumisprotsessi aeglustumisega ning mõnikord võib happelisuse tõus ka pidurduda. Parem oleks lisada need tüved piimale 1 tund enne laabiga kalgendamist.

B – Lüofiliseeritud kontsentreeritud piimhappebakterite tüved, mida kasutatakse kultuuridena:

(Firmad: Texel, Visby, Chr Hansen, CSL, Standa jt).

Need kontsentreerimata lüofiliseeritud piimhappebakterite tüved „töötavad end üles“ teatud piimakoguses enne nende kasutamist (vt laboratooriumi infolehte).

Ematüvest tekitatakse nõ emajuuretis, mida saab siis otse kasutada. Järgmiste juuretiste saamiseks tehakse emalahusest taaskülvid, segatuna piima hulka juuretise pudelitesse.

Tööjuh: Emalahuse valmistamiseks inokuleeritakse teatud kogus steriilset piima ühe paki või pudelikesetäie bakteritüvedega.

Bakterikülviga pudeleid hoitakse 20–25°C juures 16–26 tundi ja saadakse jogurtilaadne kalgend.

Märkus: antud juuretise happesus on 70–75°D või siis pH 4,5.

Termofiilide puhul on inkubatsioonitemperatuur 40–50°C ja inkubatsiooniaeg 3–5 tundi, sõltuvalt tüvest.

Soovitud happesuse taseme saavutanud bakterikultuuri hoitakse külmas (2–4°C). Seda võib uuesti külmutada ja taaskasutada pärast ülessulatamist ning enne lisamist eelnevalt piimas inkubeerides.

3. KALGENDAMINE

Piima kalgendumine, olgu see saavutatud siis happe mõjul, segamõjutustel või laabi toimel, tähendab geelisarnase koostise teket kaseiinimolekuli füüsikalis-keemilise modifikatsiooni tulemusena.

ERINEVAD VÕIMALUSED PIIMA KALGENDAMISEKS

Happeline kalgendamine

Mitselli negatiivsete laengute neutraliseerimine piimhappe H⁺ ionide toimel, mille tulemusena läheb mitsellis leiduv kaltsium vesilahusesse. Selline desorganiseerimine muudab mitsellid peaaegu täielikult neutraalseks ning viib geeli tekkimiseni. Juustuvalmistamise seisukohalt on oluline ainult hapestumine, st ainult üks osa mitsellide neutraliseerimisest. See soodustab mitsellide üksteisele lähenemist ning kindlustab laabi parema toime.

Mitselli desorganisatsiooni kasutatakse samuti ära, tänu hapestumisele, nõrutamisel.

Tüüpiline happekalgendi produkt on jogurt või hapupiim.

Laabi abil saavutatav kalgendamine

Laabi abil läbi viidavat kalgendumist iseloomustab laabi toime Kappa kaseiinile (kaltsiumile mittetundlik kaseiin), tuues kaasa kaltsiumi võrgustiku tekke. Pange tähele, et see protsess

on tugevalt sõltuv temperatuurist: alla 10°C koagulatsiooni ei toimu; 10–20°C vahel on koagulatsiooniprotsess väga aeglane, seejärel üle 20°C kiireneb üha kuni temperatuurini 42°C. Koagulatsiooni põhjustav ensüüm on mitteaktiivne üle 55°C. Laabi toimet soodustab piima happesuse kerge tõus, mis muudab kalgendi tekke kiiremaks ja kalgendi kõvemaks.

Seevastu liiga tugev happelisus võib kaasa tuua vastupidise efekti: tekkinud kalgend jääb pehmeks mitsellide lagunemise tõttu ($\text{pH} < 6$).

Kümosiin on piisavalt tugev, et lõhkuda (aminohapetevahelisi) sidemeid 105–106 vahel, aga mitte piisavalt tugev, et lõigata aminohappeahelaid muudes kohtades. Proportsioon kahe faasi – ensümaatilise ja mineraalse faasi vahel sõltub eelkõige temperatuurist, aga esmane faas on alati domineeriv flokulatsiooni ajal (kaseiini flokulite teke), see ulatub 60% üldisest reaktsioonijast värske piimaga tehtud uuringute kohaselt.

Tänu mitsellide vahelistele piimavadaku-taskukestele on tekkiva geeli kogumaht võrdne töödeldava piima esmase mahuga. Seega, kui me tahame vadakut eraldada, siis tuleb meil geeli lõigata, selleks et võimaldada vadakul eralduda.

Juustuvalmistamisel peatub ensümaatiline protsess koagulatsiooni ajal, samas kui mineraalne faas jätkub kogu nõrutamisprotsessi jooksul.

Pepsiini kasutamine annab laagerdumise käigus enamasti olulise efekti proteolüüsile.

LAAP

Laabi omadused

Koaguleerivad ensüümid võivad olla erinevat päritolu (taimsed, fungitsiidid, bakteriaalsed ja loomsed). Juustuvalmistamises on kõige enam kasutatav ensüüm loomse päritoluga laap, mis kindlustab hea tulemuse nii kalgendi tugevuse, saagikuse kui laagerdumise kohalt. Laap koosneb kahest ensüümist: esimene, ülekaalus olev (75%) on kümosiin, teine on pepsiin. Seda eraldatakse piimaga toidetavate noorte mäletsejate maost, enne nende võõrutamist.

Laabi valmistamine

Laabi koaguleeriv ensüüm saadakse noorlooma vatsa leotamisel soolvees. Saadud ekstrakt filtreeritakse ja selitatakse, seejärel tehakse bakterioloogilised ja keemilised kontrollid. Seega on laabi pH, soolasisaldus ja toime tugevus standardiseeritud.

Laabi tugevus

Laabi tugevus on vedela laabi koguse ja kalgendatava piima koguse suhe 35°C juures 40 min jooksul:

- **laap 1/10 000:** üks liiter laapi kalgendab 10 000 liitrit piima 35°C juures 40 minutiga ja sisaldab vähemalt **520 mg aktiivset kümosiini**.
- **laap 1/2500:** üks liiter laapi kalgendab 2500 liitrit piima 35°C juures 40 minutiga ja moodustab veerandi 1/10 000 kümosiini kogusest.
- **kitselaap (Grandine) 1/ 3300:** 1 liiter laapi kalgendab 3300 liitrit piima 35°C juures 40 minutiga ja sisaldab kolmandiku 1/10 000 kümosiini kogusest.

Tänapäeval väljendatakse tavaliselt laabi tugevust kümosiini kogusega milligrammides liitri kohta, näiteks laap 1/10 000 sisaldab minimaalselt 520 mg kümosiini liitri kohta.

Ensüümi tööviis

Ensüüm toimib ühele ainsale piima koostisosale: Kappa-kaseiinile (mis on teiste kaseiinide alfa-kaseiini ja beeta-kaseiini kaitsjaks) ühes kindlas kohas. On vajalik, et ensüümi kogus vastaks substraadi kogusele. Märgime ka ära, et nakkumisaeg on pöördvõrdeline ensüümi kogusega.

Laabi toimet mõjutavad faktorid

Temperatuur: madalal temperatuuril toimib laap Kappa-kaseiinile väga aeglaselt ning kalgendit ei teki. 45°C kõrgematel temperatuuridel laguneb laap osaliselt ja järelikult tema aktiivsus langeb. 55°C juures on ta täielikult denatureerunud olekus ning tema proteolüütiline tegevus olematu.

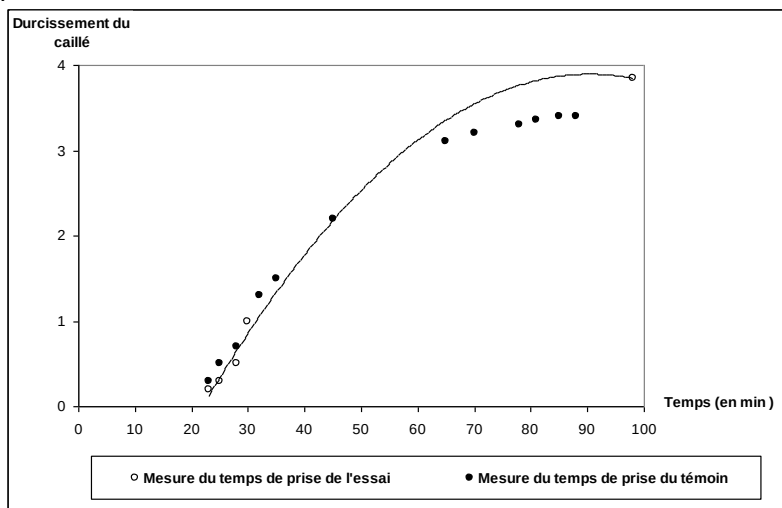
pH: Keskkonna pH on kalgendumisel põhilise tähtsusega. „Ebanormaalsed“ piimad, mille pH on liiga kõrge (7 lähedal), kalgenduvad raskelt. Ei tohi ka unustada, et puhastusainete jäägid, nagu sooda ja Javeli vesi, takistavad laabi toimet.

Kaseiini mitselli suurus: Mida suuremad on mitsellid, seda lühem on koagulatsiooni aeg. (vt keemilise koostise peatükki). Liiga pikk jahutamine 4°C juures vähendab mitsellide suurust.

Piima koostise rikkalikkus: Tihti on kitsepiima puhul võimalik tähele panna proteiini koguse olulist vähenemist laktatsiooniperioodi mõnel hetkel või mõningates karjades.

KALGENDI TEKKIMINE JA KÖVENEMINE

Tabel 21: Kuivaine koguse lisamise mõju geeli tugevuse arengule ultrafiltratsiooni pidurdamise kaudu



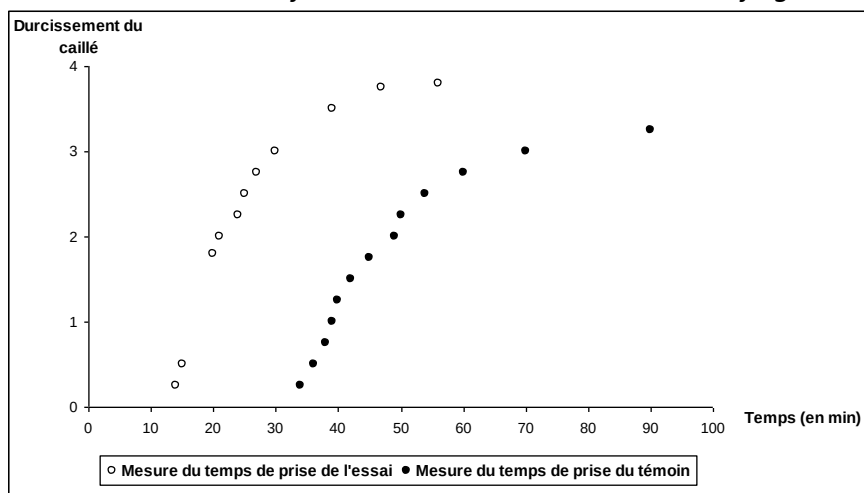
Võrdlus: jahutatud piim 48 tundi 4°C

Katse: korrigeeritud piim (valkudega rikastatud 10% võrdluspiima suhtes)

Laabi kogus: Laabi koguse suurendamine kiirendab kalgendumist.

Kasutatav kaltsium: Piima säilitamine madalal temperatuuril (2–4°C) modifitseerib kaltsiumi, mida saaks koagulatsiooniks kasutada. Kaltsiumkloriidi lisamine ja happesuse kerge tõstmine tugevdavad laabi koagulatsiooni (vt all olevat graafikut).

Tabel 22: Kääritamise ja kaltsiumkloriidi lisamise koosmõju geeli tugevuse arengule



Võrdlus: jahutatud piim 48 tundi 4°C

Katse: korrigeeritud piim

Laapi hoitakse maksimaalselt 7°C juures valguse eest varjatult hermeetilises nõus.

Vaatamata nendele ettevaatusabinõudele kaotab laap ühe kuuga 1% oma kontsentratsioonist.

KALGENDUMISPROTSESS

Kalgendamine varieerub olenevalt juustutüübist. Piimhappetüüpi tootmisel kestab see 24 tundi – see aeg on vajalik kalgendi happesuse suurenemiseks. Laabiga valmistamisel on kalgendumisaeg erinev, sõltudes laabi kogusest ja temperatuurist ning varieerudes keskmiselt 20 minutist kuni 1,5 tunnini.

Näiteks: laabi, kontsentratsioon 520 mg kümosiini, kogused võivad olla 15–40 ml/ 100 liitri kohta ja temperatuur 28–40°C.

Kalgendamiseks kuluv aeg ja kalgendi tugevus sõltuvad samal ajal ka mitmetest teistest faktoritest:

- kalgendavata piima koostis
- kalgendumisaja jooksul hoitav temperatuur.

Kalgendumisprotsess koosneb kahest etapist:

nakkeaeg: aeg mille jooksul hakkab tekkima geel ja toimub üleminek vedelast olekust tahkeks.

See etapp on väga oluline kalgendumisfaasi paremaks juhtimiseks. Nakkeaega kontrollitakse nn nõõpaugu ehk taskulõike testiga, mis võimaldab näha üleminekut vedelast olekuks tahkele.

SEE TEST VÕIMALDAB SAMUTI KONTROLLIDA PIIMALOOMADE VÕIMET TOOTA LOOMSEID KOAGULEERUVAID KASEINE ÜHE LOOMA KAUPA (vaja läheb vesivanni ja lahjendatud laapi).



