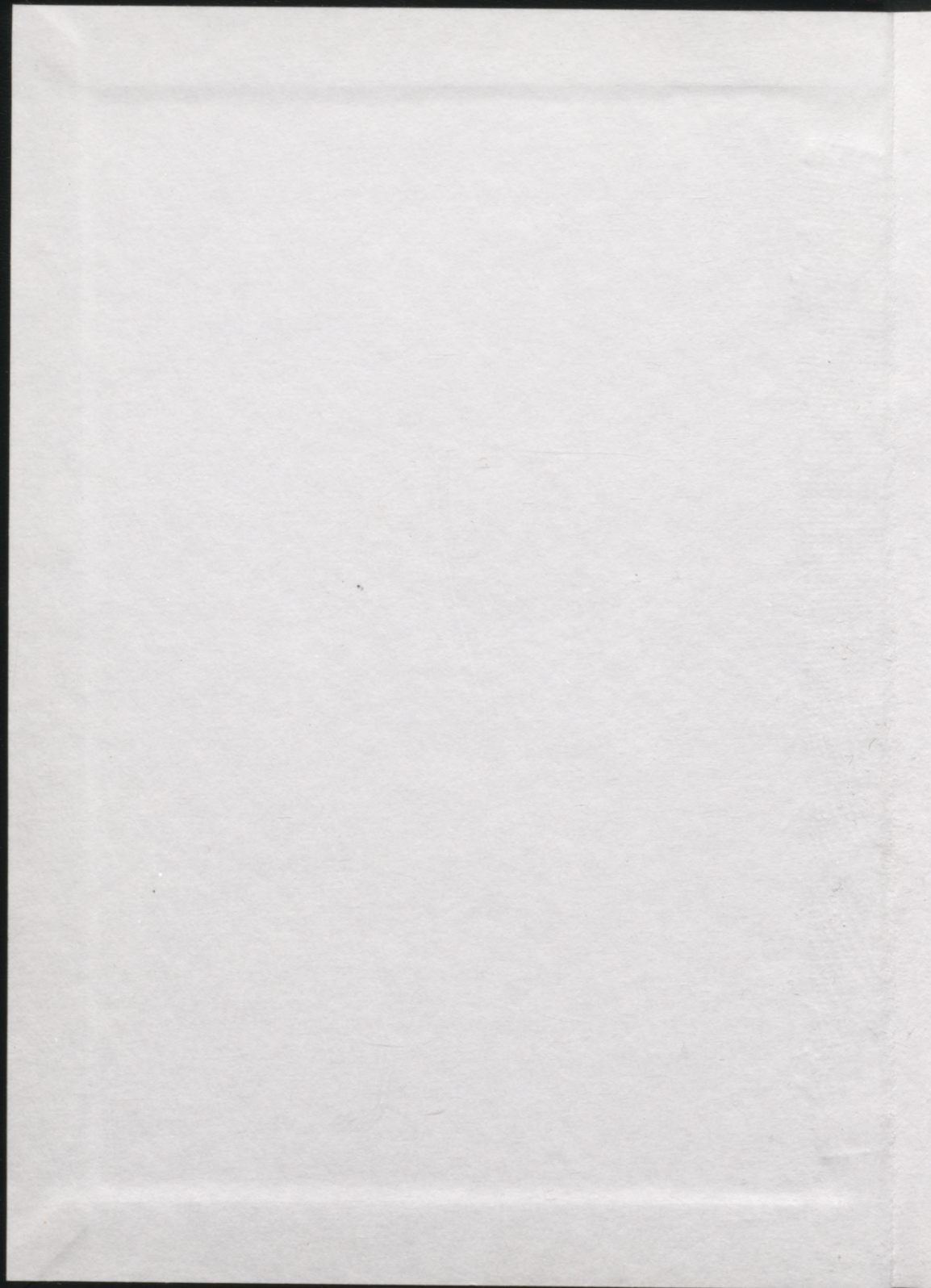
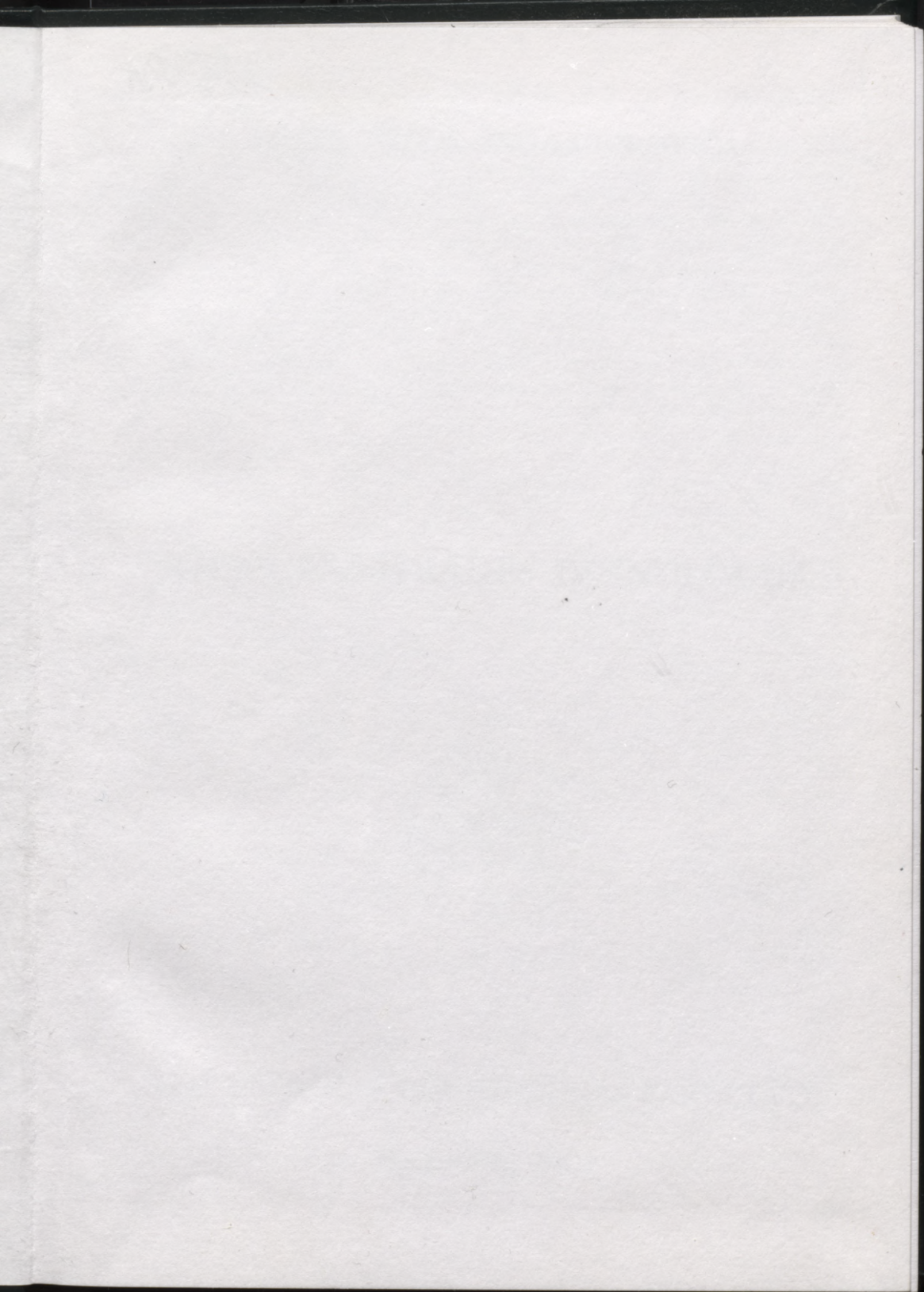


LILITA OZOLA  
INGA CIPROVIČA

PIENA PĀRSTRĀDES  
TEHNOLOĢIJA





215291

2002-4  
83

LIVIAZ A. 010518  
BIBLIOTĒKA

UDK 637.13(075.8)

LILITA OZOLA, INGA CIPROVIČA

L  
63

## PIENA PĀRSTRĀDES TEHNOĻĪJA



LLU, PĀRTIKAS TEHNOĻĪJAS FAKULTĀTE

JELGAVA, 2002

UDK 637.17.3(075.8)

Latvijas Nacionālā  
BIBLIOTĒKA

0302018489

L.Ozola, I.Ciproviča. Piena pārstrādes tehnoloģija. - Jelgava: LLU PTF, 2002. - 248 lpp.

Mācību grāmata paredzēta Latvijas Lauksaimniecības universitātes Pārtikas tehnoloģijas fakultātes akadēmiskās studiju programmas "Pārtikas zinības" un profesionālās studiju programmas "Pārtikas produktu tehnoloģija" studentiem kompleksā studiju priekšmeta "Pārtikas ražošanas tehnoloģija" daļas "Piens, tā pārstrāde" apguvei. Grāmatu var izmantot arī citu studiju programmu studenti un profesionālo mācību iestāžu audzēkņi, kuri apgūst ar piena pārstrādi saistītus jautājumus.

Mācību grāmatā ietverta informācija par piena ķīmisko sastāvu, īpašībām, apskatīta piena produktu ražošanas tehnoloģija, izskaidrojot procesu laikā notiekošo un produktu defektu rašanās cēloņus.

PIENA PĀRSTRĀDES TEHNOĻĪJA



Maketu veidoja:

Recenzentes pārtikas rūpniecības inženieres tehnoloģes

Inga Ciproviča

Ruta Galoburda  
Edīte Bērziņa

ISBN 9984-596-37-0

© LLU PTF, 2002

© Lilita Ozola Inga Ciproviča, 2002

## PRIEKŠVārds

Pārtikas tehnoloģijas fakultātes akadēmiskajā studiju programmā "Pārtikas zinības" un profesionālajā studiju programmā "Pārtikas produktu tehnoloģija" paredzēts studiju priekšmets "Pārtikas ražošanas tehnoloģija".

Viena no šī kompleksā priekšmeta sastāvdaļām ir "Piens, tā pārstrāde". Mācību grāmata PIENA PĀRSTRĀDES TEHNOĻIJA sarakstīta saskaņā ar šī studiju priekšmeta programmu. Grāmatu sastādot ņemts vērā, ka studenti iepriekš apguvuši nepieciešamās zināšanas organiskajā ķīmijā, bioķīmijā, mikrobioloģijā, pārtikas procesos, kā arī zināšanas par vispārīgām pārtikas uzņēmumu tehnoloģiskām iekārtām un pārtikas produktu iepakojšanu, sagatavošanu realizācijai.

Mācību grāmatā apkopota informācija par piena ķīmisko sastāvu, īpašībām, mikrofloru, piena kvalitātes izvērtēšanas kritērijiem. Apskatīta piena produktu ražošanas tehnoloģija, tehnoloģisko operāciju laikā notiekošie fizikālie, bioķīmiskie un mikrobioloģiskie procesi, skaidroti produktu defektu rašanās cēloņi un to novēršanas iespējas, kā arī speciālo iekārtu darbības principi.

Studiju priekšmeta apguvei atvēlētais laiks neļauj vienlīdz detalizēti apgūt visu piena produktu tehnoloģiju. Grāmatā vairāk uzmanības veltīts tiem produktiem, kurus ražo piena pārstrādes uzņēmumu lielākā daļa. Tādiem piena produktiem kā konservi, kazeīns un kazeināti galvenokārt raksturots tikai vispārīgs tehnoloģiskais process, jo daļa tehnoloģisko operāciju apskatīta skaidrojot citu produktu tehnoloģiju. Savukārt, piena konservu ražošanas pamatprocesi-iebiezināšana un kaltēšana, kā arī to veikšanai izmantojamās iekārtas apgūtas studiju priekšmetā "Pārtikas procesi un iekārtas". Sūkļu pārstrāde Latvijā dažādu iemeslu dēļ praktiski nenotiek, tādēļ attiecīgā grāmatas nodaļā tikai norādīti sūkļu izmantošanas veidi, dotas atsevišķu produktu vispārīgās tehnoloģiskās shēmas un skaidrotas iegūto produktu izmantošanas iespējas.

Plašāku informāciju par pienu un atsevišķu piena produktu tehnoloģiju studējošie var iegūt izmantojot LLU Fundamentālajā bibliotēkā esošās grāmatas, tajā pieejamās datu bāzes lasāmatmiņas kompaktdiskos un līnijas (online) datu bāzes. Literatūras sarakstā ietvertas tikai grāmatas izdošanas laikā jaunākās studentiem pieejamās grāmatas.

Praktiskas iemaņas piena produktu gatavošanā, kvalitātes kontrolē, papildzināšanas par speciālajām iekārtām studējošie iegūst laboratorijas darbu un prakšu laikā. Ar produkcijas aprēķinu metodiku un ražošanu reglamentējošiem dokumentiem studenti iepazīstas, izstrādājot kursa darbus.

Lilīta Ozola  
Inga Ciproviča

# SATURS

<b>I Piens (L.Ozola)</b>	<b>7</b>
1. Piens – vērtīgs pārtikas produkts un izejviela	7
2. Piena sekrēcija	8
3. Piena ķīmiskais sastāvs un struktūra	9
4. Piena sastāvdaļas	11
4.1. Ūdens	11
4.2. Olbaltumvielas	11
4.2.1. Piena olbaltumvielu veidi un īpašības	11
4.2.2. Piena pārstrādē izmantotie olbaltumvielu izdalīšanas paņēmieni	15
4.3. Lipīdi	19
4.3.1. Tauki	19
4.3.2. Fosfolipīdi, sterīni un citi lipīdi	21
4.4. Piena cukurs - laktoze	22
4.5. Minerālvielas	22
4.6. Vitamīni	23
4.7. Fermenti	23
4.8. Baktericīdās vielas, gāzes un somatiskās šūnas	24
5. Pienam neraksturīgu vielu iespējamā klātbūtne	25
6. Piena sensorās īpašības	26
7. Biežāk kontrolētās piena fizikāli – ķīmiskās īpašības	27
7.1. Skābums	27
7.2. Blīvums	28
7.3. Sasalšanas temperatūra	28
7.4. Termoizturība	28
8. Piena sastāva un īpašību izmaiņas dažādu faktoru ietekmē	29
9. Dažu lauksaimniecības dzīvnieku piena sastāva īpatnības	32
10. Piena pieņemšanas un šķirošanas principi pārstrādes uzņēmumos	34
11. Mātes piena sastāva īpatnības	34
12. Iespējamās piena izraisītās veselības problēmas	35
13. Piena mikroflora (I.Ciproviča)	36
13.1. Piena mikrofloras avoti	36
13.2. Piena mikrofloras raksturojums	37
14. Ieraugi (I.Ciproviča)	39
14.1. Pieniskābes baktēriju raksturojums	40
14.2. Rūgšanas veidi	44
14.3. Ieraugu veidi	45
14.4. Ieraugu pavairošanas tehnika	46
<b>II Piena apstrādes pamatprocesu raksturojums (I.Ciproviča)</b>	<b>50</b>
1. Piena pirmapstrāde un mehāniskā apstrāde	50
2. Piena termiskā apstrāde	61
2.1. Piena sastāvdaļu izmaiņas karsēšanas laikā	63
3. Iekārtu sanitārā apstrāde	64

3.1. Sanitārās apstrādes shēma	65
<b>III Piena produktu ražošanas tehnoloģijas</b>	<b>68</b>
1. Termiski apstrādāts piens (I.Ciproviča)	68
2. Piens ar samazinātu laktozes saturu (I.Ciproviča)	69
3. Saldais krējums (I.Ciproviča)	70
4. Skābpiena dzērieni (I.Ciproviča)	72
4.1. Atsevišķu skābpiena dzērienu ražošanas tehnoloģiskās īpatnības (I.Ciproviča)	75
5. Skābais krējums (I.Ciproviča)	81
6. Biezpiena ražošanas tehnoloģija (I.Ciproviča)	84
6.1. Piena patēriņš biezpiena ražošanā	89
6.2. Biezpiena izstrādājumi	90
6.2.1. Mājas siera ražošanas tehnoloģija	91
7. Saldējums (I.Ciproviča)	92
8. Sviests	99
8.1. Skābkrējuma sviesta gatavošana	109
8.2. Sviesta ražošana ar plūsmas metodi	110
8.3. Sviesta novērtēšana	113
8.4. Piena patēriņš sviesta ražošanai	115
8.5. Piena tauku produkti	115
8.6. Piena tauku modificēšana	117
8.7. Jaukto tauku produkti	118
9. Siers (L.Ozola)	119
9.1. Sieru ķīmiskais sastāvs un nozīme uzturā	119
9.2. Sieru daudzveidība un klasifikācijas kritēriji	120
9.3. Sieru tehnoloģijas pamati	122
9.3.1. Pamats sieru kvalitātei – labs piens	122
9.3.2. Vispārīga saldpiena sieru tehnoloģisko procesu shēma	123
9.3.3. Piena apstrāde pirms recināšanas	124
9.3.4. Piedevas normalizētam, pasterizētam maisījumam	130
9.3.5. Sagatavotā maisījuma sarecināšana	132
9.3.6. Siera graudu apstrāde	136
9.3.7. Sieru veidošana	142
9.3.8. Sieru pašpresēšanās un presēšana	147
9.3.9. Sieru sāļšana	149
9.3.10. Sieru nogatavināšana	154
9.3.10.1. Fermentu loma sieru nogatavināšanā	154
9.3.10.2. Laktozes, pienskābes un tās sāļu pārvērtības	155
9.3.10.3. Olbaltumvielu pārvērtības	156
9.3.10.4. Tauku pārvērtības	158
9.3.10.5. Siera sensoro īpašību veidošanās	158
9.3.10.6. Sieru nogatavināšanas režīmi	161
9.3.10.7. Sieru apkopšana nogatavināšanas laikā	163
9.3.10.8. Sieru nogatavināšanas paātrināšanas iespējas	165
9.4. Siera iznākums	166

9.5. Sieru novērtēšana	167
9.6. Biežāk sastopamie saldiņa siera defekti un to cēloņi	167
9.7. Plūsmas metodes siera ražošanā	168
9.8. Dažu siera grupu tehnoloģijas īpatnības	172
9.8.1. Pienskābes un propionskābes baktēriju ietekmē nogatavināti sieri	173
9.8.2. Pienskābes baktēriju ietekmē nogatavināti sieri	176
9.8.3. Čedaras tipa sieri	178
9.8.4. Pienskābes un glemi veidojošu baktēriju ietekmē nogatavināti sieri	181
9.8.5. Pienskābes baktēriju un pelējumu ietekmē nogatavināti sieri	183
9.8.6. Ļoti cietie sieri	186
9.8.7. Sālījumā nogatavināti sieri	186
9.8.8. Čedarizētas un karsētas olbaltumvielu masas sieri	188
9.8.9. Nenogatavināti (svaigi) sieri	190
9.8.10. Skābpiena sieri	190
9.8.11. Sieri ar piedevām	192
9.8.12. Kūpināti sieri	192
9.8.13. Sūkalu sieri	192
9.8.14. Kausētie sieri	193
10. Piena konservi (L.Ozola)	197
10.1. Piena produktu konservēšanas mērķi un paņēmieni	197
10.2. Iebiezināti piena konservi ar cukuru	198
10.3. Iebiezināti sterilizēti piena konservi	203
10.4. Sausie piena konservi	205
10.5. Ātri šķīstošā sausā piena tehnoloģijas īpatnības	207
<b>IV Piena pārstrādes blakusproduktu izmantošanas iespējas (L.Ozola)</b>	<b>209</b>
1. Piena pārstrādes blakusproduktu ķīmiskais sastāvs	209
2. Vājpiena un paniņu izmantošana	210
2.1. Kazeīns	210
2.2. Kazeināti	214
3. Sūkalu izmantošanas iespējas	215
3.1. Sūkalu krējums	216
3.2. Sūkalu dzērieni	216
3.3. Sūkalu koncentrāti	217
3.4. Sūkalu sausnas frakcionēšanas produkti	218
3.5. Glikozes – galaktozes sirups	224
3.6. Laktozes pārraudzēšanas produkti	224
3.7. Bioaktīvu vielu izdalīšana no sūkalām	225
<b>Pielikumi</b>	<b>226</b>
<b>Literatūra</b>	<b>248</b>

# I PIENS

## 1. PIENS – VĒRTĪGS PĀRTIKAS PRODUKTS UN IZEJVIELA

Piens ir zidītāju piena dziedzeru sekrēcijas produkts. Sekrēcija (lat. *secretio* – atdalīšana, atdalīšanās) – process, kurā dziedzeri veido un izdala sekrētu. Piena sekrēcija ir piena veidošanās piena dziedzeru šūnās.

Daba pienu paredzējusi zidītāju pēcnācēju apgādāšanai ar visu nepieciešamo to dzīvības uzturēšanai, attīstībai un imunitātes stiprināšanai kādu laika posmu pēc piedzimšanas. Dažādu zidītāju dzīvnieku piena ķīmiskais sastāvs ir ļoti atšķirīgs (skatīt 1.tabulu). Sastāva īpatnības nosaka jaundzimušā augšanas ātrums un apkārtējās vides apstākļi.

1.tabula

Dažu zidītāju dzīvnieku piena vidējais ķīmiskais sastāvs, %

Dzīvnieki	Ūdens	Sausna	Galvenās sausas sastāvdaļas:			
			olbaltumvielas	tauki	piena cukurs	minerālvielas
Govs	87,4	12,6	3,3	3,8	4,7	0,8
Kaza	86,4	13,6	3,6	4,3	4,5	0,8
Aita	81,5	18,5	5,9	7,2	4,8	0,9
Ķēve	89,3	10,7	2,1	1,8	6,4	0,4
Bifelis	81,3	18,7	4,3	8,7	4,9	0,8
Kamielis	85,0	15,0	3,8	5,5	5,0	0,7
Ziemeļbriedis	63,3	36,7	10,3	22,5	2,6	1,4
Alnis	67,1	32,9	15,0	11,0	5,3	1,6
Lama	86,5	13,5	3,9	3,2	5,6	0,8
Ēzelis	90,8	9,2	1,7	1,1	6,0	0,4
Zilonis	70,0	30,0	3,2	19,0	7,2	0,6
Cūka	83,8	16,2	7,5	4,5	3,2	1,0
Suns	79,4	20,6	7,0	8,5	4,0	1,1
Kaķene	81,2	18,8	9,2	3,5	5,0	1,1
Delfīns	47,4	52,6	5,6	45,0	1,4	0,6
Valzivs	43,6	56,4	12,0	42,0	1,5	0,9

Kad mazulis pāriet uz citu barību, zidītājiem piena izdalīšanās parasti beidzas. Izņēmums ir tie dzīvnieki, kuriem selekcijas, barošanas un kopšanas rezultātā, kā arī slaukšanas laikā kairinot piena dziedzerus, piens izdalās vairāk un ilgāk nekā pēcnācējiem vajag. No tiem iegūto pienu cilvēki izmanto dažādiem mērķiem.

2000.gadā 84,8% no pasaulē saražotā piena bija govs piens, 11,3% bifelu, 2,2% kazu, 1,5% aitu un 0,2% citu dzīvnieku piens. Bifelu pienu visvairāk iegūst Indijā, Pakistānā, vēl arī Ķīnā, Ēģiptē un nedaudz Itālijā. Šī piena daudzums pēdējos gados pieaug, bet kazu un aitu – praktiski nemainās. Pēdējais skaidrojams ar to, ka šos dzīvniekus pārsvarā tur nelielās saimniecībās. Kazas piena ieguvei lielākos vai

mazākos apjomos izmanto gandrīz visā pasaulē, bet aitas – dažos Francijas, Vācijas apgabalos, Rumānijā, Bulgārijā, Ungārijā un dažās Tuvo Austrumu valstīs.

Tā kā govs piens pasaulē un arī Latvijā ir visizplatītākais, tad turpmāk šai grāmatā pārsvarā rakstīts par to, īpaši neuzsverot, ka rakstītais attiecas uz govs pienu. Par dažu citu dzīvnieku piena sastāva īpatnībām rakstīts 1.9.nodaļā.

Piens satur visas cilvēkam nepieciešamās uzturvielas viegli izmantojamā formā, labi, gandrīz ideāli sabalansētās attiecībās. Tādēļ tas ieņem īpašu vietu bērnu, grūtnieču kā arī vecu, slimu cilvēku uzturā un ir piemērots, ieteicams ikdienā gandrīz visiem cilvēkiem.

Piens ne tikai apgādā organismu ar vajadzīgām uzturvielām, bet arī palīdz labāk izmantot, ar mazāku enerģijas patēriņu, sagremot citus pārtikas produktus. Tas sevišķi svarīgi ir vecākiem cilvēkiem.

Piens dod sātu, atjauno spēkus un nomierina. Daudziem zināma silta piena patīkamā, sasprindzinājumu noņemošā iedarbība. Zinātnieki šo piena ietekmi skaidro galvenokārt ar lielo kalcija saturu, kurš regulē sirdsdarbību un nervu šūnu uzbudināmības pakāpi. Glāze silta piena vakarā daudzām atvieglo aizmigšanu. Piens mazina sasprindzinājumu arī pēc lielām fiziskām slodzēm.

Antīkās medicīnas pamatlicējs Hipokrāts ir teicis: "Piens ir gandrīz pārtikas produkta pilnība." Savukārt akadēmiķis I.Pavlovs nosaucis pienu par "pašas dabas 7veidotu brīnišķīgu pārtiku", bet senie filozofi – par "veselības avotu" un "baltajām asinīm".

No seniem laikiem zināms tautas dziedniecības paņēmieni: ar pienu palīdzēt dažādos saindēšanās gadījumos. Piena olbaltumvielām ir izteikta spēja saistīt skābju un sārnu tvaikus, kā arī neitralizēt smago metālu jonus un citas kaitīgas vielas. Tādēļ dažos veselībai kaitīgos darba apstākļos strādājošiem organisma aizsardzības spēju stiprināšanai izsniedz pienu.

Par atsevišķo piena sastāvdaļu nozīmi uzturā sīkāk paskaidrots 1.4.nodaļā.

Diemžēl pienā reizēm ir tam neraksturīgas vielas, kuru klātbūtne var negatīvi ietekmēt lietotāju veselību. Bez tam dažiem cilvēkiem piens izraisa gremošanas traucējumus vai citas nevēlamas sekas (skaidrojums 1.12.nodaļā).

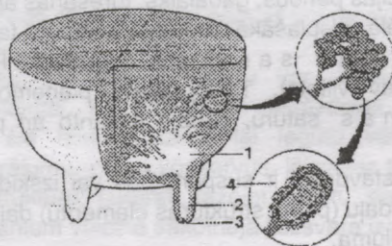
Piens ir ne tikai vērtīgs produkts, to izmanto arī kā izejvielu nozīmīgā tautsaimniecības nozarē – piena pārstrādē. Daudzveidīgais piena sastāvs un mūsdienīgas pārstrādes tehnoloģijas rada iespējas patērētājiem piedāvāt ļoti plašu piena produktu sortimentu.

## 2. PIENA SEKRĒCIJA

Govs tesmenis sastāv no 4 savstarpēji nodalītiem piena dziedzeriem. Tajos ir ļoti daudz sīku mikroskopisku  $\varnothing$  0,1 – 0,4 mm pūslīšu – alveolu, kuras apvienotas ķekarveida grupās. Pienu producējošas šūnas izvietojušās pie alveolu iekšējām sienām.

No alveolām izejošie kapilāri, pakāpeniski apvienojoties, veido piena kanālus, pa kuriem piens ieplūst tesmeņa cisternā. Tā savienojas ar pupa cisternu, kuras galā ir pupa atvere. Starp slaukšanas reizēm pupa atvere noslēgta ar gredzenveida muskulī,

kas neļauj pienam iztecēt un ierobežo mikroorganismu iekļūšanu tesmenī. Tesmeni caurvij bagātīgs asinsvadu, kapilāru un nervaudu tīkls.



1.attēls. Tesmeņa šķērs griezumā.

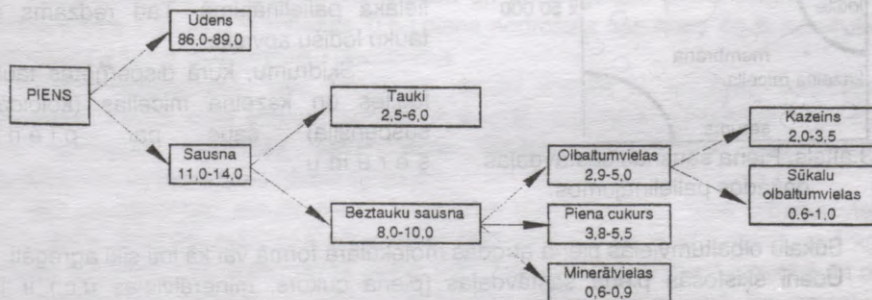
1 – tesmeņa sistēma; 2 – pupa sistēma; 3 – pupa atvere; 4 – alveola.

Piens sintezējas pie alveolu iekšējām sienām esošajās šūnās no sastāvdaļām, kuras tiek piegādātas ar asinīm, piedaloties dažādiem fermentiem un hormoniem. Lai veidotos 1 l piena, caur tesmeni jāizplūst 800 – 900 l asiņu. No asins aminoskābēm sintezējas piena olbaltumviela kazeīns, no glikozes – piena cukurs, no asins lipīdiem sarežģītu pārvērtību rezultātā – tauki. Savukārt izmēru ziņā sīkākās piena sastāvdaļas: sūkļu olbaltumvielas, minerālvielas, vitamīni, hormoni u.c. pāriet no asinīm pienā neizmainītā veidā, vienīgi piena dziedzeri veic zināmu atlasi. Tādēļ šo vielu daudzumi pienā un asinīs ir atšķirīgi.

Lai piena sintezēšanās netiktu pārtraukta, govys periodiski jāizslauc. Slaukšanas laikā tiek kairināti pupas esošie nervu gali, un impulsi no tesmeņa sasniedz govys smadzenes, iekšējās sekrēcijas dziedzerus. Pēdējie izdala dažādus hormonus, kuri ar asinīm nokļūst tesmenī. Viens no hormoniem – oksitocīns izraisa alveolu sieniņu saraušanos un alveolu saturs tiek izspiests piena kanālos. Tiek atbrīvota pupa atvere un piens izdalās no tesmeņa.

### 3. PIENA ĶĪMISKAIS SASTĀVS UN STRUKTŪRA

Piena vidējais sastāvs redzams 1.tabulā. Dažādu apstākļu dēļ tas var svārstīties diezgan plašās robežās (skatīt 2.attēlu).



2.attēls. Govys piena ķīmiskā sastāva svārstības, %.

Bez 2.attēlā uzrādītām sastāvdaļām pienā mikrodaudzumos vēl ir vitamīni, fermenti, pigmenti, hormoni un gāzes.

Piena sastāva svārstības ietekmē: barība, govš šķirne, individuālās īpašības, veselības stāvoklis, laktācijas periods, gadalaiks, turēšanas apstākļi u.c.

Kā redzams 2.attēlā, visplašākā intervālā svārstās tauku saturs. Tādēļ plašās robežās mainās arī kopējais sausnas daudzums. Pēc tās vien nevar izvērtēt vai piens ir dabīgs (nav viltots). Tādēļ pienu pieņemot pārstrādei, nosaka tā beztauku sausnas saturu, pēdējo izmanto arī produktu aprēķinos piena pārstrādē.

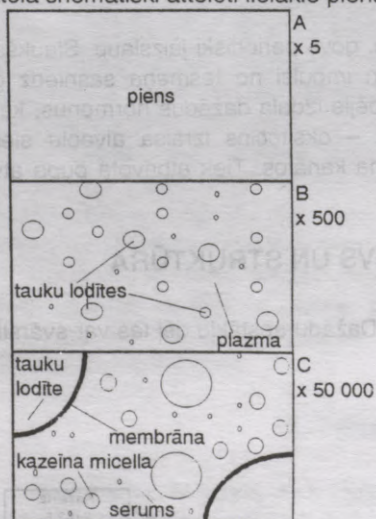
Piena sausnas sastāvdaļas ir suspendētas vai izšķīdušas ūdenī. 2.tabulā doti atsevišķu sausnas sastāvdaļu (piena struktūras elementu) daļiņu izmēri un redzams, ka tās ir ļoti atšķirīgas pēc lieluma.

2.tabula

Piena sausnas sastāvdaļu daļiņu izmēri

Struktūras elementi	Izmērs, mm
Tauku lodītes	$10^{-2} - 10^{-3}$
Kazeīna micellas (kazeīna – kalcija fosfāta komplekss)	$10^{-4} - 10^{-5}$
Sūkalu olbaltumvielas	$10^{-5} - 10^{-6}$
Piena cukurs, minerālvielas u.c. ūdenī šķīstošas vielas	$10^{-6} - 10^{-7}$

3.attēlā shematiski attēloti lielākie piena struktūras elementi.



3.attēls. Piena sausnas sastāvdaļas dažādos palielinājumos.

Izmēru ziņā lielākais piena struktūras elements ir tauku lodītes. Tauki pienā ir emulsijas veidā, bet tauku lodītes ievērojami atšķiras no parastās emulsijas pilieniem. Piena tauku lodītes klāj komplicētas struktūras daudzu ķīmisku savienojumu veidots apvalks (membrāna). Daļa tauku lodītēs ir šķidrā veidā, daļa kristalizējusies. Piena beztauku daļu sauc par piena plazmu.

Kazeīna micellas saskatāmas tikai lielākā palielinājumā. Tad redzams arī tauku lodīšu apvalks.

Šķidrums, kurā disperģētas tauku lodītes un kazeīna micellas (koloidālā suspensija) sauc par piena serumu.

Sūkalu olbaltumvielas pienā atrodas molekulārā formā vai kā ļoti sīki agregāti.

Ūdenī šķīstošās piena sastāvdaļas (piena cukurs, minerālvielas u.c.) ir īsta šķiduma veidā.

Sintezējoties pienam, starp atsevišķiem struktūras elementiem izveidojas līdzsvarota, savstarpēji saistīta sistēma, kurā viens elements stabilizē otru. Šim līdzsvaram izjūkot, atsevišķās ķīmiskās sastāvdaļas var zaudēt savu stabilitāti. Rezultātā pienā var izveidoties olbaltumvielu pārslas vai receklis jeb arī var būt redzami tauku pilieni vai sviesta graudiņi.

Atsevišķo struktūras elementu līdzsvaru var izjaukt mehāniska iedarbība, temperatūras vai pH izmaiņas, kā arī kādas sastāvdaļas satura izmaiņas. Piena pārstrādes speciālistam šie faktori jāzina, lai iegūtu vēlamo rezultātu. Ražojot pasterizētu pienu, saldo krējumu, piena konservus, jāizvēlas tādi tehnoloģiskā procesa parametri, lai neizjauktu struktūru. Turpretī, ražojot sviestu, sieru, skābpiena produktus, ar tehnoloģiskiem paņēmieniem veicina sākotnējā līdzsvara izjaukšanu.

## 4. PIENA SASTĀVDAĻAS

### 4.1. Ūdens

Ūdens ir skaitliski lielākā piena sastāvdaļa, tā saturs pienā 86 – 89 %. Kā jebkurā produktā, arī pienā ūdens ir gan brīvā, gan saistītā veidā.

Brīvais ūdens nav saistīts ar citām piena sastāvdaļām, to var viegli atdalīt kaltējot, iebiezinot, saldējot. Tā kā mikroorganismi var attīstīties tikai brīvajā ūdenī, tad tā daudzuma samazināšana ļauj pagarināt produkta uzglabāšanas laiku. Piena cukurs, minerālvielas u.c. vielas ir izšķīdušas brīvajā ūdenī. Pienā apmēram 85% no kopējā ūdens satura ir brīvā veidā.

Saistīto ūdeni nevar izdalīt karsējot, tas nesasalst zemās temperatūrās, tajā neattīstās mikroorganismi. Pienā saistītais ūdens ir 2 veidos:

- adsorbētais ūdens – olbaltumvielu hidrofilās grupas piesaistījušas ar molekulāro spēku palīdzību, izveidojot hidratācijas apvalku ap olbaltumvielu daļiņām;
- kristalizācijas ūdens – saistīts ar laktozes kristāliem, jo laktoze kristalizējas ar vienu ūdens molekulu ( $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$ ).

### 4.2. Olbaltumvielas

#### 4.2.1. Piena olbaltumvielu veidi un īpašības

Olbaltumvielas ir viena no vērtīgākām un nozīmīgākām piena sastāvdaļām, to saturs svārstās 2,9 – 5,0 % robežās. 0,5 l piena nodrošina apmēram 40 % no cilvēkam dienā nepieciešamā olbaltumvielu daudzuma.

Piena olbaltumvielu lielo bioloģisko vērtību nosaka to sastāvs, neaizstājamo aminoskābju saturs, labā sagremojamība un augstā izmantošanas pakāpe organismā. Piena optimālās attiecībās satur visas cilvēka organismam nepieciešamās neaizstājamās aminoskābes (skatīt 3.tabulu).

No olbaltumvielu satura pienā ir atkarīgs piena patēriņš tādu olbaltumvielām bagātu piena produktu ražošanai kā siers un biezpiens u.c. Jo to būs vairāk, jo 1 kg šo produktu iegūšanai vajadzēs mazāk piena. Olbaltumvielu saturs pienā ietekmē arī dažu piena produktu konsistenci un spēju to nezaudēt uzglabāšanas laikā. Šo iemeslu dēļ samaksa par pārstrādei nodoto pienu, līdztekus citiem kvalitātes rādītājiem, ir atkarīga arī no olbaltumvielu satura tajā. Latvijā par *bāzes* jeb pamata olbaltumvielu saturu

pienā šobrīd noteikti 3 %. Pārstrādes uzņēmumi nosaka piemaksu vai iepirkuma cenas samazinājumu atkarībā no tā, vai olbaltumvielu saturs ir lielāks vai mazāks par 3 %.

3.tabula

Nozīmīgākās piena olbaltumvielu aminoskābes

Nosaukums	Daudzums, g/100 g piena olbaltumvielu	Cilvēkam dienā nepieciešams, g
Leicīns	12,1	1,1
Lizīns	7,4	0,8
Valīns	7,1	0,8
Izoleicīns	6,7	0,7
Fenilalanīns	5,5	1,1
Treonīns	4,6	0,5
Metionīns	2,8	1,1
Triptofāns	1,4	0,3

Pienā ir simtiem dažādu olbaltumvielu veidu, dažas gan ir ļoti nelielos daudzumos. Tām ir atšķirīga uzbūve, aminoskābju sastāvs, fizikāli – ķīmiskās, bioloģiskās un funkcionālās (ūdens saistīšanas, emulgēšanas, gēlu veidošanas spējas, uzputojamība u.c.) īpašības. Parasti izšķir 3 piena olbaltumvielu grupas (skatīt 4.tabulu).

4.tabula

Piena olbaltumvielas

Nosaukums	% no kopējā olbaltumvielu satura pienā
<b>Kazeīns kopā,</b>	79,5
$\alpha_{s1}$ – kazeīns*	30,6
$\alpha_{s2}$ – kazeīns*	8,0
$\beta$ – kazeīns**	30,8
k – kazeīns	10,1
<b>Sūkalu olbaltumvielas kopā,</b>	19,3
$\alpha$ – laktoalbumīns	3,7
$\beta$ – laktoglobulīns	9,8
asins seruma albumīns	1,2
imunoglobulīni	2,1
dažādas (ieskaitot proteožu – peptonu frakciju)	2,4
<b>Tauku lodīšu apvalku olbaltumvielas</b>	1,2

\*reizēm abas frakcijas norāda kopā un sauc par  $\alpha_s$  kazeīnu.

\*\* ieskaitot  $\gamma$  - kazeīnu, jo pēdējais veidojas  $\beta$  – kazeīna hidrolīzes rezultātā.

Tehnoloģijā būtiska nozīme ir pirmām 2 olbaltumvielu grupām, kuras sadalās vēl sīkāk.

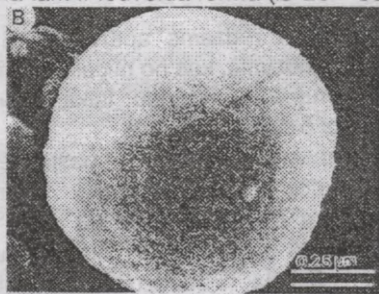
**Kazeīns.** No 4.tabulas redzams, ka kazeīns veido lielāko daļu, apmēram 80%, no kopējā olbaltumvielu daudzuma. Kazeīns ir aptuveni 10 dažādu olbaltumvielu maisījums, bet tās parasti sagrupē 4 frakcijās, kuras atšķiras ar aminoskābju sastāvu,

fosfātu daudzumu un dažām īpašībām. Frakciju savstarpējās skaitliskās attiecības ir galvenokārt ģenētiski noteiktas, tādēļ atsevišķām govīm tās var būt diezgan atšķirīgas.

$\beta$  - kazeīnam hidrolizējoties fermentu ietekmē, veidojas piektā frakcija  $\gamma$  - kazeīns. Pēdējā saturs pienā ir atkarīgs no piena uzglabāšanas ilguma un temperatūras.

Pēc ķīmiskā sastāva kazeīns ir olbaltumvielu un minerālvielu koloidāls komplekss. Kazeīns ir saistīts ar kalcija un nedaudz arī ar magnija katjoniem, tādēļ uzskata, ka pienā kazeīns ir kalcija kazeināta veidā. Kompleksā ietilpst arī koloidālā stāvoklī esošie kalcija fosfāti (apmēram 8 g/100 g kazeīna) un nelielos daudzumos arī citrāti. Visu to kopā sauc par kalcija kazeināta - kalcija fosfāta kompleksu.

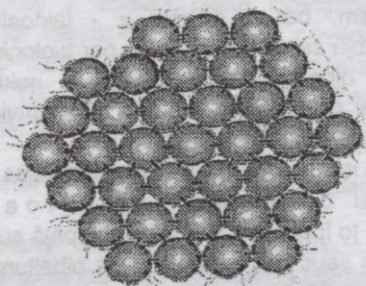
Kazeīns viegli veido polimēru agregātus, kuros ietilpst līdz vairākiem tūkstošiem individuālu kazeīna molekulu. Tos sauc par kazeīna daļiņām jeb *micellām*. Svaigā pienā tām ir lodveida forma ( $\varnothing$  20 - 30 nm robežās; vid 70 - 100 nm; 1 nm =  $10^{-9}$  m).