Piima flokulatsiooni määramine



Kalgendi lõikamiskõlblikkuse kontroll ehk kõvenemise lõpp

Kalgendi kõvenemise aeg: nakkeaja lõpust kuni kalgendiga töötamise alguseni kuluv aeg. Liiga pikk aeg võib kaasa tuua raskused väikese tera lõikamisel, kuid liiga lühike aeg võib kaasa tuua olulise valgukao, mis jääb vadakusse.

Tabel 23: Eri päritolu geelide omaduste omavaheline võrdlus

Omadused	Laabi toimetekkinud geel	Vahepealsed geelid	Piimhappe geelid
Pöörduvus	pöördumatu	pöördumatu	pöörduv
Läbilaskevõime	läbilaskmatu	suurenev	läbilaskev
Mineraliseerumine	mineraliseerunud	vähenev	demineraliseeruv
Vastuvõtlikkus rebenditele	mittevastuvõtlik	suurenev	vastuvõtlik
Kontraktsioonivõime	märkimisväärne	vähenev	nõrk
Plastilisus	märkimisväärne	vähenev	nõrk
Elastsus	märkimisväärne	vähenev	nõrk
Vastupanuvõime mehaanilisele töötlemisele	märkimisväärne	vähenev	nõrk
Nõrgumisomadused	nõrk	suurenev	oluline

Kalgendi koostist määravad faktorid



Juustutera

Vee aktiivsus: Aw

Aw väärtus mõõdab vaba vee taset juustus – see on vesi, mida bakterid (ka juustu saastumisel) saavad laagerdumisel oma arenguks kasutada. Aw väärtused võivad olla vahemikus 0 (täielikult dehüdratiseerunud toode) kuni 1-ni, mis on puhta vee väärtus.

Mida suurem on Aw väärtus, seda kiirem on laagerdumisprotsess, kuid Aw suurem väärtus soodustab ka ebasoovitavate bakterite arengut. Seega ei tasu proovida saavutada

võimalikult kõrget Aw väärtust nii sanitaarse riski tõttu kui ka seetõttu, et liiga kiiret laagerdumist on raske kontrolli all hoida.

Vee aktiivsust on juustu tootmisel väga kasulik teada, kuid selle mõõtmine nõuab väga kalleid ja spetsiifilisi vahendeid. Juustuniiskuse mõõtmise lihtsama töövahendina kasutatakse teist kriteeriumi, mida tuntakse kui **rasvavaba juustu niiskussisaldust: HFD**. See võimaldab hinnata juustu niiskust ilma rasvaineteta, sest viimased sisaldavad väga vähe seotud vett ja järelikult ei ole oluline seda arvesse võtta.

$$\text{HFD} = (100 - \text{kuivaine} / 100 - \text{rasvaine}) \times 100 (\%)$$

Kalgendi **HFD väärtuse** tundmine võimaldab kontrollida laagerdumise kiirust. Selle kiiruse standardiseerimiseks tuleb säilitada kogu aasta jooksul alati sama HFD väärtus (samas kui piima koostis muutub ja seega ka kuivaine oma). Kontroll toimub nõrgumistaseme reguleerimisega, kuivatades kalgendit rohkem või vähem.

Kalgendi lõplik pH

Kalgendi pH lõplik väärtus mõjutab juustu laagerdumisprotsessi käigus arenemisvõimeliste mikroorganismide tüüpe. Kriitiline tase on pH 5 juures, sest sellest väärtusest madalamal on praktiliselt ainsad arenemisvõimelised mikroorganismid pärmid ja hallitusseened. Lisaks on proteaasid ehk valke lagundavad ensüümid, mis vastutavad aroomi ja juustumassi pehmuse eest, inaktiivsed pH 5-st madalamatel väärtustel.

Sõltuvalt pH väärtusest on laagerdumisel kaks erinevat kulgemisteed:

- Kogu juustus on pH > 5: proteaasid alustavad proteiinide lagundamist kohe laagerdumisprotsessi algusest peale. Laagerdumine toimub ühtlaselt kogu juustus.
- Juustu pH < 5: toimub kaks üksteisele järgnevat etappi:
 - pH suurenemine pinnal, sest pärmid ja hallitusseened neutraliseerivad piimhappe;
 - proteaaside aktiveerumine.

Viimase juhul ei ole laagerdumine ühtlane, juustupind on degradeeritum kui keskpaik: juustu neutraliseerimine toimub tsentri suunas, väljast sissepoole, seega alustavad proteaasid seal varem proteiinide lagundamist. Toimub nt piimhappetüüpi juustude puhul, kui sisemine pH läheneb 4,5-le, koorik proteolüüsitakse kiiremini kui keskpaik ning tulemuseks on kõvem juustusüdamik.



Juustu pH mõõtmine nõrgumisetapi lõpus

Jääksuhkru sisaldus, laktoosi kontsentratsioon

Jääksuhkru kontsentratsioon varieerub vastavalt juustu tüübile. Piimhappetüüpi juustud sisaldavad jääksuhkruid keskmiselt 18–21 g juustukilo kohta, keskmise teraga juustud 10–15 g juustukilo kohta ja pressjuustud vähem kui 5 g juustukilo kohta.

Jääksuhkru vähesuse korral ei saa areneda laagerdumiseks hädavajalikud pärmid ja hallitusseened ning seega on neil juustudel vähem maitset ja lõhna. Kui jääksuhkrut on aga, vastupidi, liiga palju, siis see soodustab hästilevivade (sini)hallituste arengut, kes on eriti maiad jääksuhkrule.

Rasvasisaldus

Rasvadel on väga negatiivne mõju nii piima koaguleerumisele kui nõrgumisele. Rasva gloobulid takistavad oma suuruse tõttu nii kaseiinimitsellide lähenemist kui ka juustuteras oleva piimavadaku väljanõrgumist. Ometigi on rasvad väga tähtsad aroomiomaduste ning juustumassi pehmuse ja tekstuuri väljakujunemisel.

Mineraalained

Juustus leiduva kaltsiumi ja fosfori koguse teadmine võimaldab omada ettekujutust mineraalainete tasemest. See näitab samuti juustu puhverdusvõime astet (võimet neutraliseerida väga madalat pH). Suure mineraalainesisaldusega kalgendi pH on stabiilne, mis mõjutab tema eluiga. Mineraalainete taseme määramiseks arvutame välja järgmise suhte Ca/rasvavaba kuivmass. Madal suhtarv on omane piimhappetüüpi juustule, mille kalgend on happeline ja aeglase nõrgumisega. Kõrge suhtarv näitab seevastu mineraliseeritud juustu kalgendit, mis on saadud laabiga kalgendamisel vähese happesusega ning on kiiresti nõrguv.

4. NÕRUTAMINE

See faas kindlustab juustu säilimise ja soovitud lõpliku kuivaine sisalduse saavutamise. Nõrutamine seisneb juustu kalgendamisel tekkiva vadaku eraldamises. See võib olla loomulik või, vastupidi, vajada mehaanilist või termilist sekkumist.

Nõrutamine toimub sõltuvalt tootmisprotsessist:

Toomisprotsess piimhappebakterite abil: Tegemist on spontaanse nõrgumisega, mille aktiveerib proteiinide lagunemine (kaseiini mitsellid) ja mis toimub tänu happelisuse tõusule, mis muudab juustu kalgendi poorseks. Oluline täpsustus: nõrgumisruumi temperatuur peaks olema suvel 18–20°C ja talvel 20–22°C. Nõrgumine toimub kas siis koos eelnõrutamisega riide abil või kalgendi kihtide üksteise peale asetamisega vormides.

Tootmisprotsess laabi abil: Kalgend moodustab ühtse bloki ja vadakut eemaldub väga vähesel määral. Vadaku eemaldamine nõuab mehaanilisi või termilisi töötlemisi, mida täiendavad kaks olulist faktorit:

Sünerees

Kaltsiumisidemete arvu suurenemine tõmbab kalgendi kokku. See kokkutõmbumisfenomen sõltub kaltsiumi hulgast ja valgulise aine sisaldusest. Seega lahustuvate valkude oluline hulk suurendab vee kinnihoidmist ning sellest tulenevalt vähendab sünereesi.

Happesuse tõus

Piimhappetootmine toob kaasa valkude demineraliseerumise, millel on rida kasulikke tagajärgi:

- valkude õrn separatsioon
- poorse kalgendi teke
- vangistatud vadaku välja ilmumine.

5. MEHHAANILISED JA TEHNILISED TEGEVUSED KALGENDI PAREMAKS NÕRUTAMISEKS

JUUSTUKALGENDI LÕIKAMINE

Suurendades kalgendi pindala, nõrgub vadak kergemini välja. Loogiliselt, mida suurema kuivaine sisaldusega juustu soovitakse, seda peenemaks peaks kalgendi lõikama. Kalgendi korrapäraseks lõikamiseks on soovitatav kasutada spetsiaalset lõikurit. Iga lõikamisstaadium defineeritakse juustutera suuruse kaudu, mille külje pikkus võib varieeruda 1–20 mm.

Vastavalt tera suurusele on kasutusel järgmised nimetused:

- 1 mm = tolmutera**
- 2 mm = riisitera**
- 8 mm = maisitera**
- 10 mm = pähkliterake**
- 12 mm = suur pähklitera**
- 15 mm = kuubik**

Parema ettekujutuse saamiseks kujutage seda ette järgmiselt:

Neljakandilise 1m x 1m ploki pindala on 6m². Kui see lõigata 1 cm küljepikkusega kuubikuteks, saadakse pindalaks 600 m².

Lõikamise algus määratakse koagulatsiooniks kuluva aja funktsioonina, võttes arvesse nakkumisaja ja kõvenemise aja.

Tabel 24: Nakkeaja ja kõvenemisaja suhe erinevatel juustutüüpidel

Juustu tüüp	Nakkeaeg	Kõvenemisaeg nakkeajaga võrreldes	Kõvenemine
Järelsoojendusega pressjuust gruyère tüüpi	10–15 min	Kolmandiku võrra	3–5 min
Järelsoojenduseeta pressjuust tommi tüüpi St Paulin	10–12 min	2 kuni 2,5 korda pikem	20–30 min
Pehme juust camembert'i tüüpi	15–20 min	3 kuni 4 korda pikem	45–80 min

SEGAMINE JA LAKTOOSI EEMALDAMINE

Segamine

Segamine väldib kalgenditerade kokkukleepumist ja mehaanilise šoki tõttu kergendab juustuteradest vadaku väljumist. Segamisaega limiteerib juustuterade võime vadakut eraldada. Kui segamisaeg on liiga pikk, tekib oht kalgendi ülehapnemiseks ja sellest lähtuvalt märgatavateks tootekadudeks. Segamisaeg varieerub vastavalt valmistamistüübile, seda võib teha üks või kaks korda vaheldumisi suhkrujääkide eemaldamisega.

Laktoosi eemaldamine

Suhkrujääkide eemaldamine võimaldab pidurdada ja vähendada happe moodustumist, selleks et säilitada laabi toime. Sel eesmärgil eemaldatakse vadak ja vähendatakse seega ka omandatud happesust. Seejärel lisatakse teatud kogus vett, mille temperatuur võib olla erinev vastavalt valmistamistehnoloogiale ja mis lahjendab allesjäänud happe. Otsigem tasakaalu!

Lõikamise ja suhkrujääkide eemaldamise vahele jääv segamisaeg peab:

- olema küllalt lühike, sest vadak eemaldub raskemalt 10–15 min möödudes rõhu tõttu, mida kalgenditerad üksteisele avaldavad ning lisaks muutub suhkru eemaldamine ebaefektiivseks;
- piisav juustuterade korrektseks nõrutamiseks.

Millal laktoosi eemaldada

- Kohe juustutera lõikamise järel niipea kui võimalik, et takistada piimhappebakterite tegevust ja mängida juustutera pinnaga, mis on sellel hetkel pehme ja vastuvõtlikum vadaku vahetamiseks vee vastu.
- Kui vadak on maksimaalselt eemaldatud enne vee lisamist. Lisatava vee hulga arvutamiseks tuleb võtta arvesse soovitud happesuse määr. Seda saab välja arvutada, kuid asja lihtsustamiseks võib lisada sama koguse vett kui eemaldati vadakut.

Kui juustumassil on neutraalne maitse (on täiesti maitsetu) ja mass on kleepuv, on laktoosi eemaldamine olnud liiga efektiivne.

KALGENDI SOOJENDAMINE

On veel üks tulemuslik viis laabiga saadud kalgendi nõrutamiseks. Topeltseinaga valmistusnõul saab lasta ringelda sooja veel või lisada kalgendile sooja vett (jääksuhkru eemaldamine kalgendist). Vastavalt soojendamise astmele aktiveerime bakterite tegevust erinevalt, mis mõjutab edasist happesuse kasvu.

Kuumutamise kolm tasandit:

Kuumutamisel **kuni 38°C** jäävad nõ uinunud mesofiilsed bakterid endiselt aktiivseks. Seevastu kuumutamisega **temperatuurivahemikus 39–45°C** hävitatakse osa hapestavast mesofiilsest mikrofloorast.