4.attēls. Kazeīna micella.

**Kazeīna micellas uzbūve.** Kazeīna micella būvēta no daudzām sīkām daļiņām - *submicellām* ( $\varnothing$  10 - 15 nm). Atsevišķās submicellas savā starpā saista kalcija fosfāts. Lielās micellas virspusē (skat. 5.attēls) vairāk izvietojies  $\kappa$  - kazeīns, kura brīvās hidrofilās grupas atrodas uz micellas virsmas kustīgu posmu veidā, piedodot tai ar "matiem" klātas lodītes izskatu.

Tās piesaista ūdeni, veidojot hidratācijas apvalku un stabilizējot micellu. Kazeīna molekulu skaits submicellās, atsevišķo kazeīna frakciju sadalījums starp micellām, kā arī pēdējo lielums ir atšķirīgi no dažādām govīm iegūtā pienā.



5.attēls. Kazeīna micellas shematiska uzbūve.

○ - kazeīna submicelas,  $\zeta$  - izvirzītās  $\kappa$ -kazeīna ķēdītes, -- kalcija fosfāts.

Tas, ka kazeīns pienā ir lielu micellu veidā, nodrošina olbaltumvielu stabilitāti pienu uzglabājot, termiski, mehāniski apstrādājot un ražojot produktus.

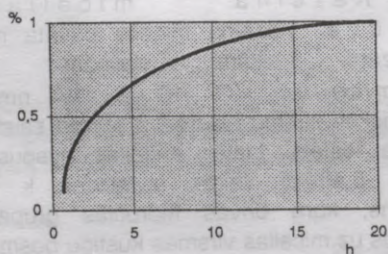
Kazeīnam ir izteiktas hidrofilās īpašības - 1 g kazeīna var saistīt vairāk kā 2 g ūdens. Kazeīna hidratācijas pakāpe ir atkarīga no vides pH, sāļu koncentrācijas apkārtējā vidē, jonu lādiņa lieluma un citiem faktoriem.

Svaigā pienā, kura pH ir ap 6,7, kazeīna rezultējošais jonu lādiņš ir negatīvs. Paskābinot pienu līdz pH 4,6 – 4,7, tiek sasniegts kazeīna izoelektriskais punkts un tas koagulē. Pazeminoties pH, daļa kalcija fosfāta pāriet šķīdumā un pavājinās saites starp submicellām. Piena skābumam pieaugot, samazinās kazeīna termostabilitāte – ieskābušu pienu sildot, veidojas pārslas vai recekļi.

Svaigā pienā kazeīna micellas saglabā savu stabilitāti temperatūru paaugstinot līdz pat 140 °C.

Negatīva ietekme uz kazeīna micellu stabilitāti ir zemām temperatūrām, jo  $\beta$ -kazeīns sāk hidrolizēties, pieaug  $\gamma$ -kazeīna daudzums, daļa koloidālā kalcija fosfāta izšķīst. Pēdējo zaudējot, pavājinās saites starp submicellām. Šo un citu sarežģītu pārvērtību rezultātā samazinās piena kā izejvielas piemērotība dažu produktu (sevišķi siera) ražošanai.

Visas šīs izmaiņas neparādās pēkšņi, bet apmēram pēc 24 stundu piena uzglabāšanas 4 °C temperatūrā.



6.attēls.  $\beta$ -kazeīna daudzums piena serumā 5°C temperatūrā.

6.attēlā redzams aptuvenais  $\beta$ -kazeīna daudzums, kas no micellas pāriet piena serumā 20 stundu laikā, pienu uzglabājot 5 °C temperatūrā.

Nepasterizētu vai pasterizētu pienu pēc uzglabāšanas zemā temperatūrā ātri uzsildot līdz 62 – 65 °C un izturot 20 sekundes,  $\beta$ -kazeīna un kalcija fosfāta daudzums micellā palielinās un vismaz daļēji tiek atjaunotas piena sākotnējās īpašības.

**Sūkalu olbaltumvielas.** Kazeīnam koagulējot izveidojas recekļi un sūkalas. Sūkalās pāriet apmēram 20% no visām pienā esošām olbaltumvielām un tās arī sauc par sūkalu olbaltumvielām.

Sūkalu olbaltumvielām, bet it sevišķi  $\alpha$ -laktoalbumīnam, ir ļoti augsta uzturvērtība, jo to aminoskābju sastāvs ir ļoti tuvu par bioloģisko optimumu uzskatītam. Hidrofīlās īpašības sūkalu olbaltumvielām ir lielākas nekā kazeīnam, un tās vēl palielinās šīs olbaltumvielas denaturējot. Sūkalu olbaltumvielu daļiņas ir sikākas kā kazeīna micellas, to izoelektriskais punkts ir ap pH 5.

4.tabulā redzams, ka ir dažādas sūkalu olbaltumvielas. Lielāka praktiskā nozīme ir divām galvenām sūkalu olbaltumvielām  $\alpha$ -laktoalbumīnam un  $\beta$ -laktoglobulīnam, to īpatsvars ir 80 % no kopējā sūkalu olbaltumvielu satura. Tās abas kopā praksē bieži sauc par albumīnu. Šīs olbaltumvielas ir termonestabīlas, tās sāk denaturēties temperatūrā virs 60 °C un pilnīgi denaturējas 90 – 95 °C temperatūrā, veidojot pārslas. Pienu pasterizējot vai vārot, daļa albumīna frakcijas olbaltumvielu kopā ar daļu minerālvielu izgulsnējas uz iekārtu un trauku virsmām.

Pirmajās dienās pēc govs atnešanās iegūtā pienā (jaunpienā) sūkalu olbaltumvielu daudzums ir ievērojami palielināts, salīdzinot ar pārējā laktācijas laikā iegūto pienu, tādēļ tas paaugstinātā temperatūrā sarec. Arī pašās laktācijas beigās pienā nedaudz palielinās sūkalu olbaltumvielu daudzums.

Imunoglobulīnu frakcijā ir ļoti dažādas olbaltumvielas. Parasti pienā to daudzums ir neliels, bet jaunpienā imunoglobulīni veido apmēram 90% no sūkalu olbaltumvielām. Tā daba rūpējas par jaundzimušo, lai aizsargātu to no slimībām. Medicīnisko preparātu ražotāji strādā pie dažu imunoglobulīnu (laktoferrīna, laktoperoksīdāzes u.c.) izdalīšanas no sūkalām vai piena seruma farmaceutiskās un arī pārtikas rūpniecības vajadzībām.

Asins seruma olbaltumvielas parasti pienā ir nedaudz, bet, govij saslimstot ar tesmens iekaisumu – mastītu, to saturs pienā palielinās.

Proteožu – peptonu frakcijas olbaltumvielās ietilpst daļēji hidrolizētas olbaltumvielas. Piena uzglabāšanas laikā šo olbaltumvielu saturs fermentu ietekmē palielinās.

**Tauku lodišu apvalku olbaltumvielas.** Kā jau norāda nosaukums, šīs olbaltumvielas kopā ar citiem savienojumiem veido tauku lodītes aizsargājošo, emulsiju stabilizējošo apvalku – membrānu. Dažu olbaltumvielu sastāvā ir lipīdu atlikumi un tās sauc par lipoproteīdiem. Pēc aminoskābju sastāva tauku lodišu apvalku olbaltumvielas atšķiras no pārējām piena olbaltumvielām.

**Neolbaltumvielu slāpekli saturoši savienojumi.** Bez olbaltumvielām pienā nelielos daudzumos ir arī citi slāpekli saturoši savienojumi – peptīdi, brīvās aminoskābes, urīnviela, amonjaks u.c. To sastāvā ir apmēram 5% no kopējā slāpekļa daudzuma pienā.

Praktiska nozīme ir peptīdiem un brīvām aminoskābēm kā viegli izmantojamam slāpekļa avotam, lai sekmīgi vairotos piena produktu ražošanā izmantojamo ieraugu mikroorganismi. Ja šādu slāpekļa avotu pienā ir pietiekami, ierauga mikroorganismi strauji vairojas un skābpiena produktu, sieru tehnoloģiskais process norit normāli. Pavasaros šo savienojumu saturs pienā samazinās apmēram 2 reizes, jo pasliktinājies barības kvalitāte un govīs pēc ziemas nogurušas. Šādā pienā mikroorganismu attīstība notiek lēnāk, rodas novirzes tehnoloģiskā procesā, ietekmējot iegūto produktu kvalitāti.

Daudzās valstīs, kurās ir attīstīta piena lopkopība, pienā regulāri nosaka urīnvielas saturu, jo pēc tās daudzuma iespējams novērtēt govju ēdināšanu – cik lietderīgi tiek izmantotas ar barību uzņemtās olbaltumvielas. Par normālu urīnvielas daudzumu pienā uzskata 150 – 300 mg/kg piena. Zema vai augsta urīnvielas koncentrācija pienā ir signāls, ka jākorrigē govju barības devas.

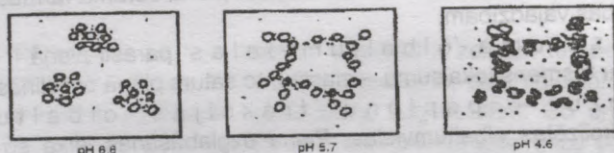
#### **4.2.2. Piena pārstrādē izmantotie olbaltumvielu izdalīšanas paņēmieni**

Ražojot vairākus piena produktus ir nepieciešams izraisīt olbaltumvielu koagulāciju, denaturāciju vai izmantot citus izdalīšanas paņēmienus.

**Kazeīna koagulācija ar skābju palīdzību.** Šo metodi izmanto ražojot skābpiena dzērienus, skābo krējumu, biezpienu, skābpiena sierus, kazeīnu.

Kazeīna koagulācija ar skābju palīdzību pamatojas uz to, ka, pieaugot piena skābumam, olbaltumvielas elektriskais lādiņš samazinās un, sasniedzot izoelektrisko punktu (pH 4,6 – 4,7), kazeīns koagulē. Šai punktā minimālas ir arī tā ūdens saistīšanas spējas. Bez tam, pieaugot skābumam, palielinās kalcija sāļu šķīdība un daļa no tiem atšķējas no kazeīna, pārejot ūdenī šķīstošā formā. Zaudējot daļu no kazeīna micellas struktūras elementiem, tā kļūst nestabilāka un, saduroties ar citām daļiņām, veido

agregātus, olbaltumvielu pavedienus (7.attēls). Pakāpeniski veidojas telpiska olbaltumvielu struktūra – recekliis, kura kapilāros ir sūkalas ar tajās izšķīdušajām piena sastāvdaļām – laktozi, minerālvielām, sūkalu olbaltumvielām. Kapilāros ir arī sīkas tauku lodītes.



7.attēls. Kazeīna daļiņu struktūras maiņa, pieaugot skābumam.



8.attēls. Jogurta recekļa struktūra elektronmikroskopā.

Ja recekļa veidošanās laikā notiek maisīšana, iegūst pārsļveidīgu masu, jo recekļa struktūra tiek sagrauta.

Piena skābuma palielināšana, ražojot iepriekšminētos produktus, notiek dažādi:

- ar bioloģisko paņēmienu – pievienojot pienam pienskābes baktēriju ieraugu; baktērijas pārraudzē laktozi, veidojot pienskābi un citus savienojumus;
- pievienojot organiskas skābes – etiķskābi, citronskābi u.c.;
- pievienojot minerālskābes – HCl, retāk  $H_2SO_4$ .

Pirmo paņēmienu piena pārstrādē izmanto visplašāk, otro – salīdzinoši reti, gatavojot dažus skābpiena sierus nelielos daudzumos. Minerālskābes pielieto, ražojot skābes kazeīnu.

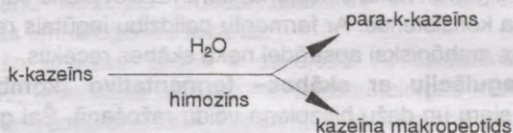
Saraudzējot pienu ar ierauga baktēriju palīdzību, vides skābums pieaug lēnām, tādēļ līdz sarecēšanai no kazeīna kompleksa pagūst atdalīties vairāk kalcija fosfāta. Ar abiem pārējiem paņēmienu iegūst recekli ar lielāku minerālvielu saturu.

Atkarībā no skābes veida, olbaltumvielu daudzuma pienā, piena temperatūras skābuma pieauguma laikā, skābuma pieauguma ātruma, kā arī pH procesa beigās, mainās kazeīna recekļa struktūra un īpašības. Regulējot tehnoloģiskā procesa gaitu, iespējams iegūt produktu ar vēlamām īpašībām.

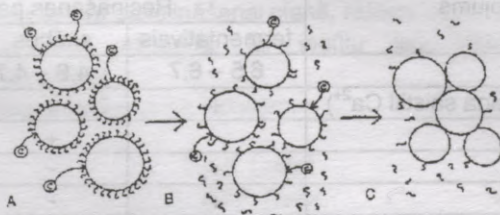
**Kazeīna koagulāciju ar recināšanas fermentu palīdzību** pielieto saldpiena sieru un fermentu kazeīna ražošanā. Šādi iegūtam receklim nav skābas garšas (pH 6,5 - 6,7), tādēļ sierus sauc par saldpiena sieriem. Lietojot tradicionālos siera ražošanā

pieņemtos piena apstrādes režīmus, fermentu ietekmē recekli veido kazeīns, bet sūkalu olbaltumvielas un  $\gamma$  - kazeīna frakcija pāriet sūkalās.

Kazeīna recekļa izveidošanās notiek 2 posmos. Pirmajā, tā sauktajā fermentatīvajā posmā recināšanas fermentu preparātu sastāvā esošās proteināzes (galvenokārt ferments himozīns) hidrolizē k-kazeīnu:



Kazeīna makropeptīds ir ūdenī šķīstošs un pāriet sūkalās. Tam ir liels elektriskais lādiņš un izteiktas ūdens saistīšanas spējas. Savienojumam ar šādām īpašībām atdaloties, kazeīna micellai samazinās elektriskais lādiņš un ūdens saistīšanas spējas, tā zaudē savu stabilitāti un var veidot agregātus ar citām tādām pat daļiņām. Lai tas notiktu, jābūt hidrolizētam 85-86 % no k-kazeīna (9.attēls). Šai posmā nav ārēji redzamu izmaiņu pienā.



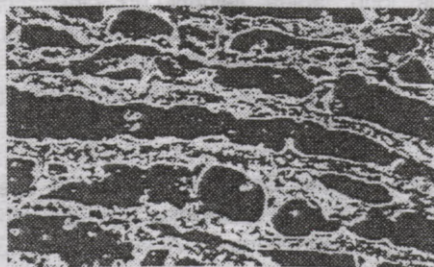
9.attēls. Saldpiena recekļa izveidošanās shēma.

A himozīns (apzīmēts ar C) tikko pievienots; k – kazeīna "apvalks" neskarts;

B nedaudz vēlāk; liela daļa k – kazeīna hidrolizēta, bet vēl palicis pietiekami, lai nepieļautu kazeīna daļiņu satuvināšanos;

C vēl ilgāks laiks pagājis kopš himozīna pievienošanas; gandrīz viss k – kazeīns hidrolizēts un kazeīna daļiņas sāk apvienoties.

Otrajā koagulācijas posmā stabilitāti zaudējušās kazeīna daļiņas satuvinās un ar kalcija jonu palīdzību savienojas savā starpā, izveidojot recekli. Recekļa kapilāros ietvertas sūkalas un sīkās tauku lodītes. Recekļa struktūra redzama 10.attēlā.



10.attēls. Piena recekļa struktūra elektronmikroskopā.

Latvijas Nacionālā  
BIBLIOTĒKA

0302018489<sup>17</sup>

Ražojot sierus pēc klasiskās tehnoloģijas, abi recekļa izveidošanās posmi saplūst, tie nav nošķirami. Dažas mūsdienīgās plūsmas metodes sieru ražošanā pamatojas uz šo posmu nodalīšanu. Fermentācijas posms var noritēt arī zemās temperatūrās (4 – 7 °C), bet koagulācija – temperatūrās virs 20 °C.

Pienu sarecinot ar fermentu palīdzību, recekli paliek liela daļa pienā esošā kalcija, tādēļ sierā tā ir vairāk nekā biezpienā, kuru ražojot piens sarec skābes ietekmē. Atšķirīga ir arī recekļa konsistence. Ar fermentu palīdzību iegūtais recekļis ir elastīgāks, maigāks, piemērotāks mehāniskai apstrādei nekā skābes recekļis.

**Kazeīna koagulāciju ar skābes– fermentatīvo (kombinēto)** paņēmieni pielieto dažu mīksto sieru un dažu biezpiena veidu ražošanā. Šai gadījumā uz kazeīnu iedarbojas gan pienskābe, gan recināšanas fermenti. Pēdējo ietekmē, kā minēts iepriekš, izveidojas parakazeīns, kura izoelektriskais punkts ir pH 5 - 5,2. Tā sasniegšanai vajag mazāk skābes, tādēļ ar šo paņēmieni iegūst mazāk skābu recekli nekā recinot pienu tikai ar skābi, bet skābāku, kā ar fermentu palīdzību.

Iegūto olbaltumvielu recekļu salīdzinājums redzams 5.tabulā.

5.tabula

Olbaltumvielu recekļu raksturojums atkarībā no recināšanas paņēmienu

Raksturojums	Recināšanas paņēmieni		
	fermentatīvais	skābes	kombinētais*
pH	6,5 – 6,7	≤ 4,6 – 4,7	samazinās
Mineralizācija (kazeinā saistīti Ca <sup>2+</sup> )	+	-	samazinās
Cietība	-	+	palielinās
Elastība	+	-	samazinās
Blīvums	+	-	samazinās
Saraušanās spēja	+	-	samazinās
Tendence uz pēkšņu sūkalu izdalīšanos	-	+	palielinās
Piemērotība mehāniskai apstrādei	+	-	samazinās
Nosusināta recekļa salīpšana	+	-	samazinās

+ stipri izteikta; - vāji izteikta; \* izmaiņa, mainoties no fermentatīvā uz skābes paņēmieni

**Olbaltumvielu koagulācija ar kalcija sāļiem paaugstinātā temperatūrā.** Šo metodi izmanto, tā sauktā, kalcinētā biezpiena ražošanā. Kalcija sāļu pievienošana pienam samazina kazeīna micellu stabilitāti, jo kalcija jonus saista brīvās kompleksa OH<sup>-</sup> grupas, samazinās jonu lādiņa lielums un hidratācijas apvalks. Stabilitāti zaudējušās kazeīna micellas ar kalcija jonu palīdzību apvienojas, veidojot agregātus. Ar kalciju bagātinātam kompleksam ir pazemināta termoizturība, tādēļ pienu uzkaršējot līdz 90–95 °C, kazeīns koagulē. Tik augstā temperatūrā denaturējas sūkalu olbaltumvielas. Rezultātā ar šo paņēmieni var izdalīt no piena vislielāko olbaltumvielu daudzumu (96 – 97 %).

Biežāk šajā metodē izmanto CaCl<sub>2</sub>, tomēr vairāki speciālisti to uzskata par mēreni toksisku vielu, jo tā kairinoši iedarbojas uz ādu, gļotādām, palielina asins sarecēšanas iespēju (trombu veidošanos). Ar labiem panākumiem olbaltumvielu izdalīšanai var izmantot arī kalcija laktātu.

**Sūkalu olbaltumvielu denaturāciju** izmanto to izdalīšanai no sūkalām. Kā zināms, sūkalu olbaltumvielas denaturē 90 – 95 °C temperatūrā. Tā kā tās ir dažādas, tad pilnīgākai olbaltumvielu izdalīšanai sūkalas paskābina līdz pH 4,5 – 4,6 (35 °T). Izturot 30 – 40 min, sūkalu olbaltumvielas izgulsnējas pārslu veidā.

**Olbaltumvielu koncentrēšana, atdalīšana ar membrānu tehnoloģiju palīdzību.** Membrānu filtrācijas procesi raksturoti un skaidroti mācību disciplinā "Pārtikas rūpniecības tehnoloģiskās iekārtas".

Vienkāršoti šo procesu būtība ir sekojoša. Ar spiedienu, kas ir lielāks par osmotisko spiedienu, iedarbojas uz šķīdumu puscaurlaidīgas membrānas vienā pusē. Atkarībā no membrānu poru izmēriem, tās aiztur kādu šķīdumā esošo šūnu vai sausas daļu, šķīrojot pēc izmēriem. Ir vairāki membrānu filtrācijas procesi: pretējā osmoze, nanofiltrācija, ultrafiltrācija, mikrofiltrācija.

Olbaltumvielu koncentrēšanai vai atdalīšanai izmanto ultrafiltrāciju. Vājpienam vai sūkalām cirkulējot ultrafiltrācijas iekārtā, cauri membrānām izplūst ūdens, minerālvielas, laktoze un citas ūdenī izšķīdušās vielas, bet uz membrānu virsmām koncentrējas olbaltumvielas, arī tauki. Membrānu tehnoloģijām ir minimāla iedarbība uz olbaltumvielām, tādēļ pilnīgi saglabājas to dabīgās īpašības un uzturvērtība.

Ultrafiltrāciju pielieto:

- olbaltumvielu satura palielināšanai pienā, ražojot dažus piena produktus;
- siera, biezpiena ražošanā, lai iegūtu jau vēlamās koncentrācijas olbaltumvielu masu;
- olbaltumvielu atdalīšanai no sūkalām.

### 4.3. Lipīdi

#### 4.3.1. Tauki

Tauku saturs pienā svārstās no 2,5 līdz 6,0 %. Tāpat kā olbaltumvielu saturs, arī tauku saturs ietekmē piena cenu.

Piena pārstrādes uzņēmumi piemaksā vai samazina iepirkuma cenu atkarībā no tā, vai tauku saturs ir lielāks vai mazāks par Latvijā noteikto b ā z e s jeb pamata tauku saturu 3,5 %.

Pienā tauki ir sīku lodīšu veidā. Vidējais to lielums ir 3 – 4 μm (1 μm=0,001 mm), bet tas var svārstīties robežās no 0,1 līdz 20 μm. Tauku lodīšu lielums ir atkarīgs no dzīvnieku šķirnes, barības, laktācijas perioda un citiem faktoriem. Tauku lodīšu lielumam ir praktiska nozīme, jo piena pārstrādes procesos pamatproduktā pāriet lielākās, bet sīkākās tauku lodītes – blakusproduktos. Jo lielāks ir sīko lodīšu īpatsvars, jo vairāk tauku paliks vājpienā, paniņās, sūkalās, ražojot krējumu, sviestu, sieru.

Katru tauku lodīti klāj ļoti plāns apvalks – membrāna. Tā biezums ir 5 – 10 nm (1 nm=10<sup>-9</sup> m). Apvalka masa sastāda apmēram 2 % no lodītes masas. Tā struktūra nav vēl pilnīgi izpētīta, bet sastāvā ir ļoti dažādas vielas: apmēram 70% no membrānas masas sastāda cerebrozīdi, holesterīns, nukleīnskābes, fermenti, A vitamīns u.c. vielas. Apvalka biezums un sastāvs mainās pienu uzglabājot, dzesējot, tauku lodītēm saskaroties ar gaisu, jo notiek sastāvdaļu apmaiņa ar piena plazmu.

Apvalks pasargā tauku lodītes no saplūšanas un pašus taukus no bojāšanās. Intensīvas mehāniskās iedarbības rezultātā (pienu vairākkārt pārsūknējot, pāravadājot nepilnās tilpnēs, ļaujot tam saputoties utt.) tauku lodīšu apvalks var tikt bojāts. Pa

bojājuma vietām izdalīsies tā sauktie "brīvie" tauki – bez apvalka. Šādi tauki ātrāk bojāsies (hidrolizēsies, oksidēsies) fermentu, gaismas, skābekļa u.c. faktoru ietekmē. Rezultātā pienam un no tā ražotiem produktiem pazemināsies kvalitāte, radīsies garšas un aromāta defekti. Tādēļ iespēju robežās jācenšas samazināt mehāniskās iedarbības intensitāti.

Ap tauku lodītēm ir hidratācijas slānis, kas palīdz saglabāt stabilitāti pienā. To vēl pastiprina negatīvais elektriskais lādiņš – elektrostatisko spēku ietekmē lodītes atgrūžas. Tas, ka pienā tauki ir sīku lodīšu veidā, sekmē to vieglāku un pilnīgāku (98%) izmantošanos organismā. To veicina arī zemā kušanas (28 – 33 °C) un sacietēšanas (18 – 23 °C) temperatūras, jo piena tauki cilvēka gremošanas traktā ir šķīdri stāvoklī.

Kā iepriekš atzīmēts, tauki daļiņu izmēru ziņā ir lielākais piena struktūras elements, tai pat laikā tie ir vieglākā piena sastāvdaļa, tādēļ arvien uzpeld virspusē. Ja piena blīvums ( $\text{kg/m}^3$ ) vidēji ir 1030, tad tauku – 930.

Piena tauki, tāpat kā citi tauki, ir esteri. Pārsvarā (98%) piena taukos ir triglicerīdi, bet ir arī mono- un diglicerīdi.

Jebkuru tauku īpašības un nozīmi uzturā ietekmē to sastāvā esošās taukskābes. Piena tauku taukskābju sastāvs ir atkarīgs no barības, gadalaika, govju šķirnes un citiem faktoriem. Piena taukos ir vairāk kā 100 dažādu taukskābju, kurās oglekļa atomu skaits ir no 4 līdz 20. Nozīmīgākās piena taukskābes nosauktas 6.tabulā.

6.tabula

Nozīmīgākās piena taukskābes

Taukskābes	% no kopējā taukskābju satura	C atomu skaits	Agregātvaioklis 20 °C temperatūrā
<i>Piesātinātās</i>			
Sviestskābe	3,0 – 4,5	4	šķīdras
Kaprnskābe	1,3 – 2,2	6	
Kaprīliskābe	0,8 – 2,5	8	
Kaprīnskābe	1,8 – 3,8	10	cietas
Laurīnskābe	2,0 – 5,0	12	
Miristīnskābe	7,0 – 11,0	14	
Palmitīnskābe	25,0 – 29,0	16	
Stearīnskābe	7,0 – 3,0	18	
<i>Nepiesātinātās</i>			
Oleīnskābe	30,0 – 40,0	18	šķīdras
Linolskābe	2,0 – 3,0	18	
Linolēnskābe	ap 1	18	
Arahidonskābe	ap 1	20	

Kā no 6.tabulas redzams, piena taukos apmēram 65 % no visām taukskābēm ir piesātinātās. Vasarā to saturs samazinās, ziemā palielinās. Lielāko daļu no piesātinātām taukskābēm veido palmitīnskābe, miristīnskābe un stearīnskābe.

Piesātinātās taukskābes bagātīgi saturoši tauki ir viens no sirds – asinsvadu slimības izraisošiem riska faktoriem, jo tie ir galvenais holesterīna veidošanās avots organismā. Pārmērīga šādu tauku lietošana uzturā izraisa tauku vielmaiņas traucējumus un holesterīna līmeņa paaugstināšanos asinīs. Lai samazinātu šo negatīvo ietekmi uz patērētāju veselību, arvien plašāk dažādos piena produktos lielāku vai

mazāku piena tauku daļu aizvieto ar augu taukiem vai arī samazina tauku saturu produktos.

Nepiesātinātās taukskābes caurmērā ir 35 % un lielāko daļu no tām veido oleīnskābe.

Piena taukos ir maz ( $\approx 3$  %) bioloģiski nozīmīgo polinepiesātināto taukskābju. Tām ir svarīga loma vielmaiņas procesos un daudzpusīga pozitīvā ietekme, t. sk., arī holesterīna līmeņa samazināšana asinīs. Polinepiesātinātās taukskābes nevar sintezēties cilvēka organismā, tās jāuzņem ar pārtiku. Ar piena taukiem, diemžēl, to saturu būtiski palielināt nav iespējams. Iepriekš pieminētā daļējā piena tauku aizvietošana ar augu taukiem palielina polinepiesātināto taukskābju daudzumu piena produktos.

Piena taukos ir salīdzinoši liels ( $\approx 7\%$ ) mazmolekulāro gaistošo taukskābju īpatsvars. Tas ir viens no galvenajiem iemesliem, kādēļ tie ir nesalīdzināmi pārāki par citiem taukiem garšas un aromāta ziņā. Tieši šīs spilgti izteiktās unikālās garšas un bagātīgā aromāta dēļ piena taukus izmanto daudzos pārtikas produktos.

Tauku ķīmisko īpašību raksturošanai lieto konstantes jeb skaitļus. Daži tauku sastāvu raksturojošie skaitļi doti 7.tabulā.

7.tabula

Dažādi tauku sastāvu raksturojoši skaitļi

Tauki un eļļas	Pārziapošanās	Joda			Polenske
		s	k	a	
Piena	220 – 234	28 – 45	20 – 32	1,9 – 5	
Liellopu	190 – 200	31 – 47	0,25 – 0,5	0,3 – 1	
Aitu	192 – 198	331 – 46	0,1 – 1,2	0,1 – 0,9	
Cūkas	193 – 203	46 – 66	0,3 – 0,9	0,4 – 0,6	
Saulespuķu	186 – 194	126 – 145	līdz 0,6	0,5 – 1,8	
Mencu (aknu)	185 – 190	118 – 186	-	-	

Pārziapošanas skaitlis raksturo taukos esošo taukskābju sastāvu – jo vairāk ir mazmolekulāro taukskābju, jo skaitlis ir lielāks. Kā redzams no 7. tabulas datiem, piena taukiem pārziapošanas skaitlis ir vislielākais.

Pēc joda skaitļa var spriest par nepiesātināto taukskābju saturu. Piena taukiem šis skaitlis ir salīdzinoši mazs, toties eļļām ievērojami lielāks.

Reiherta – Meisļa skaitlis raksturo ūdenī šķīstošo, gaistošo taukskābju (sviestskābes, kapronskābes) saturu. Šis skaitlis piena taukiem ir 20 – 30 reizes lielāks kā citiem taukiem. Lielās atšķirības dēļ šī skaitļa noteikšana ļauj atklāt piena tauku viltošanu.

Polenske skaitlis raksturo ūdenī nešķīstošo, gaistošo taukskābju (kaprīnskābes, kaprīnskābes un daļēji laurīnskābes) saturu. Arī šis skaitlis pienam ir vislielākais.

#### 4.3.2. Fosfolipīdi, sterīni un citi lipīdi

Fosfolipīdu saturs pienā ir līdz 0,05% un lielāko daļu (virs 60%) no tiem veido lecitīni un kefalīni. Lielākā fosfolipīdu daļa (60 – 70%) atrodas tauku lodišu apvalkos.

Lecitīni kavē tauku uzkrāšanos organismā, normalizē tauku vielmaiņu un novērs pārmērīgu holesterīna uzkrāšanos pie asinsvadu sienīņām.

Pienu separējot, 65 – 70% fosfolipīdu pāriet krējumā, bet kuļot sviestu 55 – 70% pāriet paniņās.

No sterīniem pienā ir galvenokārt holesterīns. Sterīnu lielākā daļa atrodas tauku lodīšu apvalkos. To daudzums pienā ir līdz 0,02%, bet piena taukos – 0,2 – 0,4%.

Pie lipīdiem pieder arī oranžas krāsas taukos šķīstošie pigmenti – karotinoīdi. To daudzums pienā ir atkarīgs no barības sastāva, gadalaika un dzīvnieka šķirnes. Vasarā piena taukos karotinoīdu ir vairāk, tādēļ arī šai laikā ražotam sviestam ir dzeltenāka krāsa.

Vēl nelielos daudzumos lipīdu frakcijā ir brīvās taukskābes un taukos šķīstošie vitamīni. Par pēdējiem skat. l.4.6. nodaļā.

#### 4.4. Piena cukurs - laktoze

Piena cukurs ir galvenais pienā esošais ogļhidrāts un ir sastopams tikai pienā (3,8 – 5,5%). Laktoze ir reducējošs cukurs, disaharīds, kuram hidrolizējoties veidojas glikoze un galaktoze.

Pienā laktoze ir 2 izomērās formās -  $\alpha$  un  $\beta$ . Abām formām ir atšķirīga šķīdība ūdenī un citas īpašības.

Laktoze ir mazāk salda nekā saharoze: ja saharozei salduma pakāpe ir 100, tad laktozei – tikai 16. Piena cukura šķīdība ūdenī ir apmēram 5 reizes mazāka nekā saharozei.

No piesātinātiem šķīdumiem laktoze kristalizējas, veidojot ķīļveida kristālus. Laktozi iegūst, kristalizējot to no iebiezinātām sūkalām un kristālus kaltējot. Piena cukuru izmanto farmaceitiskajā un pārtikas rūpniecībā.

Piena cukuram ir svarīga loma uzturā, jo tas gremošanas traktā pienskābes baktēriju klātbūtnē pārveidojas pienskābē. Skābā vide kavē pūšanas baktēriju attīstību, tā pasargājot no nevēlamu savienojumu uzkrāšanās organismā. Gremošanas traktā laktoze uzsūcas lēni, tādējādi tiek normalizēta zarnu mikroflora un radīta iespēja pienskābes baktēriju attīstībai.

Arī piena pārstrādē piena cukuram ir svarīga nozīme. Ražojot dažādus skābpiena produktus, ierauga pienskābes baktērijas pārraudzē laktozi. Galvenais rūgšanas produkts ir pienskābe, bet veidojas arī citas skābes, spirti, esteri, gāzes un citas vielas.

Pienu ilgstoši karsējot, tas iegūst gaiši brūnganu nokrāsu. Tas izskaidrojams ar melanoidīnu veidošanos, reaģējot laktozes aldehīdu un olbaltumvielu aminogrupām. Karsējot pienu virs 100 °C, laktoze var veidot izomēru laktulozi, virs 160 °C – laktoze karamelizējas. Minēto produktu daudzums pienā ir atkarīgs no apstrādes temperatūras, ilguma un pH.

#### 4.5. Minerālvielas

Minerālvielu saturs un sastāvs pienā atkarīgs no govju barības, augsnes, kur barība augusi, un govju veselības stāvokļa. Tās pienā galvenokārt ir organisku un neorganisku sāļu veidā. Daļa sāļu ir ūdenī šķīstoši, daļa saistīti ar olbaltumvielām. No

pienā esošām minerālvielām lielākā nozīme ir kalcijam, fosforam un kālijam. 70 – 75% no kalcija ir kazeīna micellas sastāvā un tas veicina praktiski pilnīgu tā izmantošanos organismā. Arī kalcija un fosfora attiecības pienā ir ļoti piemērotas cilvēka organisma vajadzībām.

Kopējais minerālvielu saturs pienā ir 0,6 – 0,9%. Atsevišķu minerālvielu saturs norādīts 8.tabulā.

8.tabula

Nozīmīgākās piena minerālvielas

Sāļu sastāvdaļas	Vidējais saturs, mg/100ml piena
Kālijs	141
Kalcijs	123
Fosfors	95
Nātrijs	58
Magnijs	12
Hlors	99

Nelielā daudzumā pienā ir arī mikroelementi dzelzs, cinks, alumīnijs, broms u.c.

#### 4.6. Vitamīni

Pienā ir praktiski visi vitamīni, bet daži ļoti nelielos daudzumos. Vitamīnu sastāvs un saturs ir atkarīgs no barības, gadalaika, govju veselības stāvokļa un citiem faktoriem. Vismainīgākais pienā ir A un C vitamīnu saturs (skatīt 9.tabulu).

9.tabula

Dažu vitamīnu daudzums pienā

Vitamīni	Saturs, mg/l piena	Saturs 0,5 l piena, % no diennaktī nepieciešamā
A	0,2 – 2	40 – 50
B <sub>1</sub>	0,4	25 – 30
B <sub>2</sub>	1,7	30 – 40
C	5 – 20	15 – 20

Jāatceras, ka C vitamīns ir salīdzinoši nestabils, tādēļ ievērojama tā daļa zūd piena termiskās apstrādes laikā. Savukārt, līdz 90% no B<sub>2</sub> vitamīna zūd gaismas ietekmē. Tas ir viens no iemesliem, kādēļ piens jāšargā no gaismas iedarbības.

#### 4.7. Fermenti

Pienā fermenti nokļūst gan no tesmeņa, gan tos izdala pienā esošie mikroorganismi. Vairākiem fermentiem ir svarīga loma piena pārstrādē, daži var izraisīt piena produktu bojāšanos. Par tiem būs rakstīts attiecīgās grāmatas nodaļās. Šeit pieminēti tikai tie fermenti, kurus izmanto piena kvalitātes kontrolei, termiskās apstrādes efektivitātes pārbaudei un kuri biežāk var būt par cēloni piena kvalitātes izmaiņām.

**Katalāze.** Veselu govju pienā šis ferments ir ļoti maz, bet saslīpst ar tesmens iekaisumu-mastītu, tā saturs pienā krasi palielinās. Tādēļ pēc katalāzes daudzuma var vērtēt govju veselības stāvokli.

**Reduktāzi** izdala pienā esošie mikroorganismi. Pēc šī fermenta aktivitātes un satura aptuveni var noteikt mikroorganismu daudzumu pienā.

**Peroksidāze** inaktivējas dažās sekundēs, pienu uzkarsējot līdz 80 °C. Peroksidāzes pārbaudi izmanto, lai konstatētu, vai piens bijis uzkarsēts līdz minētai temperatūrai.

**Fosfatāze** inaktivējas 72 °C temperatūrā 15 – 20 sekundēs. Arī fosfatāzes noteikšanu izmanto termiskās apstrādes efektivitātes pārbaudei.

**Lipāzes** izraisa tauku hidrolīzi. No tesmeņa pienā nokļuvušās lipāzes parasti ir saistītas ar olbaltumvielām. Mehāniskās iedarbības ietekmē (pienu pārsūknējot, maisot, pārvadājot nepilnās cisternās) tās pāriet uz taukiem, aktivizējas un izraisa daļēju tauku hidrolīzi. Piens iegūst sasmakušu vai rūgtenu garšu, pazeminās no tā iegūto produktu kvalitāte. Dažās valstīs, pienu pieņemot, nosaka brīvo taukskābju daudzumu tajā, lai novērtētu kvalitāti.

Daži mikroorganismi izdala termoizturīgas lipāzes un tas rada problēmas, jo to aktivitāte saglabājas arī pēc piena pasterizācijas.

Lipāžu daudzums palielinās arī vecpienā (iegūst laktācijas beigu posmā), tādēļ tam ir rūgtena garša.

**Proteināzes.** To darbības rezultātā pienā uzglabāšanas laikā tiek hidrolizēta daļa olbaltumvielu. Rezultātā izmainās piena garša, samazinās piena piemērotība dažu produktu ražošanai. Tas arī ir viens no iemesliem, kādēļ nepasterizētu pienu neiesaka ilgstoši uzglabāt.

#### 4.8. Baktericīdās vielas, gāzes un somatiskās šūnas

Pienā ir baktericīdas jeb antibakteriālas vielas: imunoglobulīni, lizocīms, laktoferrīns, aglutīni, antitoksīni, bakteriolizīni u.c.

Pateicoties pienā esošajām antibakteriālām vielām, svaigi slauktā pienā mikroorganismu skaits kādu laiku nepalielinās. Šo vielu saturs pienā ir atkarīgs no govju individuālajām īpašībām, veselības stāvokļa un laktācijas perioda. Sevišķi daudz to ir jaunpienā.

Laiku, kurā pienā esošie mikroorganismi neairojas, sauc par baktericīdo fāzi. Tās ilgums ir atkarīgs no mikroorganismu skaita pienā (tātad no tīrības pakāpes!) un piena uzglabāšanas temperatūras.

Mikrobioloģiski tīrā pienā baktericīdās fāzes ilgums 37 °C temperatūrā ir apmēram 2 stundas, bet 4°C – apmēram diennakti. Ja mikroorganismu skaits ir 1 milj./ml un vairāk – baktericīdās fāzes ilgums samazinās apmēram 2 reizes. Pienu uzkarsējot līdz 60 – 70°C, piena baktericīdās īpašības zūd.

Pienā ir arī gāzes. Piens saskaras ar gaisu to iegūstot, uzglabājot, transportējot, apstrādājot un tā gāzes izšķīst vai disperģējas pienā. Pēc izslaukšanas gāzes ir 5 – 6% no piena tilpuma, bet pieņemot pārstrādes uzņēmumā – jau var sasniegt 10%.

Pienā vienmēr ir somatiskās šūnas (grieķu valodā *soma* – ķermenis). Tās ir govīs organisma šūnas, kas nokļuvušas pienā, 80 – 85% no tām ir leukocīti – baltie asins ķermeņi.

Veselu govju pienā somatisko šūnu skaits ir līdz 300 – 400 tūkst/ml. Lielāks somatisko šūnu skaits pienā liecina, ka govij ir mastīts – tesmeņa iekaisums. Somatisko šūnu skaita palielināšanās ir govīs organisma aizsargreakcija uz iekaisumu. Palielinoties to daudzumam asinīs, palielinās arī šūnu skaits pienā un atkarībā no iekaisuma pakāpes var sasniegt no 500 tūkst. līdz desmitiem miljonu /ml. Govij saslimstot, izmainās arī piena sastāvs un īpašības, pasliktinās tā kvalitāte (sīkāk 1.8.nodaļā). Tāpat somatisko šūnu skaits pienā ir sava veida indikators, kas ļauj novērtēt, vai piens ir piemērots pārstrādei.

## 5. PIenam NERAKSTURĪGU VIeLU IESPĒJAMĀ KLĀTBŪTNE

Reizēm pienā var konstatēt tam neraksturīgas, nevēlamas vielas. Cēloņi šo vielu iekļūšanai pienā var būt:

- apkārtējās vides (gaisa, ūdens, augsnes) piesārņotība;
- visu norādījumu precīza neievērošana, lietojot medikamentus un citas ķīmikālijas;
- paviršība, bezatbildība, dažkārt negodīgums.

Šīs vielas ir dažādas, atšķirīgi ir arī to iekļūšanas ceļi pienā.