Alates 50–52°C on hapestav termofiilne floora neutraliseeritud ja temperatuuri hoidmine lühemat või pikemat aega üle 58 °C võib põhjustada kogu bakteriaalse floora hävingu. Kuumutamise kiirus ei tohiks olla ei liiga pikk, sest kaasneb risk liigseks hapestumiseks, ega ka liiga kiire, et vältida kalgendi tera kapseldumist ja kooriku tekkimist, see tähendab, et tekib seest pehme ja väljast kuiv tera, kust vadak enam ei eemaldu.

Järelsoojendusega soojalt laabiga kalgendatud pressjuust

> 30°C aga mitte soojendada pärast tera lõikamist

Madala järelsoojendusega soojalt laabiga kalgendatud pressjuust

> 30°C ja tera soojendamine pärast lõikamist kuni 45°C

Kõrge järelsoojendusega soojalt laabiga kalgendatud pressjuust

> 30°C ja tera soojendamine pärast lõikamist kuni 55 °C (Mozzarella kuni 59 / 60°C)

Soojendamise määr on justkui pidur piimhappebakterite aktiivsusele. Näiteks aeglustab kalgendi temperatuuri tõstmine 39°C teatud madala järelsoojendusega pressjuustudel mesofiilsete bakterite tegevust. Sellega kaasnev hapnemise edasilükkamine võimaldab vadakul väljuda enne piimasuhkru laktoosi transformeerimist piimahappeks.

PRESSIMINE

Pressimisega eemaldatakse ülejäänud juustuterade vahele jäänud vadak. Traditsiooniliselt tehakse seda otse vormides. Aga tänapäeval kasutatakse mõnikord ka eelpressimist juustutankides ja alles seejärel pressitakse nagu tavaliselt vormides. See võimaldab vältida mehaanilisi auke juustumassis, mis tekivad vangijäänud õhust. Pressile rakendatav jõud varieerub sõltuvalt juustust vahemikus 20–30 g/cm² kuni 400 g/cm². Pressiks kuluv aeg kahaneb mõningale tunnile, kui juustumassi hoitakse hapnemas soojas ruumis. Pressitud juustu happesuse tõus peab toimuma pressi all, mis annab tulemuseks rohkem või vähem poorse kalgendi ning hõlbustab vadaku eraldumist.



Pneumaatiline press

Pressimise kolm parameetrit:

- pressimisraskus,
- aeg,
- pressimisruumi temperatuur.

Pressimine toimub kas kang-tüüpi pressiga või siis otse vormis, mida on riidega dubleeritud ja mis kaetakse sisemahtuva kaane ehk mütsikesega, mida kutsutakse „foncet“. Traditsiooniliselt valmistatakse neid puidust, aga tänapäeval ka plastikust. Riie kiirendab vadaku eraldumist oma kapillaarsuse tõttu. Räägitakse riide-efektist; liiga peenikese kiuga riie võib samas liiga kiiresti ummistuda, kui pressitakse liiga tugevalt.

Pressi väljaarvutamine

Lihtsa pressimise puhul kaanega vormis:

- juustu diameeter D1;
- juustu pindala S võrdub: $3.14 R^2$ (R = juustu raadius cm, $R = \frac{1}{2} D1$);
- juustule rakendatud koguraskus P grammides;
- rõhk juustu 1 ruutsentimeetrile väljendub suhtes P/S.

Kangi tüüpi pressil:

Järgneva võrrandi alusel: $P1 \times D2 = F1 \times D1$

Juustule rakendatud raskuse grammides saame tuletada valemi abil:

$$F1 = (P1 \times D2) / D1$$

P1 = kangile rakendatud koguraskus grammides

D1 = kangi õla pikkus toetuspunkti ja juustule toimiva presspunkti vahel;

D2 = kangi kogupikkus;

F1 = juustule rakendatud raskus grammides;

Teades raskust F1 ja juustu pindala S, saab arvutada juustu 1 cm² rakendatava raskuse F1/S.

JUUSTUDE ÜMBERPÖÖRAMINE

Piimhappetootmise puhul: ümberpööramine aitab parandada juustu nõrgumist – mida rohkem juustu pööratakse, seda ilusamad ja korrapärasemad saavad juustu küljed.



Teist tüüpi tootmiste puhul: pressjuustude puhul pööratakse pressimisel olevaid juuste esimest korda 30–40 minuti möödumisel; pehmete juustude puhul tehakse seda tihti 2–4 korda, viimase pööramisega kaasneb ka esimese külje soolamine.

6. JUUSTUDE SOOLAMINE

Kuigi lihtne, on sellel ettevõtmisel rohkem kui üks kasutegur:

- **toetab nõrgumist:** tungides juustumassi soodustab sool vadaku eraldumist;
- **kooriku teke:** eelkõige käsitsi jämeda soolaga soolatud pressjuustudel ja mõningatel sinihallitustüüpi juustudel;
- **mikroobide selektsioon:** näiteks piimhappe tootmises pidurdab *Oidiumi* kasvu pinnal. NB! *Mucor* ei karda tavalist juustu pinnal olevat soolakogust.
- **maitse moodustamine:** loomulikult andes ise maitset, aga ka intensiivistades ja esile tuues teisi maitseid, mis tulenevad piima keemilisest muundamisest.

Kaks praktilist lähenemisviisi soolamisele:

- kuivalt soolamine, kas jämeda või peensoolaga;
- soolveega soolamine.

Kuiva soolaga soolamine soodustab kooriku teket.

Soolveega soolamine on seevastu palju regulaarsem ja ühtlasem. Sobib suurepäraselt nii pehmetele kui ka pressitud juustudele. Piimhappejuustude ja sinihallitustüüpi juustude puhul on soovitatav eelistada kuivsoolamist.

Soolalahus

Definitsiooni kohaselt on soolvesi soola ja vee segu, mida kasutatakse järgnevalt:

Küllastunud soolalahus: kontsentratsioon 350 g soola liitri vee kohta 15°C, või siis tihedusega 1195 kg/m³.

Soolalahuse hoidmine temperatuuril 10–12°C takistab soovimatute mikroorganismide võimalikku arengut; regulaarne filtreerimine eemaldab juustujäägid. Soolalahuste happesus varieerub vastavalt juustu tüübile ja vanusele. Värskel soolalahusel tuleb kindlasti happesus tasakaalustada, lisades näiteks keema lastud ja jahutatud vadakut, happesuse tõstmiseks valge veini äädikat või piimhapet. Kui soolalahus ei ole piisavalt happeline, on risk saada rasvade defektiga juust.

Hea soolalahuse saamiseks on kaks erinevat happesuse määra:

- pehmed juustud: 60–65° Th; pH 4,8
- pressitud juustud: 40–45° Th; pH 5,2

Soolamise kestvust arvutatakse järgmise suhtega: juustu kaal/juustu pind

Kaks näidet: (Tähelepanu! väärtused ei ole proportsionaalsed)

- a) pehme juust 300 g: aeg 30 min;
- b) küpsetamata teraga pressitud juust 1,2 kg: aeg 8 tundi.

Soolalahusega soolamisel on arvutamiseks võimalik kasutada järgmist valemit:

$$S = 2C \times (A/V) \times [(D \times t) / \pi] \times (1 / 2)$$

$$S = 2 C \times (A/V) (D \times t) 3,14 \times \frac{1}{2}$$

S: g soola hulk grammides 100 g juustu kohta;

C: soolalahuse kontsentratsioon g soola 100 g vee kohta;

A: juustu pindala cm²;

V: juustu maht cm³;

D: soola lahustumise koefitsient cm³ / h;

t: soolamise kestvus tundides; π = 3,14.

Näiteks: pehmed juustud = 0,20 cm² / h;
 pressitud juustud = 0,18 cm² / h.

Lisaks soola erinevale kontsentratsioonile soolalahuses on tähtis ka suhe soola koguse ja soolalahuse tiheduse vahel liitri kohta, mida mõõdetakse *densimeetriga*.

Tabel 25: Soolalahuse tiheduse ja soola kontsentratsiooni suhe 15°C juures

Tihedus	soola hulk liitri vee kohta (g/l)
1115	188 g
1120	200 g
1125	214 g
1135	230 g
1175	308 g
1195	350 g

Soolal on suuremal või vähemal määral sissetungimisvõime. Järgmine tabel esitab juustu sisse imbumise kiirust ning tasakaalu pinna ja keskkoha vahel sõltuvalt ajast.

Tabel 26: Juustulõigete uurimine – lõiked on tehtud eesmärgiga uurida soola liikumist ja fikseerumist aja funktsioonina

Proov	Päev	Päev + 1	Päev + 2	Päev + 8	Päev + 15
Keskpaik	0,30%	1,07%	1,19%	1,76%	2,03%
Pinnakiht	2,80%	1,40%	1,26%	1,65%	1,69%
Põhjaosa	3,20%	3,09%	2,48%	2,33%	2,17%
Nurgaosa	4,40%	3,13%	2,56%	2,22%	1,80%

7. JUUSTUDE KUIVATAMINE

Juustude kuivatamist vormist välja võtmise järel kasutatakse rohkem pehmete juustude või piimhappejuustude puhul. Nendes toodetes leidub tõepoolest liigset vett, mis on ebasoovitavate hallituste arenguks sobiv faktor, nt *oidium* tüüp (kärnkonna nahk) või *mucori* tüüp (kassikarvad).



Klimatiseeritud kuivatusruum

Ideaalne õhk kuivatamiseks on 14–16°C niiskusega 65–75%.



Tekstiilist õhutsirkulatsioonivoolik

Kõigele vaatamata sobib kerge kuivatamine juustutööstusele vaid koos mõningate rakendavate ettevaatusabinõuetega:

- Kuivatamine tuleks läbi viia eraldi selleks ettenähtud ruumis, mitte nõrutamisruumis, sobib nt koridor või muu vastavalt sisse seatud kitsas ruum.
- Juhul kui välisõhku kasutav kuivatussüsteem on liiga ettearvamatu, tuleks appi võtta külmutusega kuivatussüsteem, mis elimineerib vee välisest ilmast sõltumatult.

- Loomulikult peaks ruum olema isoleeritud ja sisustatud eelistatavalt asjatundja poolt.
- Sobivad tingimused on temperatuur 14–16°C ja niiskus 65–75%, soovitatav maksimaalne juustukaal, mis päeval ruumi pannakse; 24 tunni jooksul eralduva vee kaal 15–20%.
- Reguleerimine: üks külma termostaat, üks sooja termostaat, üks hüdrostaad.

kuivatamist kontrollitakse kaalutestiga

8. LAAGERDAMINE EHK JUUSTU SEEDIMINE ENSÜÜMIDE POOLT



Lehiselaudadel laagerduvad pressjuustud

Laagerdumine on kalgendi keemiliste koostisosade ensümaatilise lagundamine. Selle käigus muutub kõva kompaktne ja maitsetu juustumass rohkem või vähem esiletungiva maitsega pehmeks massiks.

JUUSTU MAITSE

Maitse on kvaliteedi lahutamatu osa, kuid kas me ei kipu seda mitte ära unustama? Kui räägitakse kvaliteedist, siis on selle sisu kaasajal pigem toitumisalane julgeolek. Aga kas me ei jõua niimoodi ohutu, kuid maitsetu juustu valmistamiseni? Ma soovitan teil tähelepanelikult lugeda järgnevat lõiku, kus on hästi edasi antud maitse definitsioon ja eelkõige see, mida peaks ootama kvaliteetselt tootjalt – sest kvaliteetne toode on hea ja tervislik toode!

Maitse mõiste sisu

DEGUSTEERIMINE on tähelepanu pööramine toiduaine poolt esile kutsutud aistingule; selline tähelepanu võimaldab kõige sagedamini tutvustada neid toiduaineid sõnade abil.

MAITSE on mitmetähenduslik termin, mille all mõistetakse:

- Seda osa meie meeltest, mis võimaldab tunda maitseid.
- Toiduaine omaduste kogumit, mida meie meeled on võimelised märkama (eriti need, mis on tundlikud keemilisele stimulatsioonile). Näiteks nn vanilje maitse on peamiselt seotud ühe molekuliga, mille meie suus püüavad kinni kindlad maitsmisretseptorid.
- Emotsioonide tagajärgi, mida me oleme tundnud eelnevates toidualastes kogemustes, ja naudingut, mida me taas otsime süües. Näiteks, mis ka ei oleks ühe toiduaine valiku motivatsiooniks, väljendutakse tihti „mulle meeldib selle maitse“. See, mida nimetatakse maitseks millegi suhtes, on mälu ja läbielatu tulemus.
- Maitset kui omadust hinnata, mis on hea või ilus.

Organoleptiline kvaliteet on omaduste kogum, mida omistatakse ühele toiduainele või millelegi spetsiaalsele ja on suhteline ning defineeritud. Kvaliteet võib olla kas isiklik väärtus ehk siis kollektiivne ehk siis kultuuriline kokkulepe. Puudus ehk viga on mittesoovitud omadus.

Aisting on stimulatsioon, mis tuleneb toiduainest või keskkonnast ja on saadud füsioloogiliste tunderetseptorite kaudu.

Taju ja ettekujutus on ühe teatud aistingu silmapilkne arvesse võtmine, mis on võimeline kaasa tooma vaimseid interpretatsioone ja tõlgendusi, mis sõltuvad degustaatorist ja hetkest. Emotsioonidega seotult võivad nad anda alust rohkem või vähem väljendatavale arvamusele.

Väljendus on ettekujutuse edasiandmise viis, andes sellele tähenduse keele abil ja igaühe referentsi ehk eelneva kogemuse abil.

Aistingute hindamine on toiduaine metoodiline vaatlus vastavalt aistingutele, eesmärgiga kirjeldada selle organoleptiliste omaduste iseloomu ja intensiivsust kasutades selleks kirjeldavat ja hedonistlikku sõnavara.



Lamba tomme'id restidel laagerdumas

***Ja nüüd räägime LAAGERDUMISTEHNİKAST
eesmärgiga anda valmistatud juustule hea maitse!***

Üldine printsiip:

Mida lihtsamateks elementideks on juustukalgendi keemilised koostisosad viidud, seda rohkem annavad need baaselemendid maitset (vt ptk Keemiline koostis).

Edukaks laagerdumiseks peavad olema olema järgnevad tingimused:

Kindlate omadustega juust:

- pH;
- kuivaine kogus;
- hallitusseente ja pärmide leidumine.

Kindlate omadustega kelder:

Keldri **ideaaltemperatuur** jääb vahemikku **6–14°C**, liiga soojas toimuv laagerdumine võib kaasa tuua koostisosade liiga kiire lagunemise (rääsunud maitse või seebimaitse).

Niiskussisaldus 80–98%, sõltuvalt juustutüübist, on piisav hallitusseente arenguks, mis toodavad laagerdumiseks vajalikke ensüüme.

Aeratsioon, mis ei tähenda sundventilatsiooni vaid hallitusseente arenguks vajalikku õhu liikumist-uuenemist, **4–5 kordne õhukoguse vahetus tunnis**.



Laagerdumine looduslikus keldris, Rootsis

Regulaarsed hooldetööd keldris:

vastavad tööd seisnevad igapäevastes juustupööramistes, mõningate juustude ülenühkimises, kooriku pesemises.



Masin pestud koorikuga juustude pesemiseks

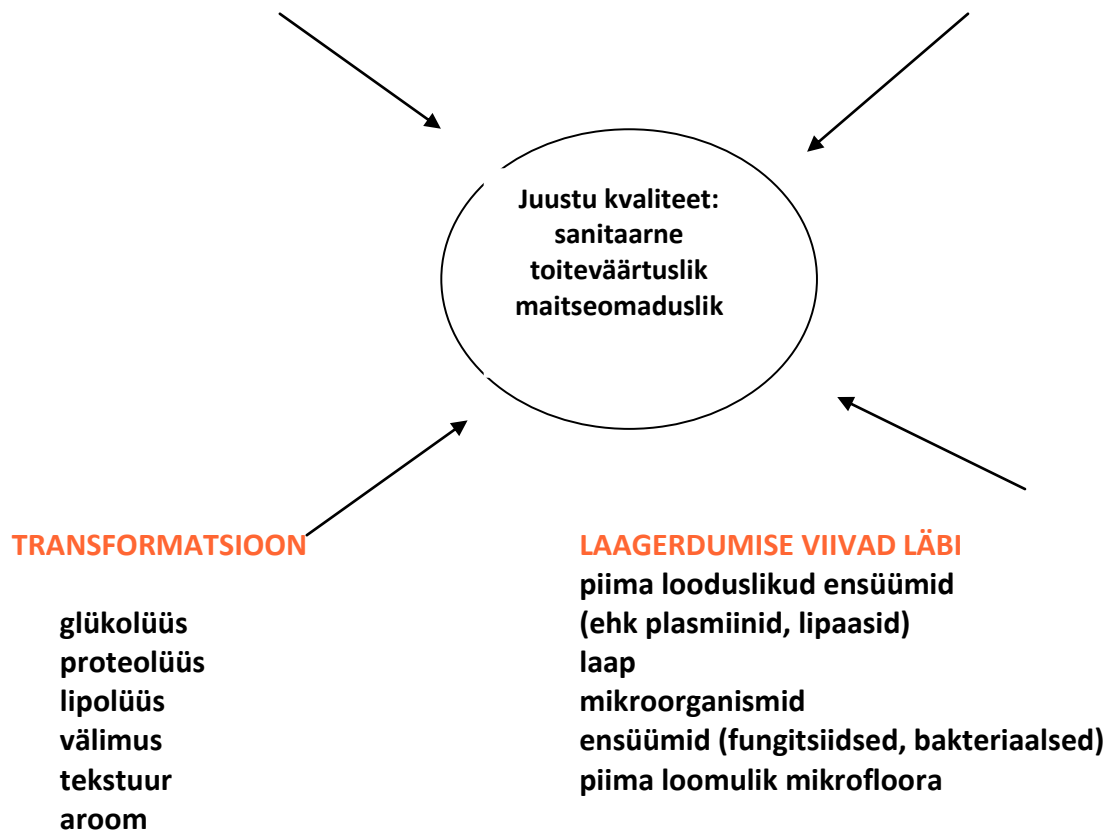
LAAGERDUMISPROTSESS

SUBSTRAAT

vesi
rasvaine
valgud
mineraalained
PH
sool
jääksuhkrud

LAAGERDUMISFAKTORID

temperatuur
niiskus
vee aktiivsus
pH
õhu koostis
õhu liikumine/uuenemine
laagerdumise aeg



Soolalahusest välja võetud juust pole muud kui mass, millel pole ei seda koostist, maitset ega ka väljanägemistki, mis on talle iseloomlikud müügihetkel. Need omadused ilmuvad aja jooksul laagerdumise käigus ja on juustu fermenteerumisprotsessi tulemus.



Laagerdumine looduslikus keldris

LAAGERDUMISPROTSESSE VIIVAD LÄBI ENSÜÜMID EHK DIASTAASID

Lõigates piima sageli kompleksseid elemente, jõuavad ensüümid lihtsama keemilise koostisega ühendite tekitamiseni. Paradoksaalselt on keemiline ühend seda värvilisem, vedelam ja lendavam, lõhnavam ja huvitavam, mida... lihtsam ta on!

Diastaasid on spetsialiseerunud kindlatele ühenditele, mida nad saavad rünnata:

- **proteolüütilised ensüümid** lagundavad lämmastikku sisaldavaid ühendeid – sealhulgas juustu koaguleerunud kaseiini – peptiidideks, polüpeptiidideks ja aminohapeteks kuni ammoniaagini välja;
- **lipolüütilised ensüümid** ründavad rasvu. Vabanevad aminohapped tekitavad rääsumist. Siiski jätkub sinihallitusjuustudes aminohapete transformatsioon, andes tulemuseks pikantse maitse.

Piimas endas leiduvad looduslikud ensüümid

Plasmiin: see ensüüm on loomult proteaas, mille optimaalne aktiivsus on pH 7.5 / 8 ja 37°C juures. Selle ensüümi tegevust hinnatakse aeglase küpsemisega pressitud juustude laagerdumisel.

Lipoproteiini lipaas: temperatuuritundlik ensüüm, mis laguneb 85°C juures 10 sekundiga. Optimaalsed tingimused on pH 8.5 / 37°C. Piima jahutamine tõstab tema toimeaktiivsust ja viib piima lipolüüsini.

Kalgendamises osalevad ensüümid:

Eelkõige laap – endopeptidaas, mis kuulub happeliste proteaaside rühma. Ta omab koaguleerivat aktiivsust esmases faasis ja proteolüütilist aktiivsust kolmandas faasis (pärast mineraalfaasi), samas sõltub see omadus kalgendamiseks kasutatud laabi kogusest ja kalgendi töötlustest (soojendamine, lõikamine...)

On ka teisi mikroobse päritoluga koaguleerivaid ensüüme (*Mucor Méihi*, *Mucor Pusillus*, *Endothia Parasitica*, *E. Coli*), mis kuuluvad samuti happeliste proteaaside rühma. Nende

proteolüütiline potentsiaal on kõrgem kui laabil ja nad viivad kiiremale laagerdumisele kalgendi tugevama proteolüüsiga.

Mikroobse päritoluga ensüümid:

Juustu kogu mikrofloora tuleneb peamiselt väljavalitud mikroorganismidest. Selle floora tase võib ulatuda kuni 1 miljard /grammi kohta (bakterid, pärmid, hallitused...) ja floorade vahel ei teki mitte niivõrd tasakaalu, kui toimub pigem erinevate floorade üksteisele järgnemine. Need mikroorganismid toimivad laagerdumisel tänu oma intra/ekstra rakusisestele ensüümidele. Me võime neid ensüüme klassifitseerida neljaks põhigrupiks.

- **Proteolüütilised ensüümid:** lagundavad valke polüpeptiidideks, siis peptiidideks ja aminohapeteks.
- **Lipolüütilised ensüümid:** triglütseriidide hüdrolüüs rasvhapeteks. Seejärel tulevad ensüümid, mis omakorda lagundavad aminohappeid ja rasvhappeid:
- **Aminohapetele toimivad ensüümid:** desaminaas, dekarboksülaas, transaminaas.
- Ensüümid, mis toimivad **rasvhapetele:** deshüdrogenaas, dekarboksülaas.

LAAGERDUMISEL OSALEV MIKROFLOORA

Laktokokkide tüüpi homofermentaatiivsed piimhappebakterid:

Nad toodavad piimahapet laktoosi baasil (toodetud hape soodustab piima kalgendumist, kalgendi nõrgumist ja määrab mineralisatsiooni taseme). Neil bakteritel on proteolüütiline aktiivsus (surmajärgne proteolüütiline aktiivsus) ehk siis rakusisesed ensüümid vabanevad pärast raku lüüsumist (lagunemist).

Heterofermentaatiivsed bakterid: nad toodavad aroomiaineid nagu alkoholid ja diatsetüülid ja komplekshapped.

Laktobatsillide tüüpi piimhappebakterid:

Termofiilsed bakterid, kellel on oluline osa pressitud juustumassiga juustude hapnemisel, neil on raku surma järgne proteolüütiline aktiivsus.

Mesofiilsed bakterid toodavad aroome ja neil on raku surma järgne proteolüütiline aktiivsus.

Propioonbakterid:

Kääritavad laktaate tootes propioonhappet ja süsinikdioksiidi. Need bakterid on vastutavad aukude eest küpsetatud teraga pressjuustudes (*gruyère'i tüüpi*) ja annavad oma panuse aroomide tootmisse.

Mikrokokid ja kornebakterid:

Neil on tugev proteolüütiline ja lipolüütiline võime, nad toodavad aroome aminohappeid lagundades. Neid baktereid kasutatakse sagedasti hoolduslahuses juustude nühkimisel laagerdamiskeldrites, mis toob kaasa kooriku värvumise.

Saccharomyces, Kluyveromyces, Debaryomyces tüüpi pärmid:

Nende roll on juustumassi happesuse vähendamine, kuna nemad tarvitavad piimahapet ja toodavad etanooli ja selle sekundaarseid koostisosasid laktoosi kääritamisel. Neil on ka

proteolüütiline ja lipolüütiline aktiivsus ning nad toodavad kasvufaktoreid, mis on vajalikud teiste bakterite arenguks laagerdumisel (sümbioos).

Hallitusseened tüüpides *Penicillium*, *Geotrichum*...

Penicillium Camembert või *Candidum*: juustumassi happesuse langetamine tänu piimhappe tarvitamisele, toodab proteaase ja lipaase, on valget värvi.

Penicillium Roqueforti: toodab proteaase, lipaase ja rasvhappe dehüdrogenaase, on sinist/rohelist värvi.

Geotrichum Candidum: omab proteolüütilist ja lipolüütilis aktiivsust.

Vajalikud toimingimused

Õhutamine ja õhu koostisosad (O₂, NH₃, CO₂):

Mikroorganismid on erineva hapnikuvajadusega:

- **Ranged anaeroobid (klostriidid, propioonbakterid)**
- **Fakultatiivsed anaeroobid: (laktobatsillid)**
- **Ranged aeroobid: (pärmid, hallitused, kornebakterid, mikrokolid)**

Juustude puhul, mis sisaldavad märkimisväärselt piimhappefloorat, on absoluutselt hädavajalik kontrollida hallituse kasvamiseks vajalikku hapnikusisaldust õhus (*camembert* tüüp). Nendel konkreetsetel juhtudel on õhuvahetus oluline selleks, et vältida liiga kõrget CO₂ ja NH₃ taset.

Erandlik on lähenemine sinihallitustüüpi juustudele, kus me tahame saada aeroobseid tingimusi juustu sees (sinihallituse arenemiseks). Juustu torgatakse pikkade metallnõeltega augud, sest *Penicillium Roqueforti* on võimeline kasvama ainult 5% O₂ sisalduse juures.

Teine näide puudutab pestud koorikuga juustude laagerdumisruumi õhu modifitseerimist: laagerdumisruumi õhule lisatakse ammoniaaki. See gaas toimib juustu neutraliseerivalt ja soodustab niiviisi (happetundliku) kornebakteri arengut juustu pinnal.

Temperatuur:

Temperatuurifaktoril on suur mõju bakterite arengule ja ensüümaatilisele aktiivsusele:

- **Pärmid ja hallitused: 20–25°C**
- **Mesofiilsed bakterid: 20–35°C**
- **Termofiilsed bakterid: 35–50°C**

Ensümaatiline aktiivsus on maksimaalne temperatuuridel vahemikus 35–50°C (lipaasidele on optimaalne 35°C ja proteaasidele 45°C). **Ometigi on lipaaside aktiivsus madalamatel temperatuuridel olulisem kui proteaaside oma (nt on *P. Camemberti* lipaas 50% ulatuses efektiivne ka 1°C juures).**

Praktikas on laagerdumistemperatuurid alati palju madalamad, mis võimaldavad paremini jälgida ja kontrollida laagerdumise käiku nii, et see ei toimuks liiga kiiresti.