**Antibiotikas un citi medikamenti.** Ārstējot dzīvniekus, daļa medikamentu nokļūst arī pienā. To daudzums pienā un izdalīšanās ilgums ar pienu ir atkarīgs no medikamenta veida un devas. Veterinārārsts informē dzīvnieka īpašnieku par to, cik ilgi pienu nedrīkst lietot uzturā un nodot pārstrādei. Diemžēl, ne vienmēr tas tiek ievērots, jo laiku pa laikam pārstrādes uzņēmumos pieņemot pienu, var konstatēt šo vielu klātbūtni. Medikamentu atliekas saturoša piena lietošana uzturā var cilvēkiem:

- izraisīt dažādas alerģiskas reakcijas;
- radīt asinsvadu, nieru iekaisumus un asinsrades traucējumus;
- negatīvi ietekmēt gremošanas mikrofloras sastāvu;
- izmainīt ģenētisko kodu;
- veicināt pret antibiotikām noturīgu baktēriju veidošanos (rezistenci).

**Pesticīdi un herbicīdi.** Šīs vielas lieto lauksaimniecībā nezāļu, augu slimību un kaitēkļu apkarošanai. Precīzi neievērojot to lietošanas instrukcijas, pesticīdi ar barību nokļūst govīs organismā un daļa var izdalīties ar pienu. Biežāk pesticīdus pienā var konstatēt pavasaros, kad pēc ziemas nogurušais govīs organisms izmanto taukos esošās rezerves, bet pesticīdi uzkrājas tieši taukaudos. Arī pesticīdu paliekas saturošs piens negatīvi ietekmē lietotāja veselību.

**Mazgāšanas un dezinfekcijas līdzekļi.** Neievērojot iekārtu, trauku mazgāšanas un dezinfekcijas instrukcijas, no pietiekami rūpīgi neizskalotiem cauruļvadiem, iekārtām, traukiem mazgāšanas līdzekļu atliekas nokļūst pienā.

**Konservanti** var nokļūt pienā, izēdinot govīm tādu kombinēto barību, kam tie pievienoti.

Visas minētās tik dažādās vielas ir **inhibitori**, tās kavē mikroorganismu attīstību. Līdz ar to tiek traucēta piena pārstrādē nepieciešamo baktēriju attīstība. Inhibitoru klātbūtnē pasliktinās arī piena sarecēšana siera ražošanā lietoto fermentu ietekmē. Kavējot ieraugu pienskābes baktēriju attīstību, rodas labvēlīgi apstākļi, lai vairotos pēc piena pasterizācijas pienā palikusī nevēlamā mikroflora.

Rezultātā inhibitoru klātbūtne pienā traucē skābpiena produktu un sieru ražošanas tehnoloģisko procesu gaitu, krasi pazeminās iegūto produktu kvalitāti, samazinās produkcijas iznākums. Tādēļ pārstrādes uzņēmumi nepieņem pienu, kurā konstatēta inhibitoru klātbūtne.

**Neitralizējošas vielas** pienā nokļūst pavišības vai bezatbildības dēļ. Tie ir sārmainie mazgāšanas līdzekļi no nepietiekami izskalotiem traukiem, iekārtām vai dzeramā soda, kas pielikta, lai samazinātu piena skābumu. Arī neitralizējošas vielas saturošu pienu nepieņem pārstrādei.

**Smagie metāli** (svins, dzīvsudrabs, kadmijs, alva, varš, cinks) un **arsēns**. Šīs vielas augos nokļūst no rūpniecības dūmgāzēm un transporta izplūdes gāzēm. Šie savienojumi var izraisīt nervu sistēmas, kaulu, aknu, nieru u.c. bojājumus.

**Mikotoksīni** ir indīgas vielas, kuras izdala pelējumi. Bīstamākie no mikotoksīniem ir aflatoksīni – kancerogēni savienojumi. Tie var nokļūt pienā, ja govīm izbaro sapelējušu barību.

Visu augstākminēto vielu saturs pienā nedrīkst pārsniegt maksimāli pieļaujamo daudzumu, kāds noteikts LR Ministru kabineta noteikumos par obligātajām nekaitīguma prasībām dzīvnieku izcelsmes pārtikas produktiem un pārtikas piesārņojumu.

## 6. PIENA SENSORĀS ĪPAŠĪBAS

Piena sensorās īpašības veido visu tajā esošo vielu kopums. Pienam novērtē:

- **ārējo izskatu un konsistenci** – pienam jābūt viendabīgam šķidrumam bez mehāniskiem, ūdens un citiem piemaisījumiem, nogulsnēm un pārslām;
- **krāsu** – tai jābūt baltai vai baltai ar gaiši dzeltenu nokrāsu;
- **garšu un smaržu** – tām jābūt svaigam pienam raksturīgām bez citām piegaršām, garšām un smaržām.

Dažādu cēloņu dēļ jebkurai no nosauktajām īpašībām var būt novirzes – **defekti**. Defektus var izraisīt:

- piena sastāva izmaiņas;
- pienam neraksturīgu vielu nokļūšana tajā vai šo vielu absorbcija;
- piena sastāvdaļu ķīmiskas vai biķīmiskas izmaiņas pienā esošu vai mikroorganismu izdalītu fermentu, gaisa skābekļa, gaismas, temperatūras, metālu u.c. ietekmē.

Nosacīti var izšķirt divas defektu grupas:

- defekti, kurus konstatē tūlīt pēc piena izslaukšanas, to cēloņi var būt saistīti ar barību, medikamentiem vai kādiem traucējumiem govīs organismā (vielmaiņu, veselības stāvokli u.c.);
- defekti, kuri parādās piena uzglabāšanas laikā; to cēloņi var būt saistīti ar higiēnas noteikumu neievērošanu piena iegūšanas, uzglabāšanas laikā un

tādēļ pienā savairojas dažādi mikroorganismi; tos var izraisīt arī nepiemēroti piena uzglabāšanas, transportēšanas apstākļi – temperatūra, gaisa skābekļa un gaismas ietekmes neierobežošana, vielu ar izteiktu smaržu klātbūtne (piens ļoti viegli absorbē dažādas smaržas).

Biežāk sastopamie piena defekti un to cēloņi apkopoti 1.pielikumā. Vienam defektam var būt vairāki cēloņi. Konkrētā situācijā defekta cēloņus jāmeklē pēc izslēgšanas paņēmiena, pakāpeniski noskaidrojot tos, kuri šajā gadījumā nevarēja izraisīt defekta rašanos.

## 7. BIEŽĀK KONTROLĒTĀS PIENA FIZIKĀLI – ĶĪMISKĀS ĪPAŠĪBAS

### 7.1. Skābums

Praksē piena skābuma pakāpi kontrolē divējādi: nosakot pH vai titrējot. Pirmais precīzāk raksturo tieši skābju daudzumu pienā. Svaiga piena pH ir 6,5 – 6,7.

Titrējot noteikto skābumu Latvijā un vairākās citās valstīs izsaka Ternera grādos (°T).

*Ternera grādi ir 0,1M NaOH ml daudzums, kas patērēts 100 ml piena neitralizēšanai indikatora fenolftaleīna klātbūtnē, pienu dubultīgi atšķaidot ar ūdeni.*

Dažās valstīs titrējot noteikto skābumu izsaka arī citās vienībās. Būtiskākā atšķirība starp dažādām titrējamā skābuma mērvienībām ir titrēšanai izmantotā sārna molaritāte. Dažādo skābuma mērvienību kopsakarības redzamas 10.tabulā.

10.tabula

Titrējot noteiktā piena skābuma dažādās mērvienības

Titrēšanai lietotā sārna molaritāte	Ternera grādi, °T	Soksleta–Henkeļa grādi, °SH	Dornika grādi, °D	Pienskābe, %
	0,1 M	0,25 M	0,11 M	°D/100*
Attiecības starp mērvienībām	2,5	1	2,25	0,0225
	1	0,4	0,9	0,009
Piena skābuma piemērs	20	8	18	0,18

\*pienskābi, %, aprēķina, dalot Dornika grādus ar 100 vai °T reizinot ar 0,009.

Svaiga piena titrējot noteiktais skābums ir 16 – 18 °T. Titrējot pienu, ar sārmu reaģē ne tikai skābes, bet arī citi pienā esošie savienojumi. Kopējo skābumu veido:

- skābie sāļi (citrāti, fosfāti) apmēram 11 °T;
- olbaltumvielas apmēram 4 – 5 °T;
- skābe apmēram 1 – 3 °T.

Kā redzams, tikai mazākā daļa no kopējā sārna patēriņa reaģē ar skābēm, tādēļ titrējot nav iespējams precīzi novērtēt skābju saturu pienā.

Atsevišķu govju piena skābums ir atkarīgs no barības, laktācijas perioda, šķīmes, veselības stāvokļa un citiem faktoriem.

Biežāk sastopamie pazemināta piena skābuma cēloņi ir:

- vecpiena piejaukums;
- ar mastītu slimu govju piens;

- ar ūdeni viltots piens.
- Paaugstināta piena skābuma cēloņi biežāk ir:
  - mikroorganismu pārlieka savairošanās pienā;
  - jaunpiena piejaukums;
  - traucēta minerālvielu maiņa govju organismā;
  - pārāk liels skābes barības īpatsvars;
  - palielināts olbaltumvielu saturs pienā.

Pienu uzglabājot, pienā esošās pienskābes pārraudzē laktozi, veidojot pienskābi, un piena skābums pieaug.

Skābuma pieauguma ātrums ir atkarīgs no baktēriju daudzuma un piena uzglabāšanas temperatūras. Skābuma paaugstināšanās izraisa pienā nevēlamas izmaiņas:

- piens iegūst skābu garšu;
- samazinās kazeīna termoizturība un, paaugstinot temperatūru, pienā veidojas pārsļas vai receklis.

No piena ar paaugstinātu skābumu nav iespējams iegūt kvalitatīvus produktus.

## 7.2. Blīvums

Šķidruma blīvums raksturo tā masu tilpuma vienībā.

Piena blīvums svārstās robežās no 1028 līdz 1038 kg/m<sup>3</sup>. Piena tauku blīvums ir tikai 918 – 930 kg/m<sup>3</sup>, tādēļ, samazinoties tauku daudzumam, piena blīvums palielinās. Piena blīvums ir atkarīgs arī no beztauku sausnas daudzuma, tam pieaugot, blīvums arī palielinās un otrādi.

No iepriekš teiktā izriet, ka pēc piena blīvuma netieši var vērtēt piena dabīgumu, tas ir, vai nav viltots, pievienojot ūdeni jeb atdalot daļu tauku.

Nosakot blīvumu, svarīgi ievērot temperatūru, jo piena blīvumu ietekmē tauku stāvoklis – vai to lielākā daļa ir šķidrā stāvoklī (blīvums mazāks) jeb sacietējusi (blīvums lielāks). Parasti blīvumu nosaka 20 °C.

Tūlīt pēc izslaukšanas pienā ir palielināts gāzu daudzums un tas samazina blīvumu, tādēļ pēdējo nosaka vismaz 2 stundas pēc slaukšanas.

## 7.3. Sasalšanas temperatūra

Atsevišķu govju piena sasalšanas temperatūra var svārstīties no – 0,52 °C līdz – 0,59 °C, tātad ļoti nelielās robežās. Visvairāk to ietekmē ūdens saturs pienā. Tīrs ūdens sasilst 0 °C, tādēļ tā daudzumam pienā palielinoties, sasalšanas temperatūra tuvojas nullei.

Sasalšanas temperatūras noteikšana ļauj atklāt papildus ūdens iekļūšanu pienā to viltojot (pielejot ūdeni) vai kādas paviršības, nejaušības dēļ.

## 7.4. Termoizturība

Piena termoizturību pārbauda, lai novērtētu, vai paaugstinātas apstrādes temperatūras ietekmē pienā neveidosies olbaltumvielu pārsļas.

Piena termoizturība ir atkarīga no sāļu līdzsvara pienā. Tas ir, no līdzsvara starp  $Ca^{2+}$  un  $Mg^{2+}$  katjoniem un anjoniem – fosfātiem, citrātiem. Katjonu vai anjonu pārsvars līdzsvaru izjauc un tāds piens nav termoizturīgs.

Kalcijs pienā sadalās starp kazeīna micellu un piena serumā esošiem fosfātiem, citrātiem. Pienā nereti sāļu attiecības novirzās tā, ka veidojas  $Ca^{2+}$  un  $Mg^{2+}$  "pārpalikums". "Pārpalikumā" esošie kalcijs joni saistās ar kazeīna micellu un rezultātā samazinās kazeīna stabilitāte, apstrādājot pienu augstās temperatūrās.

Sāļu līdzsvars pienā ir atkarīgs no govju šķirnes, barības, veselības stāvokļa, laktācijas perioda un piena uzglabāšanas ilguma.

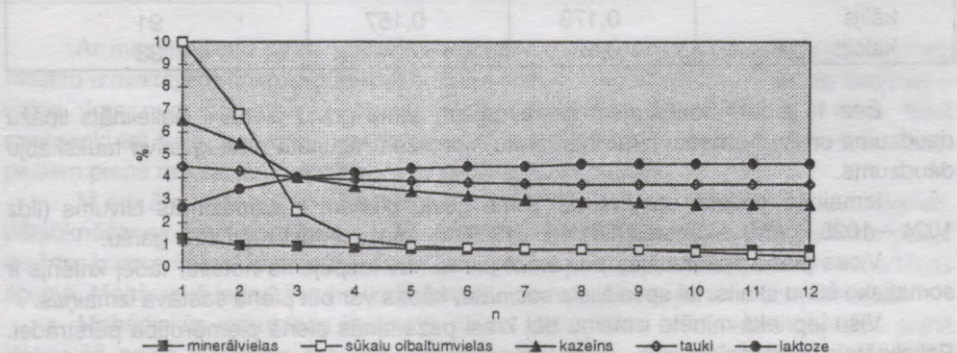
Piena termoizturību samazina arī palielināts sūkalu olbaltumvielu daudzums pienā.

## 8. PIENA SASTĀVA UN ĪPAŠĪBU IZMAIŅAS DAŽĀDU FAKTORU IETEKMĒ

Daļu no piena sastāvu un īpašības ietekmējošiem faktoriem ir svarīgi zināt un izprast tikai piena ražotājiem, tādēļ šie jautājumi vispusīgi iztirzāti attiecīgiem speciālistiem domātā literatūrā. Tie ir barība, dzīvnieka individuālās īpatnības, govju šķirne, vecums, veselības stāvoklis, gadalaiks, slaukšanas organizācija un tehnika, turēšanas apstākļi. Šai grāmatā apskatīti tie faktori, kuru izraisītās pārmaiņas pienā biežāk un būtiskāk rada problēmas piena pārstrādē.

**Laktācijas periods.** Pirmajās 7 dienās pēc govs atnešanās iegūto pienu sauc par *jaunpienu*. Tajā ir 3 – 5 reizes vairāk olbaltumvielu nekā normālā laktācijas posmā iegūtā pienā. Pie tam apmēram 80% no tām veido termonestabilās sūkalu olbaltumvielas (parasti pienā 20%), tādēļ šāds piens karsējot sarec. Nedaudz vairāk jaunpienā ir arī tauku, 3 – 5 reizes vairāk fosfolipīdu, bet ir samazināts laktozes daudzums. Piena sastāvdaļu izmaiņas pirmajās slaukšanas reizēs pēc atnešanās uzskatāmi parādītas 11.attēlā.

Tā kā daba jaunpienu ir paredzējusi jaundzimušā teliņa organisma stiprināšanai, tajā ir arī vairāk vitamīnu, hormonu un baktericīdo vielu, sevišķi imunoglobulīnu.



11.attēls. Piena sastāvaizmaiņas.

n – slaukšanas reizes pēc atnešanās.

Visu minēto jaunpiena sastāva īpatnību dēļ tas nav piemērots pārstrādei tradicionālos piena produktos. Jaunpienā vāji attīstās pienskābes baktērijas, tas neveido kvalitatīvu recekli sieru ražošanā, termiskās apstrādes laikā olbaltumvielas sarec.

*Vecpiens* izdalās pēdējās 7 laktācijas dienās. Tajā ir paaugstināts minerālvielu, sevišķi NaCl, saturs un taukus hidrolizējošu fermentu – lipāžu daudzums. Tā kā vecpiena tauku lodītes ir sīkākas nekā parastā pienā, tad lipāzes taukus var vieglāk sadalīt. Brīvās taukskābes kopā ar palielināto NaCl daudzumu piedod vecpienam rūgti sāļu garšu. Arī vecpiens nav piemērots pārstrādei, iegūtiem produktiem nepatīkama garša, tie ātrāk bojājas.

**Tesmeņa iekaisums – mastīts.** 1.4.8. nodaļā paskaidrots, kādēļ palielināts somatisko šūnu skaits pienā liecina par tesmeņa iekaisumu un pārmaiņām piena sastāvā. Tieši šis izmainītais piena sastāvs (skatīt 11. tabulu) rada problēmas piena pārstrādē.

11.tabula

Ķīmiskā sastāva izmaiņas ar mastītu slimu govju pienā

Sastāvdaļas	Veselu govju pienā, %	Pienā ar lielu somatisko šūnu skaitu,	
		daudzums, %	% no veselu govju piena
Beztauku sausna	8,9	8,8	99
Tauki	3,5	3,2	91
Piena cukurs	4,9	4,4	90
Kazeīns	2,8	2,3	82
Sūkalu olbaltumvielas	0,8	1,3	162
Laktoferrīns	0,02	0,10	500
Imunoglobulīni	0,10	0,60	600
Asins seruma albumīns	0,02	0,07	350
<b>Minerālvielas:</b>			
nātrijs	0,057	0,105	184
hlorīdi	0,091	0,147	161
kālijs	0,173	0,157	91
kalcijs	0,12	0,04	33

Bez 11.tabulā norādītajām sastāvdaļām, slimu govju pienā ir palielināts lipāžu daudzums un šo fermentu izraisītās tauku hidrolīzes rezultātā pieaug brīvo taukskābju daudzums.

Izmainītā ķīmiskā sastāva dēļ slimu govju pienam ir samazināts blīvums (līdz 1024 – 1025 kg/m<sup>3</sup>), skābums (līdz 12 – 13° T) un piens iegūst rūgti sāļu garšu.

Visas piena sastāvdaļas pieņemot pienu nav iespējams noteikt, tādēļ kritērijs ir somatisko šūnu skaits, lai speciālists secinātu, kādas var būt piena sastāva izmaiņas.

Visu iepriekš minēto izmaiņu dēļ krasi pazeminās piena piemērotība pārstrādei. Palielinātais baktericīdo vielu (laktoferrīna, imunoglobulīna, asins seruma albumīna) daudzums kavē ražošanā pielietoto ieraugu baktēriju attīstību, tādēļ tiek traucēta skābpiena produktu un, jo sevišķi, sieru ražošanas tehnoloģisko procesu gaita, pasliktinās iegūto produktu kvalitāte. Kazeīna un kalcijsatura samazināšanās negatīvi

ietekmē sieru ražošanu, arī produktu iznākumu. Palielinātais lipāžu, brīvo taukskābju daudzums un izmainītā piena garša ietekmē ražoto produktu sensorās īpašības, paātrina to bojāšanos.

Raksturīgākās izmaiņas tehnoloģisko procesu gaitā, pārstrādājot ar mastītu slimu govju pienu, apkopotas 12.tabulā.

12.tabula

Raksturīgākās izmaiņas tehnoloģisko procesu gaitā un produktu defekti, pārstrādājot ar mastītu slimu govju pienu

Produkts	Izmaiņas tehnoloģiskajā procesā un iespējamie produktu defekti
Pasterizēts piens	<i>Maza termoizturība Neraksturīga produkta garša un smarža Samazināts produkta uzglabāšanas ilgums</i>
Skābpiena produkti	<i>Kavēta recekļa veidošanās Neraksturīga garša un smarža Nepietiekami blīvs receklis Skābpiena dzērieniem novērojama sinerēze</i>
Sviests	<i>Kavēta diacetila veidošanās Ilgāks kuļšanas process Neizteikta garša un smarža Paātrināta sviesta bojāšanās</i>
Siers	<i>Kavēts skābuma pieaugums, recekļa veidošanās, sūkalu sinerēze Ilgāks nogatavināšanas laiks Samazināts siera iznākums Produktam vairāki garšas un aromāta defekti</i>
Sausais piens	<i>Maza termoizturība Garšas un aromāta defekti, samazināta šķīdība Samazināts uzglabāšanas ilgums</i>

Ar mastītu slimu govju piens var radīt problēmas ne tikai pārstrādātājiem. Starp mastītu izraisītājiem mikroorganismiem galvenokārt ir stafilokoki, kuri izdala toksīnus – indes, kas negatīvi ietekmē piena lietotāju veselību. Termiskās apstrādes laikā stafilokoki iet bojā, bet toksīni saglabājas. Tādēļ slimu govju pienu nevajadzētu lietot pašiem piena ražotājiem, un ir negodīgi to piedāvāt pircējiem.

Mehāniskai iedarbībai piens pakļauts slaukšanas, pārsūkņēšanas, transportēšanas laikā. Minēto procesu ietekmes pakāpe ir atkarīga no iekārtu konstrukcijas īpatnībām, kvalitātes, ekspluatācijas apstākļiem un iedarbības ilguma. Mehāniskā iedarbība visvairāk ietekmē taukus, nedaudz arī olbaltumvielas.

Mehāniskās iedarbības rezultātā, kā arī saskaroties ar tās laikā papildus pienā iekļuvušā gaisa pūslīšiem (putām), var tikt bojāti tauku apvalki un rezultātā izdalās "brīvie" tauki (bez apvalkiem). Pienā esošās lipāzes izraisa pēdējo hidrolīzi. Tā,

piemēram, 100 km vedot pienu cisternās, kuras piepildītas ar pienu 100, 75 un 50% no tilpuma, brīvo taukskābju daudzums palielinās attiecīgi par 5, 12 un 20%.

Gaisa skābekļa klātbūtne aktivizē oksidēšanos, tādēļ brīvo tauku oksidēšanās iespēja palielinās 5 – 10 reizes, salīdzinot ar apvalku aizsargātiem taukiem.

Lai arī iepriekš minētās izmaiņas skar tikai nelielu tauku daļu, tomēr piens iegūst rūgtu vai metālisku piegaršu, pazeminās no šāda piena iegūto produktu kvalitāte.

Pienā iekļuvušais gaiss ietekmē arī olbaltumvielas. Tas var samazināt kazeīna micellu stabilitāti un recēšanas spēju fermentu ietekmē. Rezultātā iespējamās novirzes siera, biezpiena un dažu citu produktu ražošanas tehnoloģisko procesu laikā. Lai novērstu vai kavētu visas šīs nevēlamās izmaiņas, jācenšas pienu iespējami maksimāli pasargāt no mehāniskās iedarbības.

G a i s m a visvairāk ietekmē vitamīnu (sevišķi C un B<sub>2</sub>) saturu. Tās iedarbībā notiek arī sarežģītas pārvērtības ar olbaltumvielām, piedaloties dažiem vitamīniem, un rezultātā pienam rodas garšas defekts, t.s., "saules garša". Izmaiņu intensitāte ir atkarīga no iedarbības ilguma, gaismas intensitātes (dabīgā vai mākslīgā) un gadalaika. Ziemā iegūta piena atšķirīgā sastāva dēļ (mazāk A un C vitamīnu, kuri kavē minētās reakcijas) gaismas izraisītās pārmaiņas ir izteiktākas.

Daļēja tauku, olbaltumvielu hidrolīze un tauku oksidēšanās piena u z g l a b ā š a n a s l a i k ā notiek tajā esošo fermentu un mikroorganismu ietekmē, šo procesu rezultātā pienam rodas garšas un smaržas defekti, pazeminās tā tehnoloģiskās īpašības.

Lai novērstu vai kavētu šīs norises, nepasterizētu pienu nevajadzētu uzglabāt ilgāk par 48 stundām.

## 9. DAŽU LAUKSAIMNIECĪBAS DZĪVNIKU PIENA SASTĀVA ĪPATNĪBAS

K a z a s p i e n s . Kazas piena vidējais ķīmiskais sastāvs dots 1.tabulā. Kā redzams, pēc atsevišķu uzturvielu satura, tas ir ļoti līdzīgs govju pienam. Atšķirības ir dažās sastāvdaļās.

Olbaltumvielu aminoskābju sastāvs ir līdzīgs mātes piena olbaltumvielām, tādēļ bērnu organismam kazas piens ir piemērotāks.

Tauku lodītes kazas pienā ir sikākas, tādēļ labāk un vieglāk tauki izmantojas organismā. Šī paša iemesla dēļ kazas piens ir mazāk piemērots sviesta gatavošanai. Ievērojami atšķirīgs ir tauku taukskābju sastāvs, un tas ir viens no iemesliem, kādēļ kazas pienam un no tā ražotiem produktiem ir īpatnēja garša. Pozitīvi ir tas, ka kazas pienā ir mazāk holesterīna. Tā, piemēram, govju pienā ar tauku saturu 3,5 % holesterīns ir 14 mg/100 g, bet kazas pienā ar 4,3 % tauku – 11 mg/100 g.

Kazas pienā ir vairāk kalcija, fosfora un kālija, arī A un D vitamīnu nekā govju pienā, bet mazāk B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> un C vitamīna. Kazas pienā ir maz karotīna, tādēļ tam ir baltāka krāsa.

No kazas piena var gatavot visus (izņemot sviestu) tos pašus produktus, ko no govju piena. Jau pieminētās īpatnējās garšas dēļ daudzi iecienījuši no kazas piena gatavotus sierus.

Kazas pienu vislabāk lietot uzturā tieši, jo tam ir veselību veicinošas īpašības. Tas ir sevišķi piemērots bērniem. Līdztekus medīķu nozīmētam ārstnieciskam kursam izveseļošanās veicināšanai kazas pienu iesaka lietot bronhiālās astmas, diatēzes, tuberkulozes, aknu slimību gadījumos, arī pie kaulu lūzumiem un gremošanas traucējumiem.

Jābūt uzmanīgiem ar nezināmu kazu piena lietošanu svaigā veidā, jo Latvijā kazas var saslimt ar ērcu encefalītu. Labāk pienu uzkarsēt līdz 74 °C, lai encefalīta vīruss aizietu bojā.

**Ķēves piens.** Salīdzinot ar govju pienu, ķēves pienā ir mazāk olbaltumvielu, tauku, bet ievērojami vairāk laktozes (skatīt 1. tabulu).

Sūkalu olbaltumvielas ķēves pienā ir apmēram 50% no kopējā olbaltumvielu daudzuma, bet govju pienā tikai 20%. Tādēļ govju pienam sarecot, izveidojas blīvs receklis, bet ķēves pienam – sīkas, gandrīz nesajūtamas pārslas. Pateicoties šādam sūkalu olbaltumvielu daudzumam, lietojot ķēves pienu, gremošanas traktā veidojas maigas, viegli šķīstošas olbaltumvielu pārslas, kas atvieglo sagremošanu. Pēc sūkalu olbaltumvielu un kazeīna savstarpējām attiecībām, arī pēc olbaltumvielu neaizvietojoamo aminoskābju sastāva ķēves piens vairāk līdzinās mātes pienam.

Ķēves pienā ir gandrīz 2 reizes mazāk tauku nekā govju pienā. Tauku lodītes ir sīkākas, tādēļ vieglāk sagremošanas. Pēc literatūras datiem ķēves pienā ir mazāk arī holesterīna. Ķēves piena tauku augstāku vērtību nosaka lielāks nepiesātināto, sevišķi polinepiesātināto, taukskābju saturs.

Pateicoties salīdzinoši lielam laktozes saturam, ķēves pienam ir izteikti saldena garša.

Atšķirīgs ir arī minerālvielu sastāvs. Ķēves pienā, salīdzinot ar govju pienu, ir mazāk kalcija, kālija, fosfora, bet vairāk cinka.

Ķēves piens ir īpaši bagāts ar C vitamīnu. Tā saturs ir 9 - 21 mg%, bet govju pienā – apmēram 2 mg%.

Ķēves pienā ir ievērojami vairāk antibakteriālu vielu, tādēļ tam ir izteikta baktericīda iedarbība, sevišķi pret plaušu tuberkulozi izraisītājām baktērijām.

Atšķirīgā ķīmiskā sastāva dēļ svaiga ķēves piena skābums ir vidēji 6 °T (govju pienam 16 – 18 °T).

Literatūrā minēti dati, ka ķēves piens ar labiem rezultātiem ir lietots mazasinības, kuņģa čūlas, aknu slimību gadījumos, bet visvairāk tas izmantots kā palīg līdzeklis tuberkulozes slimnieku ārstēšanas procesā. Vēl labāki rezultāti iegūti šim mērķim izmantojot no ķēves piena pagatavotu skābpiena dzērienu k u m i s u . Pēdējais ir labi pazīstams un iecienīts produkts Baškīrijā, Kazahstānā, Kirgizstānā u.c.

**Aitas pienu** pārsvarā izmanto sieru gatavošanai. Aitas pienā, salīdzinot ar govju pienu, ir vairāk olbaltumvielu un tauku (skatīt 1. tabulu). Aitas piena tauku sastāvā ir vairāk tādas taukskābes kā kaprīliskābe, kaprīnskābe un laurīnskābe. Šī iemesla dēļ no aitu piena gatavotiem sieriem ir īpatnēja garša. No govju aitu piena gatavoti vienas šķirnes sieri vienmēr jūtami atšķirsies, sevišķi garšas un aromāta ziņā.

**Bifeļmātes piens** lielāks ir kopējās sausas, tai skaitā – tauku, daudzums salīdzinot ar govju pienu (skatīt 1. tabulu). Minerālvielu sastāvā ir vairāk kalcija, fosfora un magnija. C vitamīna daudzums bifeļmātes pienā ir apmēram 8 reizes, A vitamīna 1,4 reizes lielāks nekā govju pienā.

## 10. PIENA PIEŅEMŠANAS UN ŠĶIROŠANAS PRINCIPI PĀRSTRĀDES UZŅĒMUMOS

Pārstrādes uzņēmumi pienu pieņem un šķiro saskaņā ar attiecīgiem spēkā esošiem noteikumiem, kuros reglamentēti nosacījumi piena pieņemšanai un obligātās nekaitīguma prasības.

Pienu pieņemot, tam pārbauda šādus sastāva un kvalitātes rādītājus:

- sensorās īpašības;
- tauku un olbaltumvielu saturu;
- sasalšanas temperatūru;
- inhibitoru klātbūtni;
- baktēriju kopskaitu;
- somatisko šūnu skaitu.

Pārstrādes uzņēmumi līgumos ar piena ražotājiem var paredzēt arī papildus rādītāju kontroli, piemēram, piegādātā piena temperatūru, blīvumu, skābumu, rūgšanas – recināšanas provi, termoizturību u.c.

Atkarībā no baktēriju kopskaita un somatisko šūnu skaita pienā nosaka tā šķir u. Augstākās šķiras pienam Latvijā grāmatas iznākšanas laikā noteikti šādi kvalitātes rādītāji:

baktēriju kopskaits  $\leq 100000/\text{ml}$

somatisko šūnu skaits  $\leq 400000/\text{ml}$ .

## 11. MĀTES PIENA SASTĀVA ĪPATNĪBAS

Visiem zināms, ka mātes piens bērna veselības, fiziskās un intelektuālās attīstības veicināšanā nav aizvietojams ne ar ko. Ja nu kādu iemeslu dēļ nav iespējama zīdaiņa dabīgā barošana, tad to vienkārši aizvietot ar govju pienu nav iespējams atšķirīgā sastāva dēļ (skatīt 13. tabulu).

13.tabula

Mātes un govju piena vidējā ķīmiskā sastāva, % salīdzinājums

Piens ķīmiskais sastāvs	Sastāvdaļas, %	
	mātes pienā	govju pienā
Ūdens	87,8	87,7
Sausna:	12,2	12,3
tauki	3,8	3,6
olbaltumvielas:	1,2	3,3
kazeīns	0,5	2,6
sūkalu olbaltumvielas	0,7	0,7
piena cukurs	7,0	4,7
minerālvielas	0,2	0,7

Salīdzinoši lielas atšķirības ir olbaltumvielu saturā un sastāvā. Mātes pienā ir apmēram 2 reizes mazāk olbaltumvielu, pie tam sūkalu olbaltumvielas ir vairāk nekā kazeīns. Govju pienā ir otrādi. Sūkalu olbaltumvielu pārsvars nodrošina maigu, viegli

šķīstošu pārslu veidošanos gremošanas traktā, atvieglojot to sagremošanu. Starp sūkalu olbaltumvielām ir salīdzinoši daudz imunoglobulīnu, kuriem ir neatsverama loma bērna imunitātes stiprināšanā. Mātes pienā ir arī citas antibakteriālas vielas, tādēļ ar mātes pienu baroti bērni retāk slimo un labāk attīstās.

Tauku lodītes mātes pienā ir sīkākas, tauku sastāvā, salīdzinot ar govju pienu, ir apmēram 2 reizes vairāk bioloģiski nozīmīgo nepiesātināto taukskābju, vairāk arī fosfolipīdu.

Mātes pienā ir ievērojami vairāk laktozes. Par tās lomu gremošanas trakta mikrofloras sastāva veidošanā rakstīts 1.4.4.nodaļā. Mātes piens ir bagātāks ar C, A un E vitamīniem.

Arī mātes piena sastāvs ir ļoti mainīgs un atkarīgs no sievietes individuālajām īpatnībām, uztura un nervu sistēmas stāvokļa. Ar nepārdomātu uztura izvēli mātes pienā var nokļūt arī kāda no iepriekš pieminētām nevēlamām vielām.

## 12. IESPĒJAMĀS PIENA IZRAISĪTĀS VESELĪBAS PROBLĒMAS

Dažiem cilvēkiem piena lietošana uzturā rada veselības traucējumus. Precīzāks un izsmeljošāks skaidrojums par šiem jautājumiem ir medicīnu ziņā. Šai grāmatā ir tikai minimāla informācija, kas palīdzētu saskatīt nepatīkamo parādību saistību ar pienu.

Piena izraisīta alerģija (jutīgums pret pienu). Tā galvenokārt ir alerģija pret govju piena olbaltumvielām, sevišķi pret  $\beta$  - laktoglobulīnu, bet sava loma ir arī kazeīnam un  $\alpha$  - laktoalbumīnam. Arī asins seruma albumīni un laktoferrīns var būt potenciāli alergēni. Iedarbība ir daudzpusīga un ļoti specifiska. Sekas izpaužas kā ādas iekaisumi, galvas sāpes, vemšana, sāpes vēderā, caureja, aizcietējumi, elpošanas ceļu un centrālās nervu sistēmas bojājumi.

Šādu piena iedarbību biežāk konstatē bērniem, kuriem arī daži citi pārtikas produkti izraisa alerģiju, bet novēro arī pieaugušiem, biežāk vienas ģimenes locekļiem. ASV šādi cilvēki ir 0,3 – 3% (1995.g. dati), starp 27 gadus veciem somiem konstatēts, ka 3% ir īpaši jutīgi pret pienu (1999.g. dati).

Konkrēto rīcību šādos gadījumos ieteiks ārsts, bet, ja ir alerģija pret govju pienu, varētu ierosināt mēģināt kādu no šādiem variantiem:

- aizvietot to ar kazas pienu;
- mainīt lietotā piena veidu: mēģināt to vārīt (plēvītē un nogulsnēs paliek galvenie alergēni), lietot skābpiena dzērienus, sauso vai iebiezināto pienu;
- pārtraukt piena un piena produktu lietošanu, aizvietojoš tos ar specifiskiem kombinētiem produktiem, kuru sastāvā ir sojas vai gaļas olbaltumvielas.

Laktozes nepanesība (intolerance). Uztura sagremošanas procesā fermenta laktāzes ietekmē piena cukurs laktoze tiek sadalīts – hidrolizēts, un izveidojas glikoze un galaktoze. Ja cilvēka organismā šāds ferments  $\beta$  - galaktozidāze (viens no laktāzes veidiem) trūkst, rezultāts ir laktozes nepanesība. Ja laktozi nesadala fermenti, to dara mikroorganismi, veidojot dažādus savienojumus, starp kuriem ir arī gāzes – ogļskābā gāze un ūdeņradis. Laktozes nepanesība izpaužas kā vēdera uzpūšanās, sāpes, caureja.

Fermenta  $\beta$  - galaktozidāzes trūkumu nosaka ģenētiski faktori. Ferments organismā vai nu nav jau no dzimšanas jeb tā aktivitāte pakāpeniski samazinās sākot

no 1 – 3 gadu vecuma. Pēdējo biežāk novēro tautām, kurām piena lietošana uzturā pēc zīdīšanas perioda nav ierasta. Laktozes trūkums var parādīties arī pēc zarnu infekcijām.

Laktozes nepanesību biežāk novēro dzeltenās un melnās rases, bet retāk baltās rases cilvēkiem. Šādu cilvēku īpatsvars dažādās valstīs ir ļoti atšķirīgs: no 1 – 5% Skandināvijas valstīs līdz 70 – 100% Meksikā, Japānā, Ķīnā, Vjetnamā un Amerikas melnādaino vidū. Latvijā laktozes nepanesības sindroma daļēju izpausmi novēro apmēram trešdaļai iedzīvotāju pēc 30 gadu vecuma.

Šo cilvēku vajadzībām vairākās valstīs ražo pienu ar samazinātu par 70 – 90% laktozes saturu. Skābpiena produktu ražošanas procesā līdz 30% no pienā esošās laktozes tiek pārraudzēta, tādēļ šo produktu lietošana bieži vien nerada veselības problēmas cilvēkiem, kuriem ir laktozes nepanesība. Tas pats attiecas uz nogatavinātiem sieriem (Holandes, Krievijas u.c.), kuros laktozes praktiski vairs nav.

**P i e n a a n ē m i j a.** Pienā ir maz dzelzs. Tādēļ piena anēmiju novēro bērniem, kuri pārāk ilgi lieto pienu, nesaņemot vienlaicīgi citus produktus, kuros ir nepieciešamais dzelzs saturs.

### 13. PIENA MIKROFLORA

#### 13.1. Piena mikrofloras avoti

Mikroorganismi pienā nokļūst slaukšanas laikā no dažādiem ārējiem avotiem - no tesmeņa, no dzīvnieku ādas, apkārtējās vides (gaiss, ūdens, pakaiši), slaukšanas iekārtām, inventāra, personāla u.c. Tālāk dots šo avotu raksturojums.

Mikrofloras sastāvs, kas atrodas uz *tesmeņa* virsmas ir šāds: *Micrococcus*, *Lactococcus* un *Bacillus* ģints baktērijas. Bez minētajām baktērijām, uz tesmeņa var koncentrēties arī patogēnie mikroorganismi, kas ir tesmeņa iekaisumu izraisītāji. Tie pamatā ir 3 veida streptokoki: *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, kā arī *Staphylococcus aureus*. Baktēriju skaits uz tesmeņa ziemā un vasarā ir ļoti atšķirīgs. Tas ir viens no cēloņiem, kāpēc mikroflora pienā mainās atkarībā no gadalaika. Baktēriju skaits, kas no tesmeņa pāriet pienā vidēji ir no 1 - 100 tūkst.

*Apkārtējā vide* arī ir ļoti nopietns piena mikrobiālā piesārņojuma avots. Vasaras mēnešos, kad govīs ir ganībās, piesārņojuma pakāpe pienā ir zemāka. Ziemas mēnešos, kad dzīvnieki atrodas slēgtā telpā, apkārtējās vides piesārņojums ir sevišķi augsts. Barība, pakaiši, ūdens un mēsli ir lielākie piena mikrobiālā piesārņojuma avoti.

Neliels baktēriju skaits no *gaisa* pienā var iekļūt slaukšanas laikā, tās ir *Micrococcus*, *Bacillus*, *Escherichia* un *Klebsiella* ģints baktērijas. Gaisā ir putekļi, kas var ietekmēt piena piesārņojumu. Putekļi var iznēsāt sporas, pelējumus, *Micrococcus* un *Pseudomonas* ģints baktērijas.

*Ūdeni* fermās parasti lieto iekārtu un inventāra mazgāšanai, kā arī piena palieku, saskalu izvadišanai no cauruļvadiem. Ūdenim, ko izmanto iekārtu mazgāšanai, jāatbilst dzeramā ūdens prasībām. Parasti fermās pielieto termiski neapstrādātu ūdeni, iegūstot to no akām, avotiem, atklātām ūdens tilpnēm. Ūdens var saturēt *Enterobacteriaceae* dzimtas baktērijas, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Corynebacterium* ģints baktērijas. Šādu ūdeni lietojot iekārtu vai tesmeņa mazgāšanai, uz iekārtu un tesmeņa virsmas var koncentrēties dažādi mikroorganismi, kas tālāk nokļūst pienā. Lai

nepakļautu pienu papildus inficēšanai ar ūdens mikrofloru, ieteicams ūdeni novārit vai pievienot dezinfekcijas līdzekļus.

*Salmus* bieži lieto pakaišiem. Tie var saturēt daudz un dažādus mikroorganismus, kas tajos nokļuvuši no augsnes: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacter*, *Lactobacillus* un *Clostridium* ģints baktērijas. Ziemas periodā vienā gramā salmu mikroorganismu skaits sasniedz 100 - 10 000 tūkst. Lai gan tie izskatās tīri un sausi patiesībā tajos ir miljoniem baktēriju.

*Slaucējas rokas.* Personīgās higiēnas neievērošana, slimības, pavidis darbs, netīras rokas var kļūt par iemeslu *Salmonella*, *Campylobacter* ģints baktēriju, arī *Corynebacterium diphtheriae*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus pyogenes* sugu nokļūšanai pienā.