Näited:

- Roquefort 7–9°C
- Pehmed juustud 10–13°C
- Järelsoojenduseeta pressjuustud 11–13°C
- Järelsoojendusega juustudel „külm“ ruum 12–13°C ja „soe“ 16–22°C

Temperatuuritsükkel järelsoojendusega pressjuustudel (emmentali tüüpi juustud)

- Mõõduka temperatuuriga ruumis 10 kuni 20 päeva, temperatuuril 12–13°C, aitab suurendada juustumassi pehmust, soodustades proteolüüsi.
- Soojas ruumis 3 kuni 5 nädalat, temperatuuril 20–25°C, et juustu sisse tekiks silmad – augud juustutaignas, mis tulenevad gaaside tekkimisest laagerdumise käigus.
- Külmas ruumis, temperatuuril 8–12°C, lõplikuks laagerdumiseks kuni müügin.

Veeaktiivsus (A_w):

See faktor on tõeliselt tähtis laagerdumisel bakterite ja ensüümide koha pealt. Veeaktiivsust (A_w) mõjutavad põhiliselt kaks parameetrit:

- juustuniiskus (kuivaines);
- soolasisaldus.

Viimane on väga tähtis, sest võimaldab samal ajal selekteerida mikrobioloogilist floorat:

Soolale tundlik mikrofloora:

Géotrichum, *Mucor*, kolibakterid, piimhappebakterid.

Soolale resistentne mikrofloora:

pärmid, mikrokokid, kornebakterid, *Penicillium*.

Praktikas kasutatakse varieeruvalt 2–2.5% – 4% lahust (sinihallitustüüpi juustud). Soola tase on tugevalt selektiivse võimega ja limiteerib bakterite kasvu (aeglasem ja paremini kontrollitav laagerdumisprotsess). Seega selleks, et saavutada standardne ja optimaalne laagerdumine, peab juustumeister teadma oma juustu koostist (kuivaine kontroll nõrutamisel ja sobiv soolatase).

Piimhappe juustudel (ja ka pehmetel juustudel) on soolamise ja laagerdumise vahel veel üks lisaetapp: juustud asetatakse „kuivatisse“ 15°C ja 75% niiskustaseme juurde üheks päevaks, et täiendada nõrgumist ja soodustada *Géotrichum Candidum*'i kasvu.

VÄGA TÄHTIS ON KELDRI ÕHUNIISKUS

Laagerdumisfaasi ajal tuleb kindlasti jälgida vee aurumist, sest see toob kaasa märgatava kaalukaotuse, mis mõjutab väljatulekut (vastavalt juustutüübile võib kadu olla 8–15%).

Valgehallitusjuustudel niiskustase peaks olema 90–92%, eesmärgiga piirata kaalukadu ja saavutada ilus ühtlase väljanägemisega *Penicilliumi* kate. Piimahappejuustude puhul on vajalik niiskustase 85–90%, pressitud juustudel 87–90% ja pestud koorikuga juustudel 95%–97%.

Mõnedel tootmisjuhtudel ja säilitamise eesmärgil võib laagerdumise lõpetada madalamatel temperatuuridel, pakkides juustud hapnikku ja vett läbilaskvasse paberisse, selleks et vältida igasugust kaalukadu. (Sobivad näiteks Ets Brodard tooted või muu samaväärne).

JUUSTU pH

Kui vaatame laagerdumist mõjutavaid mikroorganisme tervikuna koos, siis pärmid ja hallitused on võimelised kasvama väga happelisel substraadil ($\text{pH} < 4,50$) ja neil on võime neutraliseerida keskkonna pH. Bakterid, vastupidi, eelistavad neutraalsemaid kasvutingimusi (kasv pidurdub $\text{pH} < 5$, optimaalne $\text{pH} > 5,5$).

Mis puutub ensüümidesse, siis teame, et pH mõjutab tugevalt nende aktiivsust ja nende stabiilsust. Mikroobsete proteaaside optimaalne aktiivsus on pH väärtustel, mis jäävad vahemikku 5,5–7,7. Lipaasid eelistavad samas aluselisemaid pH väärtusi (7,5–8,5). Seega on meil liiga happelise pH-ga juustude puhul raskusi juustumassi pehmuse suurendamisega (madal ensümaatiline aktiivsus, järelikult nõrk proteolüüs).

Piimhappejuustudel ei ole tugevalt happelise pH-ga juustumass valmis edasiseks töötluks, sest pinnal asuvad laagerdumist mõjutavad tegurid ja proteolüütilised ensüümid pole aktiivsed. Juustudel on vajalik nõ juustumassi happesusevähendamise etapp, mille viivad läbi pärmid ja hallitused. pH edasine tõus algab juustu pinnakihi (optimaalsed aeroobsed tingimused pärmi ja hallituse kasvuks) ning suundub keskpäiga poole, mis seletab seda, et pinnale lähemal on proteolüüs alati kaugemale arenenud.

MÕNEDE TUNTUD JUUSTUSORTIDE LAAGERDUMISTINGIMUSED

J – tähistab juustu valmistamise päeva

Juust *Brie de Meaux*:

- J + 2–3 päeva, kuivatamisruumis temperatuur 12–13°C, niiskustase 90–95%; ümberpööramine J + 6;
- lauale asetamine alates J + 10,
- hoidmine temperatuuril 8–9°C, niiskustasemel 90–95% või vahepealne pakendamine.

Traditsiooniline *Camembert*:

- J + 3 päeva, juustud pannakse laagerduma rukkimattidele 8–10°C juurde, niiskustasemel 93–97% 5–6 nädalaks.
- Neid käiakse regulaarselt ümber pööramas.

Causses'i Sinine:

- Laagerdub looduslikus keldris, temperatuuril 9–11°C, niiskustasemel 90–95%, juustud on laiali laotatud puust laudadele 20–25 päeva;
- seejärel nad puhastatakse ja pakitakse vastavasse alumiinium-polüetüleenpaberisse;
- enne müüki pannakse 4–5 päevaks seisma külma ruumi 0–1°C juurde.

Saint-Paulin:

- Laagerdub keldris 14–15°C juures, niiskustasemel 95% 14–16 päeva. Tema pinnale kas pihustatakse või hõõrutakse soolveega punast värvi tootvaid baktereid;
- juuste pööratakse iga päev ja hõõrutakse 3., 7. ja 10. päeval.

Savoie Tomme:

- Pannakse laagerduma keldrisse 12–14°C juurde, niiskustasemel 95% 2–5 nädalaks;
- juuste pööratakse sageli, põhiliselt arenevad *Penicillium*, *Mucor* ja *Cladosporium*.

Roquefort'i laagerdumisel on kaks faasi:

- esmane laagerdumine toimub looduslikus keldris, temperatuuril 8–10°C ja niiskustasemel 90–95% pideva õhuvahetuse tingimustes 20–30 päeva;
- edasi lastakse juustudel laagerduda temperatuuril 2–5°C 4–12 kuud.

Farmi Sainte-Maure:

- Piisava kuivatamise järel laagerdatakse 10–12°C juures, niiskustasemel 90% 2–4 nädalat,
- pinnale külvatakse sinakasvalge värvusega *Penicillium Album*.

Farmi Saint-Nectaire:

- Asetatakse laagerduma rukkiõlgedele looduslikus keldris 9–11°C juurde, niiskussisaldusega 90–95%;
- juuste pestakse soolveega 2.–3. päeval ja 8. päeval. Üksteise järel arenevad *Geotrichum candidum*, *Mucor*, *Sporotrichum* ja *Oidium aurantiacum*.

JUUSTUMASSI KOOSTISOSADE MUUTUSED LAAGERDUMISEL

Biokeemilises lähenemises on laagerdumisel kolm põhilist informatsiooniallikat:

- laktoosi kääritamine ja laktaatide transformatsioon
- rasvade hüdrolüüs
- valkude lagundamine

Laktoosi kääritamine ja laktaatide transformatsioon

Laktoosi põhiline transformatsioon on tema muutumine piimhappeks piimhappebakterite mõjul. See protsess algab kalgendumisel ja nõrutamisel ning jätkub laagerdumisel. Suhkrute muundamine on väga kiire protsess ja juba mõne päeva möödumisel leiame juustust väga vähe jääksuhkruid. Kasutatavate mikroorganismide tüüpidest sõltuvalt võib laktoosi kääritamine toimuda erinevatel viisidel, andes tulemuseks erinevaid sekundaarprodukte:

Homofermentatiivsed piimhappebakterid toodavad 90–95% ulatuses piimhapet ja vähesel määral alkohole, atsetüülhappeid vms.

Heterofermentatiivsed bakterid toodavad umbes 50% ulatuses piimhapet ja 50% ulatuses atsetüülhappet, alkohole ja süsinikdioksiidi.

Võihappebakterid toodavad võihapet, süsinikdioksiidi ja vesinikku.

Anaeroobsetes tingimustes toodavad **pärmid** samuti etanooli ja süsinikdioksiidi.

Vabad piimhapped või siis laktaatidena esinedes võivad alluda sekundaarsetele transformatsioonidele:

- neid võivad ära kasutada pärmid ja hallitused juustumassi happesuse lagundamisel;
- neid võivad kääritada propioonbakterid või võibakterid.

Näiteks võib tuua laktoosi ja piimahappe taseme muutused traditsioonilistes juustudes: laktoosi kogus juustus sõltub kalgendumisest ja nõrutamisviisist.

Pressitud juustudel ja järelsoojendusega pressitud juustudel on jääklaktoosi tase väga madal (0–2 g/kg) ja kaob täielikult mõningate tundide möödumisel. Kui tase on liiga kõrge, kas siis ebaõnnestunud kalgendamise või nõrutamise tulemusena, võivad pihta hakata sekundaarsed käärimisprotsessid, mis viivad väljanägemisvigade (augud) ja halva maitse tekkimiseni.

Rasvade hüdrolüüs: lipolüüs

Lipaaside ensümaatilise aktiivsuse järgmise etapina hüdrolüüsitakse lahustumatud triglütseriidid vabadeks rasvhapeteks. See nähtus esineb väga vähesel määral pressjuustudes, on aga oluline pehmetes juustudes ja sinihallitustüüpi juustudes. Siiski ei peegelda vabade rasvhapete hulk tegelikku lipolüüsi taset juustus, sest reaalselt pärinevad ainuüksi rasvade hüdrolüüsist ainult need vabad rasvhapped, mille üks karboneeritud ahel on pikem kui 6.

Lipolüüsi eest vastutavad põhiliselt:

lipoproteiini lipaas, *Penicillium Roqueforti*, *Penicillium Camemberti*
Geotrichum Candidum, *Brevibacterium Linens*

Juustu hüdrolüüsi tase jääb vahemikku 2–6%, mis väljendab oleiinhappe hulka grammides / 100 gr vabade rasvhapete kohta. Mis puutub kitsejuustudesse, siis neile annab eripärase maitse just spetsiifiliste rasvhapete nagu kapriin-, kaprüül- ja kaproidhappe tootmine.

Vabad rasvhapped võivad samuti alluda sekundaarsele transformatsioonile:

- Estrifikatsioon puudutab eelkõige lühikeseahelalisi karboneeritud rasvhappeid, mis reageerivad esteraasidega ja annavad estreid nagu etüülbutüraat ja etüülatsetaat (rääsumise ja seebi maitse).
- Oksüdeerimine ja dekarboksüdeerimine on aluseks metüülketoonide tekkele (aroomid). Need ained on aroomide eelkäijad ja annavad oma panuse sekundaarsete alkoholide moodustamisel, mis on spetsiifilised juustudele, mida laagerdatakse *Penicillium Roqueforti* ga

Valkude lagundamine: proteolüüs

Selle fenomeni aluseks on kolme tüüpi ensüümid:

- kalgendumisproteasid
- plasmiinid
- mikroobsed proteasid ja peptidaasid.

Proteolüüs aitab kaasa juustu pehmuse suurenemisele ja osaleb maitse ja aroomide kujunemises. Valkude lagundamine hõlmab ühte osa kaseiinidest, mis on muutlik vastavalt valmistamistüübile. Proteolüüsi taset saame mõõta kasutades võrrandit:

$$\text{lahustuv lämmastik} / \text{kogu lämmastik} \times 100$$

Samamoodi saame hinnata laagerdumise käiku eri tüüpi juustudel:

- Värsked juustud nõrgumise lõpus: 7–8%
- Saint Paulin (pressjuust): 16–21%
- Sinihallitustüüpi juust: 20%
- Comté (järelsoojendusega pressjuust): 28–32%
- Traditsiooniline Camembert: 35%

Mida kõrgem on pH (pärast happesuse langetamist pärmide ja hallituste poolt), seda kiirem on proteolüüs, sest nagu nägime, on ensümaatilise aktiivsuse jaoks optimaalne pH lähedane neutraalsetele väärtustele.

Teatud juustudel konstateeritakse, et proteolüüs toimub ühtlaselt nii keskel kui ka pinnal. Teistel juhtudel toimub see gradiendina enam proteolüüsitud juustupinna ja juustu südamiku vahel. See erinevus seletub pinnafloora tugevama ensümaatilise aktiivsusega siseflooraga võrreldes.

Kõigele vaatamata ei lõppe kaseiinide proteolüüs aminohapete tekkega. Viimased võivad läbida komplementaarseid transformatsioone:

- **Desamiinimine**, mis on ammoniaagi tekke aluseks, toimub vähesel määral pressjuustudel, kuid suurel määral *camember*'ides.
- **Dekraboksüülerimine**, mille tulemusena tekivad amiinid (tugevad aroomid).

V osa

ERILISED TEHNOLOOGIAD

1. PIIMHAPPETEHNOLOOGIA JA VÄRSKED JUUSTUD

PIIMHAPPEJUUSTUDE VALMISTAMISE ÜLDSKEEM

Kasutatakse kas toorpiima või pastöriseeritud piima (63°C 30 minuti jooksul või 72°C 20 sekundi jooksul). Pastöriseeritud piima puhul on lisatud bakterite doos suurem.

1. **Hommikul:** lisatakse laap – 6–10 cm³ laapi (1/ 10 000) 100 liitri piima kohta. Soovitav temperatuur suvel 18–20°C ja talvel 20–22°C.
2. Juustutera moodustamine 24 H: temp 18–20°C suvel ja 20–22°C talvel.
3. **Järgmisel päeval:** juustutera vormi panek, vadaku happesus peab olema 55–65°D või pH 4,35–4,45.
4. **7–8 tunni möödumisel:** esimene pööramine vormis ja esimese poole soolamine.
5. **24 tunni möödumisel:** juustud võetakse vormist välja, soolatakse teine pool ja asetatakse roostevabast terasest alustele, mis on ette nähtud plastmassist juustuvormidele.
6. **Nõrutamine:** tootmissaalis, eesmärgiga viia lõpuni nõrgumine. Juustud jätkavad endas sisalduva vee osalist kaotamist, mis soodustab pärmidel ja hallitustel juustumassi happesust langetada, rajades niiviisi soodsa pinnase laagerdumisensüümide tööks. Nõrutamisprotsessi pikkus kestab 12–24 tunnini külmal aastaajal.
7. **Kuivatamine ventileerides:** niiskussisaldus 65–70% ja temperatuur 14–16°C. Kuivatamine kuiva õhuga juustude pealispinda ventileerides eemaldab 10–20% liigsest veest, vähendades soovimatute pärmide ja hallituste ilmumise riski.
8. **Laagerdumine:** värsked juustud „blokeeritakse“ külmas <7°C, laagerduvad juustud asetatakse laagerdumiskeldrisse laagerduma 6–12°C juurde, õhuniiskus 85%.



Tuhaga kaetud värsked piimhappejuustud

ERINEVAD VÕIMALUSED LAABIGA KALGENDAMISEKS

Vastavalt juustuvabriku ülesehitusele, on meil kolm võimalust:

Juuretis lisatakse piimale iga lüpsi järel

Hommikune või õhtune lüps

Happesus 14–16° Thörnerit (Th) kitsepiimal, 16–19°Th lehmapiimal või 21–23°Th lambapiimal või pH 6,70–6,75.

Piima jahutamine

Suvel 19–20°C

Talvel 21–24°C

Bakterikülv

Vadak: 1–3%;

Metsikud bakteritüved: 1,5–2%;

Piimhappebakterite kultuur: 1–2%;

Kontsentreeritud bakterikultuur: 1 pakike 50 liitri kohta (vt labori dokumentatsiooni).

Kääritamine (bakterite aktiivne areng)

1,5–2 tundi;

Saavutatud happesuse tõus peaks olema 2–4°Th, kui juuretise lisamisel oli piima happesus 14–16° Th temperatuuridel +2–4°C või pH 6,60.

Laabi lisamine

1 / 10 000, ehk 6–10 cm³ / 100 liitri piima kohta;

1 / 2500 ehk 24 kuni 40 cm³ / 100 liitri piima kohta.

Juuretis lisamine üks kord päevas

See süsteem võimaldab säilitada õhtuse lüpsi piim ja lisada see hommikuse lüpsi omale.

Õhtune lüps

happesus 15–16° Th (vastavalt piimatüübile); pH 6,70–6,75.

Jahutamine

Temperatuurini 20°C.

Bakterikülv

Vadak: 0,5–1,5%;

Metsikud bakteritüved: 1%;

Piimhappebakterite kultuur: 0,5–1%;

Kontsentreeritud bakterikultuur: vastavalt labori ettekirjutusele.

Kääritamine (bakterite aktiivne areng)

1–2 tundi; 20°C.

Bakterite aktiivse arengu periood öö läbi 12–15°C;

ööga saavutatud happesus 18–25° Th; pH: 6,60–6,65.

Hommikul segatakse võrdse koguse uue lüpsi piimaga.

Vajadusel jahutatakse.

Laabi lisamine

Segatud piimade happesuse juures 18–25° Th, pH: 6,60–6,65.

Piima kasutamise edasilükkamine kauemaks kui 12 tunniks

Piima kasutuse edasilükkamine rohkem kui 12 tunniks ei tule kõne alla muidu, kui väga puhta piima puhul, mida säilitatakse 4°C juures ning millele lisatakse kaltsiumkloriidi 20 ml/100 liitri piima kohta (vajalik ka pastöriseeritud piimale või väga madala valgusisalduse perioodil)

Tähelepanu: ei soovita ületada maksimaalse säilitusajana 48 tundi!

Milline ka ei oleks valitud laabi lisamise viis, selleks et kalgendumine toimuks heades tingimustes, peab piim jääma 24 tunniks temperatuurile 20°C ja seda alates laabi lisamise hetkest. Vormi pannakse, kui vadaku näitajad on 55–65°Dornic või pH 4,35–4,45, nõrutamine 24 tundi (esimene pööramine toimub 7–9 tunni järel pärast vormi panekut), niisutamisperiood vastavalt aastaajale 12–48 tundi, kuivatamine 12–36 tundi ja laagerdamine 10 päeva kuni 2 kuud.

PIIMHAPPEJUUSTUDE VORMIDESSE PANEK

Otsene vormipanek:

Kalgend pannakse juustuvormidesse kulbi ehk juustulabida abil.



Plokk-vorm juustule Cabécou d'Autan

Suureformaadiliste 1–3 kg juustude vormipanek.

Piisavalt kõrgete vormide kasutamine väldib vajadust täita neid mitmeid kordi. Näiteks juustudele, mille kõrgus on 4–5 cm ja diameeter 20 cm, oleks vaja 23–26 cm kõrguseid juustuvorme.

Kalgend asetatakse esmalt riidest kottidesse nõrguma. Selline eelnõrutamine võib kesta 1–24 tundi, 2–3 kotti pööratakse aeg-ajalt.

Piimahappejuustude tavaline kaal on väikestel juustudel 7–30 g ja suureformaadilistel juustudel 1–3 kg.



Piimhappejuustudele ja pehmetele juustudele sobivad plokk-vormid ning alused

Piimhappejuustude väljanägemist ja maitset võib mitmekesistada lisades maitseaineid juustumassi sisse või juustude välispinnale: nt pipar, tüümian, köömen.

Sisemised maitseained tuleks segada eelnõrutatud kalgendisse.

Välised maitseained tuleks kanda juustudele pärast 12–18 tunni möödumist; neid juuste müüakse nii värskena kui ka laagerdatuna.



Väikesed maitsestatud piimhappejuustud

PIIMHAPPEJUUSTUDE TUHAGA KATMINE

Eesmärk ja teguviisid

Põhiline on teada, et tuhk neutraliseerib kiiresti juustupinna, võimaldades ensüümidel oma tööd alustada, mis toob kaasa kerge koorikualuse volavuse, mida kogenud tarbija väga hindab.

Ühe võimalusena kastetakse niiskunud juustud loodusliku tuha sisse (taimne süsi), vältides pinna liigset määrimist. Tuhka võib ka käega juustule hõõruda või peale pihustada, mis väldib niisutatud juustude puhul tuha niiskumist. Viimaseid niisutatakse 2–24 tundi ning seejärel kuivatatakse 12–24 tundi ning pannakse laagerduma.

Teise võimalusena puistatakse juustud vormist välja võtmise järel üle soola-tuha seguga, seejärel niisutatakse 12–36 tundi 18–22°C juures, edasi kuivatatakse 12–24 tundi ja pannakse lõpuks laagerduma.



Tuhaga kaetud piimahappe tomme'i juust

TOORJUUSTUD

Valmistamisviis

Toorjuustud saadakse piimahappetootmisel saadud juustumassi mikseriga vahustamisel. Märkigem siinkohas, et pastöriseeritud piima kasutamine võimaldab saada pikema säilimisaja.

- kogu kuivaine mass: 20%, rasv / kuivaine 40%;
- tootlikus: 30–35 kg 100 liitri kohta kotis;
- termiline töötlemine (kui toodetakse pastöriseeritud piimast): 75°C 20 sek;
- pärmid: 2–4% mesofiilseid pärme;
- kääritamine: 2 tundi 20–21°C juures;
- laabi lisamine temperatuuril 21°C;
- laabi kogus: 1–2 ml / 100 liitri piima kohta (laap 1 / 10 000);
- happesus: 20–25°D, pH: 6,2–6,3;
- kalgendumine: 18–20 tundi;
- vormipane;
- happesus: 55–60°D, pH: 4,50–4,55.

Väljanägemine

Topsikus kalgendumine: pannakse nt kulbiga otse eraldi topsidesse. Seejärel ladustatakse need kas hulgi või üksikute topsikutena, et vältida vadaku välja voolamist ja kohupiima väljumist anumast. Hädavajalik nõue: pärast vormipanekut tuleb anumad silmapilkselt asetada 4°C juurde.

Sile kalgend või vahustatud kohupiim: Asetada kalgend riidest kottidesse ja eelnõrutada roostevabast terasest restidel 1–3 tundi (vastavalt soovitud tekstuurile). Mikserdada

kalgend ühtlase konsistentsi saamiseni, asetada anumatesse, maitsestada naturaalse moosiga.

Sorbiinhappe või kaaliumsorbaadiga immutatud kuivatuspaberi asetamine pinnale inhibeerib aeroobsete pärmide arengut.

Tarbimise tähtaeg on maksimaalselt 18 päeva (terviseohutuslikel kaalutustel) farmitootmise puhul ja 28 päeva tööstusliku tootmise puhul.

2. PEHMED JUUSTUD

TUTVUSTUS

Pehmetel juustudel on meil kaks kategooriat, mis erinevad teineteisest laagerdumisprotsessilt:

- „**Õitseva**“ pinnaga pehmed juustud, mille pinnal kasvavad *Penicillium candidum* tüüpi välised hallitusseened, nt *Camembert*, *Brie*, *Saint-Marcellin*.
- **Pestud** koorikuga pehmed juustud, nt *Munster*, *le Maroilles*.

Nende kahe tehnoloogiaga täpsemaks tutvumiseks on allpool toodud kaks valmistamisõpetust kahe juustu, *Camembert*'i ja *Munster*'i näitel.

CAMEMBERT'I VALMISTAMINE TOORPIIMAST

Camembert'i ajalugu

Legendi järgi oli see üks *Camembert*'i külanaistest, Marie Harel, kes mõtles välja juustu, mis selle küla nime kannab. Ta olevat saanud selle valmistamise saladuse ühelt preestrilt. Prantsuse Revolutsiooni ajal (1789) pidid kõik katoliiklikud preestrid Prantsusmaal vanduma truudust uuele Vabariigile. Need, kes keeldusid, kas hukati või saadeti välja. Mõningad valisid kolmanda tee ja peitsid end maal, oodates paremaid päevi. 1790 aasta oktoobrikuus olevat abee Charles-Jean Bonvoust palunud varjupaika Marie Harel'i juures tema Beaumontel 'i farmis. Ta olevat olnud pärit Brie'st, piirkonnast Pariisi lähedal, mis oli tuntud oma juustude poolest. Vastutasuks varjupaiga eest oli preester andnud perenaisele edasi *Camembert*'i juustu valmistamise saladuse.

Igati ilus legend, kuid kogu piirkond oli kuulus oma juustude poolest juba ammu enne Marie Harel'i sündimist 28. aprillil 1761!

- Aastal 1569 viitas Brugerin de Champier oma teoses *De Re Ciberia* „Auge'i maakonna juustudele“.
- Aastal 1554 tegi sama ka Charles Estienne, üks teine prantsuse kirjanik, arst ja trükimeister (1504–1564).
- Thomas Corneille, *Cid*'i autori Pierre Corneille vend, rääkis oma geograafilises traktaadis 1708 aastal *Camembert*'i juustudest.

19. sajandi jooksul, tänu raudtee ehitamisele 1850. a, vallutasid *Camembert*'i juustud Pariisi ja kogu Prantsusmaa turud. 1890. a võeti kasutusele hästi tuntud ümmargune karp ja

Camembert'i juustud asusid vallutama maailma. 1991. a tähistati Camembert'i juustu 200. sünnipäeva.

Camembert' i valmistamine

Toorpiima kääritamine

Madalal temperatuuril 16–18 tundi, 25°Th järgmiseks päevaks.

Laabiga kalgendamine

Valmistamisnõudesse valatava piima andmed:

- temperatuur: 28–33°C, vastavalt happesusele;
- laabi kogus: 15–25 ml / 100 l;
- piima happesus: 23–25° Th;
- ruumi temperatuur umbes 25°C.