*Trauki un iekārtas.* Pienam saskaroties ar iekārtām, cauruļvadu sienām un inventāru, baktēriju skaits pienā var būtiski palielināties. Piena un ūdens paliekas pavirši koptos traukos ir laba vide straujai mikroorganismu attīstībai. Rezultātā pienā var iekļūt milzīgs mikroorganismu daudzums. Piena paliekas uz iekārtu virsmām baktēriju darbības rezultātā sāk sadalīties, tauku un olbaltumvielu hidrolīzes produkti nokļūst pienā nākamās slaukšanas reizē. Rezultātā tikko slauktā pienā ir ne tikai daudz mikroorganismu, bet pienam ir arī dažādi garšas un smaržas defekti. Uz iekārtu virsmām var atrasties no dažiem desmitiem līdz vairākiem miljoniem baktēriju. Slaukšanas iekārtas un inventārs, piena saskares ilgums ar iekārtu virsmām, paaugstina baktēriju skaitu pienā. Attiecīgi, jo vairāk būs iekārtu ar kurām saskarsies piens, pastāvēs lielāka iespēja baktēriju kopskaitam pienā palielināties. Tādēļ nepieciešama rūpīga, sistemātiska iekārtu un inventāra sanitārā apstrāde, lai samazinātu baktēriju skaitu, kas no iekārtu virsmām var nokļūt pienā. Uz iekārtu virsmām esošās mikrofloras sastāvs ir dažāds: 0,8-30% - *Enterobacteriaceae* dzimtas baktērijas, 6-20% sastāda *Micrococcus* ģints, 10-16% - *Corynebacterium* ģints, 11-27% - pārējās gram-negatīvās baktērijas un 0,5-3,6% - aerobās sporas veidojošās baktērijas.

Mikrofloras sastāvs pienā, kas no dažādiem ārējiem avotiem nokļūst tajā, ir ļoti dažāds. Baktērijas ir visur: gaisā, uz tesmeņa, ādas, uz iekārtu sienām, cilvēku rokām, tās nevar iznīcināt, bet gan ar sanitāri-higiēnisko noteikumu ievērošanu samazināt to iekļūšanu pienā.

### 13.2. Piena mikrofloras raksturojums

Piens ir ideāla vide mikroorganismu augšanai un attīstībai. Iegūtais piens vienmēr satur mikroorganismus, kas no dažādiem avotiem nokļūst tajā. No veselām govīm arī aseptiski iegūts piens nav sterils, tas tomēr satur nelielu skaitu mikroorganismu.

Atkarībā no sanitāri higiēnisko noteikumu ievērošanas slaukšanas laikā kopējais baktēriju daudzums tajā svārstās diezgan plašās robežās, sākot no viena tūkstoša līdz pat desmitiem miljonu vienā mililitrā. Kā piena mikrofloras kvalitatīvo un kvantitatīvo sastāvu ietekmē sanitāri-higiēnisko noteikumu ievērošana piena iegūšanas laikā, skatīt 14.tabulu.

Kā var secināt no 14.tabulā dotajiem datiem, mikroorganismu sastāvs pienā ir ļoti dažāds. Piens, kas iegūts fermās, ievērojot sanitāri-higiēniskos noteikumus, satur

nelielu mikroorganismu skaitu, pamatā *Streptococcus*, *Lactococcus* ģints baktērijas. Savukārt piens, kas iegūts fermās pie nepietiekamas slaukšanas iekārtu sanitārās apstrādes noteikumu ievērošanas, papildus satur arī *Staphylococcus*, *Escherichia*, *Enterococcus* u.c.

14.tabula  
Mikroorganismu veidi un to daudzums pienā

Mikroorganismu veidi	Mikroorganismu daudzums, tūkst/cm <sup>3</sup>	
	Slaukšanas laikā ievēroti sanitāri-higiēniskie noteikumi	Slaukšanas laikā pavisām ievēroti sanitāri-higiēniskie noteikumi
<i>Staphylococcus</i>	2,3±0,4	36,3±15,17
<i>E.coli</i>	4,6±1,21	56,0±12,36
<i>Streptococcus</i>	24,3±3,64	86,3±24,13
<i>Enterococcus</i>	1,3±0,06	24,7±0,8
<i>Micrococcus</i>	3,6±0,32	18,4±11,2
<i>Corynebacterium</i>	3,8±1,2	25,8±3,3
<i>Lactococcus</i>	186,7±23,84	356,3±98,48
Raugi un pelējumi	0,8±0,27	8,9±0,9
Kopējais mikroorganismu skaits	227,4±30,9	612,7±166,32

Biežāk sastopamie mikroorganismu veidi pienā, to ietekme uz piena un piena produktu kvalitāti apkopoti 15.tabulā.

15.tabula  
Mikroorganismu veidi pienā un to ietekme uz piena un tā produktu kvalitāti

Mikroorganisma nosaukums	Ietekmē uz piena kvalitāti
1	2
<i>Staphylococcus aureus</i>	mastītu izraisītāji, kas būtiski izmaina piena ķīmisko sastāvu; toksīnu producētāji, nopietns drauds cilvēku dzīvībai un veselībai
<i>Lactococcus</i>	piena skābšanas izraisītāji
<i>Enterococcus</i> : <i>Streptococcus faecalis</i> <i>Streptococcus faecium/durans</i> <i>Streptococcus bovis</i> <i>Streptococcus equinus</i>	piena sanitārijas rādītājs
<i>Lactobacillus</i> : <i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Lactobacillus casei</i> <i>Lactobacillus lactis</i>	piena skābšanas izraisītāji
<i>Listeria</i> : <i>Listeria monocytogenes</i>	listeriozes izraisītājs, nopietns drauds cilvēku veselībai un dzīvībai

1	2
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	tuberkulozes izraisītājs
<i>Bacillus</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus coagulans</i> <i>Bacillus cereus</i>	izraisa piena bojāšanos, veidojot tam saldenus garšus; izraisa piena konservu, arī sterilizētā piena uzpūšanos
<i>Clostridium</i> : <i>Clostridium turobutyricum</i> <i>Clostridium butyricum</i>	veido netīru piena produktu garšus; izraisa vēlino sieru uzpūšanos
<i>Pseudomonas</i> : <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Pseudomonas fragi</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	izdala mikrobiālās lipāzes un proteāzes; veido saldenus piena un tā produktu garšus, kas vēlāk pāriet sasmakušā vai puvuma garšā
<i>Escherichia</i>	veido pienam un tā produktiem nepatīkamu garšu un smaržu; izraisa agrīno sieru uzpūšanos
<i>Salmonella</i> <i>Shigella</i>	uztura toksikožu izraisītājas

Svarīgākais, kas jāatceras, ka mikroorganismu darbības rezultātā pienā rodas dažādi defekti - izmainās garša, smarža, skābums un pazeminās piemērotība pārstrādei.

#### 14. IERAUGI

Šajā nodaļā raksturotas biežāk izmantotās pienskābes baktērijas un citi mikroorganismi, kas nepieciešami piena produktu ražošanā. Skaidroti dažādu ieraugu pielietošanas mērķi un atšķirības.

Pienskābes baktērijas ir cilvēka kuņģa un zarnu trakta svarīga sastāvdaļa, tām ir liela nozīme cilvēka veselības nodrošināšanā. Samazinoties pienskābes baktēriju daudzumam, pieaug kaitīgo mikroorganismu skaits, kas var izraisīt zarnu trakta iekaisumus.

Pienskābes baktērijas ir nozīmīgākās svaiga piena mikrofloras veidotājas. Pieaugot pienskābes baktēriju daudzumam pienā, tās var izraisīt piena skābšanu. Šo īpašību izmanto ražojot skābpiena dzērienus, skābo krējumu, biezpienu, sieru u.c. produktus. Pienskābes baktērijas ir jutīgas pret paaugstinātām temperatūrām un termiskās apstrādes laikā tās iet bojā, tāpēc iepriekšminēto piena produktu ražošanā, kā pienskābes baktēriju avotu, izmanto ieraugus.

I e r a u g i ir pienskābes baktēriju koncentrāti, kuru mērķis ir nodrošināt piena produktu raksturīgo konsistenci, garšu un aromātu. Ieraugos esošās pienskābes baktērijas ir īpaši atlasītas (selekcionētas), lai veidotu konkrētam piena produktam vēlamās īpašības. Līdz ar to svaigā pienā esošās pienskābes baktērijas no ierauga pienskābes baktērijām atšķiras ar to, ka pēdējās neizraisa spontānu piena skābšanu, kā to dažkārt novēro svaiga piena uzglabāšanas laikā.

Ņemot vērā pienskābes baktēriju daudzveidību, tās raksturotas sīkāk, pamatojoties uz to *morfoloģiskām, fizioloģiskām īpašībām un lomu uzturā.*

## 14.1. Pienskābes baktēriju raksturojums

Pienskābes baktērijas ir grampozitīvas, fakultatīvi anaerobas, lodveida (kokveida) vai nūjiņveida, nekustīgas, sporas neveidojošas baktērijas. Par barības avotu izmanto, galvenokārt, monosaharīdus un disaharīdus. Dažas pienskābes baktērijas spēj izmantot organiskās skābes (citronskābi) un pentozes. Par slāpekļa avotu izmanto galvenokārt organiskās vielas - aminoskābes, peptīdus, polipeptīdus, arī olbaltumvielas. Pienskābes baktēriju augšanai ir nepieciešami B grupas vitamīni un minerālvielas: fosfors, kālijs, kalcijs. Pienskābes baktērijas izdala vidē bioloģiski aktīvas vielas, piemēram, B grupas vitamīnus. Ir pierādīts, ka pienskābes baktērijas nelielos daudzumos producē arī specifiskas antibiotikas, kas aizkavē dažu patogēno mikroorganismu augšanu (skatīt 20.tabulu).

Pienskābes baktērijas var iedalīt pēc to spējas vairoties noteiktā temperatūru intervālā:

- mezofilās pienskābes baktērijas - optimālā attīstības temperatūra 20-30°C;
- termofilās pienskābes baktērijas - optimālā attīstības temperatūra 40-45°C.

Atsevišķām pienskābes baktērijām ir mainījušies nosaukumi. Jaunie pienskābes baktēriju nosaukumi doti 16.tabulā.

16.tabula

Jaunie pienskābes baktēriju nosaukumi

Vecais nosaukums	Jaunais nosaukums*
<i>Streptococcus cremoris</i>	<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>
<i>Streptococcus lactis</i>	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>
<i>Leuconostoc citrovorum</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris</i>
<i>Leuconostoc lactis</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp. lactis</i>
<i>Streptococcus diacetyllactis</i>	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis biovar diacetyllactis</i>
<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Streptococcus salivarius ssp. thermophilus</i>
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i>
<i>Lactobacillus lactis</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. lactis</i>

\*- turpmāk tekstā jaunie pienskābes baktēriju nosaukumi doti saīsināti, piemēram, *L.cremoris*, *Leuc.cremoris*, *L.diacetyllactis*, *Lb.bulgaricus*, *Lb.lactis*, u.c.

Pēc pienskābās rūgšanas procesa galaproduktiem visas pienskābes baktērijas var iedalīt homofermentatīvās un heterofermentatīvās (17. tabula). Homofermentatīvās pienskābes baktērijas sarauzdzē cukurus un producē līdz 90 % pienskābi. Blakusprodukti veidojas niecīgos daudzumos (gaistošas skābes, etilspirts). Heterofermentatīvās pienskābes baktērijas producē ap 50 % gaistošo aromātveidojošo savienojumu: diacetilu, acetoīnu, skudrskābi, dzintarskābi, u.c. Homofermentatīvās un heterofermentatīvās pienskābes baktērijas var iedalīt arī pēc to formām: nūjiņveida un koki.

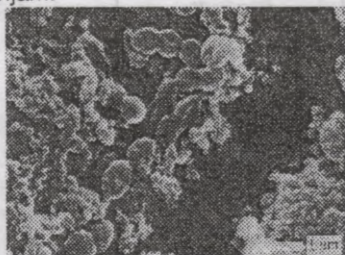
Homofermentatīvās kokveida formas ir *Lactococcus*, *Streptococcus* un *Pediococcus* ģints baktērijām. *Lactococcus* sugas ir apaļas vai nedaudz ovālas šūnas no 0,5-1,0 μm diametrā, izvietotas izkliedus, pa pāriem vai ķēdītēs. Nozīmīgākās sugas *L.lactis*, *L.cremoris*, *S.thermophilus*. Tās sarauzdzē monosaharīdus un disaharīdus. Šīs sugas plaši izmanto skābpiena dzērienu ieraugu gatavošanai. *Str.thermophilus* spēj

saraudzēt arī saharozi. To izmanto atsevišķu skābpiena dzērienu, piemēram, jogurta un arī sieru ieraugu sastāvā. *Pediococcus* sugas šūnas sakārtotas paketēs, tetraedros pa pāriem vai izklaidus. Bez pienskābes tās spēj izdalīt diacetilu un citus savienojumus.

*Homofermentatīvās nūjiņveida* formas ir *Lactobacillus* ģints baktērijām. Tās ir dažāda izmēra un garuma taisnas nūjiņas, gan sakārtotas ķēdītēs, gan izklaidus. Vairums homofermentatīvo pienskābes nūjiņu producē apmēram 2-3.5 % pienskābes, bet kokveida - ap 1 %. Nūjiņveida pienskābes baktērijas spēj attīstīties, ja vides reakcija pH 3,8-4,0, bet kokveida formas šādos apstākļos darbību pārtrauc. Svarīgākās sugas ir *Lb.lactis*, *Lb.acidophilus*, *Lb.bulgaricus*, *Lb.casei*, *Lb.plantarum*. Tās izmanto skābpiena dzērienu, produktu un sieru ieraugu sastāvā.

*Heterofermentatīvās kokveida* formas ir *Leuconostoc* ģints, arī *Lactococcus diacetylactis* baktērijām. *Leuconostoc* sugām ir olveida koku forma. Šūnas izkļiedētas blīvi vai sakārtotas pa pāriem vai īsās ķēdītēs. Spēj pārraudzēt monosaharīdus un disaharīdus. Ietilpst galvenokārt skābpiena dzērienu un skābpiena produktu ieraugu sastāvā.

*Heterofermentatīvās nūjiņveida* formas ir *Lactobacillus* un *Bifidobacteria* ģintis baktērijām.



12.attēls. Bifidobaktērijas.

*Bifidobacteria* ir izliektas formas nūjiņas ar sadalītiem galiem, dažkārt atgādina hantelei līdzīgas formas. Ir jaundzimušo bērnu un zīdaiņu zarnu trakta dominējoša mikroflora. Slikti vairojas pienā, praktiski nepārraudzē laktozi. Baktēriju vairošanās veicināšanai izmanto citus substrātus, piemēram, glikozes, cietes sīrupus u.c.

Plaši izmanto diētisko piena produktu gatavošanai, tai skaitā zīdaiņiem un jaundzimušiem bērniem.

No dažādām pienskābes baktērijām, ko izmanto skābpiena dzērienu, arī skābpiena produktu ieraugos, īpaša loma ir acidofilām pienskābes baktērijām un bifidobaktērijām. Tās sauc arī par probiotiķiem.

**Probiotiski** ir mikrobiālo šūnu preparāti, kas uztur labvēlīgu mikrofloru cilvēku un dzīvnieku zarnu traktos. Kā optimālo probiotiķu koncentrāciju skābpiena produktu jāuzskata  $10^6$ - $10^7$ /g pienskābes baktēriju.

Acidofilās pienskābes baktērijas labāk par citām pienskābes baktērijām iedzīvojas cilvēka organismā, nomācot nevēlamās (patogēnās) mikrofloras attīstību. Acidofilā nūjiņa ir stabila pret antibiotiku, sevišķi penicilīnu saturošu preparātu, iedarbību, to plaši lieto medicīnā, kombinējot acidofilās baktērijas un antibiotikas. Acidofilās nūjiņas spēj producēt nizinu, kam piemīt antimikrobiālas īpašības.

Savukārt bifidobaktērijas ir galvenā zarnu mikroflora jaundzimušiem bērniem. Bērniem tās veido līdz pat 95 % no kopējās mikrofloras, bet pieaugušajiem - 25 %. Cilvēka mūža laikā bifidobaktēriju daudzums gremošanas orgānos samazinās, pakāpeniski pieaugot dažādiem nevēlamiem mikroorganismiem, kas var izraisīt zarnu trakta saslimšanas.

## Pieniskābes baktēriju raksturojums

Dzimta	Pēc pienskābās rūgšanas galaproduktiem	Ģints	Suga	Attīstības intervāls, °C				Piezīmes
				10°C	45°C	10°C	45°C	
<i>Streptococcaceae</i> (koki)	Homofermentatīvie	<i>Streptococcus</i>	<i>Str. thermophilus</i>	-	+	-	+	termofīlie
			<i>L. lactis</i>	+	-	-	-	mezofīlie
	Homofermentatīvie	<i>Lactococcus</i>	<i>L. diacetylactis</i>	+	-	-	-	mezofīlie
			<i>L. cremoris</i>	+	-	-	-	mezofīlie
Heterofermentatīvie	Heterofermentatīvie	<i>Pediococcus</i>	<i>P. pentosaceus</i>	35°C	40°C	50°C	+	mezofīlie
			<i>P. acidilactici</i>	+	+	+	+	termofīlie
	Heterofermentatīvie	<i>Leuconostoc</i>	<i>Leuc. cremoris</i>	10°C	37°C	45°C	+	mezofīlie
			<i>Leuc. lactis</i>	+	+	-	-	mezofīlie
<i>Lactobacillaceae</i> (nūjiņas)	Homofermentatīvie	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lb. helveticus</i>	15°C	45°C	-	+	termofīlie
			<i>Lb. bulgaricus</i>	-	-	-	+	termofīlie
	Heterofermentatīvie	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lb. lactis</i>	-	-	-	+	termofīlie
			<i>Lb. acidophilus</i>	-	-	-	+	termofīlie
Heterofermentatīvie	Heterofermentatīvie	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lb. casei</i>	+	+	-	-	mezofīlie
			<i>Lb. plantarum</i>	+	+	-	-	mezofīlie
	Heterofermentatīvie	<i>Lactobacillus</i>	<i>L. kefir</i>	+	+	-	-	mezofīlie
			<i>L. brevis</i>	+	+	-	-	mezofīlie
<i>L. fermentum</i>	-	+	-	+	termofīlie			

Lai kavētu bifidobaktēriju daudzuma samazināšanos, tās jāuzņem ar uzturu. Dienā būtu jāuzņem vidēji 100 g pārtikas produktu, kuros bifidobaktērijas ir  $10^6$ /g. Tā ir arī ieteicamā probiotiķu diennakts deva cilvēkam. Bifidobaktērijām ir īpaša loma, kur būtu papildus jāuzsver:

- 1) palielinās olbaltumvielu izmantošanās pakāpe organismā;
- 2) piemīt antimikrobiāla aktivitāte - producē pienskābi, etiķskābi, skudrskābi, antibiotikas;
- 3) sekmē vitamīnu sintēzi - producējot B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> un B<sub>12</sub> vitamīnus (ārpus šūnām izdalot līdz 120 mg B grupas vitamīnu rēķinot uz 100 ml zarnu satura);
- 4) samazina holesterīna līmeni asinīs;
- 5) kavē patogēnās mikrofloras attīstību gremošanas traktā;
- 6) samazina sasilšanas iespējas ar taisnās un resnās zarnas vēzi;
- 7) novērš aizcietējumu rašanos.

Dažu pienskābes baktēriju nozīmīgākie dati doti 18.tabulā.

18.tabulā

Atsevišķu pienskābes baktēriju raksturojums

Mikroorganisms	Optimālā attīstības temperatūra, °C	Max NaCl koncentrācija, %, kurā mikroorganismi spēj attīstīties	Producētās pienskābes daudzums, %	Citronskābes veidošana
<i>L.lactis</i>	25-30	4-6,5	0,5-0,7	-
<i>L.cremoris</i>	25-30	≤4	0,5-0,7	-
<i>L.diacetylactis</i>	25-30	4-6,5	0,3-0,6	+
<i>Leuc.cremoris</i>	20-25	-	0,2-0,4	+
<i>Lb.helveticus</i>	40-45	2	2,0-2,7	-
<i>Lb.lactis</i>	40-45	2	1,2-1,5	-
<i>Lb.bulgaricus</i>	40-45	2	1,5-2,0	-
<i>Lb.acidophilus</i>	35-40	2	1,5-2,0	-
<i>Str.thermophilus</i>	40-45	2	0,7-0,8	+
<i>Bifidobacteria</i>	37	-	0,4-0,09	+

Kombinējot kopā dažāda veida pienskābes baktērijas var regulēt pienskābes, garšas un aromāta veidojošo vielu uzkrāšanos skābpiena produktos.

Bez pienskābes baktērijām ieraugu sastāvā var būt arī raugi, pelējumi un citi mikroorganismi.

*Raugus* plaši izmanto piena produktu ražošanā. Raksturīgākās piena produktu ražošanā izmantotās raugu ģintis ir *Torulopsis*, *Candida*, *Kluyveromyces* u.c. Tie spēj izraisīt vāju spirta rūgšanu. Dažas sugas, piemēram, *Torula kefir*, *Candida kefir*, *Kluyveromyces marxianus*, izmanto kefīra, kumisa un citu jauktās rūgšanas skābpiena produktu gatavošanā. Tās veido garšu, aromātu, veicina pienskābes baktēriju vairošanos un kavē nevēlamās mikrofloras attīstību.

Arī vairākas *pelējumu* sugas izmanto skābpiena produktu un sieru ražošanā. Tā sieru ražošanā plaši izmanto *Penicillium roquefortii*, *Penicillium candidum* u.c. Skābpiena dzērienu, piemēram, skandināvu tipa raudzētā produktā *villi* - *Geotrichum candidum*.

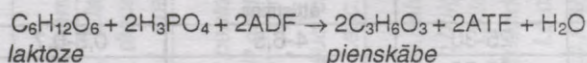
Jāatceras, ka ne visi pelējumi, kas attīstās piena un tā produktu ražošanas, arī uzglabāšanas laikā ir nekaitīgi. Vairums no tiem bojā piena produktus, spēj izdalīt mikotoksīnus, kas īpaši bīstami cilvēku dzīvībai un veselībai.

Bez iepriekšminētiem mikroorganismiem, ieraugu sastāvā var atrasties arī propionskābes baktērijas. Tās spēj izraisīt propionskābo rūgšanu. Propionskābes baktērijas sarauzē pienskābi etiķskābē un propionskābē, veido arī citus rūgšanas produktus: CO<sub>2</sub> u.c. Propionskābes baktērijas lieto kopā ar citām pienskābes baktērijām, piemēram, *Lactobacillus* vai *Lactococcus*, ražojot Ementāles, *Gruyer*, *Jarslberg*, *Maasdam* u.c. sierus. Tās veido šiem sieriem raksturīgo acojumu.

## 14.2. Rūgšanas veidi

Piena produktu ražošanas procesā pienskābes baktēriju un citu mikroorganismu ietekmē notiek piena cukura pārraudzēšana jeb rūgšanas process. Piena produktu ražošanā noris vairāki rūgšanas veidi: pienskābā, spirta, propionskābā, etiķskābā u.c., no kurām pienskābā un spirta rūgšana tiks apskatītas sīkāk.

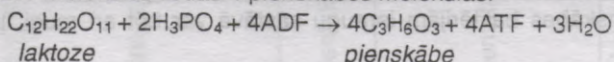
**Pienskābā rūgšana.** Pienskābo rūgšanu izraisa pienskābes baktērijas, kas pārraudzē piena cukuru pienskābē. Pienskābā rūgšana ir viens no pamatprocesiem siera, skābpiena produktu, biezpiena ražošanā. Pienskābo rūgšanu var summāri attēlot vienādojumā:



Bez pienskābes var veidoties arī citi savienojumi. Šī iemesla dēļ pienskābo rūgšanu iedala homofermentatīvā un heterofermentatīvā rūgšanā.

**Homofermentatīvā pienskābā rūgšana.** Piena cukurs pārrūgst pienskābes baktēriju darbības rezultātā. Ir vairāki piena cukura pārrūgšanas veidi, bet jebkurā gadījumā laktoze sākotnēji tiek hidrolizēta ar fermenta β-galaktozidāzes palīdzību divos monosaharīdos: glikozē un galaktozē. Tālāk glikozes un galaktozes pārvērtības pirovīnogskābē notiek vairāku vienu pēc otras sekojošu reakciju rezultātā. Visi rūgšanas veidi līdz pirovīnogskābei notiek vienādi, bet skābes tālākās pārvērtības ir atšķirīgas. Izveidojusies pirovīnogskābe tālāk reducējas pienskābē.

Homofermentatīvās pienskābes baktērijas pārraudzē laktozi glikolītiskā ceļā. Rezultātā no vienas laktozes molekulas rodas 4 pienskābes molekulas:

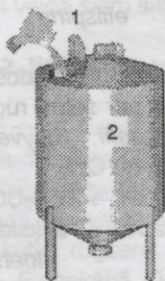


Pienskābā rūgšanā var veidoties 2 pienskābes izomēri L(+) un D(-) pienskābe. Liela daļa *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Bifidobacteria* producē L(+) pienskābi. *L.bulgaricus*, *Leuconostoc* pamatā D(-) formu. *L.helveticus*, *L.acidophilus* un *L.plantarum* veido abas pienskābes formas vienādās attiecībās, t.i., optiski neaktīvu DL pienskābi.

Pienskābe var nebūt vienīgais homofermentatīvās pienskābās rūgšanas galaprodukts. Var veidoties arī gaistošas skābes, glicerīns, spirti, acetons, acetoini, diacetili, butilēnglikols u.c. Piemēram, atsevišķi pienskābes baktēriju veidi pārraudzē daļu glikozes etilspirtā, etiķskābē un skudrskābē:



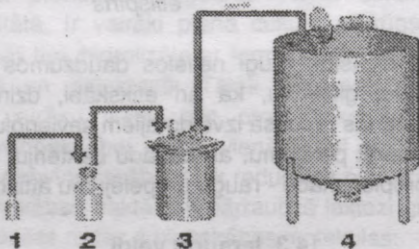
Ierauga sastāvs veidots ar mērķi, lai panāktu ierauga mikroorganismu simbiozi, nevis vienkāršu vairāku pienskābes baktēriju veidu mehānisku salikšanu. Ieraugu ražotāji piedāvā vairākus ieraugu veidus: šķidros, saldētos, liofilizētos un dziļi saldētos baktēriju koncentrātus. Atkarībā no ierauga veida, tam varbūt dažāds pielietojums. Šķidros ieraugus (tirkultūra) pirms pievienošanas ir jāaktivizē, sausos, liofilizētos, saldētos var tieši izmantot produkta raudzēšanai, kā arī mātes vai darba ierauga pagatavošanai.



13. attēls. Sauso, liofilizēto un saldēto ieraugu pielietošana.  
1-ieraugs, 2-produktu raudzēšanas tvertne.

#### 14.4. Ieraugu pavairošanas tehnika

Šķidros pienskābes baktēriju ieraugus pirms pievienošanas jāaktivizē un jāpavairo. Šis process ietver vairākus posmus (skatīt 14. attēlu).

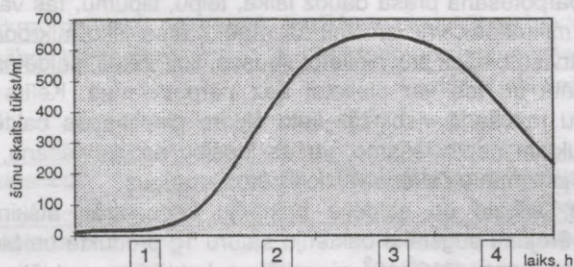


14.attēls. Šķidrā ierauga pavairošanas shēma.

1-tirkultūra, 2-mātes (pirmējais) ieraugs, 3-pamatieraugs, 4-darba ieraugs

Ieraugu gatavošanai izmanto augstas kvalitātes pienu vai vājpienu. Pienu vai vājpienu pasterizē (90-95 °C, izturot 40-60 min) vai sterilizē (110-120 °C, 30-40 min) un atdzesē līdz ieraudzēšanas temperatūrai, kura ir atkarīga no ražotā produkta veida un sastāva.

Tirkultūras trauka galu (pudelīte, mēģene) sterilizē uz liesmas, ar sterilu pinceti ātri izvelk korķi un trauka saturu pievieno noteiktam atdzesēta piena daudzumam. Rūpīgi izmaisa, noslēdz ar vāku un ievieto termostatā. Baktērijas pienā vairojas ģeometriskajā progresijā un to populācijas ciklu var iedalīt četrās fāzēs: lagfāzē, intensīvā vairošanās jeb eksponenciālā, stacionārā un šūnu atmiršanas fāzē (15.attēls).



15.attēls. Mikroorganismu attīstības līkne.

1-lagfāze, 2-eksponenciālā fāze, 3-stacionārā fāze, 4-šūnu atmiršanas fāze

Lagfāzē šūnas nonāk jaunā barotnē, šajā laikā tās pielāgojas barotnei un to vairošanās nenotiek. Lagfāzes laikā šūnās pieaug nukleīnskābju daudzums un notiek intensīva olbaltumvielu sintēze, palielinās šūnu izmēri. Lagfāzi nomaina sekojošā eksponenciālā fāze, kurā baktēriju vairošanās notiek ar katrai grupai raksturīgo pastāvīgo ātrumu un šūnu skaits palielinās ģeometriskajā progresijā. Barības vielas tiek intensīvi izmantotas un vidē uzkrājas toksiski vielu maiņas produkti. Rezultātā samazinās baktēriju vairošanās ātrums un populācija pāriet stacionārā fāzē. Stacionārajā fāzē no jauna radušos šūnu un atmirušo šūnu daudzums ir vienāds. Dažkārt šo fāzi sauc par "maksimālo stacionāro fāzi", jo šūnu skaits sasniedz maksimumu. Šūnu atmiršanas fāzē, kas seko pēc stacionārās fāzes, tās atmirst straujāk nekā veidojas no jauna, jo barības vielas ir jau izmantotas.

Pēc 14-20 stundām izveidojas recekļis. Pagatavoto ieraugu sauc par *mātes ieraugu* vai *pirmējo ieraugu*. Tas vēl nav piemērots produktu ražošanai, mikroorganismi nav pietiekami aktīvi, tāpēc ir jāveic atkārtota pārpotēšana.

Atdzesētam pienam vai vājpienam (apstrādāts tāpat kā iepriekš) pievieno 5% mātes ierauga. Līdz ieraudzēšanas temperatūrai atdzesētam pienam, uzreiz jāpievieno ieraugs, lai nepieļautu inficēšanos ar svešu mikrofloru. Ar sterilu kausiņu noņem virsējo slāni (2-3 cm), jo ierauga virspusē varbūt nevēlami mikroorganismi. 8-10 stundu laikā veidojas blīvs recekļis, kuru sauc par *pamatieraugu*. Ja sarecēšana ieilgst, ierauga garša un aromāts nebūs izteikts, jāveic atkārtota pārpotēšana.

Pamatieraugu izmanto *darba ierauga* gatavošanai. Pasterizētam, atdzesētam pienam vai vājpienam pievieno 5% pamatierauga. Tālākā darba gaita kā iepriekš aprakstīts. Gatavojot attiecīgo produktu, pienam pievieno noteiktu darba ierauga daudzumu. Paralēli darba ieraugam, pārpotē arī pamatieraugus. Darba ieraugu katru reizi gatavo no jauna pamatierauga, tā nodrošinot augstu ierauga kvalitāti. Ieraugu uzglabā 3-5 °C, ne ilgāk kā 24 h.

Ieraugu kvalitāti nepieciešams stingri kontrolēt. Ieraugam jābūt blīvam, viendabīgam, bez sūkalu izdalīšanās, ar patīkamu garšu un aromātu. Ierauga aktivitāte lielā mērā ir atkarīga no skābuma. Ieraugs visaktīvākais ir recekļa izveidošanās brīdī, tāpēc vēlams, lai skābums ieraugam nebūtu augstāks par 80-90 °T. Ieraugs ar lielu skābumu (lielos daudzumos uzkrājusies pienskābe) kavē recekļa izveidošanos, pasliktina gatavā produkta kvalitāti.

Ieraugu pārpotēšana prasa daudz laika, telpu, tilpumu, tas var radīt inficēšanos ar neraksturīgu mikrofloru, var izmainīt sākotnējo, atsevišķo mikroorganismu attiecību ieraugā. Tādēļ arvien biežāk sāk pielietot sašos, liofilizētos, saldētos ieraugus, kuriem ir lielāka aktivitāte un tos var pielietot bez pārpotēšanas. Kefirs ir viens no tiem produktiem, kuru ražošanā visbiežāk lieto šķidro pienskābes baktēriju ieraugu. Tas saistīts ar produktam nepieciešamo garšas īpašību nodrošināšanu, kuras produktam nav tik izteiktas, ja izmanto sašos vai liofilizētos ieraugus.

Liofilizētie, sašos un saldētie baktēriju koncentrāti atšķiras no šķidrajiem ieraugiem ar ievērojami augstāku baktēriju saturu 1g produkta un bioķīmisko aktivitāti. 1g sašos ierauga satur  $1 \cdot 10^8$ - $10^9$  pienskābes baktērijas, saldētie  $1 \cdot 10^{10}$ , liofilizētie  $5 \cdot 10^{10}$ . Atšķirības ir vērojamas arī ieraugu pievienošanas daudzumā. Tā šķidros ieraugus parasti pievieno no 1 līdz 5% atkarībā no piena daudzuma. Attiecīgi, sašos, saldētos, liofilizētos ieraugus pievieno atkarībā no to aktivitātes vienībām. Ierauga iesaiņojumā parasti ir norādīts cik aktivitātes vienības tas satur un kādam piena daudzumam tas paredzēts. Vidēji viena sašos, saldētā vai liofilizētā ierauga aktivitātes vienība ir līdzvērtīga 25-35 l darba ierauga.

Pielietojot sašos, saldētos un liofilizētos ieraugus, rodas iespēja skābpiena dzērienu un produktu ražošanā paaugstināt darba ražīgumu, efektīvi izmantot ražošanas telpas, kā arī samazināt pārtikas produktu iespējamo inficēšanos ar nevēlamiem mikroorganismiem.

Lai saglabātu sašos, saldēto, liofilizēto, dzīji saldēto ieraugu kvalitāti un to raksturīgās īpašības, tie jāuzglabā ievērojot ražotāju ieteikumus (skatīt 19. tabulu).

19. tabula

Ieraugu uzglabāšanas apstākļi (Chr.Hansen, Dānija)

Ierauga veids	Uzglabāšanas temperatūra, °C	Uzglabāšanas ilgums, mēnešos
Liofilizētais	- 18	max 12
	5	6 nedēļas
Saldētais	- 45	max 12

Ieraugu ražošanā un uzglabāšanā īpaši bīstami ir bakteriofāgi-vīrusi. Starp pienskābes baktērijām ir štammi, kuri ir izturīgāki pret bakteriofāgiem. Šīs pienskābes baktērijas speciāli atlasa, lai pēc tam radītu pret fāgiem izturīgus ieraugus. Lai kavētu fāgu attīstību un ieraugu inficēšanos ar tiem, praktizē biežu ieraugu mainīšanu vai speciālu pret bakteriofāgiem izturīgu ieraugu izmantošanu.

Dažām no ieraugā esošām pienskābes baktērijām ir inhibējoša iedarbība pret atsevišķiem pienā un tā produktos esošiem nevēlamiem mikroorganismiem (20. tabula).

Ieraugu ražotāji piedāvā arī speciālas aizsargkultūras (*protective culture*), kas spēj nomākt atsevišķu, nevēlamu mikroorganismu, piemēram, raugu, pelējumu un arī sporu veidojošo baktēriju (*Bacillus, Clostridium*), darbību piena produktu ražošanas laikā. Tāpat tās spēj arī ierobežot heterofermentatīvo pienskābes baktēriju attīstību, ražojot dažādus sierus un skābpiena produktus, kā arī kavē listēriju vairošanos glemes sieros.

Atsevišķu mikroorganismu vairošanās kavēšana pienskābes baktēriju ietekmē

Pienskābes baktērijas	Mikroorganismu vairošanās kavēšana
<i>Lactococcus</i> <i>Lactobacillus</i> <i>Leuconostoc</i>	pašinhiejoši
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> , psihrotrofās baktērijas
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Pseudomonas</i> , <i>Proteus</i> , <i>Bacillus</i> spp., <i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Clostridium prefringens</i>
<i>Lactococcus diacetylactis</i>	<i>Pseudomonas fragi</i>
<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Clostridium turobutyricum</i>

leraugu ražotāji ir attīstījuši jaunus, inovatīvus paņēmienus kā ierobežot sviestskābes baktēriju vairošanos sieru nogatavināšanas laikā. Šim nolūkam īpaša uzmanība tiek veltīta homofermentatīvām pienskābes baktērijām *Lactococcus lactis subsp. lactis*. *L. lactis* spēj producēt bakteriocīnu - nizīnu, kas inhibē, nomāc *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium butyricum* un *Clostridium sporogenes*, *Bacillus* attīstību. Nizīns izraisa sviestskābes baktēriju šūnu plazmolīzi, kas noved to līdz bojāejai.



# II PIENA APSTRĀDES PAMATPROCESU RAKSTUROJUMS

## 1. PIENA PIRMAPSTRĀDE UN MEHĀNISKĀ APSTRĀDE

Šajā nodaļā raksturoti biežāk izmantotie piena apstrādes procesi, kā arī skaidrota to nepieciešamība un ietekme uz piena ķīmisko sastāvu un īpašībām.

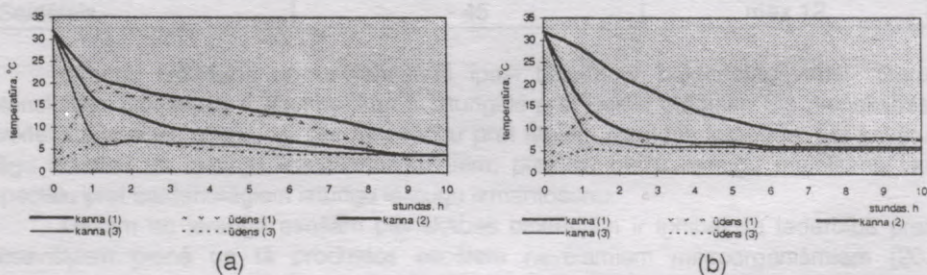
Nozīmīgākie piena apstrādes pamatprocesi ir: atdzesēšana, uzglabāšana, filtrācija, attīrīšana centrālās attīrītājos, baktofūģēšana, mikrofiltrācija, separēšana, deaerācija, normalizācija, homogenizācija.

**Atdzesēšana.** Izslauktam pienam ir 36-38 °C, šajā temperatūrā mikroorganismi strauji vairojas, to skaits jau pusstundas laikā dubultojas. Mikroorganismi pārraudzē laktozi, veidojot pienskābi un citus savienojumus. Pienam palielinās skābums, tas iegūst nepatīkamu garšu un smaržu. Lai aizkavētu baktēriju attīstību, piens pēc filtrēšanas iespējami ātri jāatdzesē. Dzesēšana tikai tad sasniedz mērķi, ja to izdara nekavējoties, kamēr mikroorganismi nav savairojušies. Lai nodrošinātu nepieciešamo piena temperatūru, piens ne vēlāk kā divu stundu laikā pēc izslaukšanas jāatdzesē līdz +4 °C.

Latvijā ir vairāki tūkstoši piena lopkopībā specializējošos zemnieku saimniecību ar atšķirīgu tehnisko nodrošinājumu.

Daļa piena ražotāju pienu dzesē, kannas iegremdējot akās. Piens dzesēšana šajā gadījumā nenotiek strauji un arī atdzesētā piens temperatūra parasti nav zemāka kā 10 °C. Piens uzglabāšanas laikā nevēdinās un pēc kāda laika tam parādās garšas un smaržas defekti. Ir objektīvi saprotama šī dzesēšanas veida pielietošana, taču tas ne tikai neatbilst mūsdienas prasībām, bet tādā veidā nav iespējams iegūt kvalitatīvu pienu.

Pienu dzesē speciālos stacionāros piens dzesētājos kannās (skatīt 16.attēlu).



16.attēls. Piens atdzesēšanas ātrums kannās, izmantojot stacionāros dzesētājus kannām.

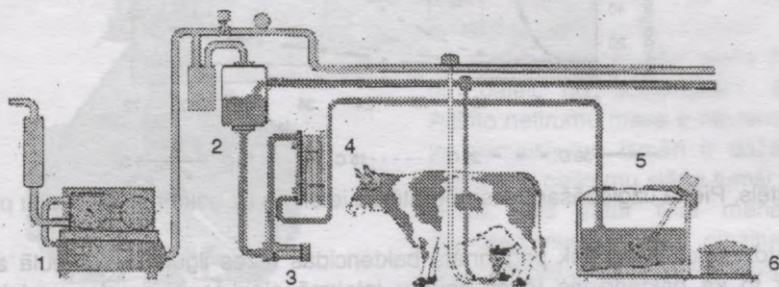
a - stacionārais dzesētājs pilnīgi noslogots; b - stacionārais dzesētājs daļēji noslogots; 1 - kannas augšējā daļa; 2 - kannas vidus daļa; 3 - kannas apakšējā daļa.

Tie sastāv no vannas ar aukstu ūdeni, kurā iegremdē kannas. Ūdens vannā tiek atdzesēts ar tai pievienoto aukstumagregātu. Piens atdzesēšanas ātrumu un temperatūru nosaka dzesētāja noslogojums, ūdens līmenis vannā, ūdens temperatūra,

aukstumagregāta jauda un piena līmenis kannā. Pielietojot šo dzesēšanu, visvairāk laika jāpatērē virsējās un vidējās piena kārtas atdzesēšanai kannā.

Vienmērīgai piena atdzesēšanai kannu saturu periodiski jāmaisa. Dzesēšanas un uzglabāšanas laikā notiek tauku lodīšu pārvietošanās un koncentrēšanās piena virskārtā. Līdz ar to tur koncentrējas arī liels skaits mikroorganismu. Dzesēšanas laikā pienu periodiski apmaisot, var novērst arī šo nelabvēlīgo efektu - baktēriju koncentrēšanos piena virspusē. Izmantojot šo dzesēšanas paņēmieni var nodrošināt piena dzesēšanas temperatūru 4°C.

Piena dzesēšanai un uzglabāšanai izmanto arī speciālus rezervuārus, kas aprīkoti ar aukstumagregātiem.



17.attēls. Piena dzesēšana un uzglabāšana rezervuārā.

1-vakuumsūknis, 2-izlīdzināšanas tvertne, 3-sūknis, 4-plāksņu dzesētājs, 5-uzglabāšanas tvertne, 6- aukstumagregāts.

Salīdzinot ar piena uzglabāšanu kannās, tie ir daudz efektīvāki. Rezervuāros ātri tiek sasniegta nepieciešamā dzesēšanas temperatūra 4 °C, kas tiek automātiski uzturēta uzglabāšanas laikā.

Zemnieku saimniecībās ir iegādātas gan Latvijā, gan ārzemēs ražotās piena uzglabāšanas tvertnes, kas aprīkotas ar aukstumagregātiem. Salīdzinot ārzemēs un Latvijā ražotās iekārtas, priekšrocības ir gan vienām, gan otrām. Latvijā izmantotās zviedru, vācu, dāņu u.c. piena dzesēšanas un uzglabāšanas iekārtas ir modernākas, tām izmantoti kvalitatīvāki materiāli un ir labāks ārējais noformējums. Turpretī Latvijā ražotās iekārtas ir ievērojami lētākas, to montāža un ekspluatācija ir vienkāršāka un prasa mazāk izdevumu. Jāatzīmē, ka augstas kvalitātes pienu nodrošina gan pašmāju, gan importētās iekārtas.

**Uzglabāšana.** Svaigi slauktam pienam, pateicoties baktericīdām vielām dažas stundas ir baktericīdās īpašības. Laiku, kurā šīs īpašības saglabājas, sauc par baktericīdo fāzi. Pie piena baktericīdām vielām kā iepriekšminēts pieder: imunoglobulīni, leikocīti, lizocīms, laktoferrīns un laktoperoksidāzes sistēma. Baktericīdo vielu daudzums pienā atkarīgs no dzīvnieka individuālajām īpašībām, fizioloģiskā stāvokļa u.c. faktoriem.

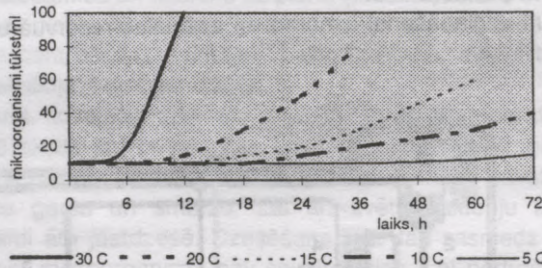
Piena baktericīdajai fāzei ir liela praktiska nozīme. Baktericīdās fāzes ilgums ir atkarīgs no pienā esošo mikroorganismu skaita, to sastāva, piena uzglabāšanas temperatūras un veida. Vislielāko ietekmi uz baktericīdās fāzes ilgumu atstāj uzglabāšanas temperatūra.

21.tabula

Dzesēšanas temperatūras ietekme uz baktericīdās fāzes garumu

Uzglabāšanas temperatūra, °C	37	30	25	10	4	2
Baktericīdās fāzes ilgums, stundās	2	3	6	12	24	36

Temperatūras ietekmi uz baktericīdās fāzes ilgumu pienā uzskatāmi parāda arī 18.attēls.



18.attēls. Piena uzglabāšanas temperatūras ietekme uz baktēriju kopskaitu pienā.

Atdzesējot pienu tiek pagarināts baktericīdās fāzes ilgums. 22.tabulā apkopoti dati par to kā baktericīdās fāzes ilgumu ietekmē slaukšanas veids, uzglabāšanas temperatūra.

22.tabula

Baktēriju kopskaita pieauguma intensitāte piena uzglabāšanas laikā

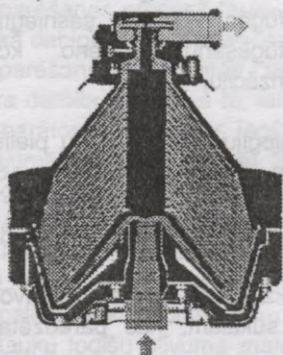
Piena uzglabāšanas ilgums, h	Baktēriju kopskaits, šādās sekojošās temperatūrās					
	3-5 °C		8-10 °C		13-15 °C	
	Sanitāri-higiēniskie noteikumi slaucot					
	ievēroti	nav ievēroti	ievēroti	nav ievēroti	ievēroti	nav ievēroti
Uzreiz pēc slaukšanas	44	1200	44	1200	44	1200
3	45	1700	32	1700	73	1900
6	55	2300	35	2300	64	2900
9	25	2100	56	4300	1500	4100
12	37	2500	47	5600	1600	6000
15	67	4400	45	6000	3200	7200
18	62	6200	290	10 000	4600	7700
21	66	10 000	1300	-	-	10 000
24	75	-	1650	-	-	-

Ja piens iegūts, stingri ievērojot sanitāros noteikumus un strauji atdzesēts līdz 4°C, baktericīdās fāzes ilgums ir 24h un vairāk. Netīram pienam tādā pašā temperatūrā ir vismaz divas līdz trīs reizes īsāks baktericīdās fāzes periods.

Pēc baktericīdo īpašību zaudēšanas turpinās piena mikrofloras sastāva izmaiņas.

**Filtrācija** ir vienkāršākais mehānisko piemaisījumu atdalīšanas veids. Tai izmanto dažādu konstrukciju filtrus, piemēram, cilindra, plāksņu, diska u.c. Pienu padod uz filtru, kur spiediena ietekmē to filtrē caur filtrmateriālu (lavsāns, flanelis). Pakāpeniski uz filtrējošā materiāla virsmas izveidojas blīvs netīrumu slānis. Lai nodrošinātu nepārtrauktu filtrēšanas gaitu, izmanto divpakāpju vai divsekciju iekārtas. Mehāniskā filtrēšana nenodrošina pilnīgu piena attīrīšanu. Šīs metodes pielietošana ļauj atdalīt tikai rupjās piemaisījumu daļiņas. Attīrīšanas efektivitātes paaugstināšanai, pielieto centrālās attīrītājus.

**Piena attīrīšana centrālās attīrītājā.** Centrālās attīrītāji konstrukcijas ziņā būtiski neatšķiras no separatoriem krējuma atdalītājiem.



19. attēls. Separator-attīrītājs šķērsgriezumā.

Centrālās attīrītājs spēka ietekmē piens tiek attīrīts ne tikai no mehāniskajiem piemaisījumiem, bet arī no gļotām, sarecējušām piena daļiņām un daļēji no somatiskām šūnām. Attīrīto netīrumu masa ir nevienmīga, jo piemaisījumu izmēri ir dažādi. Tā sastāv no netīrumu slāņa tumši pelēkā krāsā, kas satur tikai mehāniskos piemaisījumus un daļu olbaltumvielu; olbaltumvielu slāņa baltā krāsā un bakteriālā slāņa rozīgi-brūnā krāsā, kas satur nelielu daudzumu mikroorganismu un dažas tēsmens audu šūnas.

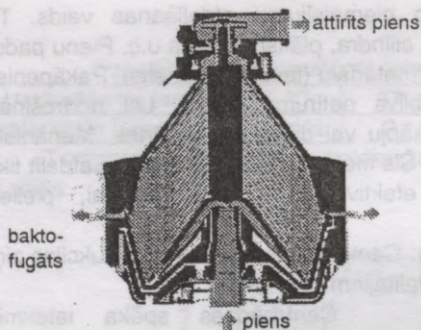
Tā kā vairumam baktēriju blīvums ir nedaudz lielāks par piena blīvumu, tad centrālās attīrītājos tiek atdalīta arī daļa mikroorganismu. Atdalīto netīrumu daudzums vidēji ir 0,06 % no piena masas.

Attīrīt var siltu vai aukstu pienu. Piena uzsildīšana (35-40°C) samazina tā viskozitāti, paaugstina attīrīšanas efektivitāti, bet tai pat laikā šķīdina dažādus piemaisījumus. Attīrot aukstu pienu, attīrīšanas efektivitātes paaugstināšanai ieteicams 2 reizes samazināt piena pieplūdi separatoram. Piena attīrīšanas kvalitāti ietekmē: attīrīšanas veids, temperatūra, piena skābums ( $\leq 20^{\circ}\text{T}$ ) un tīrības pakāpe, pieplūdes intensitāte. Attīrot pienu separatoros-attīrītājos never sasniegt pilnīgu mikroorganismu atdalīšanu. Šim nolūkam pielieto baktofūgēšanu.

**Baktofūgēšana** ir tehnoloģiska operācija, kuras mērķis ir maksimāli atdalīt pienā esošos mikroorganismus, sevišķi sporas.

Process notiek speciālās centrifūgās - baktofūgās (skatīt 20.attēlu), kas izmēru, šķīvīšu un apgriezīnu skaita ziņā atšķiras no separatoriem.

Baktofūgās var atdalīt līdz 95-98% no pienā esošiem mikroorganismiem (piemēram, *Bacillus cereus*, *Clostridium* u.c). Analizējot iegūto baktofūgātu, konstatēts, ka tā sastāvā ir 98,1% anaerobo mikroorganismu sporas, 95,1% aerobo mikroorganismu sporas, 92,2% pienskābes baktēriju no kopējā to daudzuma pienā. Bez mikroorganismiem no piena arī daļēji atdala somatiskās šūnas un citus piemaisījumus, kā rezultātā piena skābums var samazināties vidēji par 3-4 °T.



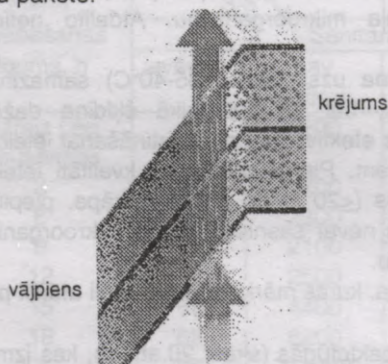
20. attēls. Baktofūga šķērs griezumā.

Optimālā baktofūgēšanas temperatūra ir 55-60 °C. Paaugstinot to, palielināsies olbaltumvielu saturs mikroorganismu masā (baktofūgātā). Eksperimentāli pierādīts, ka izmantojot tikai vienu baktofūgu, baktēriju atdalīšanas efekts ir 95-98 %, bet, izmantojot divas virknē saslēgtas baktofūgas, var atdalīt līdz 99,5 %. Pilnīga mikroorganismu atdalīšana baktofūgās vēl nav sasniegta, tādēļ baktofūgēšanu apvieno kopā ar pasterizāciju.

**Mikrofiltrācija** ir viens no membrānu tehnoloģiju veidiem, kuru pielieto piena pārstrādē. Mikrofiltrācija paredzēta mikroorganismu atdalīšanai no piena. Spiediena ietekmē (<1 bar) caur puscaurlaidīgu membrānu (membrānu poru izmēri  $10^{-1}-10^1 \mu\text{m}$ ) filtrējas visas piena sastāvdaļas, uz membrānas koncentrējas baktērijas un daļa tauku lodišu.

Mikrofiltrāciju biežāk izmanto vājpiena, sūkalu vai sālījuma atbrīvošanai no mikroorganismiem, kā arī tauku atdalīšanai no sūkalām, kas paredzētas sūkalu olbaltumvielu koncentrāta ieguvei.

**Separēšana.** Pakļaujot pienu centrālās spēka iedarbībai, iegūst produktus ar ievērojami atšķirīgu tauku saturu – krējumu un vājpienu. Šī tehnoloģiskā operācija pamatojas uz piena tauku un plazmas blīvumu starpību. Iekārtu, kur process norit, sauc par separātoru. Viena no svarīgākajām separātoru sastāvdaļām ir spoles, kurā ievietota šķīvju pakete.



19. attēls. Krējuma un vājpiena plūsmas separātorā.

Piens tiek ievadīts spolē, kur tas sadalās plānos slāņos starp šķīvjiem, uz to iedarbojas centrālās spēks. Vājpiens kā smagākā frakcija virzās uz spoles ārējo malu, bet krējums pārvietojas griešanās ass virzienā.

Pienā esošie mehāniskie piemaisījumi, kā smagākie, salīdzinot ar vājpienu, tiek atsveisti uz spoles sienām, kur nogulsņējas blīva slāņa veidā / vai tiek nepārtraukti izvadīti ārā (separātori ar pulsējošu nogulsņu izvadu). Rezultātā krējums un vājpiens no separātorā izplūst attīrīti.

Tauku lodišu atdalīšanās ātrums ir atkarīgs no lodišu lieluma, tauku un plazmas blīvumu diferences, mehānisko piemaisījumu daudzuma, spoles griešanās ātruma un ieplūstošā piena daudzuma. Tauku atdalīšanās ātrumu var izteikt ar Stoksa formulu:

$$v = \frac{2}{9} \left( \frac{2\pi}{60} \right)^2 R n^2 r^2 \frac{\rho - \rho_1}{\mu},$$

kur:  $v$  – tauku lodīšu atdalīšanās ātrums, m/s;

$R$  – spoles vidējais rādiuss, m;

$r$  – tauku lodīšu vidējais rādiuss, m;

$\rho$  – vājpiena blīvums, kg/m<sup>3</sup>;

$\rho_1$  – piena tauku blīvums, kg/m<sup>3</sup>;

$\mu$  – piena dinamiskā viskozitāte, din s/m<sup>2</sup>;

$n$  – spoles pagriezienu skaits, min<sup>-1</sup>.

Separēšanas procesā tauku lodīšu atdalīšanās ātrums ir apmēram 4000 reizes lielāks nekā dabīgā tauku noslāņošanās procesā.

Separēšanas efektivitāti un kvalitāti raksturo arī vājpiena tauku saturs. Separātorā darbību noregulē tā, lai iegūtā vājpiena tauku saturs nepārsniegtu 0.05 %. Dažos separātoros iespējams iegūt arī vājpienu ar tauku saturu 0,02-0,03 %. Tauku saturu krējumā iespējams regulēt. Šim nolūkam slēgtajos separātoros krējuma izplūdes vadā ir regulējošais ventilis. Samazinot izplūstošā krējuma daudzumu, palielinās tauku saturs un otrādi. Separēšanas efektivitāti ietekmē vairāki faktori.

#### 1) Tauku lodīšu lielums

Lielākās tauku lodītes pilnīgāk un ātrāk atdalās no piena plazmas. Vājpienā paliek tauku lodītes, kuru diametrs ir mazāks par 1 μm. Tas skaidrojams ar tauku lodīšu blīvuma maiņu atkarībā no to lieluma. Lielākajās tauku lodītēs galveno masas daļu sastāda piena tauki, tādēļ to blīvums ir ievērojami mazāks nekā plazmai. Turpretim sīkajām tauku lodītēm galveno masas daļu sastāda apvalks. Tā blīvums tuvs plazmas blīvumam, tāpēc sīkās tauku lodītes nevar atdalīt separējot.

#### 2) Piena tīrība un svaigums

Separējot pienu ar augstu mehānisko piemaisījumu daudzumu, tie aizpilda ne tikai netīrumu telpu, bet sāk uzkrāties uz šķīvīšiem un starp tiem. Vājpiens vairs neplūst uz spoles perifēriju, bet plūst starp šķīvīšiem uz to turētāju. Rezultātā izmainās separēšanas efektivitāte, samazinās krējuma tauku saturs. Arī separējot pienu ar paaugstinātu skābumu, sarecējušās olbaltumvielu pārslas samazina spoles iekšējo telpu un ietekmē produktu tauku saturus. Separēšanai neiesaka izmantot pienu ar skābumu virs 22°T.

#### 3) Piena pieplūdes intensitāte

Palielinot piena pieplūdi, centrālās spēks iedarbojas īsāku laiku, daļa tauku lodīšu nepagūst atdalīties un tauku saturs vājpienā palielinās. Samazinot pieplūdi, centrālās spēks iedarbojas ilgāk, tauku atdalīšanās ir pilnīgāka.

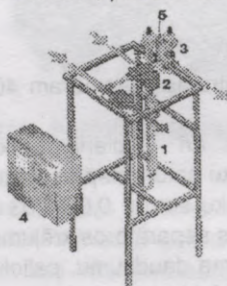
#### 4) Piena temperatūra

Aukstam pienam ir palielināta viskozitāte, un tas kavē tauku lodīšu, sevišķi sīko, pārvietošanos. Ieteicams pienu separēt 35-45°C temperatūrā, jo pienam ir samazināta viskozitāte, palielinās plazmas un tauku lodīšu blīvuma diference. Tas veicina labāku piena nokrejošanu minētajā temperatūrā. Var separēt aukstu pienu, bet, lai iegūtu nepieciešamo efektu, divas reizes jāsamazina piena pieplūdes intensitāte.

#### 5) Piena tauku saturs

Paaugstinoties piena tauku saturam (virs 4%), palielinās tā viskozitāte, un tas apgrūtina tauku atdalīšanos. Separējot treknu pienu, nepieciešams nedaudz paaugstināt piena temperatūru vai samazināt piena pieplūdi.

Pienu pirms separēšanas nav vēlams ilgstoši uzglabāt zemās temperatūrās. Tas saistīts ar daļēju plazmas oibaltumvielu adsorbciju uz tauku lodīšu virsmas, kas palielina to blīvumu, pazemina separēšanas efektivitāti.



22.attēls. Automatizētā normalizācijas iekārta.

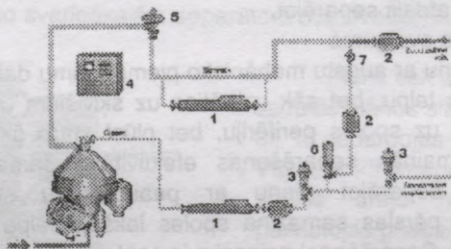
1- blīvuma mēritājs, 2- plūsmas mēritājs, 3- kontrolvārsts, 4- kontrolpanelis, 5- atgriezeniskais vārsts.

**Normalizācija** jeb standartizācija ir tauku satura koriģēšana pienā, lai iegūtu produktu ar vēlamo tauku saturu.

Agrāk normalizāciju veica pamatojoties uz aprēķiniem, bet pieaugot piena pārstrādes apjomiem, radās nepieciešamība pēc ātrām un precīzām normalizācijas metodēm. To šobrīd nodrošina automatizētās normalizācijas iekārtas (22.attēls) un separātor-normalizātori, kuros iespējams iegūt pienu ar noteiktu tauku saturu.

Šo normalizācijas paņēmieni sauc par *normalizāciju plūsmā*.

Automatizētās normalizācijas iekārtas darbības princips parādīts 23.attēlā



23.attēls. Automatizētās normalizācijas iekārtas darbības princips.

1- blīvuma mēritājs, 2- plūsmas mēritājs, 3- kontrolvārsts, 4- kontrolpanelis, 5- konstanta spiediena vārsts, 6- atgriezeniskais vārsts, 7- kontrolvārsts

Normalizācijas princips ir šāds. Pienam separē 55-65°C, iegūst vājpienu un krējumu. Plūsmā pievienojot noteiktu vājpiena daudzumu krējumam vai otrādi, panāk atbilstošu tauku saturu konkrētam produktam.

Lai nodrošinātu automatizētās normalizācijas iekārtas darbību ir nepieciešams kontrolēt tādu lielumu kā:

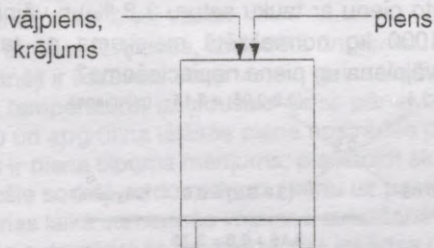
- 1) tauku saturs un temperatūra ieplūstošam pienam;
- 2) piena, krējuma un vājpiena plūsmas ātrums;
- 3) krējuma un vājpiena blīvums.

Šie lielumi ietekmē normalizācijas gaitu un iegūto produktu tauku saturu.

Piena uzglabāšanas laikā notiek tauku kristalizācija, kas ietekmē piena viskozitāti un blīvumu. Sajaucot un separējot pienu ar dažādu uzglabāšanas ilgumu (tauku kristalizācijas pakāpi), tas var būtiski ietekmēt iegūtā vājpiena un krējuma tauku saturus.

Tauku saturu krējumam nosaka pēc plūsmas ātruma un tā blīvuma. To ietekmē piena plūsmas ātrums un temperatūra. Tauku saturs būs neprecīzs, ja separēšanas temperatūra un plūsmas ātrums mainīsies. Iegūstot krējuma un vājpiena plūsmas mērījuma datus, tos tālāk apstrādā kontrolpanelī (4), aprēķinot vidējo piena plūsmu separātorā. Blīvuma mērītājs (1) mēra krējuma blīvumu. Iegūtie lielumi kalpo par pamatu krējuma tauku satura noteikšanai. Apvienojot tauku satura, blīvuma un plūsmas ātruma datus, kontrolpanelis (4) ar kontrolvārsta palīdzību (3) panāk noteiktu (aprēķinātu) vājpiena daudzuma ievadīšanu krējumā, normalizējot to uz noteiktu tauku saturu, unotrādi. Zinot, ka pienā esošās gāzes un gaiss var ietekmēt normalizācijas procesu, ieteicams pienu vismaz vienu stundu pirms separēšanas izturēt tvertnē.

Otrs paņēmiens kā iespējams normalizēt pienu ir pievienot tam piena produktus ar augstāku vai zemāku tauku saturu (piemēram, vājpienu, krējumu, paniņas). Minēto normalizācijas paņēmienu sauc par *normalizāciju tvertnē*.



24.attēls. Normalizācija tvertnē.

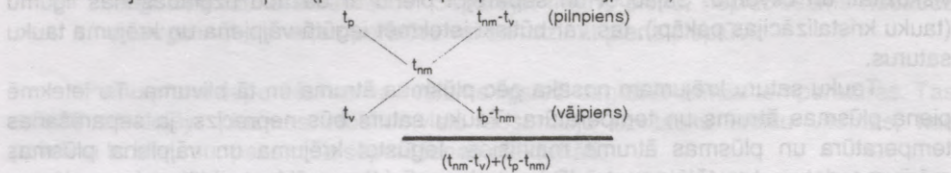
Normalizāciju tvertnē pielieto diezgan plaši. Taču šim paņēmienam ir arī negatīvā puse:

- 1) dažāda blīvuma piena produkti labi nesajaucas, līdz ar to iespējama tauku satura novirze;
- 2) izvēlētais produkts jānormalizē uz nedaudz lielāku tauku saturu (piemēram, ja vēlas iegūt 2.5% pienu, tad normalizētā maisījuma tauku saturam jābūt 2.55%), tas ir saistīts ar tauku zudumiem piena pārstrādes laikā;
- 3) nepieciešamas papildus tvertnes procesa realizācijai;
- 4) jāprot precīzi noteikt gan izejvielu, gan normalizētā produkta tauku saturu.

Normalizāciju tvertnē veic pamatojoties uz aprēķiniem vai speciālām formulām. Lai normalizāciju veiktu ir jāzina normalizētā piena daudzums ( $Y$ ), tā tauku saturs ( $t_{nm}$ ), izmantojamās normalizācijas sastāvdaļas un to tauku saturs. Sastāvdaļu aprēķināšanai var izmantot grafiskus paņēmienus: normalizācijas kvadrātu vai trijstūri.

Aprēķina gaita, izmantojot normalizācijas kvadrāta paņēmienu. Kvadrāta centrā ieraksta nepieciešamo normalizētā maisījuma tauku saturu, bet kreisās puses stūros – pilnpiena ( $t_p$ ), vājpiena ( $t_v$ ) vai krējuma ( $t_{kr}$ ) tauku saturu. Jāatceras, ka kvadrāta kreisās puses augšējā stūrī raksta produktu ar augstāku tauku saturu, bet apakšā ar zemāku. Kvadrāta labās puses stūros ieraksta starpības pa diagonālēm starp lielākiem un

mazākiem lielumiem. Šis starpības parāda attiecības starp izmantojamām normalizācijas sastāvdaļām (piemēram, pilnpienu un vājpienu):



legūtās starpības saskaita kopā un sastāda attiecību:

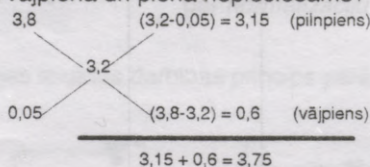
$(t_{nm} \cdot t_v) + (t_p \cdot t_{nm})$  -  $(t_{nm} \cdot t_v)$  daļas pilnpiena  
 normalizētā maisījuma daudzumā Y - x daļas pilnpiena

Pilnpiena daudzums normalizētā maisījumā aprēķina:

$$x = \frac{Y \cdot (t_{nm} - t_v)}{(t_{nm} - t_v) + (t_p - t_{nm})} \text{ (kg)}$$

Aprēķina piemērs:

Normalizācijai izmanto pienu ar tauku saturu 3,8 % un vājpienu ar tauku saturu 0,05 %. Jāiegūst 1000 kg normalizētā maisījuma ar tauku saturu 3,2 %. Aprēķināt cik daudz vājpiena un piena nepieciešams?



Sastāda attiecību:

3,75 daļās normalizētā maisījumā - 3,15 daļas pilnpiena  
 1000 kg normalizētā maisījuma - x daļas pilnpiena

Pilnpiena daudzums maisījumā:

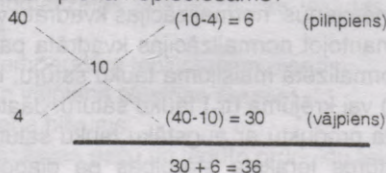
$$P = \frac{1000 \cdot 3,15}{3,75} = 840 \text{ kg}$$

Vājpiena daudzums normalizētā maisījumā:

$$V = 1000 - 840 = 160 \text{ kg}$$

Aprēķina piemērs:

Normalizācijai izmanto pienu ar tauku saturu 4 % un krējumu ar tauku saturu 40 %. Jāiegūst 200 kg normalizēta maisījuma ar tauku saturu 10 %. Aprēķināt, cik daudz saldā krējuma un piena nepieciešams?



Sastāda attiecību:

- 36 daļās normalizētā maisījumā - 6 daļas krējuma
- 200 kg normalizētā maisījuma - x daļas krējuma

Krējuma daudzums normalizētā maisījumā:

$$Kr = \frac{200 \cdot 6}{36} = 33,3 \text{ kg}$$

Pilnpiena daudzums normalizētā maisījumā:

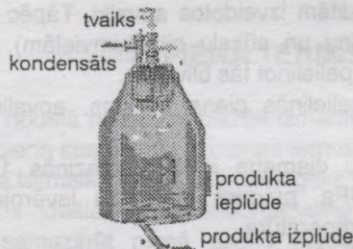
$$P = 200 - 33,3 = 166,6 \text{ kg}$$

**Deaerācija.** Pienā vienmēr atrodas gāzes un gaiss. Gaiss tajā nokļūst jau sekrēcijas dziedzeros (alveolās), kur tā daudzumu nodrošina dzīvnieka asinsrites sistēma. Kopējais gaisa daudzums pienā sekrēcijas dziedzeros sastāda 4,5-6 %, kur  $O_2$  - 0,1 %,  $N_2$  - 1,0 %,  $CO_2$  - 3,5-4,9 %. Skābekļa saturs pienā ir viszemākais, jo, galvenokārt, ķīmiski saistīts ar hemoglobīnu asinīs.  $CO_2$  saturs ir augsts, jo asinis transportē  $CO_2$  no audu šūnām uz plaušām.

Pēc piena izslaukšanas, filtrēšanas un atdzesēšanas, gaisa daudzums tajā var sasniegt 5,5-7,0 % no piena daudzuma. Liela daļa gaisa pienā nokļūst ne tikai iegūšanas, bet arī transportēšanas laikā. Parasti gaisa daudzums pienā, pieņemot to pārstrādes uzņēmumā, ir 10 % vai vairāk.

Gaiss pienā atrodas izšķīdušā, izkliedētā un ķīmiski saistītā veidā ar citām piena sastāvdaļām. Sākotnēji ir līdzsvars starp visiem gaisa veidiem pienā. Paaugstinot piena apstrādes procesa temperatūru, izšķīdušais gaiss pāriet disperģētā (izkliedētā) formā. Tas izjauc līdzsvaru un apgrūtina tālākos piena apstrādes procesus, piemēram,

- neprecīzs ir piena tilpuma mērījums, pielietojot skaitītājus;
- gaisā esošie sodrēji veido netīrumu kārtu uz pasterizatora sildvirsmām;
- separēšanas laikā samazinās vājpiena atdalīšanās efektivitāte;
- samazinās automātiskās normalizācijas iekārtas precizitāte;



25.attēls. Deaeratora uzbūve.

e) sakarā ar gaisa koncentrēšanos uz taukloidiņu apvalciņu virsmas, tie izraisa:

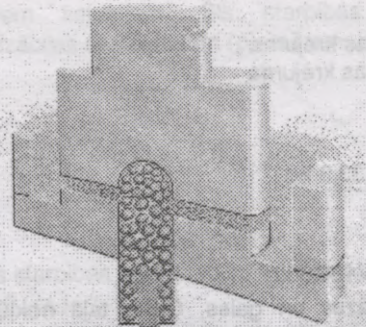
⇒ brīvo tauku izdalīšanos un koncentrēšanos produkta virspusē;

⇒ sviesta iznākuma samazināšanos.

Šo iemeslu dēļ gaiss ir jāatdala.

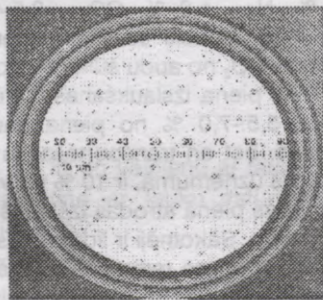
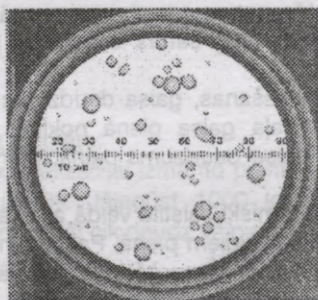
Gaisa atdalīšanai izmanto speciālas iekārtas deaerātorus (skatīt 25. attēlā). Deaerāciju veic 0,04-0,06 MPa lielā retinājumā, kurā piens (krējums) vārās 65-70 °C. Apstrāde deaerātorā ilgst 4-5 s. Šajā laikā no piena (krējuma) atdalās ne tikai gaiss, bet arī neraksturīgās garšas un aromāts, gaistoši savienojumi, kas pazemina piena (krējuma) sensorās īpašības. Lai pilnīgāk atdalītu nevēlamās gaistošās vielas, reizēm apstrādi veic 0,02-0,04 MPa lielā retinājumā. Pēc deaerācijas pienam (krējumam) ir neizteikta jeb "tukša" garša, tāpēc to veic pirms pasterizācijas.

**Homogenizācija.** To pielieto, lai novērstu tauku koncentrēšanos piena produktu virskārtā. Tās mērķis ir sasmalcināt pienā esošās tauku lodītes.



26.attēls. Homogenizācijas procesa būtība.

Miera stāvoklī apmēram pēc 30-60 min piena virspusē veidojas krējuma slānis. Ātra piena atdzesēšana, pārsūknēšana un izmaiššana paātrina šo procesu. Krējuma kārta, kas uzglabāšanas laikā veidojas piena virspusē, ir atkarīga no tauku lodišu lieluma, daudzuma un pārvietošanās ātruma. Izmainot tauku lodišu izmērus, samazinās to pārvietošanās ātrums un tiek panākta tauku lodišu vienmērīga izkliedēšanās pienā



27.attēls. Tauku lodišu izmēri pirms un pēc homogenizācijas.

Homogenizācijas procesā strauji palielinās tauku lodišu virsmas laukums un izmainās tauku lodišu apvalku īpašības un sastāvs. Dažkārt tauku lodišu apvalku sastāvdaļu nepietiek, lai jaunajām tauku lodītēm izveidotos apvalki. Tāpēc šo deficitu kompensē ar piena olbaltumvielām (kazeīnu un sūkalu olbaltumvielām). Vienlaicīgi atbrīvojušies fosfolipīdi pāriet piena plazmā, palielinot tās blīvumu.

Samazinot tauku lodišu izmērus, palielinās piena blīvums, apvalku blīvums attiecībā pret lodišu diametru pieaug.

Izmēģinājumi rāda, ka tauku lodišu diametrs ideāli samazinās 14-15 MPa spiedienā, bet, paaugstinot to līdz 20 MPa, process noris jau ievērojami lēnāk. Homogenizācijas procesu būtiski ietekmē temperatūra.

Optimālā piena temperatūra 60-65 °C, tā sekmē pietiekamu produkta viskozitāti, labu tauku lodišu sasmalcināšanu. Homogenizācijas laikā piena temperatūra pieaug par 3-5 °C. Tas saistīts ar spiediena rezultātā izdalīto siltumu. Temperatūras pieaugumu ( $\Delta t$ ) var aprēķināt pēc formulas:

$$\Delta t = \frac{p}{\rho \cdot c} ;$$

kur:  $p$  - spiediens, Pa;

$\rho$  - piena blīvums 65°C temperatūrā, kg/m<sup>3</sup>;

$c$  - īpatnējā siltumietilpība, J/(kg·K).

$$t_{\text{fakt}} = t + \Delta t ;$$

kur:  $t$  - teorētiskā piena homogenizācijas temperatūra, °C;  
 $\Delta t$  - temperatūras pieaugums, °C.

Aprēķina piemērs:

Pienu homogenizē 65 °C temperatūrā 12,5 MPa spiedienā. Aprēķināt, kāda būs faktiskā piena homogenizācijas temperatūra?

$$\Delta t = \frac{12,5 \cdot 10^6}{1011 \cdot 3860} = 3^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{fakt}} = 65 + 3 = 68^\circ\text{C}$$

Homogenizācija ietekmē ne tikai tauku lodītes, bet arī pārējās piena sastāvdaļas. Samazinās kazeīna micellu izmēri, daļa kazeīna micellu sadalās submicellās. Homogenizācijas rezultātā aktivizējas daži fermenti: lipāze un oksidāze. Lipāžu aktivitātes pieaugums izraisa daļēju tauku hidrolīzi un pienā rodas brīvas taukskābes. Šajā procesā izmainās arī piena sensorās īpašības. Konsistence kļūst viskozāka, garša un aromāts vairāk izteikts, piena krāsa baltāka. Krāsas maiņa, galvenokārt, saistīta ar tauku lodīšu un kazeīna micellu dispersijas paaugstināšanos.

Homogenizācija iedalās: vienpakāpju, divpakāpju vai vairākpakāpju homogenizācija. Sasmalcinot tauku lodītes vienpakāpju homogenizātorā, tām piemīt spēja atjaunot savus iepriekšējos izmērus, jo savstarpējie pievilksnās spēki starp lodītēm vēl joprojām darbojas. Lai tas nenotiktu, pielieto divpakāpju homogenizāciju, kas sadala tās no jauna. Pielietojot divpakāpju homogenizāciju abās pakāpēs neuztur vienādu spiedienu. Pirmajā parasti ir 15-20 MPa un otrajā 0.4-0.5 MPa.

Spiedienu starpības skaidrojamas ar to, ka pirmajā pakāpē noris ievērojama tauku lodīšu izmēru samazināšanās, bet otrajā tikai savstarpējo pievilksnās spēku pārvarēšanā.

## 2. PIENA TERMISKĀ APSTRĀDE

Šajā nodaļā raksturoti biežāk izmantotie piena termiskās apstrādes veidi, kā arī skaidrotas piena sastāvdaļu izmaiņas termiskās apstrādes laikā.

Piena termiskā apstrāde ir svarīgākā tehnoloģiskā procesa operācija, jo piens un tā produkti ir ideāla vide mikroorganismu attīstībai. Termiskās apstrādes mērķis ir maksimāli samazināt pienā esošo mikrofloru, iznīcināt visu patogēno mikrofloru, inaktivēt fermentus, tai pat laikā cenšoties saglabāt piena uztura un bioloģisko vērtību. Mikrobiālais piesārņojums izmaina piena ķīmisko sastāvu un tā īpašības, ražoto produktu kvalitāti, radot tajos dažādus nevēlamus defektus. Tas varbūt bīstams arī patērētāja veselībai un dzīvībai. Būtiskākie faktori, kas ietekmē mikroorganismus ir temperatūra un laiks.

Ņemot vērā pienā esošo mikroorganismu daudzveidību, 23. tabulā parādītas pienā biežāk sastopamo mikroorganismu inaktivācijas temperatūras un laiks.

Termiskās apstrādes procesus klasificē pēc režīmiem un to spējas iznīcināt pienā esošos mikroorganismus un inaktivēt fermentus. Piena rūpniecībā izmanto šādus termiskās apstrādes veidus: termizāciju, pasterizāciju, sterilizāciju un apstrādi augstā temperatūrā.

## Temperatūras un izturēšanas laika ietekme uz atsevišķu mikroorganismu inaktivāciju pienā

Mikroorganismu nosaukums	Inaktivācijas režīmi	
	temperatūra, °C	laiks, min
<i>Pseudomonas fragi</i>	49	7-9
<i>Pseudomonas viscosa</i>	49	1,5-2,9
<i>Listeria monocytogenes</i>	65	0,1
<i>Yersinia enterocolitica</i>	62,8	0,01-0,03
<i>Salmonella</i>	62,8	1,5-4,5
<i>Staphylococcus aureus</i>	62,8	7-30
<i>Campylobacter jejuni</i>	50	3,5-5,5
<i>Escherichia coli</i>	62,8	0,13
<i>Bacillus cereus</i>	121	0,04
<i>Bacillus subtilis</i>	121	0,03-0,05
<i>Clostridium sporogenes</i>	121	0,6-4
<i>Clostridium botulinum</i>	121	0,2
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	63	30
<i>Lactococcus, Lactobacillus</i>	72	0,1
<i>Clostridium butyricum</i>	121	0,2

**Termizācija.** Vairākas stundas vai dienas uzglabājot atdzesētu pienu nevar izvairīties no tā ķīmiskā sastāva izmaiņām. Dažkārt lieliem piena pārstrādes uzņēmumiem nav iespējams pastēriēt un uzreiz pārstrādāt visu pieņemto pienu. Tāpēc pienotavas pienu uzkaršē līdz 60-69 °C, izturot 20 s, lai samazinātu baktēriju skaitu un inaktivētu daļu fermentu. Šo procesu sauc par termizāciju. Tā iznīcina psihrofilos mikroorganismus, kas spēj producēt termoizturīgās lipāzes un peroksidāzes. Bez tam tā neizraisa piena ķīmiskā sastāva izmaiņas.

Atsevišķos gadījumos pēc produktu raudzēšanas var sekot **masas atkārtota termiskā apstrāde** (60-65 °C), kuras mērķis ir samazināt pēc pastēriācijas palikušās un raudzēšanas laikā no jauna ieķļuvušās mikrofloras daudzumu un inaktivēt pienskābes baktērijas. Tas atļauj uzglabāt produktu ilgāk, jo pienskābes baktērijas nevaiojas un skābums nepieaug. Bieži termizētos skābpiena produktus (ne tikai skābpiena dzērienus, arī skābo krējumu un biezpienu) sauc arī par nedzīviem. Lai piena produktu lietotājus šis nosaukums nebiedētu, jāmin, ka termizētiem produktiem nevar piedēvēt diētiskās īpašības (pienskābes baktērijas gājušas bojā). Saskaņā ar Eiropas Savienības likumdošanas prasībām, šiem produktiem marķējumā jānorāda šis termiskās apstrādes veids, lai patērētājs netiktu maldināts.

**Pasterizācija** ir biežāk pielietotais termiskās apstrādes veids piena rūpniecībā. Izšķir šādus pasterizācijas veidus:

1) ilgstošā pasterizācija - 63-65 °C, 30 min;

2) īslaicīgā pasterizācija - 72-76 °C, 15-20 s;

3) momentānā pasterizācija - 85 °C un augstākās temperatūrās 2-3 s.

Pasterizācija tikai samazina parasto mikrofloru, visu patogēno, aizkavē atsevišķu sporu augšanu. Tā pagarina piena uzglabāšanas ilgumu, ražojot piena produktus, kuru gatavošanai nepieciešami pienskābes baktēriju ieraugi, rada labvēlīgus apstākļus to

attīstībai. Kā bīstamākie mikroorganismi pienā, no cilvēku veselības viedokļa, ir atzīti *Mycobacterium tuberculosis*. Visi praksē pielietotie pasterizācijas režīmi izvēlēti tā, lai pilnīgi iznīcinātu pienā *M.tuberculosis*.

**Sterilizācija.** Par sterilizāciju sauc piena apstrādi temperatūrās virs 100 °C. Sterilizācijas laikā iet bojā ne tikai mikroorganismu veģetatīvās formas, bet arī sporas. Šī iemesla dēļ sterilizētu pienu un tā produktus var uzglabāt salīdzinoši ilgāku laiku. Sterilizētam pienam ir vārīta piena garša un dažādas intensitātes krēmkrāsa. Sterilizācijai pielieto šādus režīmu: 120-130 °C, 10-20 min. Tā būtiski ietekmē piena ķīmisko sastāvu.

**Piena apstrāde augstā temperatūrā.** Nosaukums radies no angļu valodas vārdiem *ultra high temperature*, kas saīsinājumā ir UHT. Bieži vien vairākās pasaules valstīs šo nosaukumu netulko no procesa apzīmēšanai lieto tikai saīsinājumu UHT. Tālāk runājot par atsevišķu piena produktu ražošanu, kur pielieto šo termiskās apstrādes veidu, tiks izmantots iepriekšminētais saīsinājums.

Apstrādes laikā iet bojā gan mikroorganismu veģetatīvās formas, gan sporas. Piena apstrādes režīms: 135-138 °C, 3-5 s. Tas ir viens no progresīvākajiem un efektīvākajiem piena apstrādes veidiem.

## 2.1. Piena sastāvdaļu izmaiņas karsēšanas laikā

Uzkarsējot pienu līdz 60 °C, praktiski nekādas izmaiņas tajā nenotiek. Tālākās karsēšanas laikā izmaiņas skar sūkalu olbaltumvielas, vitamīnus, fermentus un minerālvielas.

**O l b a l t u m v i e l a s.** Karsējot pienu 90-95 °C temperatūrā, notiek pilnīga sūkalu olbaltumvielu denaturācija. Daļa nogulsnējas uz sildvirsmas, daļa sīku pārslu veidā pienā. Sūkalu olbaltumvielu denaturācija ietekmē olbaltumvielu hidrofilās īpašības. Sūkalu olbaltumvielas ( $\beta$ -laktoglobulīns) veido kompleksu savienojumu ar k-kazeīnu. Īpaša loma šeit ir -S-S saitēm, kas saista denaturējušās sūkalu olbaltumvielas ar k-kazeīnu. Izveidotajam kompleksam palielinās ūdens saistīšanas spējas. Atsevišķu piena produktu, kā piemēram, skābpiena dzērienu, skābā krējuma ražošanā, šī kompleksa veidošanos īpaši veicina, lai receklis labāk saturētu mitrumu un nenotiktu sūkalu izdalīšanās. Biezpiena un siera ražošanā nedaudz pazemina pasterizācijas temperatūras, lai veicinātu sūkalu sinerēzi. Tai pat laikā izveidotais komplekss pasliktina kazeīna recēšanu ar fermentiem siera ražošanā.