Nakkumisaeg umbes 10 minutit. Kövenemine võrdub 4–5 kordse nakkumisajaga. Vormimine kulbiga otse 14 cm kõrgustesse vormidesse kalgendit lõhkumata, vormid jäävad seisma niiskesse hoiuruumi.

Nõrutamine: hapnemisprotsess on esikohal, toimub iseeneslik nõrgumine, mis on tingitud kalgendi demineraliseerumisest.

Tabel 27: Pehme juustude happesuse muutumine ajas.

AEG	HAPPESUS*
D: Vormipaneku algus	10–12
H: Vormipaneku lõpp	15–18
1 R: Esimene pööramine H +1 tund	25–27 pH: 5,2–5,3
2 R: Teine pööramine H +3 tundi	58–62
3 R: Kolmas pööramine H +5 tundi	85–90 pH: 4,8–4,85

*Väärtused on antud Dornic'i skaala kraadides

Pööramisi: 1–3;

Soolamine: peene soolaga arvestusega 2% soola juustu kohta;

Laagerdamine: pärast korrektset kuivatamist, mis on identne piimhappetehnoloogia juustudega, toimub nakatamine *Penicillium candidum*'iga ja seejärel pannakse juustud seisma vastavasse ruumi 12°C ja 90–95% niiskuse juurde.

MUNSTER'I VALMISTAMINE PASTÖRISEERITUD PIIMAST

Munster'i ajalugu

Legendi järgi jäeti selle juustu retsept Vosges'i elanikele ühe iiri munga poolt, kes käis sealt läbi IX sajandil. Juustu nimi olevat antud *Munster*'i linna järgi (Ülem-Reini piirkond).

Teise versiooni kohaselt ulatub retsept Karl Suure aegadesse, kui mungad tulid piirkonda ristiusku tooma ja töid kaasa oma juustuvalmistamisoskused. Nimetus „Munster“ tulenevat sõnast „klooster“ (pr.k *monastère*), kus talupoegadel olevat tekkinud harjumus arveldada üht osa oma maksudest Lotringi hertsogitele selle juustu abil.

Munster'i valmistamine

See on pehme juustu tüüpi lehmapiimast tehtud pestud koorikuga juust, mille diameeter on 15–18 cm ja kõrgus 3–6 cm.

Piim pastöriseeritakse 75°C juures 20 sekundit;

Bakterikülv: mesofiilseid piimhappebaktereid külvatakse mahus 2%, et laabiga kalgendumise ajaks saavutada happesuse tase 23–25°Th;

Laap lisatakse temperatuuril 32°C selleks, et saavutada nakkeajaks 25 min, st 25 ml laapi 100 liitri piima kohta. Kövenemisaeg on võrdne nakkeajaga.

Tera lõigatakse 1,5–2 cm suuruseks, seejärel jäetakse kalgend vadakusse 20–35 minutiks, mille käigus tõuseb happesus 2–3°TH;

Vadak eraldatakse maksimaalselt, seejärel segatakse kalgendit kergelt 2 kuni 3 min;

Vormipanek toimub ruumis, mille temperatuur on 20–22°C ringis;

Vormi paneku järel **pööratakse juuste 3 korda:** 15 min pärast vormi panekut, 1 tund pärast esimest pööramist ja 2 tundi pärast teist pööramist.

Järgmisel päeval juuste **soolatakse kaks korda**, ruumi temperatuur 15–16°C;

Sooldumise ajal (24 tundi) pööratakse juuste veel 2 korda;

Toodet kuivatatakse 15°C juures, niiskustasemel 75–80%;

Laagerdumise tingimused on 12–14°C ja niiskustase 92–95%. Juustud asetatakse laudadele ja neid pööratakse iga kahe päeva tagant. Aegajalt nühitakse juustud üle soolveega, kuhu on pandud punase värvi baktereid.

3. PRESSJUUSTUD

Pressjuustude ajaloost

Roomlased olid esimesed, kes hakkasid juustukalgendit nõrgumise kiirendamiseks pressima: esmalt nad asetasid lihtsalt kive juustu peale ning seejärel ehitasid juba presse selle sõna otseses mõttes. 16. sajandil võtsid kloostrid sellise juustuvalmistamise tehnoloogia üle.



Õitsva koorikuga pressitud kitsejuustud

Mõned lood juustudest...

Comté ja Beaufort

Asjatundjate jaoks on juustud *Comté* ja tema nõbu *Beaufort gruyère'ide* perekonna isandad. Nende kuulsusrikaste **pähhklimaitseliste** juustude ajalugu ulatub väga kaugele AOC nimetuse loogikas. Olles valmistatud toorpiimast, on neil tihe seos söödakarjamaa ja juustu maitse vahel. Lisaks on tegemist juustudega, mis kannatavad kõige paremini **pikaajalist laagerdumist, mis võib nt suure Comté juustu puhul ulatuda kuni 18 kuuni.**

Comté ajalugu

12. ja 13. sajandil hakkasid farmerid koonduma rühmadesse, mida kutsuti „fructeries“. Nad viisid sinna nii oma hommikuse kui õhtusse lüpsi piima, mida kohapeal töötles juustumeister. Mõned kuud hiljem andis viimane neile üle nende töö vilja kas siis juustuna või rahas.

Farmerid ja juustumeistrid vajasid toona hulgaliselt puitu selleks, et soojendada suurtes kogustes piima, mis oli vajalik juustu valmistamiseks, ning nad olid sunnitud sõlmima kokkuleppeid ohvitseridega, kes keskajal korjasid makse ja haldasid metsi.

Antiikautorid (Plinius), kuid samuti ka 15. ja ka 19. sajandi omad (V. Hugo) tsiteerivad seda. Selle juustu tuntust on kinnitanud Pariisi Turunoteeringute Keskuse ametlikud teadaanded, sest teda maksustati teisiti kui teisi samatüüpi juustusid.

Parmesan

Parmigiano-reggiano, oma erakordsete omaduste poolest üle kogu maailma hinnatud kuulus ja prestiižne itaalia juust, on väga vana päritoluga. Tuntud juba etruskide poolt, kui toetuda bibliograafilistele andmetele (Columela, Varrón, Marcial), mis kinnitavad tema eksisteerimist kristliku ajastu alguses, kui toodeti juustu, mis oma omadustel sarnases väga praegusele parmigiano-reggiano.

Parmesani ajalugu kasvab välja keskajal benediktiini ja tsistertslaste kloostritest Parma ja Reggio d'Emili provintside vahel, kus kasutati sama valmistamistehnoloogiat kui tänapäeval. Padani lauskmaal, Apenniinide ja Po jõe vasaku kalda vahel, töötasid mungad, kes olid head põlluharijad, ka soodes ja rabades ning põlde tundus olevat piisavalt lehmakasvatuseks. Lehma toideti ristiku ja lutserniga – tehnoloogiliselt on sellest ajast saati selle juurde jäänud ning see võimaldab vältida lisaainete kasutamist parmigiano-reggiano maitse saavutamiseks. Parmesanijuustude valmistamine algas veel enne, kui tekkisid suurkasvatused, „caselli“ tüüpi tootmisest, kus lehma kasvatati kloostrite läheduses. Need olid kerged kandilise kujuga ehitised, mis eksisteerivad senini.

Kaubanduse areng kogu Euroopas võimaldas parmigiano-reggiano saada laialt tuntuks ja hinnatuks. Mungad jätkasid katsetamist ja avastasid, et piima topelt kuumutamine õigel temperatuuril ja korraliku järelvalve all võimaldab toota vähese veesisaldusega juustumassi – omadus, mis on ideaalne pika säilimisajaga kõrget toiteväärtust ja võrratut lõhna omavale juustule.

Aastast 1300 kuni tänase päevani pole parmesani tootmine sisuliselt muutunud, selle ainulaadse toote tugevus seisneb respektis traditsioonide vastu ja nende järgimises täpselt ja pühalikult. Seega on tõelise kutsumusega juustumeistrid, tänapäeval nagu minevikuski, hoidnud lojaalselt ja põikpäiselt alal iidset valmistamistehnikat, mis põhineb piimal, selle kääritamisel, tulel ja esivanemate teadmistel.

Kõige kuulsam tunnistaja on aga kahtlemata Boccaccio, kes umbes a. 1350 kirjutatud Decameronis nimetab otseselt parmesani, kirjeldades tema kasutust nagu tänapäevalgi

(lisandina makaronidele ja ravioolidele): „*et eravi una montagna di formaggio parmigiano-grattugiato, sopra la quale stavan genti, che niuna altra cosa facevan, che fare maccheroni e ravioli...*” ja lugu jätkub.

Järelsoojenduseta või madala järelsoojendusega juustud

Järelsoojenduseta juustud on, ehkki tagasihoidlikumalt, samuti laialdast tähelepanu äratanud, nii nagu nende järelsoojendusega nõbud. **Cantal**, **Salers** ja nende piimavend **Laguiole** on sarnased juustud, mis põhinevad maatõugu lehmade piimal (**Salers** või **Aubrac**) ja mida valmistatakse (kahjuks üha vähem) suveonnides suveperioodil ja mis taluvad piisavalt pikka vananemist väärivaks nimetust „vana”.

Laguiole

Selle juustu juured on väga vanad: 78. aasta paiku m.a.j. ütles Plinus Vanem oma teoses **Histoire naturelle**: „Kõige enam hinnatud juustudest Roomas, kus neid vaetakse kõigi meie maal toodetavate juustude hulgast, on provintsi päritolu juustude seas üks, mis pärineb [Nîmes](#), [Lozère](#) ja [Gévaudan](#) piirkondadest. Kuid tema kuulsus kestab lühikest aega ja on ta seda väärt ainult seni, kuni on värske.”

Juba aastatel 400–500 (6. sajand) eksisteeris juustu valmistamine teatud erilisel viisil Aubracis. Gregoire de Tours kirjeldab selle ajajärgul toimunud hiilgavaid pidustusi Salhiensi järve ümbruses ja räägib juustuvormidest, mis visati talupoegade poolt järve. Sõna „form” (fourme) on tänapäevani kasutusel märkimaks juustukera tervikuna. 1560. a kirjeldab Bruyeres Champier omaette juustuvalmistamise tehnoloogiat Auvergneis, mille analoogia Laguiole'i omaga on väga suur. Lõpetuseks: 1900. a teeb Emile Marre esimese teadustöö Laguiole'i valmistamise tehnoloogiast.

Umbes sellel ajajärgul toimub valmistamistehnoloogias mitmeid ajaloolisi muudatusi:

- Laabi ekstrakti kasutamisele võtmine. Enne seda valmistas karjus oma laabi oma suveonnist kohapeal ise tallemaost.
- Kalgendi pressimine „tomme'i sadulas”. Enne seda tehti see pikk ja väsitav operatsioon põlvedega.
- Tomme'i esmasel pressimisel anti esmane lihv „kitse” abil ja hiljem „freesijaga”. Enne seda tehti neid operatsioone käsitsi.
- Kruvipressiga pressimine, mis asendas antiikse „pesadou” tehnika.

Ossau-Iraty

See on üks vähestest perekonda kuuluvatest lambajuustudest. Kuna me oleme Püreneedes, on Ossau-Iraty saanud oma nime algselt kahelt provintsilt. Ossau orult Bearnis maakonnas ja Iraty metsalt Baskimaalt. Juba oma tuhatkond aastat ronivad karjused selles piirkonnas Pürenee mägedes oma loomadega ringi ja valmistavad kohapeal juustu.

Nende karjad koosnevad „Manech et Basco-béarnaises” tõugu lammastest. Piirkonna kliimaatilised tingimused, kus tihti sajab, soodustavad lammastele sobivate kvaliteetsete karjamaade olemasolu.

Vanasti oli juustul kalduvus muutuda pikantseks ja karjused saatsid teda mustade kirsside moosiga. Karjused lisasid mustade kirsside moosi, et leevendada seda omadust, või siis

kohaliku veini. Tänapäeval see enam vajalik pole, kuid need asjad sobivad oma maitselt endiselt hästi.

Reblochon

Reblochonil on samuti oma legend. Möödunud aegadel kuulus kõik, metsad, aasad, majad ja nende elanikud piirkonna isandatele või kloostrile munkadele. Isandad ja mungad kasutasid seega maa-ande nii nagu heaks arvasid. Lasid oma karjastel lüpsida oma karja ja kasutasid piima vastavalt oma vajadustele. Nad märkasid küllalt kiiresti, et iga päev lõpuni lüpsitud lehm hakkas iga päevaga andma järjest suuremal hulgal piima. Selleks, et julgustada oma karjuseid, jätsid isandad neile teise lüpsi piima pärast põhilüpsi. Seda nimetati „reblocher“ (üldises mõistes tähendab see tegusõna midagi teist korda tegema, näiteks *reblocher la vigne* tähendab teist korda oksa lõikama, *reblocher une pressée* oleks teist korda purustatud õunu pressima siidri jaoks.) Karjused märkasid omakorda, et juustud, mis olid tehtud järellüpsitud piimast, olid rasvasemad, lõhnavamad ja toitvamad kui need, mida valmistati esimesest lüpsist. Ja peagi kandsid kõik orujuustud, ükskõik milline oli nende päritolu, nimetust „reblochon“. Niivõrd suur oli viimase kuulsus. Ainuke õige *reblochonide* turg oli Grand Bornandi turg üks kord nädalas. Turu jaoks, mis algas nii suvel kui ka talvel kell 1 öösel ja lõppes 4–5 paiku, toodi *Reblochonid* kohale kaarikute või saanidega või kandsid naised need kohale oma peade peal. Üheainsa turupäevaga müüdi kuni 10 000 kg *reblochone*.