**F e r m e n t i.** Lielākā daļa fermentu inaktivējas 80-85 °C temperatūrā, piemēram, lipāzes, peroksidāzes u.c. Fosfatāze inaktivējas 63 °C, tāpēc šī fermenta klātbūtni pienā un tā produktos nosaka, lai pārbaudītu pasterizācijas procesa efektivitāti. Ja piens ir pasterizēts temperatūrās virs 63°C, fosfatāze tajā nav konstatējama. Ilgstoši uzglabājot pasterizētu pienu un tā produktus, fosfatāze var lēnām atjaunot savu aktivitāti. Šajā gadījumā piens ir jāpasterizē atkārtoti.

**M i n e r ā l v i e l a s.** Pienā esošās minerālvielas dažādi ietekmē paaugstināta temperatūra. Temperatūra neietekmē nātrija un kālija sāļus, sēra un hlora saturošos savienojumus, bet izmaina kalcija un magnija sāļu īpašības. Samazinās šķīstošā un palielinās koloidālā kalcija un fosfora saturs. Koloidālais kalcījs un fosfors kopā ar sūkalu olbaltumvielām veido pien akmeni uz sildvirsmām.

**V i t a m i n i.** Termiskā apstrāde būtiski ietekmē vitamīnu saturu pienā. Tomēr taukos šķīstošie vitamīni A, D, E, kā arī ūdenī šķīstošie B<sub>2</sub>, H, PP vitamīni ir salīdzinoši termostabili un to zudumi termiskās apstrādes laikā nav novērojami. Atsevišķu vitamīnu zudumi termiskās apstrādes laikā parādīti 24. tabulā.

24. tabula

Atsevišķu vitamīnu zudumi termiskās apstrādes laikā

Termiskās apstrādes veids	Vitamīnu zudumi, %				
	B <sub>1</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>9</sub>	B <sub>12</sub>	C
Pasterizācija	5-10	0-5	3-5	3-10	5-20
UHT	5-15	5-10	10-20	10-20	10-20
Sterilizācija	20-40	10-20	20-50	30-80	30-60

**T a u k i.** Pasterizācija tauku ķīmisko sastāvu neiespaido. Termiskā apstrāde virs 100°C tos izmaina. Samazinās nepiesātināto taukskābju saturs, īpaši polinepiesātināto. Tas saistīts ar divkāršo saišu saraušanu paaugstinātās temperatūras ietekmē. Piena karsēšanas laikā notiek arī daļēja tauku lodiņu apvalku deformācija, kas izraisa šķidro tauku izplūšanu piena plazmā.

**L a k t o z e.** Temperatūras ietekmē notiek laktozes izomerizācija, daļēja tās sadalīšanās par laktulozi un organiskajām skābēm. Tas ietekmē piena skābumu - pH samazinās. Laktoze ir reducējošais cukurs, kas, paaugstinātās temperatūrās, spēj reaģēt ar aminogrupām (pamatā lizīna atlikumiem), veidojot aromātiskus savienojumus - melanoidīnus (*Maillard* reakcija). Tas ietekmē piena krāsu, veidojot dažādas intensitātes krēmkrāsu. Palielinot termiskās apstrādes ilgumu un temperatūru, piena krāsa kļūst tumšāka. Karsēšanas laikā no sēra saturošajām aminoskābēm atbrīvojušās -SH (tionil) grupas piedalās pasterizācijas garšas un aromāta veidošanā. No tionilgrupām izdaloties brīvam sērūdeņradim, rodas izteikta vārīta piena piegarša.

**P i e n a k r ā s a.** Termiskās apstrādes laikā, piens var kļūt arī izteikti baltāks. Tas saistīts ar sūkalu olbaltumvielu denaturāciju, kā arī β-karotinoīdu un citu pienā esošo pigmentu sadalīšanos temperatūras ietekmē.

**B a k t e r i c ī d ā s v i e l a s.** Termiskās apstrādes laikā tiek inaktivētas pienā esošās baktericīdās vielas: laktoperoksidāzes-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-tiocināta sistēma, laktoferīns un imunoglobulīni (IgA, IgB), tādēļ atsevišķi mikroorganismi pienā spēj vairoties ievērojami ātrāk.

Termiskās apstrādes veidi dažādi ietekmē arī piena uzglabāšanas ilgumu. Pasterizēts piens savu kvalitāti saglabā vidēji 3-5 dienas, sterilizēts līdz 1 gadam, UHT - 6 mēnešus.

### 3. IEKĀRTU SANITĀRĀ APSTRĀDE

Pasterizēta piena un tā produktu mikrobiālais piesārņojums ir atkarīgs arī no iekārtu un inventāra sanitārās apstrādes efektivitātes. Plenam saskaroties ar iekārtām, cauruļvadu sienām un inventāru, baktēriju skaits tajā var ievērojami palielināties. Piena paliekas uz iekārtu virsmām baktēriju darbības rezultātā sāk sadalīties, tauku un olbaltumvielu hidrolīzes produkti nokļūst pienā. Rezultātā pienā palielinās ne tikai

mikroorganismu skaits, bet var rasties arī dažādi garšas un smaržas defekti. Piena pārstrādes uzņēmumos iekārtu un inventāra sanitārai apstrādei izmanto mazgāšanu un dezinfekciju.

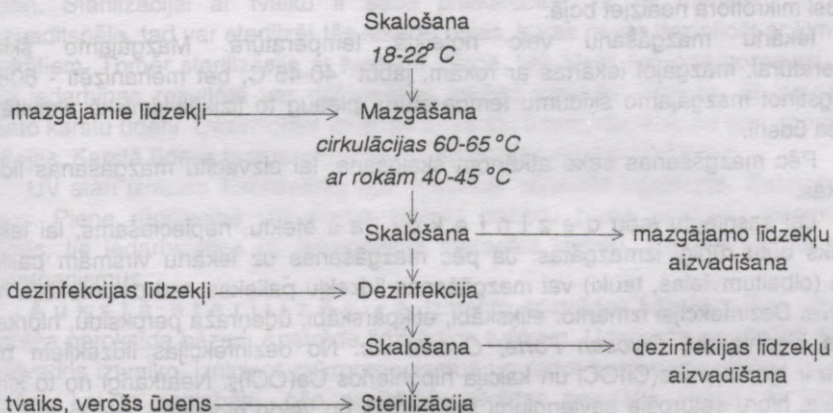
### 3.1. Sanitārās apstrādes procesu shēma

Iekārtu mazgāšana un dezinfekcija ir darbietilpīgs process, kura izpildei jāpatērē 25% no uzņēmuma darba cikla.

Mazgāšanas un dezinfekcijas efektivitāte ir atkarīga no: iekārtu piesārņojuma pakāpes; sanitārās apstrādes līdzekļu koncentrācijas un temperatūras; ūdens kvalitātes un cietības.

Mikrofloras sastāvs, kas koncentrējas uz iekārtu virsmām ir dažāds. Tie varbūt stafilokoki, streptokoki, psihofilās, koliformas baktērijas, pelējumi, raugi un citi. Uz iekārtu virsmām var koncentrēties no dažiem desmitiem līdz vairākiem miljoniem baktēriju. Tikai rūpīga iekārtu sanitārā apstrāde var novērst ievērojamu piena un tā produktu mikrobiālo piesārņojumu. Atkarībā no piena apstrādes veida, uz iekārtu virsmām var atrasties arī tauki, olbaltumvielas, mehāniskie piemaisījumi, kā arī "pienakmens" un piedeguša piena daļiņas. Piesārņojumu, kas atrodas uz iekārtu virsmas, klasificē šādi:

- 1) piesārņojums, kas radies aukstam pienam saskaroties ar iekārtu virsmām (atsevišķas piena sastāvdaļas: olbaltumvielas, tauki; mikroorganismi);
- 2) piesārņojums, kas radies pēc piena termiskās apstrādes ("pienakmens", piedeguša piena daļiņas, mikroorganismi).



28.attēls. Sanitārās apstrādes procesu shēma.

Iekārtu sanitāro apstrādi uzsāk ar skalošanu. Skalošana palīdz atbrīvot iekārtas, cauruļvadus no piena paliekām un aizvadīt daļu netīrumu. Lai skalošana būtu efektīva, jāievēro skalošanas temperatūra. Skalošanai izvēlas ūdeni ar 18-20 °C temperatūru. Ja temperatūra būs augstāka, tad piena paliekās esošie tauki veidostaukainu kārtu uz iekārtu virsmas. Tas apgrūtinās iekārtu tālāko sanitāro apstrādi. Līdzīgi, ja skalošanas temperatūra būs zemāka par uzrādīto.

Iekārtu sanitārai apstrādei izmanto ūdeni, kas atbilst dzeramā ūdens prasībām. Liela uzmanība jāpievērš ir arī ūdens cietībai. Ūdeni ar paliekošo cietību nav ieteicams izmantot iekārtu mazgāšanai un dezinfekcijai.

Pēc skalošanas veic iekārtu m a z g ā š a n u. Mazgāšanai izmanto speciālus mazgāšanas līdzekļus: kaustisko sodu, slāpekļskābi, nātrija oksalātus, nātrija silikātus, kā arī kombinētos mazgāšanas līdzekļus, kas veidoti uz kāda konkrēta ķīmiskā savienojuma bāzes, piemēram,  $H_3PO_4$  u.c. Jāatceras, ka neviens mazgāšanas līdzeklis nav universāls, tāpēc pārsvarā lieto kombinētos mazgāšanas līdzekļus: *Calgonit*, *Neomoscan*, *Niroklav* u.c. Mazgāšanas līdzekļu koncentrācijas parādītas 25.tabulā.

25.tabula

Biežāk lietoto mazgāšanas līdzekļu koncentrācijas

Mazgāšanas līdzeklis	Koncentrācija,%
Kaustiskā soda	0,8-1,0
Slāpekļskābe	1
<i>Neomoscan</i>	1
<i>Niroklav</i>	1
<i>Calgonit</i>	1

Koncentrācija ir viens no būtiskākajiem faktoriem, kas ietekmē iekārtu sanitārās apstrādes efektivitāti. Nav lietderīgi izmantot mazgāšanas līdzekļus ar augstu koncentrāciju. Tā var negatīvi ietekmēt apstrādājamo iekārtu virsmas (var veicināt koroziju). Pielietojot mazgāšanas līdzekļus, ar zemu koncentrāciju, uz iekārtu virsmām palikusī mikroflora neaiziet bojā.

Iekārtu mazgāšanu veic noteiktā temperatūrā. Mazgājamo šķidumu temperatūrai, mazgājot iekārtas ar rokām, jābūt 40-45°C, bet mehānizēti - 60-65°C. Paaugstinot mazgājamo šķidumu temperatūru, pieaug to fizikāli-ķīmiskā aktivitāte un šķīdība ūdenī.

Pēc mazgāšanas seko atkārtota skalošana, lai aizvadītu mazgāšanas līdzekļu paliekas.

Lai sasniegtu labu d e z i n f e k c i j a s efektu, nepieciešams, lai iekārtas iepriekš būtu rūpīgi izmazgātas. Ja pēc mazgāšanas uz iekārtu virsmām palikušas piena (olbaltumvielas, tauki) vai mazgāšanas līdzekļu paliekas, tad dezinfekcija nebūs efektīva. Dezinfekcijai izmanto: etiķskābi, etiķpārskābi, ūdeņraža peroksīdu, hlorkaļķus, kalcija hipohlorīdu, *Divosan Forte*, *Oxonia* u.c. No dezinfekcijas līdzekļiem biežāk lietotie ir hlorkaļķi  $Ca(Cl)OCl$  un kalcija hipohlorīds  $Ca(OCl)_2$ . Neatkarīgi no to ķīmiskā sastāva, hlora saturošie savienojumi šķīst ūdenī un veido hlorskābi. Hlorskābe ir vāja skābe, kas tālāk sadalās aktīvā hlorā un skābeklī. Aktīvais hlors ir savienojums, kas izdalās hlorskābes sadalīšanās rezultātā.

Dezinfekcijas procesā hlors atņem elektrolītus organiskajām vielām, tai skaitā arī baktērijas šūnā ietilpstošajām. Rezultātā sarec olbaltumvielas baktērijas šūnā, tas noved līdz to bojāejai. Hlora saturošo preparātu kvalitāti vērtē pēc brīvā hlora satura, kas var izdalīties hlorskābes darbības rezultātā. Hlora saturam hlorkaļķos jābūt 30-38 %. Biežāk izmantoto dezinfekcijas šķidumu koncentrācijas dotas 26. tabulā.

Biežāk lietoto dezinfekcijas līdzekļu koncentrācijas

Dezinfekcijas līdzeklis	Koncentrācija
Hlorkaļķi	150-200 mg/l
Kalcija hipohlorīds	150-200 mg/l
<i>Oxonia</i>	0.2%

Izmantojot dezinfekcijas līdzekļus ar zemāku koncentrāciju, uz iekārtu virsmām palikusi mikroflora neaiziet bojā. Dezinfekcijas process ir atkarīgs arī no temperatūras, kurā to veic. Palielinot dezinficējamo šķīdumu temperatūru, izņemot hloru saturošos preparātus, paaugstinās to baktericīdā iedarbība. Pielietojot dezinficēšanai hloru saturošos preparātus apstrādes temperatūra 18-22 °C. Kā negatīvu aspektu jāmin, ka hloru saturošie preparāti kairina cilvēka elpošanas orgānus. ES speciālisti neiesaka hloru saturošos preparātus izmantot piena rūpniecībā iekārtu dezinfekcijai.

Pēc iekārtu dezinfekcijas uz to virsmas paliek neliels daudzums dezinfekcijas līdzekļu. Lai tos aizvadītu, iekārtas skalo. Skalošanas efektivitātes pārbaudei ņem 50 ml skalojamā ūdens, pievieno 3 pilienus fenoltaleīna. Ja paraugs krāsojas sārtā vai spilgti rozā krāsā, tas liecina par nepietiekamu sanitāro apstrādes līdzekļu aizvadišanu un jāveic atkārtota skalošana. Ja bezkrāsains, tad skalošana bijusi efektīva.

Pēc iekārtu mazgāšanas un dezinfekcijas tās s t e r i l i z ē. Sterilizācijai izmanto tvaiku, karstu ūdeni, ultravioletos starus. Tvaiku kā siltumaģentu piena rūpniecībā izmanto sevišķi plaši. Tvaika apstrādes rezultātā uz iekārtu virsmām veģetatīvās mikroorganismu formas iet bojā pusminūtes laikā, sporas, patogēnie mikroorganismi 5-15 min. Sterilizācijai ar tvaiku ir šāda priekšrocība: tā kā metāliem ir augsta siltumvadītspēja, tad var sterilizēt tās iekārtu daļas, kuras nevar dezinficēt ar ķīmiskiem preparātiem. Tomēr sterilizācija ar tvaiku ir dārga, tiek tērēti lieli energoresursi, kā arī tvaika iedarbības rezultātā var deformēties iekārtu iekšējās virsmas. Šī iemesla dēļ izmanto karstu ūdeni. Dezinficējot iekārtas ar karstu ūdeni, tas iznīcina gan sporas, gan baktērijas. Karstā ūdens temperatūra 85 °C, apstrādes ilgums 10-20 min.

UV stari iznīcina *Escherichia coli*, toksīnus, vēdertīfa baktērijas, *Salmonella* un vīrusus. Piena rūpniecībā UV starus pielieto dažādu piena produktu iesaiņojamās mašīnās, tie iedarbojoties uz iesaiņojamā materiāla virsmu, inaktivē uz tās esošos mikroorganismus.

**A u k s t ā s t e r i l i z ā c i j a.** Izmanto apstrādes līdzekļus, kas veidoti uz ūdeņraža peroksīda bāzes. Apstrāde līdzvērtīga tvaikam. Ūdeņraža peroksīds iekārtās, cauruļvados iztvaiko, iznīcinot mikroorganismus un radot baktericīdo efektu uz iekārtu virsmām. Lai to saglabātu, pēc apstrādes iekārtas neiesaka skalot. Ar ūdeņraža peroksīdu paaugstinātā temperatūrā (400-600 °C) apstrādā arī iesaiņojamā materiāla virsmu pārtikas produktu pildīšanas un iesaiņošanas iekārtās (piemēram, *Tetra Pak*).

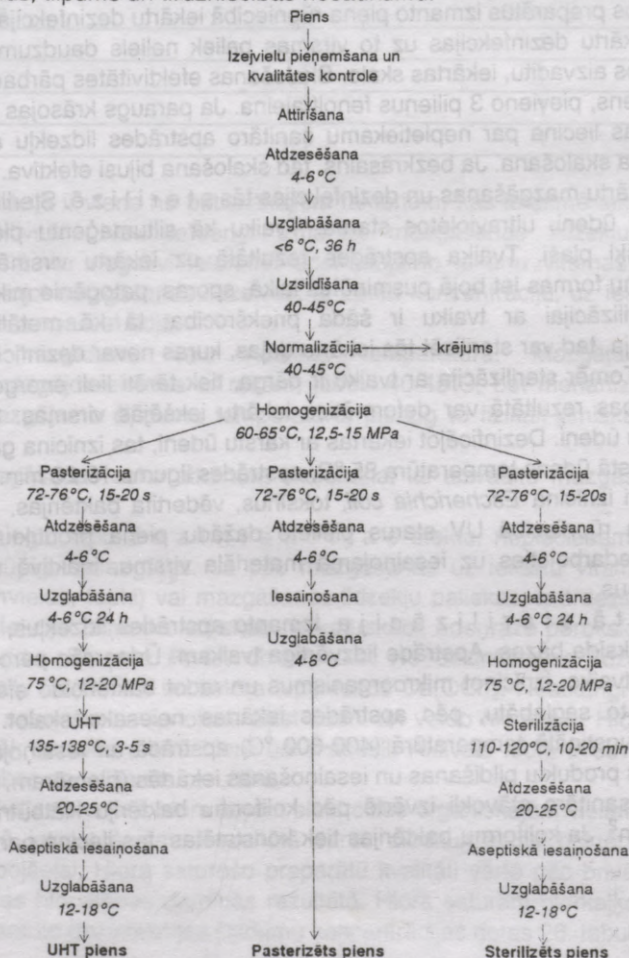
Iekārtu sanitāro stāvokli izvērtē pēc koliformu baktēriju klātbūtnes uz iekārtu virsmas 100 cm<sup>2</sup>. Ja koliformu baktērijas tiek konstatētas, tas liecina par nepietiekamu iekārtu apkopi.

# III PIENA PRODUKTU RAŽOŠANAS TEHNOLOĢIJAS

Šai nodaļā aprakstītas piena produktu ražošanas tehnoloģijas. Atsevišķu svarīgāko tehnoloģisko operāciju un režīmu nozīme skaidrota sīkāk, kā arī raksturotas specifiskās, šo produktu ražošanā izmantotās iekārtas.

## 1. TERMISKI APSTRĀDĀTS PIENS

Termiski apstrādāts piens ir viens no visvairāk ražotajiem un pārdotajiem piena produktiem pasaulē. Tam varbūt dažāds tauku saturs: 0,5; 1,5; 2,5 un 3,5 % un iesaiņojuma veids, tilpums un tirdzniecības nosaukumu.



29. attēls. Termiski apstrādāta piena ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

Produkta garšai jābūt tīrai, krāsai baltai vai viegli iedzeltenai, konsistencei viendabīgai, blīvai bez tauku piciņām un olbaltumvielu pārslām. Beztauku sausnas saturam pienā jābūt ne mazākam kā 8,5 %, skābumam ne lielākam kā 21 °T, realizācijas temperatūrai 2 - 6 °C. Pasterizētu pienu var bagātināt arī ar olbaltumvielām, minerālvielām (piemēram, kalciju, fluoru), vitamīniem un bifidobaktērijām, tādējādi paaugstinot tā uzturvērtību. Pienam var pievienot arī dažādas garšas un aromāta piedevas, piemēram, zemeņu, vaniļas, banānu, šokolādes u.c., kas paplašina piena sortimentu. Pienam var samazināt arī laktozes saturu, ražojot pienu ar samazinātu laktozes saturu.

Tehnoloģiskā procesa neievērošana izraisa gatavā produkta kvalitātes novirzes. Biežāk sastopamie termiski apstrādātā piena defekti raksturoti 2.pielikumā.

## 2. PIENS AR SAMAZINĀTU LAKTOZES SATURU

Par laktozes nepanesamību skaidrots l.12.nodaļā. Latvijā laktozes intolerances daļēju izpausmi novēro apmēram 1/3 Latvijas iedzīvotāju pēc 30 gadu vecuma. Pastāv vairākas iespējas kā risināt šo problēmu, no pilnīgas piena ierobežošanas līdz atšķaidīšanai, samazinot piena sastāvdaļu koncentrāciju. Lai to panāktu ir jāsamazina laktozes saturs pienā.

Veiksmīga laktozes satura samazināšana iespējama ar komerciālu fermentu ( $\beta$ -galaktozidāzes) izmantošanu, laktozes hidrolīzei līdz glikozei un galaktozei.  $\beta$ -galaktozidāzi producē *Saccharomyces lactis*, *Aspergillus niger*, *Kluyveromyces fragilis* u.c. mikroorganismi. No *Kluyveromyces fragilis* izdalītā fermenta raksturojums apkopots 27. tabulā.

27. tabula

Fermenta( $\beta$ -galaktozidāzes) raksturojums

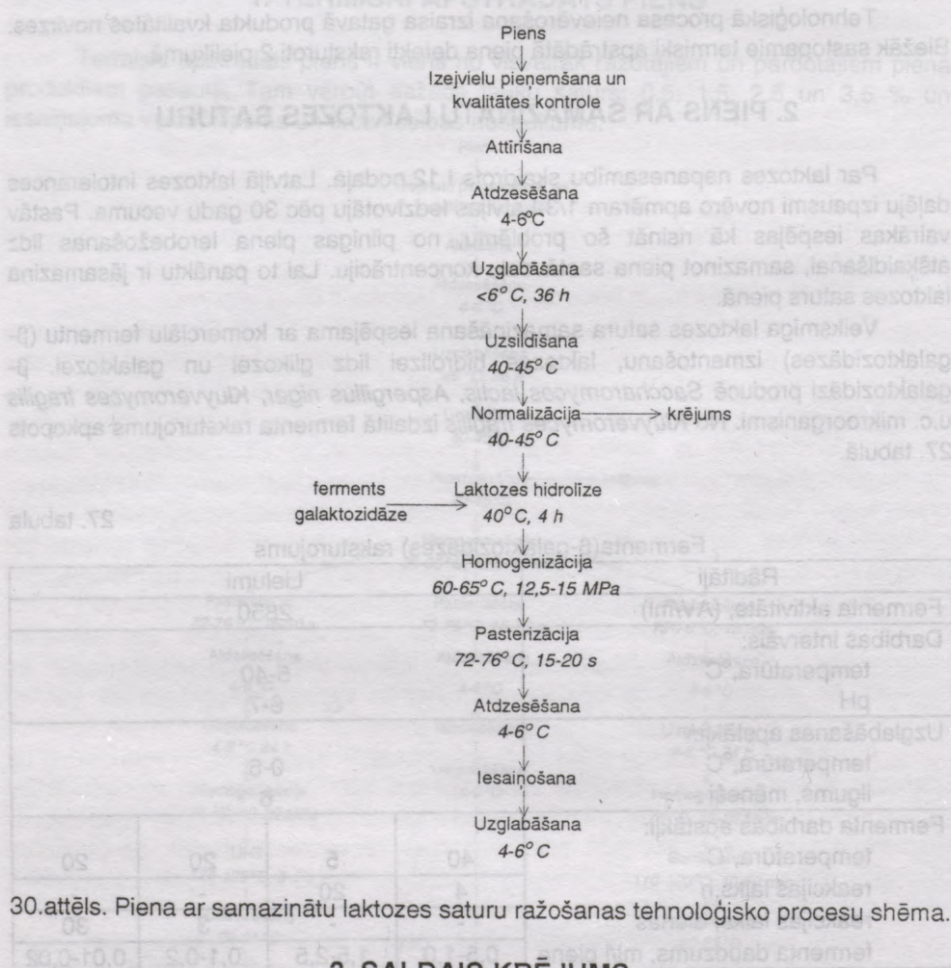
Rādītāji	Lielumi			
Fermenta aktivitāte, (AV/ml)	2850			
Darbības intervāls:				
temperatūra, °C	5-40			
pH	6-7			
Uzglabāšanas apstākļi:				
temperatūra, °C	0-6			
ilgums, mēneši	6			
Fermenta darbības apstākļi:				
temperatūra, °C	40	5	20	20
reakcijas laiks, h	4	20	-	-
reakcijas laiks, dienas	-	-	3	30
fermenta daudzums, ml/l piena	0,5-1,0	1,5-2,5	0,1-0,2	0,01-0,02

Laktozi hidrolizē ar fermenta ( $\beta$ -galaktozidāzes) palīdzību. Hidrolīzes process ir atkarīgs no izmantotā fermenta veida, aktivitātes, darbības diapazona. Iegūtam hidrolizētam pienam ir saldāka garša, jo atšķiras hidrolīzes rezultātā iegūto cukuru

salduma pakāpes. Ar pievienotā fermenta palīdzību iespējams samazināt laktozes saturu pienā par 50-70 %.

Pētījumi liecina par iespējām saīsināt piena ar samazinātu laktozes saturu ražošanas laiku, pievienojot  $\beta$ -galaktozidāzi pienam pirms fasēšanas vai fasēšanas laikā. Šo paņēmienu biežāk izmanto, gatavojot UHT pienu. Ņemot vērā, ka produktu pēc iepakojšanas vismaz 10-30 dienas jāiztur 20-40 °C temperatūrā, produkta kvalitātes un iesaiņojuma hermētiskuma pārbaudei, tas ļauj samazināt ražošanas laiku tieši uz laktozes hidrolīzes rēķina.

Pienu ar samazinātu laktozes saturu šobrīd neviena Latvijas pienotava neražo.

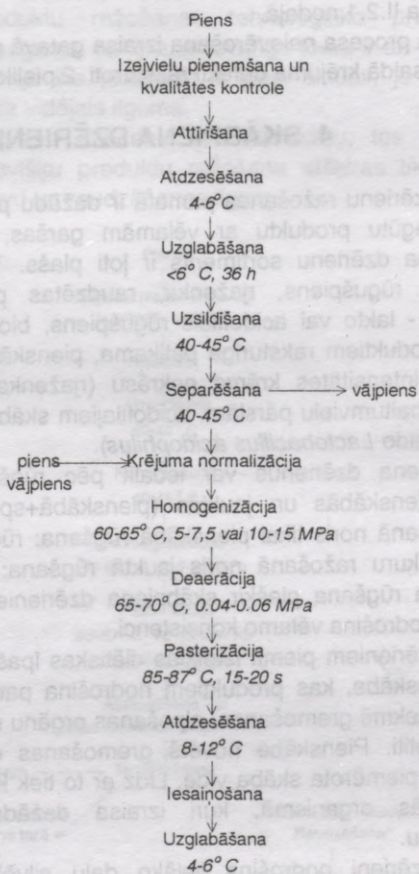


30.attēls. Piena ar samazinātu laktozes saturu ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

### 3. SALDAIS KRĒJUMS

Atkarībā no krējuma tauku satura, ražo šādus saldā krējuma veidus: kafijas krējumu ar tauku saturu 12 %, saldo krējumu ar tauku saturu 35 % un 38 %.

Saldam krējumam ir saldena, pasterizēta produkta garša, krāsa - balta ar vieglu krēma nokrāsu, konsistence viendabīga, blīva ar nedaudz paaugstinātu viskozitāti.



31.attēls. Saldā krējuma ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

**Homogenizācija.** Ražojot saldo krējumu ar tauku saturu 35 % un 38 %, dažkārt ieteicams homogenizācijas procesu nepielietot vai ievērojami samazināt homogenizācijas spiedienu. Tas saistīts ar apgrūtinātu vai pat neiespjamu saldā krējuma uzputošanu vienādo tauku lodīšu izmēru dēļ.

Dažkārt, ja saldām krējumam pēc separēšanas ir izteikta barības piegārša, tad tās novēršanai izmanto **deaerāciju**.

**Pasterizācija.** Krējuma pasterizācijai izvēlas augstākas temperatūras nekā pienam. Šajā gadījumā ņem vērā ne tikai temperatūras ietekmi uz mikrofloru, bet arī uz fermentiem lipāzi un peroksidāzi. Abu fermentu inaktivācija notiek temperatūrās virs 80 °C, tādēļ krējuma pasterizācijai nelieto zemākas temperatūras. Pasterizācijas režīms ir atkarīgs no krējuma tauku satura: 12 % - 80-82°C, 15-20 s; 35 % - 87°C, 15-20 s. Saldā

krējuma ražošanā var izmantot arī termiskās apstrādes veidu ultraaugstas apstrādes temperatūras (135-138°C, 3-5 s). Pasterizācijas laikā krējums iegūst specifisko pasterizēta produkta garšu un aromātu, ko sauc arī par riekstu piegāršu. Šis piegāršas veidošanās skaidrota II.2.1.nodaļā.

Tehnoloģiskā procesa neievērošana izraisa gatavā produkta kvalitātes novirzes. Biežāk sastopamie saldā krējuma defekti raksturoti 2.pielikumā.

#### 4. SKĀBPIENA DZĒRIENI

Skābpiena dzērienu ražošanas pamatā ir dažādu pienskābes baktēriju ieraugu izmantošana, lai iegūtu produktu ar vēlamām garšas, aromāta un konsistences īpašībām. Skābpiena dzērienu sortiments ir ļoti plašs. Te ietilpst: kefirs, biokefirs, jogurts, biojogurts, rūgušpiens, rjaženka, raudzētas paniņas, kumiss, acidofilie skābpiena produkti - lakto vai acidofilais rūgušpiens, biolakto, acidofilīns, acidofilais rauga piens u.c. Produktiem raksturīga patīkama, pienskāba garša un aromāts, balta krāsa ar dažādas intensitātes krēma nokrāsu (rjaženka), konsistence viendabīga, mēreni bieza bez olbaltumvielu pārslām, acidofilajiem skābpiena produktiem tā var būt nedaudz staipīga (veido *Lactobacillus acidophilus*).

Visus skābpiena dzērienus var iedalīt pēc rūgšanas veida, kas noris to ražošanas laikā: pienskābās un jauktās (pienskābā+spirta) rūgšanas produkti. Ir produkti, kuru ražošanā noris tikai pienskābā rūgšana: rūgušpiens, jogurts, rjaženka, lakto, un produkti, kuru ražošanā noris jauktā rūgšana: kefirs, kumiss, acidofilīns. Pienskābā un spirta rūgšana piešķir skābpiena dzērieniem raksturīgo atspirdzinošo garšu un aromātu, nodrošina vēlamo konsistenci.

Skābpiena dzērieniem piemīt izteiktas diētiskas īpašības. Pienskābās rūgšanas rezultātā rodas pienskābe, kas produktiem nodrošina patīkamu pienskābu garšu un aromātu, labvēlīgi ietekmē gremošanas, elpošanas orgānu un centrālās nervu sistēmas darbību, rosina apetīti. Pienskābe novērš gremošanas orgānos pūšanas baktēriju attīstību, jo tām nav piemērota skāba vide. Līdz ar to tiek kavēta nevēlamu vielmaiņas produktu uzkrāšanās organismā, kuri izraisa dažādas slimības un paātrina novecošanas procesu.

Skābpiena dzērieni nodrošina lielāko daļu cilvēkam nepieciešamā kalcija daudzuma uzņemšanu. Kalciju ar pārtikas produktiem bieži uzņemam nepietiekami, un tā deficītam visvairāk ir pakļauti augoši bērni un vecāka gadagājuma cilvēki (īpaši sievietes menopauzes vecumā). Kalcija uzsūkšanos zarnu traktā veicina piena tauki un laktoze, kā arī skābā vide.

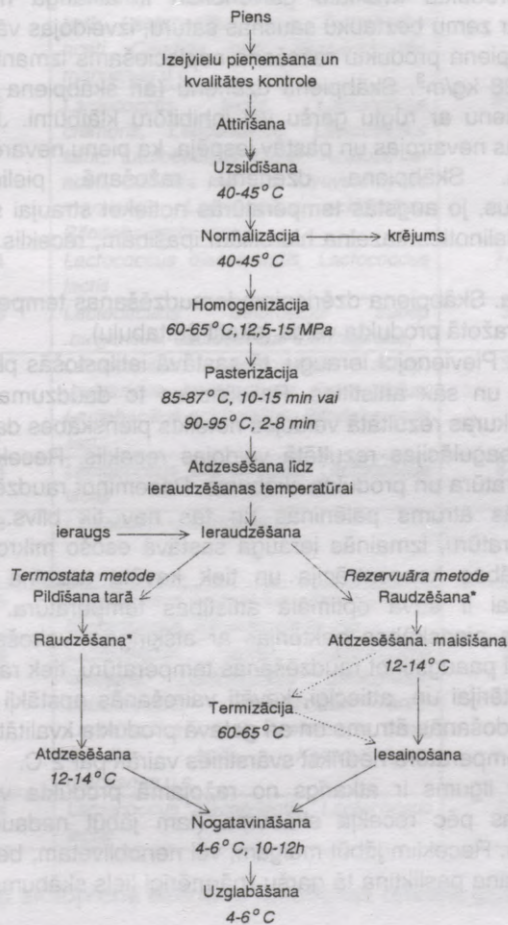
Pienskābes baktēriju daudzums skābpiena produktos tiek limitēts, saskaņā ar LVS 288 standartu "Pamatprasības raudzētiem piena produktiem". Saskaņā ar šo dokumentu, minimālais pienskābes baktēriju daudzums jogurtā, acidofilajos skābpiena produktos, rūgušpienā, kefirā, u.c ir  $10^7$ /g. Minimālais raugu daudzums kefirā  $10^4$ /g. Minimālais bifidobaktēriju daudzums raudzētos piena produktos  $10^6$ /g.

Visas iepriekš uzskaitītās pozitīvās īpašības piemīt katram skābpiena dzērienam, tāpēc tālāk tos raksturojot, tās papildus netiks akcentētas.

Pēdējos gados Latvijas piena pārstrādes uzņēmumi piedāvā arvien daudzveidīgākus skābpiena dzērienus ar dažādām pienskābes baktērijām, garšas niansēm un tauku saturu, kā piemēram, biolakto, biokefiru, bifolaktīnu, bifi-life u.c.

Skābpiena dzērienu sortimenta paplašināšanās un ražošanas apjoma palielināšanās skaidrojama ar dažādu, ar uzturu saistītu slimību pieaugumu. To nosaka vairāki faktori, starp kuriem ir gan ekoloģiskās situācijas pasliktināšanās, dažādu ķīmisku savienojumu pievienošana pārtikas produktu ražošanas tehnoloģisko procesu gaitā, gan medikamentu lietošanas pieaugums. Ne mazāk svarīga loma ir arī nesabalansētam un nepilnvērtīgam uzturam. Latvijā šie jautājumi ir īpaši aktuāli, jo 90.gados ir strauji samazinājies iedzīvotāju mūža vidējais ilgums.

Neskatoties uz skābpiena dzērienu lielo dažādību, tos ražo pēc vienotas tehnoloģiskās shēmas. Atsevišķu produktu ražošana atšķiras tikai ar raudzēšanas temperatūrām, ierauga sastāvu un raudzēšanas ilgumu.



32.attēls. Skābpiena dzērienu ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

\*- ņemot vērā skābpiena dzērienu atšķirīgās ieraudzēšanas un raudzēšanas temperatūras, tās tehnoloģiskajā shēmā netiek uzrādītas, bet gan ir apkopotas 28. tabulā.

Ar raustītu līniju atzīmētas tās tehnoloģiskās operācijas, kuras ražošanas procesā var tik neizmantotas.

Skābpiena dzērienus var ražot ar divām būtiski atšķirīgām metodēm: termostata un rezervuāra. Ražojot skābpiena dzērienus ar *t e r m o s t a t a* metodi, ieraudzēto pienu sapilda tarā un raudzē termostatos noteiktā temperatūrā. Pēc recekļa izveidošanās, produktus pārvieto uz dzesēšanas kameru, kur tos atdzesē un nogatavina. Lai ražotu skābpiena dzērienus ar termostata metodi, ir nepieciešami lieli ražošanas telpu laukumi termostata kameru izveidei. Otrs veids, kā ražot skābpiena dzērienus, ir *r e z e r v u ā r a* metode. Pienu saraudzē speciālos rezervuāros un gatavo produktu pēc raudzēšanas izmaisa, atdzesē un pilda tarā. Tomēr ir atsevišķi produkti, kurus joprojām gatavo pēc termostata metodes: rūgušpiens, raudzētās paniņas, biolakto, dažkārt arī jogurts.

Skābpiena produktu kvalitāte galvenokārt ir atkarīga no piena kvalitātes. Pārstrādājot pienu ar zemu beztauku sausas saturu, izveidojas vājš receklis, kas slikti satur sūkalas. Skābpiena produktu ražošanā nepieciešams izmantot pienu ar blīvumu ne zemāku par 1028 kg/m<sup>3</sup>. Skābpiena dzērienu (arī skābpiena produktu) ražošanā nedrīkst izmantot pienu ar rūgtu garšu vai inhibitoru klātbūtni. Ja pienā ir inhibitori, pienskābes baktērijas nevarojas un pastāv iespēja, ka pienu nevarēs saraudzēt vispār.

**Pasterizācija.** Skābpiena dzērienu ražošanā pielieto paaugstinātus pasterizācijas režīmus, jo augstās temperatūrās notiekot straujai sūkalu olbaltumvielu denaturācijai un palielinoties kazeīna hidrofilām īpašībām, receklis labāk satur sūkalas (skatīt II.2.1.nodaļu).

**Ieraudzēšana.** Skābpiena dzērieniem ieraudzēšanas temperatūra ir atkarīga no ierauga sastāva un ražotā produkta veida (skatīt 28.tabulu).

**Raudzēšana.** Pievienojot ieraugu, tā sastāvā ietilpstošās pienskābes baktērijas nokļūst ideālā vidē un sāk attīstīties. Palielinoties to daudzumam, notiek intensīva pienskābā rūgšana, kuras rezultātā veidojas noteikts pienskābes daudzums un koagulē kazeīns. Kazeīna koagulācijas rezultātā veidojas receklis. Recekļa blīvumu ietekmē raudzēšanas temperatūra un produkta skābums. Pazeminot raudzēšanas temperatūru, recekļa izveidošanās ātrums palēninās un tas nav tik blīvs. Attiecīgi, palielinot raudzēšanas temperatūru, izmainās ierauga sastāvā esošo mikroorganismu darbība, lēni pieaug pienskābes koncentrācija un tiek kavēta kazeīna koagulācija. Katrai pienskābes baktērijai ir sava optimālā attīstības temperatūra. Ieraugā bieži tiek kombinētas dažādas pienskābes baktērijas ar atšķirīgām vairošanās temperatūrām. Tāpēc pazeminot vai paaugstinot raudzēšanas temperatūru, tiek radīti labvēlīgi apstākļi kādai konkrētai baktērijai un, attiecīgi, kavēti vairošanās apstākļi citām. Tā rezultātā izmainās recekļa veidošanās ātrums un arī gatavā produkta kvalitāte. Lai to nepieļautu, raudzēšanas laikā temperatūra nedrīkst svārstīties vairāk par 2°C.

Raudzēšanas ilgums ir atkarīgs no ražojamā produkta veida. Raudzēšanas beigās tiek noteiktas pēc recekļa skābuma (tam jābūt nedaudz zemākam nekā gatavam produktam). Receklīm jābūt maigam, vēl nenoblīvētam, bez sūkalu izdalīšanu. Recekļa pārraudzēšana pasliktina tā garšu (pārmērīgi liels skābums) un veicina sūkalu izdalīšanai.

Atsevišķos gadījumos pēc produktu raudzēšanas var sekot masas atkārtota termiskā apstrāde (60-65°C).

**Nogatavināšanas** laikā aktivizējas aromātveidojošā mikroflora, kas piedod izteiktas produktu garšas īpašības. Konsistence kļūst biezāka, tas saistīts ar daļēju

tauku nocietināšanos un olbaltumvielu uzbriešanu. Nogatavināšanas laikā produkts sasniedz nepieciešamo skābumu.

Tehnoloģiskā procesa neievērošana izraisa gatavā produkta kvalitātes novirzes. Biežāk sastopamie skābpiena dzērienu defekti raksturoti 3.pielikumā.

28. tabula

Skābpiena dzērienu ieraugu sastāvs un raudzēšanas režīmi

Produkta nosaukums	Ieraudz. temperatūra, °C	Ierauga sastāvs	Raudzēšanas ilgums, h	Gatavā produkta skābums, °T
Kefirs	18-22	<i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactococcus cremoris</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactobacillus kefir</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Acetobacter acetii</i> , <i>Candida kefir</i> , <i>Klyuveromyces marxianus</i> u.c.	8-16	85-120
Biokefirs	18-22	<i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactococcus cremoris</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactobacillus kefir</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Acetobacter acetii</i> , <i>Candida kefir</i> vai <i>Klyuveromyces marxianus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifodobacteria ssp.</i>	8-16	85-120
Rūgušpiens	20-24	<i>Lactococcus diacetylactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i>	7-16	75-80
Jogurts	42-45	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> , <i>Lactococcus thermophilus</i> ,	3-6	90-100
Biojogurts	42-45	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> , <i>Lactococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifodobacteria ssp.</i>	3-6	80-120
Rjaženka	18-24	<i>Lactococcus diacetylactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i>	8-12	90-95
Acidofilais rūgušpiens vai lakto	36-38	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3-4	80-130
Biolakto	36-38	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Bifodobacteria ssp.</i>	4-6	80-130
Acidofilīns	30-35	<i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactococcus cremoris</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactobacillus kefir</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Acetobacter acetii</i> , <i>Candida kefir</i> , <i>Klyuveromyces marxianus</i> u.c.	6-8	75-130
Diētiskās paniņas	20-24	<i>Lactococcus diacetylactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i>	8-12	80-120

#### 4.1. Atsevišķu skābpiena dzērienu ražošanas tehnoloģiskās īpatnības

**Kefirs** ir viens no izplatītākajiem un biežāk lietotajiem skābpiena dzērieniem Latvijā. Tam ir pienskāba, atspirdzinoša, nedaudz asa garša un smarža, balta vai viegli iedzeltena krāsa. Konsistence - viendabīga, krējumveida. Etilspirta saturs nepārsniedz 0,8 %. Kefiru var gatavot gan ar termostata, gan rezervuāra metodi.