Le Saint Nectaire

Prantsusmaal marssal Henri de Sennecterre'i (1600–1681) poolt Louis XIV õukonda tooduna muutus Saint-Nectaire üheks Päikesekuninga lemmikuks. Tema reputatsioon oli tagatud, kui Legrand d'Aussy kirjutas 1768. a oma reisikirjades Auvergne'ist: „Kui te tahate seal pidutseda, on see alati Saint-Nectaire, mida teile pakutakse“.

Olles sajandeid olnud peaaegu ainult kohapealse rahva tarvitada, vallutas Saint-Nectaire 18. sajandi teisel poolel aristokraatia. Kuulsuse tagasid tema lõhn ja õrn pähklimaitse.

Pressjuustude valmistamine

Kasutusel on erinevad tehnikad, kus tuleb põhiliselt jälgida:

- kalgendumise nakkeäga, mis on vajalik abinõu valmistamisprotsessi kontrolliks,
- hapestumisprotsessi, mis toimub peamiselt pressi all ja mis sõltub jääklaktoosist pärast vadaku eraldamist mehaanilise ja termilise töötlemise käigus.

Lõplik pH seda tüüpi juustude valmistamisel on 5,2–5,3 ja hapestumise pidurdamine võib olla tingitud:

- kalgendi pesemisest või laktoosi eemaldamisest,
- mõningate ensüümide blokeerumisest kalgenditera küpsetamisel, näiteks 40°C juures mesofiilsetel bakteritel ja 52–55°C termofiilsetel bakteritel.



Looduslikus keldris laagerdunud Tome juust

Toome näiteks ühe valmistamisviisi.

Tomme'i valmistamine

Toorpiimale lisatakse mesofiilseid piimhappebaktereid koguses 0,8 à 1,2%.

Kalgendamine viiakse läbi lisades 25–30 ml laapi 1/10 000 100 liitri piima kohta temperatuuril 32–34°C. Nakkeaeg on 13–15 min ja kõvenemisaeg sellega võrdne. Kalgend lõigatakse 8–10 minuti jooksul maisitera suuruseks.

Segatakse 20–25 min soojendades juustutera kuni 38–39°C, temperatuuri tõstetakse 1°C kahe minuti jooksul.

Vormipanekule eelneb eelpressimine kas tankis või eraldi alusel 20 min. Seejärel pannakse juustud sissevajutatava kaanega vormidesse ja pressi alla, kus rõhku tõstetakse järjest 3–4 tunni jooksul 20g / cm² kuni 40g / cm².

Hapestumise aeg on kokku umbes 24 tundi, lõplik pH 5,2–5,3. Seejärel pannakse juustud soolvette 14–16°C juurde 15–20 tunniks, soolalahuse tihedus 1,18;

Pärast kerget kuivatamist asetatakse juustud keldrisse 11–12°C juurde, õhuniiskus 90–95%. Juustud nühitakse üle ja keeratakse ringi iga kahe päeva tagant, õitsva koorikuga juustude puhul liikudes ruumis vastavalt juustu vanusele. Pestud koorikuga juustude puhul pestakse neid iga kahe-kolme päeva tagant 1% soolveega, millele mõnel juhul lisatakse looduslikku värvainet **Rocou** (Värvibiksa (annatopõõsas) Bixa orellana)** ja isegi punast värvi andvaid bakteritüvesid.

4. SINIHALLITUSTÜÜPI JUUSTUD

TUTVUSTUS

Sinihallitustüüpi juustude eripäraks on sinihallituse, see tähendab hallitusseen *Penicillium roqueforti* areng. Hädavajalik on tunda õige tehnoloogiat, kuidas saada avausi juustumassi, mis võimaldavad sellel hallitusel areneda.

Teie käsutuses on kaks võimaliku protseduuri:

- Mehaaniliste avade tegemine juustuvalmistamise käigus vadaku eemaldamisel kalgendit tihendamata. Selleks hoitakse kalgend teralisena ja kui kalgend teralisena vormi panna, siis soodustab see aukude teket.
- Mikroobsed avad mis tekitatakse leukonostoki tüüpi heterofermentatiivsete piimhappebakterite lisamisel.

Mõne tootmisviisi puhul kasutatakse mõlemat avade tegemise protsessi koos nii, et lisatud mikroorganismide poolt toodetud gaas parandab mehaaniliste aukude efektiivsust. Selleks et *penicillium* saaks areneda, pikeeritakse juuste mõningad päevad pärast vormist välja võtmist, mis võimaldab süsihappegaasil juustudest väljuda ja hapnikul siseneda aeroobsete hallituste arenguks vajalikus koguses. *Penicillium roqueforti* juuretise lisamine toimub kas algselt piimale või jahuna vormi pannes.

Illustreerime seda tehnoloogiat kahe valmistamisjuhisega

Causses-tüüpi sinihallitusjuust

Bleu des Causses'i valmistamine

Toorpiim, mida pole säilitatud kauem kui 48 tundi külmas. Tegemist on lehma täispiima juustuga, mida mõnikord eelnevalt natuke kääritatakse (0,1–0,6%);

Hallitusseente arenguks lisatakse *Penicillium roqueforti*;

Kalgendamine toimub 25–35 ml laap 1/10 000 lisamisega ühe liitri kohta; kalgendamise aeg on 1–1.30 tundi 30–33°C juures. Nakkeaeg jääb vahemikku 13–17 min.

Kalgend lõigatakse „pähklikese“ suuruseks, seejärel segatakse 30 kuni 50 min vahepealsete pausidega vadaku eraldamiseks 30% üldmahust.

Kalgend pannakse vormi ja nõrutatakse 2–4 päeva.

Vormist väljavõtmise järel **soolatakse** juuste kaks korda 5 päeva jooksul. Soola kogus on 4%. Liigse sooldumise vältimiseks nühitakse juustud üle ja seejärel nad **pikeeritakse**;

Laagerdamine toimub keldris 9–11°C, niiskustasemel 90–95% puidust laudadel 20 kuni 25 päeva, seejärel pakitakse juustud alumiinium-polüetüleen kilesse ja pannakse seisma külma ruumi 0–4°C juurde..

Roquefort

Roqueforti juustu ajalugu

Alates 8. sajandist on Roqueforti korduvalt nimetatud aktides, rendilepingutes ja muudes dokumentides, mis puudavad Rouergue'i. Karl Suur tegi temast oma lemmikjuustu.

1411 kinnitas Karl VI hartaga vajaduse kaitsta Roqueforti (juustu) maakohas, kus ei kasva ei viinapuud ega viljakübet. Aastal 1666 kinnitab Toulouse'i parlament määrusega Roqueforti elanikele: „Juustu laagerdamise monopoli sellisena, nagu seda on praktiseeritud mäletamatutest aegadest peale, nimetatud küla koobastes“.

Vaatamata revolutsioonile, säilitas Roquefort talle omistatud privileegid, mida kinnitas konventsioonivalitsus, kus otsustati: „Roqueforti juust on ainult see, mis väljub Roqueforti keldritest“.

Tema valmistamiseks on hädavajalik geoloogiliselt sobiv looduslik paik. See asub keset tohutut kaljuseina, mis ääristavad Grands Causses, Combalou kiltmaa all, kuhu Roqueforti keldrid on sisse seatud. Niiske õhk, mis pärineb lõhedest mägedes, tungib sinna läbi pikkade kanalite, mida kutsutakse „fleurines“. need pikad kanalid kindlustavad õhuvahetuse sees ja väljas, säilitades püsiva niiskuse ja temperatuuri 95% ja 11°C. Seal saabki teoks looduse ime, mis annab Roquefortile tema võrreldamatu maitse.

Roqueforti valmistamine

Kasutatakse toorpiima. Loomulikult on tegemist lambapiimast valmistatud sinihallitustüüpi juustuga. Mõnikord võib lisatakse ka **piimhappebaktereid**, et saada kerge kääritsemine.

Penicillium roqueforti võib lisada kas kalgendisse või vormi panekul.

Kalgendamine toimub 28–32°C juures lisades 25–35 ml laapi 1/10 000, kalgendumisaeg 1h50 kuni 2h15.

Lõigatakse kuubikutüüpi teraks, külje pikkusega 3–1,5 cm.

Kalgendit segatakse 20 min kuni 1h 20 min ja seejärel filtreeritakse kangal, mis võimaldab juustuteral moodustuda.

Pannakse vormi ja asetatakse nõrguma 18–20°C juurde 48–96 tunniks kolme kuni viie pööramisega iga 24 tunni tagant.

Juust kuivatatakse 10–12°C juures 24 tundi, seejärel soolatakse 10–12°C juures jämeda soolaga 5–6 päeva.

Juustud pikeeritakse ükshaaval ja asetatakse seejärel puidust laudadele.

Esmene laagerdumine toimub 20–30 päeva jooksul 8–10°C juures, niiskustasemel 90–95% pidevalt õhutatud/aereeritud ruumis. Seejärel juust **pakitakse hõbepaberisse** ja säilitatakse 4–12 kuud 2–10°C juures, kuni soovitud laagerdusastme saavutamiseni.

VI osa

MUUD PIIMATOOTED

1. JOGURTI TEHNOLOOGIA

Jogurt on kääritatud piimatoode ja definitsiooni järgi piimhappe kalgend, mis saadakse ainuüksi piimhappebakterite tegevuse tagajärjel. Prantsusmaa seadusandluse kohaselt on ainsad lubatud tüved *Streptococcus thermophilus* ja *Lactobacillus bulgaricus*.

PIIMA ETTEVALMISTAMINE

Piima kasutatakse kas täispiimana või siis kergelt kooritult. Valkude vähesus võib viia väga pehme tekstuurini. Mõningatel juhtudel soovitame piimale lisada piimapulbrit 3–4% ulatuses, lahustumise kergendamiseks temperatuuril 25–30°C.

Piim pastöriseeritakse 92°C juures 10 minuti jooksul, tõstes temperatuuri 20–30 minutiga 25°C-lt 92°C-ni.

JUURETISTE VALMISTAMINE JOGURTILE

Kaubanduslik tüvi külvatakse ühte liitrisse steriliseeritud piima ning asetatakse inkubaatorisse kuni saavutatakse happesus 75–80°D. Emajuuretisest tehakse omakorda tütarkülve 3% ulatuses piima sisse, mida on eelnevalt pastöriseeritud 10 min 92°C juures ja seejärel jahutatud 46°C-ni. Tütarkülvid asetatakse inkubaatorisse kuni saavutatakse happesus 80–85°D. Edasi säilitatakse neid kuni kasutamiseni temperatuuril 4°C.

JOGURTITE VALMISTAMINE

Pastöriseerimise järel jahutatakse piim 46°C, soovitatavalt vesivannis ja lisatakse juuretis 2–3% ulatuses. Naturaalse või maitsestatud jogurti saamiseks (maitset lisatakse segamise käigus) pannakse juuretisega piim kaanega kaetavatesse topsidesse, mis asetatakse 2 kuni 2,5 tunniks soojenduskappi 43–44°C juurde, et saavutada happesuse tase 80–85°D. Pärast väljavõtmist jahutatakse topsid silmapikselt 4°Cni.

Puuviljajogurtite valmistamisel soovitame teha ühe suure jogurti katlas või ämbrites ning seejärel, samal ajal segades, panna sisse puuviljad, või siis panna moos topside põhja, valada peale juuretisega piim ning asetada sooja.

2. VÕI TEHNOLOOGIA

KOORE VALMISTAMINE

Koor tõuseb lehmapiima pinnale, kui lasta piimal rahulikult seista. Tänapäeval on koorelahutaja abil võimalik eraldada koor piimast palju korralikumalt kui kulbiga riisudes.

Filtreeritud piimast eraldatakse koor kohe pärast lüpsi. Juhul kui see pole võimalik, soojendatakse piim uuesti 30–40°C juurde, mis garanteerib parima separatsiooni.

Või valmistamiseks kasutatavat koort lastakse valmida kas looduslike bakteritüvedega või siis hetero-fermentatiivset tüüpi mesofiilsete bakterikultuuridega, põhiliselt *Streptococcus diacetylactis*'e abil, mis annab võile kerge pähklimaitse. Seda tehakse talvel 12–13°C juures ja suvel 8–10°C juures, et saavutada happesuse tase 30°D. Happesuse määramine toimub samal viisil kui piimas.

VÕI VALMISTAMINE

Koort, mille temperatuur jääb vahemikku 8–13°C, klopitakse võimasinas 20–40 minutit kuni võiterade tekkeni. Seejärel lisatakse 10–20% ulatuses jäävett, et võiterad maksimaalselt kokku koguda ja viia lõpuni rasvade fikseerimine.

Võipiima eemaldamise järel pestakse võimassi 5 min jooksul, olles kirnu eelnevalt täitnud 2/3 ulatuses jääveega. Tehakse üks-kaks pesemist, millele järgneb loputusvee eemaldamine. Pärast viimast pesu sõtkutakse või läbi, et kätte saada kogu säilitamist rikkuv vesi. Seejärel pannakse või vormidesse ja säilitatakse 4°C juures umbes 15 päeva.



Vana hea võimasin