**Ieraudzēšana un raudzēšana.** Kefirs ir viens no tiem produktiem, kuru ražošanā visbiežāk lieto šķidro pienskābes baktēriju ieraugu. Tas saistīts ar produktam nepieciešamo garšas īpašību nodrošināšanu, kuras produktam nav tik izteiktas, ja izmanto sausus vai liofilizētos ieraugus.

Pēc rūpīgas izmaiššanas, masu atstāj mierā līdz recekļa izveidošanai (8-16 h). Paaugstinot raudzēšanas temperatūru, receklis izveidojas ātrāk, bet pasliktinās garšas īpašības. Tas skaidrojams ar to, ka pienskābes baktērijām šī temperatūras paaugstināšana ir labvēlīga, bet raugiem tālu no optimālās. Līdz ar to kefira garšas un aromāta veidošanā raugi nepiedalās.

Recekļa skābums raudzēšanas beigās nevar būt zemāks par 85°T. Ja recekļa skābums mazāks, iegūtais produkts slikti satur mitrumu un izdalās sūkalas.

**Atdzesēšana un nogatavināšana.** Kefiru atdzesē līdz 16°C, pēc tam ļoti lēni 4-6 stundu laikā līdz 10-12°C. Maisīšana jāveic ļoti rūpīgi, lai iegūtu viendabīgu, krējumveida konsistenci. Nepietiekami samaisītam kefiram iespējama sūkalu izdalīšanās, kā arī produkts var noslāņoties. Nogatavināšanas laikā intensīvi notiek spirta rūgšana, uzbrīst olbaltumvielas, masa noblīvējas. Ieraugā esošo fermentu darbības rezultātā notiek daļēja olbaltumvielu hidrolīze, veidojas peptoni, kuru daudzums pieaug, palielinoties nogatavināšanās ilgumam.

Kefiru var ražot ar dažādām garšas un aromāta piedevām. Latvijas piena pārstrādes uzņēmumi kefira sortimentu ir paplašinājuši, piedāvājot patērētājam biokefiru. Biokefiram ir maiga garša, jo ierauga sastāvā ietilpst arī acidofilās pienskābes baktērijas un bifidobaktērijas.

**Acidofilie piena produkti** ir ne tikai produkti, bet arī profilaktiski līdzekļi, kas paaugstina organisma rezistenci pret infekcijas slimībām. Ir šādi acidofilo skābpiena produktu veidi: acidofila rūgušpiens vai lakto, biolakto, acidofilīns, acidofila rauga piens u.c.

**Acidofila rūgušpiens vai lakto.** To ražo no pasterizēta piena, kuru saraudzē ar *Lactobacillus acidophilus* ieraugu. Produktu gatavo ar termostata metodi. Produkta skābums ir 80-130 °T robežās. Sevišķi patīkama garša, ja skābums ir 110-115 °T robežās. Tālākā skābuma paaugstināšanās var izraisīt metāliskas piegāršas veidošanos. Garšas un aromāta pilnveidošanai var pievienot augļu-ogu sirupus, aromātvielas. Garša - pienskāba, konsistence - krējumveida, nedaudz stāipīga, pievienojot augļu-ogu piedevas, garša - salda ar pievienoto augļu aromātu un nokrāsu.

**Biolakto.** No lakto atšķiras galvenokārt ar ierauga sastāvu un maigākām garšas un aromāta īpašībām.

**Acidofilīns.** Ražo no jauktā ierauga, kas sastāv no acidofilās nūjiņas, pienskābes streptokokiem un nūjiņām, raugiem vienādās attiecībās. Acidofilīnam ir tīra, pienskāba garša un aromāts. Spirta rūgšana piedod atspirdzinošu, aso garšu. Konsistence - viendabīga, nedaudz stāipīga. Acidofilīns varētu būt tas pats biokefirs, ja ieraugā dominētu *L.acidophilus*.

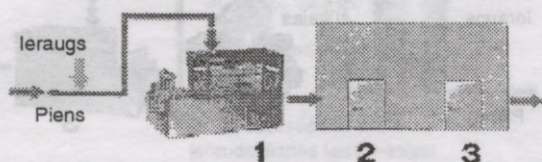
**Acidofila rauga piens.** Tā ražošanai pielieto ieraugu, kas pagatavots no acidofilās nūjiņas un speciālām rauga rasēm. Acidofila rauga piens satur nizinu, kam piemīt antimikrobiālas īpašības. Tas ir ideāls profilaktisks līdzeklis plaušu slimību ārstēšanai. Acidofilajam rauga pienam ir tīra, nedaudz asa garša ar raugu piegāršu. Krāsa - balta līdz dažādas intensitātes krēmkrāsai, konsistence viendabīga, novērojama neliela viskozitāte.

Daļu no minētajiem piena produktiem Latvijā neražo, kā piemēram, acidofilīnu, lakto, acidofilo rauga pienu. Lai gan pašas acidofilās pienskābes baktērijas pārstrādes uzņēmumi izmanto diezgan plaši, dažādu jaunu skābpiena dzērienu un produktu, piemēram, biojogurta, biokefīra ražošanā.

**Jogurts**. Jogurts ir skābpiena dzēriens (produkts) ar izjauktu vai neizjauktu recekli un/vai paaugstinātu sausas saturu. Jogurts ir viens no plašāk ražotajiem un patērētajiem skābpiena dzērieniem pasaulē. Arī Latvijā jogurts ir ļoti populārs, to ražo ar dažādiu tauku saturu, sākot no vājpiena līdz pilnpiena, pievienoto piedevu veidiem un atšķirīgām konsistencēm. Šī iemesla dēļ, jogurts apskatīts plašāk.

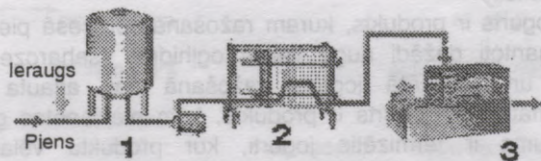
Jogurtus iedala pēc konsistences vai pievienoto piedevu veida. Pēc konsistences pastāv šāds iedalījums:

- 1) ar neizjauktu recekli - ražo ar termostata metodi (skatīt 33.attēlu);



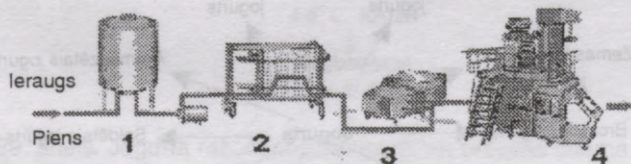
33. attēls. Jogurta ražošana ar termostata metodi.  
1- pildīšanas iekārta, 2-termostats, 3-dzesēšanas tunelis.

- 2) ar izjauktu recekli - ražo ar rezervuāra metodi (skatīt 34.attēlu);



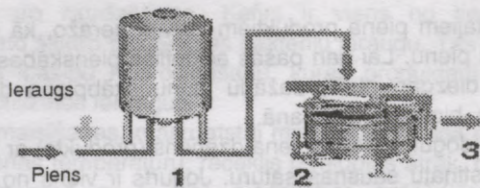
34. attēls. Jogurta ražošana ar rezervuāra metodi.  
1-raudzēšanas tvertne, 2-plāksņu dzesētājs, 3-pildīšanas iekārta.

- 3) dzeramie;



35. attēls. Dzeramā jogurta ražošana.  
1-raudzēšanas tvertne, 2-plāksņu dzesētājs, 3-masas homogenizators, 4-pildīšanas iekārta.

- 4) saldētie;



36. attēls. Saldētā jogurta ražošana.

1- raudzēšanas tvertne, 2- eskimogenerators.

6) koncentrētie;



37. attēls. Koncentrētā jogurta ražošana.

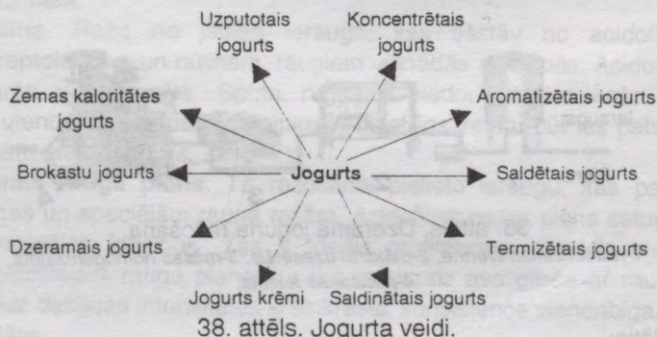
1- raudzēšanas tvertne, 2- separātors, 3- pildīšanas iekārta.

Pēc pievienoto piedevu veida:

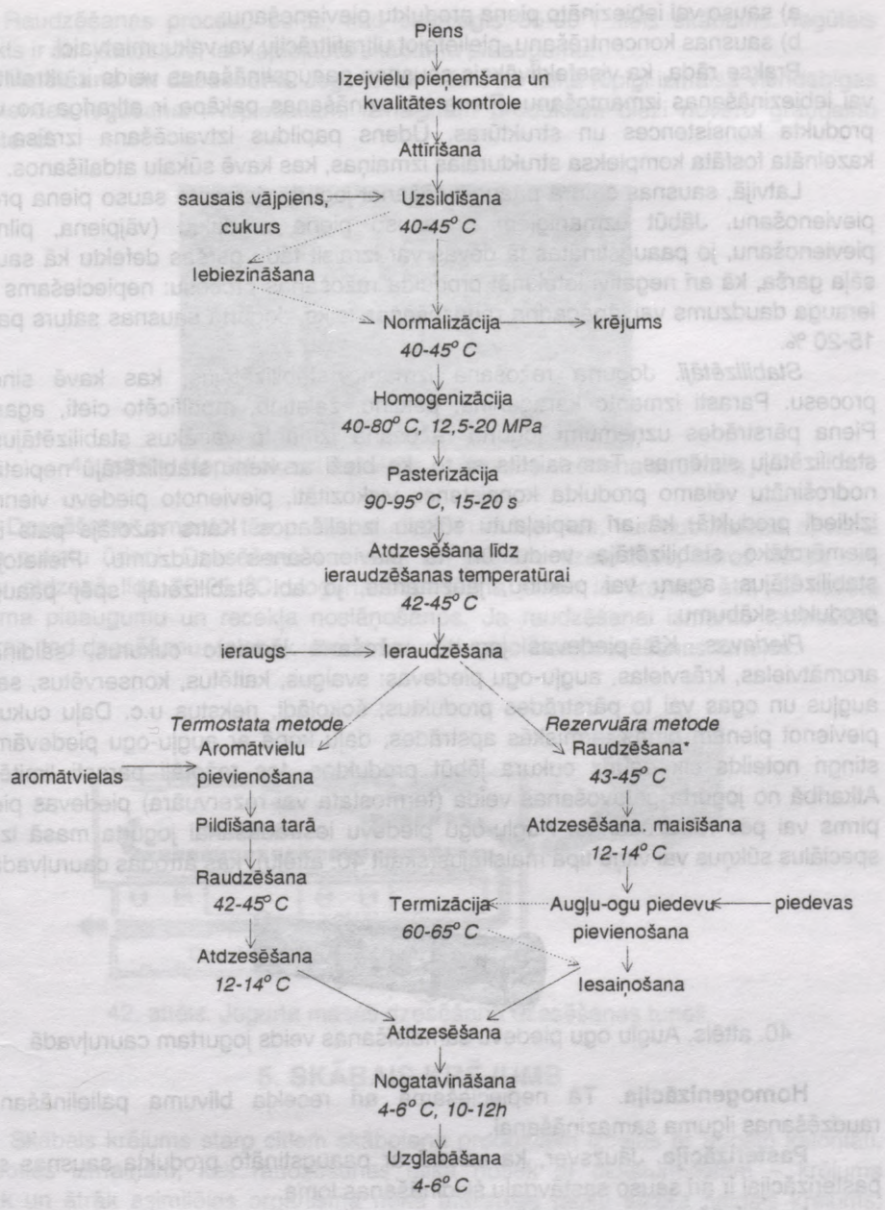
- 1) saldinātie;
- 2) aromatizētie.

Saldināts jogurts ir produkts, kuram ražošanas procesā pievienots cukurs. Kā cukura avoti, izmantoti dažādi augu valsts oghidrāti (saharoze, glikoze, glikozes sirups). Jogurta un saldinātā jogurta ražošanā nav atļauta pārtikas piedevu pielietošana. Aromatizētais jogurts ir produkts, kam pievienotas garšas un aromāta piedevas. Izņēmums ir termizētie jogurti, kur produktu vēlamās konsistences nodrošināšanā atļauj izmantoto piemērotus stabilizētājus.

Jogurta dažādību nosaka ne tikai konsistences un pievienotās piedevas, bet arī tauku un cukura saturs, iesaiņojuma veids un uzglabāšanas ilgums. 38. attēlā parādīti iespējamie jogurta veidi.



38. attēls. Jogurta veidi.



39. attēls. Jogurta ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

**Normalizācija un piedevu pievienošana.** Piena maisījumu jogurta ražošanā normalizē pēc tauku un sausas saturā, lai nodrošinātu raksturīgo produkta konsistenci un viskozitāti. Jogurtā sausas saturā paaugstināšanai izmanto:

- a) sauso vai iebiezināto piena produktu pievienošanu;

- a) sauso vai iebiezināto piena produktu pievienošanu;
- b) sausnas koncentrēšanu, pielietojot ultrafiltrāciju vai vakuumietvaici.

Prakse rāda, ka visefektīvākais sausnas paaugstināšanas veids ir ultrafiltrācijas vai iebiezināšanas izmantošanu. Piena iebiezināšanas pakāpe ir atkarīga no vēlamā produkta konsistences un struktūras. Ūdens papildus iztvaicēšana izraisa kalcija kazeināta fosfāta kompleksa strukturālas izmaiņas, kas kavē sūkalu atdalīšanos.

Latvijā, sausnas satūra paaugstināšanai jogurtā, izmanto sauso piena produktu pievienošanu. Jābūt uzmanīgiem ar sauso piena produktu (vājpiena, pilnpiena) pievienošanu, jo paaugstinātas tā devas var izraisīt tādu garšas defektu kā sausa vai sāļa garša, kā arī negatīvi ietekmēt produkta ražošanas procesu: nepieciešams lielāks ierauga daudzums vai jāpagarina raudzēšanas laiks. Jogurtā sausnas saturs parasti ir 15-20 %.

**Stabilizētāji.** Jogurta ražošanā izmanto stabilizētājus, kas kavē sinerēzes procesu. Parasti izmanto karagenīnu, pektīnu, želatīnu, modificēto cieti, agaru u.c. Piena pārstrādes uzņēmumi jogurta ražošanā izmanto vairākus stabilizētājus, t.s., stabilizētāju sistēmas. Tas saistīts ar to, ka bieži ar vienu stabilizētāju nepietiek, lai nodrošinātu vēlamo produkta konsistenci, viskozitāti, pievienoto piedevu vienmērīgu izkliedi produktā, kā arī nepieļautu sūkalu izdalīšanos. Katrs ražotājs pats izvēlas piemērotāko stabilizētāja veidu un to pievienošanas daudzumu. Pielietojot kā stabilizētājus: agaru vai pektīnu, jāuzmanās, jo abi stabilizētāji spēj paaugstināt produktu skābumu.

**Piedevas.** Kā piedevas jogurta ražošanā izmanto cukurus, saldinātājus, aromātvielas, krāsvielas, augļu-ogu piedevas: svaigus, kaltētus, konservētus, saldētus augļus un ogas vai to pārstrādes produktus; šokolādi, riekstus u.c. Daļu cukura var pievienot pienam pirms termiskās apstrādes, daļu kopā ar augļu-ogu piedevām. Nav stingri noteikts cik daudz cukura jābūt produktos, tos ražotāji parasti limitē paši. Atkarībā no jogurta gatavošanas veida (termostata vai rezervuāra) piedevas pievieno pirms vai pēc raudzēšanas. Augļu-ogu piedevu iestrādāšanai jogurta masā izmanto speciālus sūkņus vai vitņu tipa maisītājus (skatīt 40. attēlu), kas atrodas cauruļvadā.



40. attēls. Augļu ogu piedevu samaisīšanas veids jogurtam cauruļvadā.

**Homogenizācija.** Tā nepieciešama arī recekļa blīvuma palielināšanai un raudzēšanas ilguma samazināšanai.

**Pasterizācija.** Jāuzsver, ka sakarā ar paaugstināto produkta sausnas saturu, pasterizācijai ir arī sauso sastāvdaļu šķīdināšanas loma.

**Ieraudzēšana un raudzēšana.** Jogurta ražošanā lieto ieraugus, kas sastāv no *Streptococcus thermophilus* un *Lactobacillus bulgaricus*. Minētie mikroorganismi ieraugā atrodas noteiktās attiecībās (piemēram, 1 : 1, 4 : 1, 2 : 1). Kā dominējošais mikroorganisms ir *Streptococcus thermophilus*. Izjūkot optimālām pienskābes baktēriju attiecībām ieraugā vai palielinoties *Lactobacillus bulgaricus* īpatņsvaram, gatavam produktam var būt paaugstināts skābums vai rūgtums.

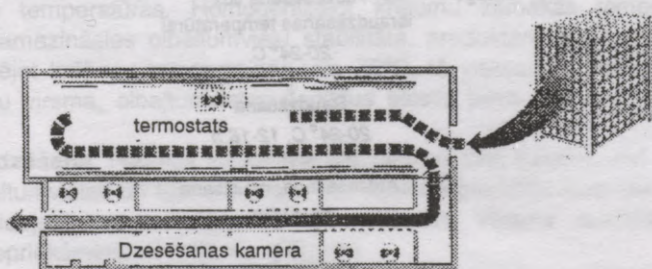
Raudzēšanas procesu beidz, kad sasniegts 85-90°C liels skābums. Iegūtais produkts ir ātri jāatdzesē, lai nepieļautu skābuma pieaugumu.

**Maisīšana un dzesēšana.** Jogurta dzesēšanas laikā rūpīgi izmaisa viendabīgas konsistences iegūšanai. Nepietiekami izmaisītam produktam bieži novēro graudainu konsistenci.



41. attēls. Nepietiekami izmaisīta skābpiena dzēriena struktūra,

Dzesēšanai izmanto tās pašas raudzēšanas tvertnes, kur dubultsienu apvalkā ievada aukstu ūdeni. Dzesēšanu var veikt arī plākšņu dzesētājos, kuros 20-30 min jogurta atdzesē līdz 20-25 °C. Jogurta dzesēšana jāveic ievērojami ātri, lai kavētu skābuma pieaugumu un recekļa noslāņošanās. Ja raudzēšanai izmanto termostatu kameras, tad dzesēšanu vislabāk ieteicams veikt speciālos dzesēšanas tuneļos.



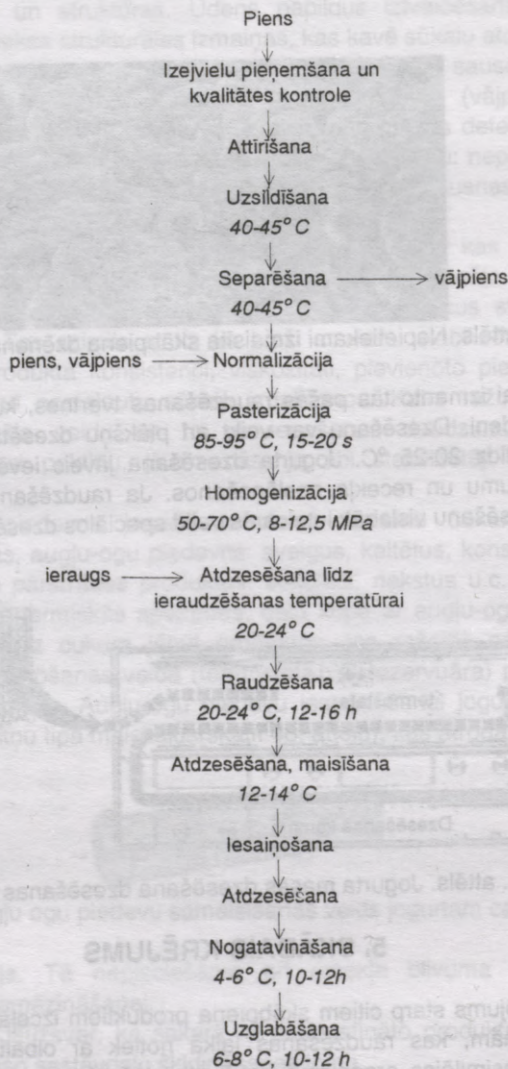
42. attēls. Jogurta masas dzesēšana dzesēšanas tunelī.

## 5. SKĀBAIS KRĒJUMS

Skābais krējums starp citiem skābpiena produktiem izceļas ar augsto kaloritāti. Pateicoties izmaiņām, kas raudzēšanas laikā notiek ar olbaltumvielām – krējums vieglāk un ātrāk asimilējas organismā nekā atbilstošs tauku saturs salda krējums. Skābā krējumā atrodas tie paši vitamīni, kas pienā, bet B grupas vitamīnu saturs ir lielāks.

Pienotavas piedāvā skābo krējumu ar dažādu tauku saturu, iesaiņojuma veidu un uzglabāšanas ilgumu. Visvairāk tiek ražots skābais krējums ar 25% tauku saturu. Ņemot vērā mediju un uzturzinātnieku ieteikumus par zemas kaloritātes produktu nozīmi veselības saglabāšanā, ražotāji piedāvā arī skābo krējumu ar ievērojami

mazāku tauku saturu 12, 15 un 18 %. Skābam krējumam ir tīra, pienskāba garša ar izteiktu pasterizēta produkta aromātu. Konsistence viendabīga, mēreni bieza, bez tauku un olbaltumvielu daļiņām. Krāsa balta līdz bāli dzeltenai.



43. attēls. Skābā krējuma ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

Skābā krējuma ražošanai izmanto svaigu krējumu ar plazmas skābumu, kas nav lielāks par 26°T. Produkta kvalitāte ir atkarīga arī no krējuma beztauku sausnas satura, kas nedrīkst būt zemāks kā 5%. Skābā krējuma ierauga sastāvs ir *Lactococcus lactis*,

*Lactococcus cremoris* un *Lactococcus diacetylactis*. Mikroorganismi ieraugā atrodas noteiktās attiecībās, kā dominējošie jāmin *Lactococcus cremoris* un *Lactococcus diacetylactis*, kas produktam veido raksturīgu konsistenci un aromātu.

Ja izmanto šķīdros ieraugus, krējuma tauku saturam jābūt nedaudz augstākam kā gatavam produktam. Krējuma tauku saturu pirms ierauga pievienošanas aprēķina:

$$t_{s.kr.} = \frac{100 \cdot t_{sk.kr.} - a \cdot t_{ier.}}{100 - a}$$

kur:  $t_{s.kr.}$  - krējuma tauku saturs, %;

$t_{sk.kr.}$  - skābā krējuma tauku saturs, %;

$a$  - pievienojamais ierauga daudzums, %;

$t_{ier.}$  - ierauga tauku saturs.

Piemēram, lai iegūtu skābu krējumu ar tauku saturu 30%, pievienojot 5% ierauga, kas gatavots no vājpiena (0,05%), krējuma tauku saturam jābūt 31,6%.

**Pasterizācija.** Pasterizācijas temperatūra ir atkarīga no produkta tauku satura. Jo augstāks krējuma tauku saturs, jo augstāka pasterizācijas temperatūra.

**Homogenizācija.** Arī homogenizācijas režīmi ir atkarīgi no ražotā krējuma tauku satura.

Homogenizācijas laikā samazinās olbaltumvielu stabilitāte un tālākā pasterizācija var izraisīt olbaltumvielu pārslu veidošanos krējumā. Šī iemesla dēļ, skābā krējuma ražošanā homogenizāciju vienmēr pielieto pēc pasterizācijas. Paaugstinot homogenizācijas spiedienu, paaugstinās produkta viskozitāte, produktam novērojams sinerēzes process. Krējuma kvalitāte ir atkarīga ne tikai no homogenizācijas spiediena, bet arī no temperatūras. Homogenizējot krējumu zemākās temperatūrās (nekā uzrādīts), samazināsies olbaltumvielu stabilitāte, produktam būs irdena konsistence. Homogenizējot krējumu temperatūrās virs 70°C, tā viskozitāte pieaugs, palielināsies tauku lodīšu virsma, olbaltumvielas papildus saistīs brīvo ūdeni un pieaugs recekļa stabilitāte.

**Raudzēšana.** Recekļa veidošanā piedalās ne tikai kazeīns, bet arī denaturētās sūkalu olbaltumvielas un tauku lodītes. Tas ietekmē produkta konsistenci. Visblīvākais recekļis veidojas, kad sasniegts 60-80°C skābums. Vēlams raudzēšanu beigt, kad sasniegts iepriekšminētais krējuma skābums.

**Samaisīšana.** Skābajam krējumam receklim nav stipras saites starp krējumā esošām sastāvdaļām un mehāniskās iedarbības rezultātā tās pavājinās. Lai nodrošinātu skābam krējumam raksturīgo konsistenci, nepieciešams pēc iespējas samazināt mehāniskās iedarbības ietekmi, novirzot to uz fasēšanu ar pašteci vai izmantojot sūkņus, kuru mehāniskā iedarbība uz konsistenci ir mazāk spēcīga (rotācijas, zobratu). Samazinoties mehāniskai iedarbībai, recekļa struktūra pamazām atjaunojas, jo starp molekulām veidojas jaunas starpmolekulārās saites. Tas nozīmē, ka skābajam krējumam piemīt tāda reoloģiska īpašība, kā tiksotropija-recekļa spēja pēc noteikta laika daļēji vai pilnīgi atjaunot savu struktūru, kas izjaukta mehāniskās iedarbības rezultātā.

**Nogatavināšana.** Lai krējums iegūtu blīvāku konsistenci, nepieciešams to nogatavināt. Pazeminot temperatūru, pazeminās pienskābes streptokoku darbība, sāk attīstīties aromātu veidojošā mikroflora un produktā uzkrājas noteikts aromātveidojošo vielu daudzums. Krējums nogatavināšanas laikā sasniedz vajadzīgo skābumu (85-

100°T) un iegūst biežāku, blīvāku konsistenci. Tas saistīts ar tauku nocietināšanos. Tauku lodīšu nocietināšanās pakāpe ir atkarīga no dzesēšanas temperatūras un ilguma. Pazeminot temperatūru, nocietināto triglicerīdu daudzums pieaug. Pēc 10-12 h, tas sasniedz 35-50% no triglicerīdu daudzuma produktā. Skābā krējuma uzglabāšanas laikā palielinās tā viskozitāte. Viskozitātes palielināšanās ir saistīta ar to, ka produktu uzglabājot miera stāvoklī, starp molekulām veidojas arvien lielāks skaits starpmolekulāro saišu un recekļa struktūra kļūst stingrāka un noturīgāka.

Tehnoloģiskā procesa neievērošana izraisa gatavā produkta kvalitātes novirzes. Biežāk sastopamie skābā krējuma defekti raksturoti 4.pielikumā.

## 6. BIEZPIENS

Biezpiens ir piena olbaltumvielu (kazeīna) produkts, kurā olbaltumvielu saturs svārstās 14-19 % robežās. Šis produkts ir īpaši nozīmīgs gan bērnu, gan pieaugušo uzturā. Olbaltumvielu sastāvā ietilpst visas neaizvietojamās aminoskābes (sevišķa loma sēru saturošajām aminoskābēm - metionīnam, lizīnam), kas ļauj izmantot biezpienu kā diētisku līdzekli aknu slimību profilaksē. Biezpiens satur kalciju, fosforu, dzelzi, magniju, kas nepieciešamas normālai sirds darbībai, CNS, kauliem un vielmaiņai organismā.

Biezpienu iegūst saraudzējot pasterizētu pienu, vājpienu vai paniņas ar mezofilo pienskābes baktēriju ieraugu: *Lactococcus lactis* un *Lactococcus cremoris* ar/bez papildus recināšanas fermentu preparātu pievienošanu, un ar dažādiem paņēmieniem atdalot sūkalas. Biezpienam ir tīra, pienskāba garša un aromāts. Konsistence ir atkarīga no produkta tauku satura (pilnpiena biezpienam - mīksta, smērīga; vājpiena biezpienam - birstoša ar nelielu sūkalu izdalīšanos) un no biezpiena gatavošanas veida. Biezpienu var iedalīt pēc tauku daudzuma (skatīt 29. tabulu) un piena recināšanas paņēmiena. Pēc piena recināšanas paņēmiena:

- 1) skābes;
- 2) skābes-fermenta.

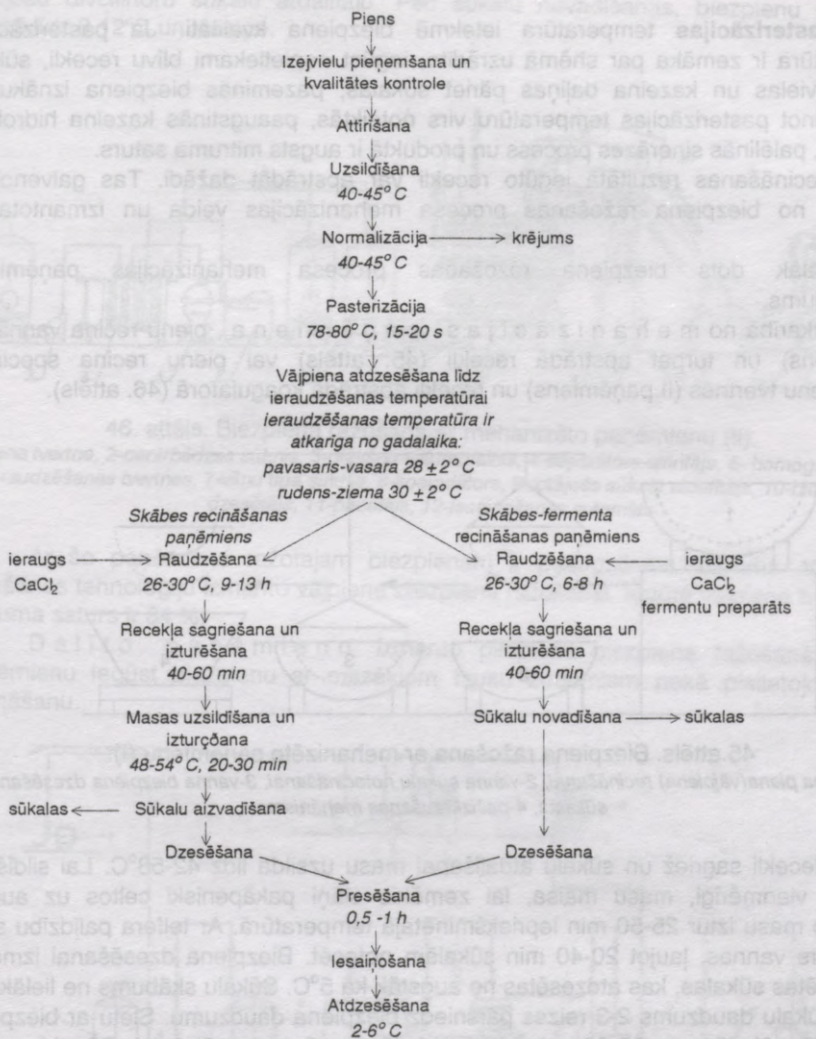
Latvijā ražoto biezpiena veidu fizikāli-ķīmiskie rādītāji doti 29. tabulā.

29. tabula

Biezpiena fizikāli-ķīmiskie rādītāji

Produkta nosaukums	Mīnīmālais tauku saturs, %	Maksimālais mitruma saturs, %	Maksimālais skābuma saturs, °T
Pilnpiena	18	65	200
	9	73	215
Zemnieku	5	75	230
Galda	2	75-80	235
Vājpiena	-	80	240

44. attēlā dota vājpiena biezpiena ražošanas tehnoloģiskā shēma. Pilnpiena, 2 % un 5 % biezpiena ražošana atšķiras tikai ar piena normalizāciju, pārējās tehnoloģiskās operācijas visiem biezpiena veidiem ir līdzīgas.



44.attēls. Biezpiena ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

**Piena recināšanas paņēmieni raksturojums.** Piena recināšanas paņēmieni biezpiena ražošanā atšķiras ar pienu ieraudzēšanu, receklja veidošanās mehānismu un ātrumu, receklja tālāko apstrādi biezpiena iegūšanai.

Skābes recināšanas paņēmienā pienam pievieno ieraugu (mezofilos pienskābes streptokokus) un dažkārt arī 40 %  $\text{CaCl}_2$  (300-400g sausas sāls uz 1t pienu) šķīdumu.

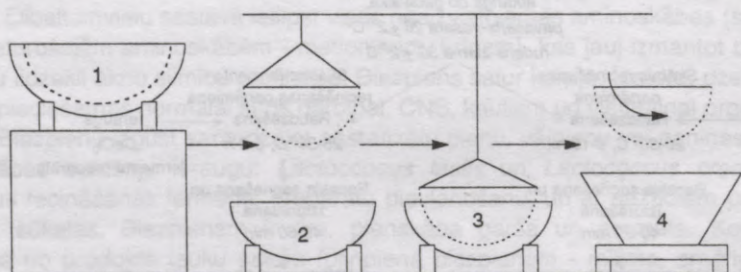
Skābes un fermenta recināšanas paņēmienā pievieno ieraugu, 40 %  $\text{CaCl}_2$  un 1 % fermenta šķīdumu (1 g fermenta uz 1 t pienu). Kā fermentu izmanto himozīnu vai pepsīnu, biežāk lieto pepsīnu. Receklja veidošanās mehānismu skatīt olbaltumvielu izdalīšanas paņēmieni 1.4.2.2. nodaļā.

**Pasterizācijas** temperatūra ietekmē biezpiena kvalitāti. Ja pasterizācijas temperatūra ir zemāka par shēmā uzrādīto, iegūst nepietiekami blīvu recekli, sūkalu olbaltumvielas un kazeīna daļiņas pāriet sūkalās, pazeminās biezpiena iznākums. Paaugstinot pasterizācijas temperatūru virs noteiktās, paaugstinās kazeīna hidrofilās īpašības, palēlinās sinerēzes process un produktā ir augsts mitruma saturs.

Recināšanas rezultātā iegūto recekli var apstrādāt dažādi. Tas galvenokārt atkarīgs no biezpiena ražošanas procesa mehanizācijas veida un izmantotajām iekārtām.

Tālāk dots biezpiena ražošanas procesa mehanizācijas paņēmieni raksturojums.

Atkarībā no mehanizācijas paņēmiena, pienu recina vannās (I paņēmieni) un turpat apstrādā recekli (45. attēls) vai pienu recina speciālās dubultsienu tvertnēs (II paņēmieni) un recekli apstrādā koagulatorā (46. attēls).



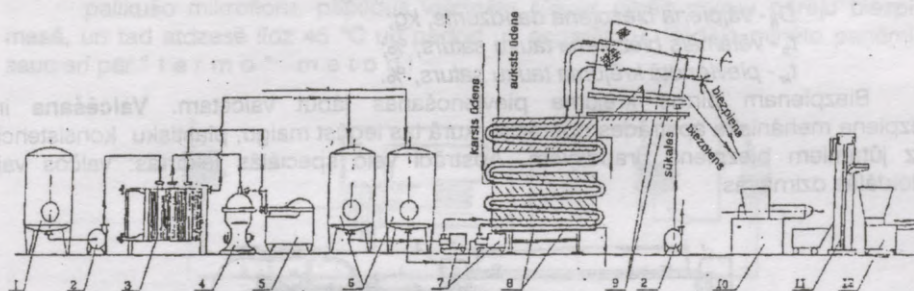
45.attēls. Biezpiena ražošana ar mehanizēto paņēmieni (I).

1-vanna piena(vājpiena) recināšanai, 2-vanna sūkalu notecināšanai, 3-vanna biezpiena dzesēšanai sūkalās, 4-pašizkraušanas mehānisms.

Recekli sagriež un sūkalu atdalīšanai masu uzsilda līdz 42-53°C. Lai sildīšana noritētu vienmērīgi, masu maisa, lai zemākie slāņi pakāpeniski celtos uz augšu. Uzsildīto masu iztur 25-50 min iepriekšminētajā temperatūrā. Ar telfera palīdzību sietu paceļ virs vannas, ļaujot 20-40 min sūkalām notecēt. Biezpiena dzesēšanai izmanto pasterizētas sūkalas, kas atdzesētas ne augstāk kā 5°C. Sūkalu skābums ne lielāks kā 80°T. Sūkalu daudzums 2-3 reizes pārsniedz biezpiena daudzumu. Sietu ar biezpienu iegremdē sūkalās uz 25-30 min, kās cirkulē masā atdzesējot to. Pēc biezpiena atdzesēšanas, vannu-sietu paceļ virs sūkalu vannas un ļauj tām notecēt. Tad sietu apgāž virs bunkura un ar gliemežtransportiera palīdzību aizvada uz biezpiena iesaiņošanu.

Ražojot biezpienu ar II mehanizācijas paņēmieni, masas saraudzēšanu veic dubultsienu tvertnēs, kur to rūpīgi samaisa un atstāj mierā līdz recekļa izveidošanai (skatīt 46.attēlu). Raudzēšanas ilgums nedrīkst pārsniegt 10 h. Gatavo recekli samaisa un padod uz koagulatora uzsildīšanas sekciju. Ar karsto ūdeni (70-90 °C), kas cirkulē koagulatora apvalkā recekli uzsilda 5-10 min līdz 48-54 °C. Tad to iztur 1-3 min. Pēc izturēšanas masu novirza uz dzesēšanas sekciju, kur to atdzesē līdz 25-35°C. Biezpiena dzesēšanai izmanto ūdensvada ūdeni, kas cirkulē dzesēšanas sekcijas apvalkā. Pēc dzesēšanas, masu padod uz sūkalu atdalītāju. Sūkalu atdalīšanai izmanto

rotējošu divcilindru sūkļu atdalītāju. Pēc sūkļu novadīšanas, biežpienu papildus dzesē līdz 8-12°C un iesaiņo.

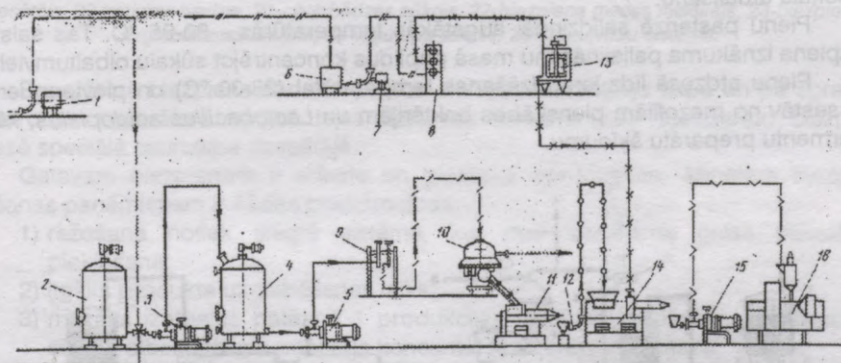


46. attēls. Biezpiena ražošana ar mehanizēto paņēmieni (II).

1-piena tvertne, 2-centrbēdzes sūknis, 3-plāksņu siltummainis, 4-separātors-attīrītājs, 5- homogenizators, 6-raudzēšanas tvertnes, 7-vītņu tipa sūknis, 8-koagulātors, 9-rotējošs sūkļu atdalītājs, 10-biezpiena dzesētājs, 11-pacēlājs, 12-iesaiņošanas automāts

Ar šo paņēmieni ražotajam biežpienam ir paaugstināts mitrums, tāpēc šo ražošanas tehnoloģiju izmanto vājpiena biežpiena ražošanai. Iegūtā vājpiena biežpiena mitruma saturs ir 84 %.

Dalīto paņēmieni izmanto pilnpiena biežpiena ražošanā. Ar šo paņēmieni iegūst biežpienu ar mazākiem tauku zudumiem nekā pielietojot piena recināšanu.



47. attēls. Biezpiena ražošana ar dalīto paņēmieni.

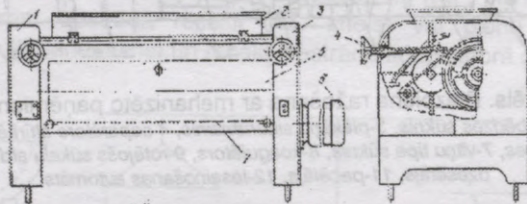
1-centrbēdzes sūknis, 2-raudzēšanas tvertne, 3-vītņu tipa sūknis, 4-starptvertne, 5-vītņu tipa sūknis, 6-krējuma tvertne, 7-centrbēdzes sūknis, 8-dzesētājs, 9-filtrs, 10-separātors biežpiena atdalītājs, 11-biezpiena dzesētājs, 12-vītņu tipa sūknis, 13-krējuma tvertne, 14-maisītājs, 15-vītņu tipa sūknis, 16-fašēšanas automāts

Vispirms izražo vājpiena biežpienu ar jebkuru no paņēmieniem, tad to atdzesē līdz 8 °C. Sagatavo saldo krējumu pēc iepriekš aprakstītās tehnoloģijas (29. attēls). Vājpiena biežpienam pievieno noteiktu krējuma daudzumu un samaisa to līdz viendabīgai konsistencei. Pievienojamā krējuma daudzumu aprēķina pēc formulas:

$$D_{kr} = \frac{D_b \cdot t_b}{t_{kr} - t_b},$$

kur:  $D_{kr}$  - pievienojamais krējuma daudzums, kg;  
 $D_b$  - vājpiena biežpiena daudzums, kg;  
 $t_b$  - vēlamais biežpiena tauku saturs, %;  
 $t_{kr}$  - pievienotā krējuma tauku saturs, %.

Biezpienam pirms krējuma pievienošanas jābūt valcētam. **Valcēšana** ir biežpiena mehāniska apstrādes operācija, kurā tas iegūst maigu, plastisku konsistenci bez jūtamiem biežpiena graudiņiem. Apstrādi veic speciālās iekārtās: valčos vai koloidālās dzirnavās.



48. attēls. Valcis.

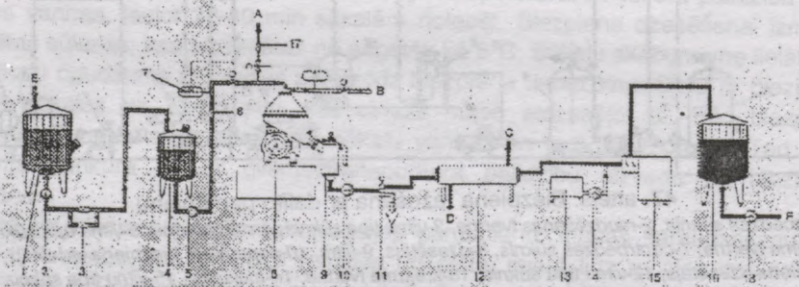
1-kreisā statne, 2-bunkurs, 3-labā statne, 4-biezpiena kārtas biežumu regulējošs mehānisms, 5-rotejošie cilindri, 6-elektrodzinējs, 7-nazis.

Tālāk biežpienu atdzesē, fasē un realizē.

Biezpiena ražošanas plūsmā (49. attēls) no iepriekšminētiem paņēmieniem galvenokārt atšķiras ar termiskās apstrādes režīmiem, recekļa apstrādi un sūkalu atdalīšanu.

Pienu pasterizē salīdzinoši augstākās temperatūrās - 80-85 °C. Tas saistīts ar biežpiena iznākuma palielināšanu masā papildus koncentrējot sūkalu olbaltumvielas.

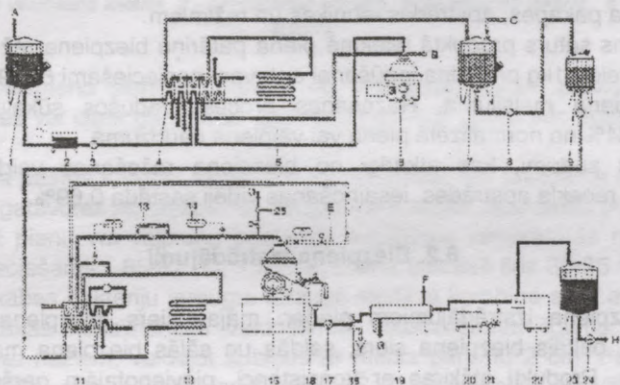
Pienu atdzesē līdz ieraudzēšanas temperatūrai (28-30 °C) un pievieno ieraugu, kas sastāv no mezofilām pienskābes baktērijām un *Lactobacillus acidophilus*, kā arī 1 % fermentu preparātu šķīdumu.



49. attēls. Biezpiena ražošanas plūsmā.

1- raudzēšanas tvertne, 2-centrbēdzes sūknis, 3-atgriezeniskais vārsts, 4-starptvertne, 5-centrbēdzes sūknis, 6- vārsts, 7-plūsmas mērītājs, 8-biezpiena separātors, 9-biezpiena uztvērējs, 10-vītņu tipa sūknis, 11-vārsts, 12-biezpiena dzesētājs, 13- augļu-ogu, piedevu, krējuma uzglabāšanas tvertne, 14-centrbēdzes sūknis, 15-biezpiena masas maisītājs, 16-biezpiena uzglabāšanas tvertne, 17-cauruļvadu sistēma, 18-vītņu tipa sūknis

Iegūto recekli samaisa un padod uz termiskās apstrādes plākšņu siltummaiņi. Tālāk iespējami divi recekļa apstrādes veidi. Plākšņu siltummaiņī to uzsilda līdz 45 °C un padod uz separātoru. Vai arī recekli sākotnēji uzsilda līdz 60-65 °C, lai inaktivētu palikušo mikrofloru, papildus veicinātu sūkalu olbaltumvielu pārēju biežpiena masā, un tad atdzesē līdz 45 °C un padod uz separātoru. Pēdējo minēto paņēmieni sauc arī par "termo" metodi.



50. attēls. "Termo" metode.

1-nepasterizēta piena tvertne, 2-līmeņregulēšanas tvertne, 3-centrbēdzes sūknis, 4-pasterizators, 5-izturētājs, 6-separātors, 7-raudzēšanas tvertne, 8-centrbēdzes sūknis, 9-startvertne, 10-centrbēdzes sūknis, 11-plākšņu tipa sildītājs, 12-izturētājs, 13-vārsts, 14-plūsmas kontrolleīce, 15-biezpiena separātors, 16-biezpiena uztvērējs, 17-vītnes tipa sūknis, 18-rezerves vārsts, 19-cauruļtipa biežpiena dzesētājs, 20-krējuma tvertne, 21-centrbēdzes sūknis, 22-biezpiena masas maisītājs, 23-biezpiena uzglabāšanas tvertne, 24-vītņu tipa sūknis, 25-cauruļvadu sistēma.

Separātorā biežpiens sadalās plānos slāņīšos starpšķīvju telpā un pa sprauslu, kas atrodas separātorā spoles lejas daļā tiek izvadīts ārā. Noseparēto biežpienu atdzesē speciālā cauruļtipa dzesētājā.

Gatavam biežpienam ir mīksta un plastiska konsistence. Minētam biežpiena ražošanas paņēmienam ir šādas priekšrocības:

- 1) ražošana notiek slēgtā sistēmā, kur nav iespējama gaisa mikrofloras piekļūšana;
- 2) ilgāks produkta uzglabāšanas laiks;
- 3) mazāks izejvielas patēriņš 1 produkcijas vienības ražošanai, tas saistīts ar sūkalu olbaltumvielu papildus koncentrēšanu biežpiena masā;
- 4) saraudzētās masas termiskā apstrāde iznīcina pienā palikušo un raudzēšanas laikā iekļuvušo mikrofloru;
- 5) iespējama dažādu piedevu pievienošana un sortimenta dažādošana.

Tehnoloģiskā procesa neievērošana izraisa gatavā produkta kvalitātes novirzes. Biežāk sastopamie biežpiena defekti raksturoti 5.pielikumā.

### 6.1. Piena patēriņš biežpiena ražošanā

Ar piena patēriņu saprot vājpiena, paniņu vai normalizētā piena maisījuma daudzumu 1 kg biežpiena iegūšanai. Tas ir atkarīgs no olbaltumvielu daudzuma pienā,

biezpiena ūdens saturs, recekļa apstrādes veida, zudumiem ražošanas procesā un vairākiem citiem faktoriem.

No iepriekšminētiem faktoriem biezpiena iznākumu visvairāk ietekmē olbaltumvielu daudzums pienā. Jo to ir vairāk, jo mazāk piena/vājpiena ir jāpatērē 1kg produkta iegūšanai.

Jau pienu recinot daļa olbaltumvielu un tauku paliek sūkalās. Daļa olbaltumvielu zūd sīku pārslu veidā recekļa apstrādes procesā. Šo zudumu lielums ir atkarīgs no recekļa blīvuma pakāpes, apstrādes tehnikas un režīmiem.

Arī ūdens saturs produktā ietekmē piena patēriņu biezpiena ražošanā. Atkarībā no biezpiena veida 1kg produkta iegūšanai aptuveni nepieciešami 6.5-9 kg vājpiena vai normalizēta piena maisījuma. Ražošanas procesā radušos sūkalu daudzums ir apmēram 75-84% no normalizētā piena vai vājpiena daudzuma.

Izejvielu zudumi, kas atkarīgi no biezpiena ražošanas veida, recināšanas paņēmiena un recekļa apstrādes, iesaiņošanas vidēji sastāda 0.69%.

## 6.2. Biezpiena izstrādājumi

Pie biezpiena izstrādājumiem pieder: mājas siers, biezpiena sieriņi, krēmi, pastas, tortes, baltais biezpiena siers, saldās un sāļās biezpiena masas, biezpiena pankūkas, u.c. Produkti atšķiras ar konsistenci, pievienotajām garšas un aromāta piedevām un tauku saturu. Biezpiena izstrādājumus iedala pēc tauku satura. Tauku saturs biezpiena izstrādājumiem var būt sākot no 0.05 % līdz 26 %, cukura saturs 7-15 % vai sāls saturs 1.5-2 %.

Biezpiena izstrādājumus gatavo no biezpiena, kas iegūts pienu recinot ar skābes un fermenta paņēmieni. Ražojot biezpiena sieriņus un tortes, biepienu papildus presē līdz mitruma saturam 55-57 %. Biezpiena sieriņu, tortes, saldo un sāļo biezpiena masu ražošanā, biezpienu papildus mehāniski apstrādā (valcē), lai iegūtu maigu, plastisku masu bez jūtamiem biezpiena graudiņiem.

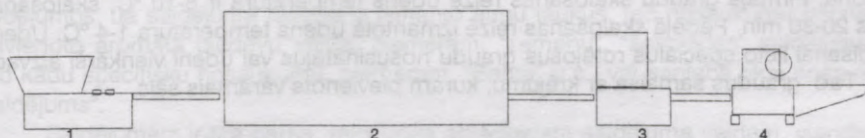
Biezpiena izstrādājumus gatavo saskaņā ar receptūru, kurā norādīts cik un kādas sastāvdaļas jāizmanto. Valcētai masai saskaņā ar receptūru pievieno nepieciešamās sastāvdaļas un iegūst vienu vai otru biezpiena izstrādājumu.

*Mājas siers* ir produkts, kas sastāv no atsevišķiem siera graudiem, kas pārklāti ar saldu krējumu.

*Biezpiena krēmiem* ir maiga, plastiska konsistence bez jūtamiem biezpiena graudiņiem.

*Biezpiena sieriņiem* ir stingra, blīva konsistence, pieļaujama atsevišķu, jūtamu biezpiena graudiņu klātbūtne. Tos ražo ar vai bez glazūras. Glazētos biezpiena izstrādājumus ražo plūsmā (skatīt 51.attēlu).

Sākotnēji izveido biezpiena sieriņu masu, kuru tālāk formē gatavojot noteikta svara un formas biezpiena sieriņus. Sieriņus atdzesē speciālā dzesēšanas kamerā (tunelī) līdz 0-6 °C. Atdzesētos sieriņus pārklāj ar glazūru. Ja glazūra gatavota no sviesta, glazēšanas temperatūra 28-29 °C. Ja no augu eļļām glazēšanas temperatūra 39-40 °C. Glazūras pārpalikumus nopūš ar silta gaisa palīdzību. Glazūra uzreiz sacietē un sieriņus tālāk iesaiņo.



51. attēls. Glazēto sieriņu ražošanas līnija.

1-sieriņu masas veidošans iekārta, 2 - dzesēšanas kamera, 3-glazēšanas iekārta, 4 - iesaiņošanas iekārta.

*Baltais biezpiena siers* ir gatavots no biezpiena, kuram pievieno sāli, saldu krējumu, ķīmenes vai citas garšvielas un masu papildus presē līdz noteiktam mitruma saturam.

*Biezpiena pastas* atšķiras no visiem iepriekšminētiem biezpiena izstrādājumiem ar to, ka netiek gatavotas no biezpiena, bet gan no speciāli sarecināta piena. Biezpiena pastu ražošanā pienu vai vāļpienu pasterizē augstākās temperatūrās nekā biezpiena ražošanai nepieciešams - 85-87 °C, 15-20 s. Pienu atdzesē līdz 36-38 °C un pievieno termofilo pienskābes baktēriju ieraugu. Ierauga sastāvā kombinē arī *L.acidophilus*, kas sekmē plastiskākas konsistences veidošanos. Raudzēšanas ilgums 6-8 h. Iegūto recekli sagriež ar nažiem, veidojot kubiņus ar malas garumu 2 cm. Pēc sagriešanas masu iztur 40-60 min sūkalu izdalīšanai. Šai laikā daļēji izdalās sūkalas, jo paaugstinātie piena termiskās apstrādes režīmi ietekmē olbaltumvielu hidrofilās īpašības, kas savukārt kavē sinerēzes procesu. Sūkalas aizvada prom un iegūtai masai pievieno garšas un aromāta piedevas un iesaiņo. Iegūto pastu konsistence ir maiga un plastiska, atgādina skābo krējumu. Atsevišķos gadījumos, lai uzlabotu to masu pirms piedevu pievienošanas papildus valcē.

Biezpiena izstrādājumu gatavošanā var pielietot termizācijas procesu, kas ļauj ievērojami pagarināt produkta uzglabāšanas ilgumu un sekmēt plastiskas konsistences veidošanos. Šim nolūkam pielieto speciālas iekārtas.

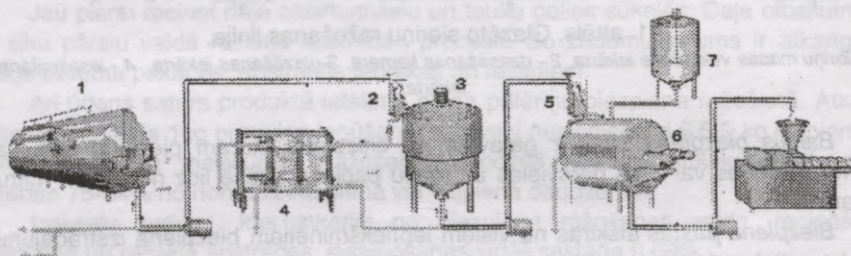
Ņemot vērā, ka mājas siera ražošanas tehnoloģiju būtiski atšķiras no citu biezpiena izstrādājumu tehnoloģijas, tālāk aprakstīta tā gatavošana.

### 6.2.1. Mājas siera ražošanas tehnoloģija

Mājas sierā ūdens saturs nav lielāks par 80%, sāls ne vairāk kā 1%, skābums ne vairāk kā 150°T. Tauku saturs ir atkarīgs no ražotā mājas siera veida. Tas var būt gan 4%, 6%, gan arī 0.05 % (beztauku). Mājas siers sastāv no atsevišķiem siera graudiem, pārklātiem ar krējumu. Tam ir tīra, pienskāba garša, krāsa no baltas līdz krēmkrāsai.

Vāļpienu pasterizē 78±2 °C, atdzesē līdz recināšanas temperatūrai 30-32°C un iepilda vannā vai speciālā siera gatavotājā. Pievieno mezofilo pienskābes baktēriju ieraugu, 40 % CaCl<sub>2</sub> un 1 % fermentu preparāta šķīdumu. Visu rūpīgi samaisa un ļauj sarecēt 6-8 stundas. Gatavo recekli sagriež kubiņos, kuru šķautņu garums 10-12 mm, iztur šajā temperatūrā 20-30 min, lai receklis noblīvētos un daļēji izdalītos sūkalas. Pēc tam gatavotājā pievieno pasterizētu un līdz 46-48 °C atdzesētu ūdeni, lai temperatūru paaugstinātu par 2-3°C un sūkalu skābumu pazeminātu līdz 36-38 °T. Visu rūpīgi samaisa un uzsilda līdz 48-55 °C. Ūdens un sūkalu maisījumu novada līdz graudu virsmai un graudus vairākkārt skalo ar aukstu ūdeni, kura temperatūru katru reizi

samazina. Pirmajā graudu skalošanas reizē ūdens temperatūra ir 8-10 °C, skalošanas ilgums 20-30 min. Pēdējā skalošanas reizē izmantotā ūdens temperatūra 1-4 °C. Ūdens aizvadīšanai lieto speciālus rotējošus graudu nosusinātājus vai ūdeni vienkārši aizvada prom. Tad graudus samaisa ar krējumu, kuram pievienots vārāmais sāls.



52. attēls. Mājas siera ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

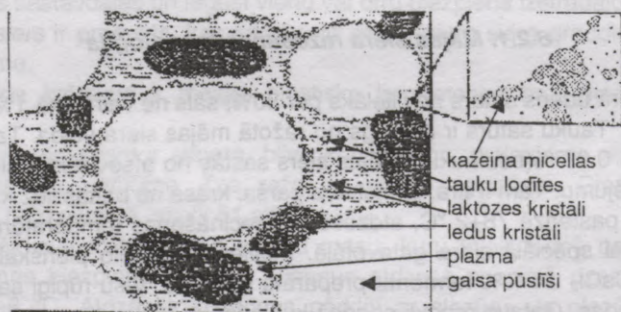
1-siera gatavotājs, 2-sūkalu atdalītājs, 3- siera graudu mazgāšanas un dzesēšanas tvertne, 4-plāksņu dzesētājs, 5-ūdens atdalītājs, 6-maisītājs, 7-piedevu tvertne.

Ja gatavo beztauku mājas sieru, tad pēc ūdens aizvadīšanas graudiem pievieno 1% sāls šķīdumu un tos tālāk iesaiņo noteiktas formas un svara iesaiņojumā. Mājas sieru var gatavot arī ar piedevām, piemēram, dillēm, ķīmenēm, augļu-ogu ievārījumiem u.c. Visas šīs piedevas mājas sieram pievieno kopā ar krējumu pēc graudu nosusināšanas.

## 7. SALDĒJUMS

Saldējums ir uzputots un sasaldēts pārtikas produkts ar sevišķi patīkamu garšu, aromātu un daudzveidību. Izšķir piena, krējuma, augļu-ogu, kārtainos, plombīra saldējumus.

Saldējuma struktūra elektronmikroskopā parādīta 53. attēlā.



53.attēls. Saldēju struktūra elektronu mikroskopā.

Ja saldējuma nosaukumā dots piens vai krējums, tad kā tauku avotu jāizmanto tikai un vienīgi piena tauki. Citas izcelsmes taukus izmantot nedrīkst. Pasaulē ir reglamentēts pieļaujamais tauku saturs un tauku izcelsme piena un krējuma

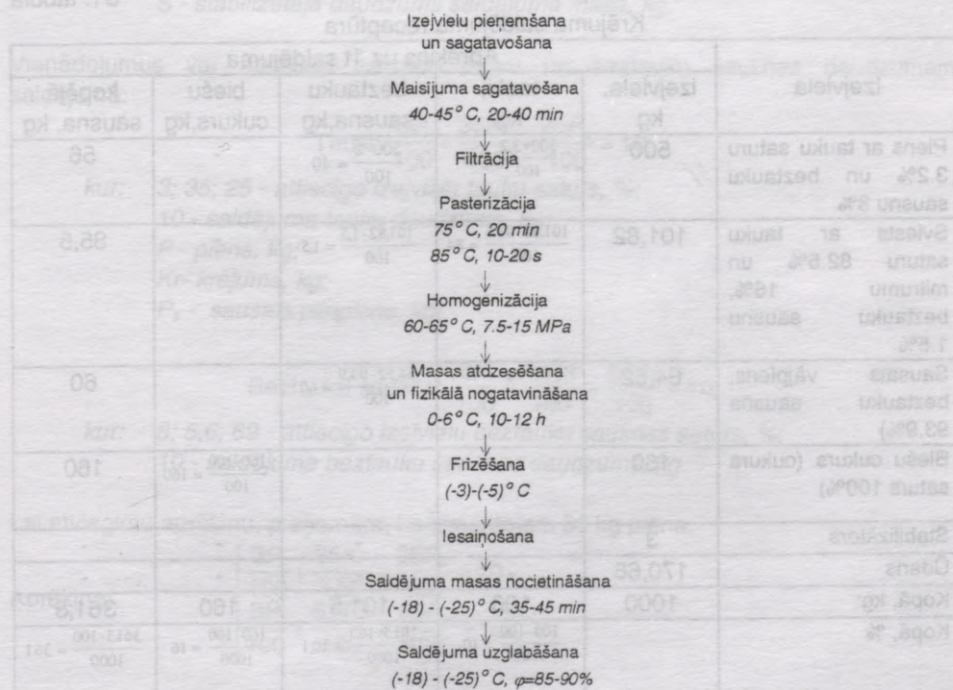
saldējumos. Ja saldējuma ražošanā izmanto augu taukus, tad nosaukumu darina pēc pievienoto aromāta piedevu veida, piemēram, "zemeņu", "šokolādes" saldējums, vai dod kādu specifisku nosaukumu, piemēram, "Santa" u.c., vai saglabā tikai nosaukumu "saldējums".

Saldējumam ir tīra garša, raksturīga attiecīgajam saldējuma veidam, viendabīga, blīva konsistence, bez tauku, ledus kristālu un stabilizētāju daļiņām. Krāsa - raksturīga attiecīgajam saldējuma veidam, pieļaujama nevienmērīga - augļu-ogu saldējumam.

30.tabula

Atsevišķu Latvijā ražoto saldējumu fizikāli-ķīmiskie rādītāji

Saldējuma veids	Minimālais tauku saturs, %	Minimālais sausnas saturs, %	Maksimālais skābums, °T	Minimālais cukura saturs, %
Piena	3,5	29,0	22	15,5
Krējuma	10	32	22	12
Plombīrs	15	37	22	12
Augļu-ogu	-	29	70	26
Aromātiskais	-	23	90	18,5



54. attēls. Saldējuma ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

\* - fizikālās nogatavināšanas laiks ir atkarīgs no saldējuma ražošanā izmantotā stabilizētāja veida

**Izejvielu sagatavošana.** Saldējuma ražošanā izmanto šādas izejvielas: pienu, vājpienu, saldu krējumu, iebiezinātu pienu ar cukuru, sauso pienu, sauso vājpienu,

sūkalas, sausās sūkalas, sūkalu olbaltumvielu koncentrātu, kakao, kafiju, sviestu, augu eļļas, paniņas, svaigus, žāvētus augļus-ogas, riekstus, olas, olu pulveri, šokolādi, iesalu, vaniļinu, kanēli, citronskābi u.c.

Visu saldējumu maisījumu obligāta sastāvdaļa ir stabilizētāji, hidrofilas vielas ar lielu uzbrišanas spēju. Saistot brīvo ūdeni, tie palielina maisījuma viskozitāti, kavē lielu ledus kristālu veidošanos tālākā tehnoloģiskā procesa laikā un nodrošina produktam labu konsistenci. Saldējuma ražošanā biežāk izmantoto stabilizētāju veidi: **agars, algināti, karagenīns, želatīns, ciete, nātrijs kazeināti u.c.** Arī saldējumu ražošanā biežāk izmanto vairākus stabilizētājus, t.s., stabilizētāju sistēmas. Tas saistīts ar to, ka dažkārt ar vienu stabilizētāju nepietiek, lai nodrošinātu vēlamo produkta konsistenci un viskozitāti. Katrs ražotājs pats izvēlas piemērotāko stabilizētāja veidu un to pievienošanas daudzumu. Saldējuma ražošanā izmanto stabilizētāju-emulgatoru maisījumus, kas palīdz veidot saldējumam vēlamo konsistenci.

**Maisījuma sagatavošana.** Katra saldējuma veida ražošanas pamatā ir receptūra, kurā norādīts nepieciešamais sastāvdaļu daudzums saldējuma pagatavošanai. 31. tabulā parādīta krējuma saldējuma receptūra un nozīmīgāko saldējuma parametru aprēķins.

31. tabula

Krējuma saldējuma receptūra

Izejviela	Aprēķins uz 1t saldējuma				
	izejviela, kg	tauki, kg	beztauku sausna, kg	biešu cukurs, kg	kopējā sausna, kg
Piens ar tauku saturu 3.2% un beztauku sausnu 8%	500	$\frac{500 \cdot 3,2}{100} = 16$	$\frac{500 \cdot 8}{100} = 40$	-	56
Sviests ar tauku saturu 82.5% un mitrumu 16%, beztauku sausnu 1.5%	101,82	$\frac{101,82 \cdot 82,5}{100} = 84$	$\frac{101,82 \cdot 1,5}{100} = 1,5$	-	85,5
Sausais vājpiens, beztauku sausna 93.9%)	64,52	-	$\frac{64,52 \cdot 93,9}{100} = 60$	-	60
Biešu cukurs (cukura saturs 100%)	160	-	-	$\frac{160 \cdot 100}{100} = 160$	160
Stabilizātors	3	-	-	-	-
Ūdens	170,66	-	-	-	-
Kopā, kg:	1000	100	101,5	160	361,5
Kopā, %		$\frac{100 \cdot 100}{1000} = 10$	$\frac{101,5 \cdot 100}{1000} = 10,1$	$\frac{160 \cdot 100}{1000} = 16$	$\frac{361,5 \cdot 100}{1000} = 36,1$

Ražošanas apstākļos var sastādīt saldējuma receptūru, ja zināmas saldējuma ražošanas izejvielas un to ķīmiskais sastāvs.

Receptūras aprēķina piemērs. Jāsastāda 100 kg krējuma saldējuma receptūra, ja kā izejvielas izmanto:

- pienu ar tauku saturu 3 % un beztauku sausnu 8 %;
- krējumu ar tauku saturu 35 %, beztauku sausnu 5.6 %;
- sauso pilnpienu ar tauku saturu 25 %, beztauku sausnu 69 %;
- cukuru (100 % saharoze);
- stabilizētāju.

Saldējuma maisījumam ir jābūt ar šādiem rādītājiem: 10 % tauki, 10 % beztauku sausna, 16 % cukurs, 0.3 % stabilizētājs.

Cukura un stabilizētāja daudzumu var aprēķināt:

$$C = \frac{100 \cdot C\%}{100} = 16 \text{ kg,}$$

kur:  $C\%$  - cukura saturs saldējuma maisījumā, %;

$C$  - cukura saturs saldējuma maisījumā, kg;

$$St = \frac{100 \cdot St\%}{100} = 0,3 \text{ kg,}$$

kur:  $St\%$  - stabilizētāja daudzums saldējuma maisījumā, %;

$S$  - stabilizētāja daudzums saldējuma masā, kg.

Vienādojumus var atsevišķi sastādīt tauku un beztauku sausnas daudzumam saldījumā:

$$\text{Tauki: } \frac{3P}{100} + \frac{35Kr}{100} + \frac{25P_s}{100} = 10,$$

kur: 3; 35; 25 - attiecīgo izejvielu tauku saturs, %;

10 - saldējuma tauku daudzums, kg;

$P$  - piens, kg;

$Kr$  - krējums, kg;

$P_s$  - sausais pilnpiens, kg.

$$\text{Beztauku sausna: } \frac{8P}{100} + \frac{5,6Kr}{100} + \frac{69P_s}{100} = 10,$$

kur: 8; 5,6; 69 - attiecīgo izejvielu beztauku sausnas saturs, %;

10 - saldējuma beztauku sausnas daudzums, kg.

Lai atvieglotu aprēķinu, pieņemam, ka izmantojam 50 kg piena.

$$\text{Aprēķina: } \begin{cases} \frac{3P}{100} + \frac{35Kr}{100} + \frac{25P_s}{100} = 10 \\ \frac{8P}{100} + \frac{5,6Kr}{100} + \frac{69P_s}{100} = 10 \end{cases}$$

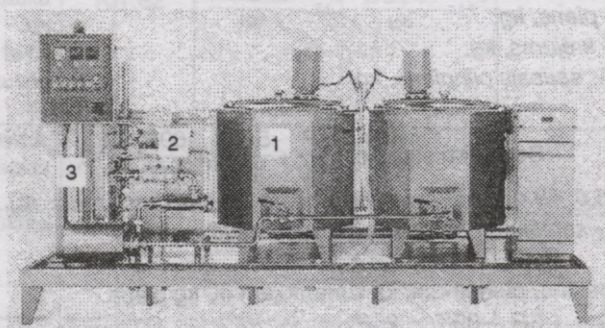
Pieņemot vienu no nezināmiem (piemēram, pienu), vienādojuma sistēmā aprēķina  $Kr$  vai  $P_s$ .

Rezultātā iegūst sekojošus skaitļus: 19.13 kg krējuma, 7.14 kg sausā pilnpiena. Iegūtā receptūra ir šāda.

## Aprēķinātā krējuma saldējuma receptūra

Izejviela	Aprēķins uz 1t saldējuma				
	izejviela, kg	tauki	sausna (beztauku)	biešu cukurs	kopējā sausna
Piens ar tauku saturu 3% un beztauku sausnu 8%	50	$\frac{50 \cdot 3}{100} = 1,5$	$\frac{50 \cdot 8}{100} = 4$	-	5,5
Krējums ar tauku saturu 35% un beztauku sausnu 5,6%	19,13	$\frac{19,13 \cdot 35}{100} = 6,7$	$\frac{19,13 \cdot 5,6}{100} = 1,07$	-	7,77
Sausais piļņpiens ar tauku saturu 25% un beztauku sausnu 69%	7,14	$\frac{7,14 \cdot 25}{100} = 1,8$	$\frac{7,14 \cdot 69}{100} = 4,93$	-	6,73
Cukurs	16	-	-	$\frac{16 \cdot 100}{100} = 16$	16
Stabilizētājs	0,3	-	-	-	0,3
Ūdens	7,42	-	-	-	-
Kopā, kg:	100	10	10	16	36,0
Kopā %		$\frac{100 \cdot 10}{100} = 10$	$\frac{100 \cdot 10}{100} = 10$	$\frac{16 \cdot 100}{100} = 16$	$\frac{36 \cdot 100}{100} = 36$

Maisījuma sagatavošana notiek tvertnēs ar dubultsienu apvalku un maisītāju. Maisījumu var gatavot arī ilgpastērijācijas vannās.



55.attēls. Saldējuma maisījuma sagatavošana un tā termiskā apstrāde.  
1-ilgpastērijācijas vanna (turpat sagatavo arī saldējuma maisījumu), 2-homogenizators, 3-zesētājs.

Vispirms tvertnēs iepilda šķīdros produktus: pienu, krējumu. Sastāvdaļu šķīdināšanu un samaisīšanu ieteicams veikt 35-45 °C, kas paātrina šķīšanas gaitu. Cukuru maisījumam pievieno tieši vai cukura sīrupa veidā. Sausos piena produktus samaisa ar cukuru attiecībā 1:2 un šķīdina nelielā ūdens daudzumā līdz viendabīgas masas iegūšanai. Sviestu izkausē. Gatavo maisījumu tālāk apstrādā.

**Filtrācija** nepieciešama, lai atdalītu no maisījuma mehāniskos piemaisījumus un neizšķīdušās daļiņas. Filtrāciju veic pirms pasterizācijas, lai nepieļautu otrreizēju baktēriju savairošanos.

**Pasterizācija** nepieciešama arī tādēļ, lai pilnīgi izšķīdinātu visas sastāvdaļas. Ražojot saldējumu mazos daudzumos, pasterizāciju labāk veikt ilgasterizācijas vannās. Ieteicamie pasterizācijas režīmi:

- 71,6 °C ar 30 min izturēšanu;
- 75 °C ar 20 min izturēšanu;
- 85 °C ar 10-20 s izturēšanu.

Saldējumam ir paaugstināts sausnas saturs, kas palielina tā viskozitāti, un aizsargā mikroorganismus no temperatūras iedarbības, tāpēc neiesaka saldējumu apstrādāt zemākās temperatūrās kā norādīts iepriekš.

**Homogenizācija** veicina sīku ledus kristāliņu veidošanos sasaldēšanas laikā un uzlabo gatavā produkta konsistenci. Labi homogenizēta maisījuma tauku lodīšu diametrs ir 1-2 μm. Homogenizācijas spiediens ir atkarīgs no saldējuma tauku satura:

piena saldējumam	12,5-15 MPa;
krējuma saldējumam	10-12,5 MPa;
plombīra saldējumam	7,5-9 MPa.

Paaugstinot homogenizācijas spiedienu augstāk par iepriekš minēto, samazinās tauku lodīšu izmēri, pieaug sīko tauku lodīšu īpatsvars un frizēšanas laikā samazinās saldējuma uzputojuma pakāpe. Pārkāpjot homogenizācijas režīmus, tie var veicināt tauku destabilizāciju, izraisot dažādus saldējuma konsistences defektus.

**Maisījuma atdzesēšana un masas nogatavināšana.** Homogenizēto maisījumu atdzesē līdz 0-6 °C un novirza uz tvertnēm nogatavināšanai. Šajā temperatūrā notiek olbaltumvielu un stabilizētāja olbaltumvielu uzbriešana, tauku nocietināšanās. Nogatavināšanas ilgums atkarīgs no maisījuma sastāva, temperatūras un stabilizētāja olbaltumvielu uzbriešanas īpašībām. Pirms frizēšanas maisījumam pievieno aromātvielas, esences u.c.

**Frizēšana** ir saldējuma maisījuma vienlaicīga uzputošana un sasaldēšana. Saldējumā kristalizējas 26-67% ūdens. Jo vairāk ūdens kristalizēsies frizēšanas laikā, jo mazāk laika jāpatērē nocietināšanas procesam. Ūdens kristalizēšanās pakāpe ir atkarīga no ražotā saldējuma veida, frizēšanas temperatūras. Lai iegūtu saldējumu ar labu konsistenci nepieciešams, lai ledus kristālu izmēri nepārsniegtu 100 μm.

Frizēšanas procesā iekultais gaisa daudzums un vienmērīgs tā sadalījums, būtiski ietekmē saldējuma konsistenci. Lai saldējumam būtu stingra, blīva konsistence, iekultā gaisa pūslīšu vidējie izmēri nedrīkst pārsniegt 60 μm.

Saldējuma uzputojums ir viens no svarīgākajiem tā rādītājiem. Dažādiem saldējumiem uzputojums ir 40-60 % robežās. Labs uzputojums piedod saldējuma garšai pilnīgumu, bet pārmērīgs, rada tukšu garšu un samazina saldējuma nokrāsas intensitāti, īpaši krāsainiem saldējumiem. Ir zinātniski pamatots, ka uzputojums nedrīkst pārsniegt vairāk kā 3 reizes kopējo sausnas saturu produktā. Saldējums ar augstu uzputojumu lēnāk kūst. Uzputojuma pakāpes paaugstināšana veicina sniegveida struktūras rašanos. Ja uzputojuma pakāpe nav pietiekama, tiek iegūts saldējums ar pārāk noblīvētu konsistenci, labi jūtamiem ledus kristāliem, bet krējuma saldējumiem var novērot graudainumu.

Saldējuma temperatūra pēc izplūdes no frīzera -2 līdz -4 °C.

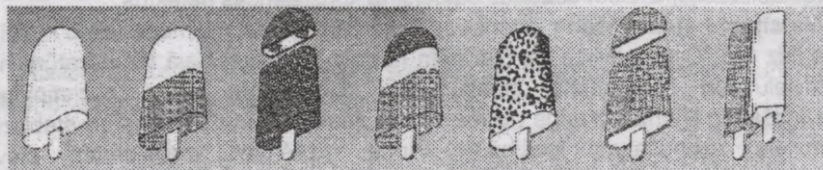
Saldējumu pirms iesaiņošanas var glazēt. Šim nolūkam pielieto glazūras. Galvenās glazūrā ietilpstošās sastāvdaļas: sviests, augu eļļas (palmu un kokosriekstu), cukurs u.c. Atkarībā no izmantojamām izejvielām glazūru iedala:

- 1) šokolādes glazūra, kas gatavota no kakao pulvera, sviesta, cukura;
- 2) piena-šokolādes glazūra no kakao pulvera un sausā piena, u.c. piedevām;
- 3) karamelizētā glazūra, kas gatavota no cukura ar sausā piena piedevu;
- 4) augļu-ogu glazūra, kas gatavota no augu eļļām ar aromātvielu un krāsvielu piedevu;
- 5) riekstu glazūra, kas gatavota no sviesta, cukura ar dažādu riekstu piedevu.

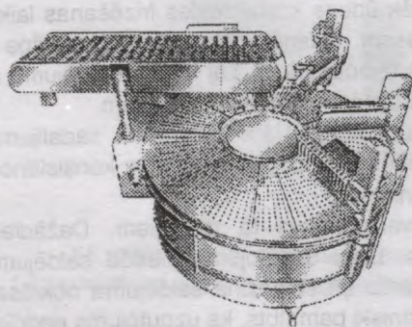
Glazūra nedrīkst saturēt salīpušas cukura un citu piedevu, piemēram, kakao daļiņas.



56. attēls. Saldējuma glazēšanas princips.



57. attēls. Saldējuma glazēšanas veidi.

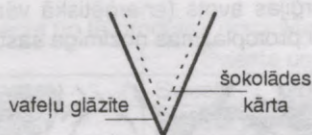


58. attēls. Eskimotipa ģenerators.

**Iepakojšana.** Saldējumu fasē 50, 80 100 vai 250 ml briketēs, vafeļu glāzītēs, kartona glāzītēs, eskimo (skatīt 58.attēlu), polistirola glāzītēs, arī lielākā iesaiņojumā 450 ml, 1 l, 5 l u.c.

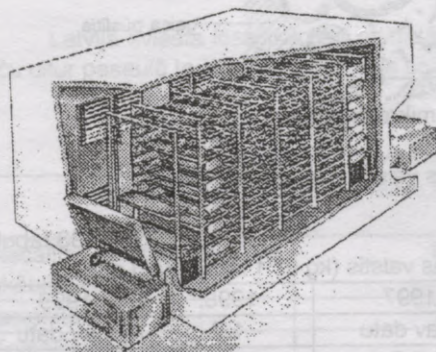
Produkta iesaiņošanas apstākļiem ir liela nozīme tā kvalitātes, garšas un izskata īpašību saglabāšanā. Pildot saldējumu vafeļu konusus, tie uzglabāšanas laikā var zaudēt vafelei raksturīgās īpašības (trauslumu, kraukšķainīgumu).

Šim nolūkam vafeļu konusa iekšpusi izsmidzina ar plānu šokolādes kārtiņu, kas pasargā vafeli no samirkšanas, izskata izmaiņām un glāzītes deformēšanās (59.attēls).



59.attēls. Saldējuma aizsardzība no samirkšanas.

**Nocietināšana.** Pēc frīzēšanas gatavo masu uzreiz iesaiņo un nocietina.



60. attēls. Vertikālā saldējuma nocietināšanas kamera.

Nocietināšanas ilgums ir atkarīgs no saldējuma veida, apkārtējās vides temperatūras un pielietojamās iekārtas veida. Jo ātrāk notiek sasaldēšana, jo sīkākus ledus kristāliņus iespējams iegūt. Nocietināšanā sasalst 75-85% no saldējumā esošā ūdens daudzuma. Pilnīga ūdens sasaldēšana nav iespējama, jo saistītais ūdens cukura un sāļu šķīdumu veidā nav izsaldējams.

Nocietināšanas procesā var veidoties lieli ledus kristāli, levērojot pareizu ražošanas tehnoloģiju, laktozes kristālus saldējumā neļūst.

Ātra saldējuma atdzesēšana var veicināt laktozes kristālu veidošanos, bet temperatūras svārstības nocietināšanas un uzglabāšanas laikā veicina strauju kristālu augšanu, kas veido smilšainu saldējuma konsistenci. Uzskata, ka labas kvalitātes saldējumā laktozes kristālu izmēriem nevajadzētu pārsniegt 25  $\mu\text{m}$ .

**Uzglabāšana.** Nocietināto saldējumu iesaiņo kartona kastēs un uzglabā -12 līdz -25  $^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi = 85-90\%$ . Saldējuma uzglabāšanas laikā palielinās ledus un laktozes kristālu izmēri. Jo augstāka saldējuma uzglabāšanas temperatūra, jo ātrāk notiek kristālu palielināšanās.

Ledus kristālu izmēru palielinājums var būt saistīts ar stabilizētāju un citu saldējuma sastāvdaļu, ūdens saistīšanas spēju samazināšanos. Izdaloties saistītam ūdenim, tas sasalst, veicinot ledus kristālu izmēru palielināšanos.

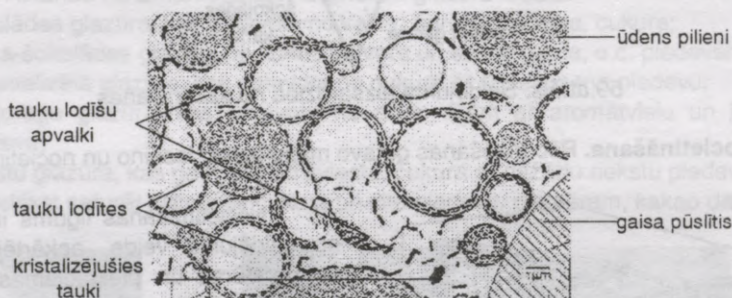
Tehnoloģiskā procesa neievērošana izraisa gatavā produkta kvalitātes novirzes. Biežāk sastopamie saldējuma defekti raksturoti 6.pielikumā.

## 8. SVIESTS

Sviests ir viens no piena tauku produktu veidiem. Citi piena tauku produkti apskatīti atsevišķā nodaļā "Piena tauku produkti".

Sviests ir piena tauku koncentrāts, tas līdztekus taukiem, satur arī fosfatīdus (lecitīnu), olbaltumvielas, minerālvielas, laktozi un vitamīnus.

Sviests ir ne tikai enerģijas avots (enerģētiskā vērtība 7800 kcal/kg), bet ir arī dažādu organisma audu šūnu protoplazmas nozīmīga sastāvdaļa.



61. attēls. Sviesta mikrostruktūra.

Sviesta patēriņš Latvijā un citās Eiropas valstīs parādīts 33. tabulā.

33. tabula

Sviesta patēriņš Latvijā un citās Eiropas valstīs (kg uz 1 iedzīvotāju gadā)

Valsts	1996.	1997.	1998.	1999.
Igaunija	3,7	nav datu	1,7	nav datu
<b>Latvija</b>	<b>2,5</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>2,04</b>
Somija	6,2	5,8	5,9	-
Zviedrija	4,3	6,7	6,0	-
Norvēģija	4,5	4,1	4,1	3,9
Vācija	7,3	7,1	6,8	6,7

Saskaņā ar ES likumdošanu, par sviestu sauc piena produktu ar tauku saturu ne mazāku kā 80 % un ūdens saturu 16 %.

Sviests ir produkts, kas satur tikai un vienīgi piena taukus, citas izcelsmes tauki vai eļļas tajā atrasties nevar.

Sviesta, margarīna un jaukto tauku produktu salīdzinājums dots 34. tabulā.

34. tabula

Sviests, margarīna un jaukto tauku produktu salīdzinājums

Sviests	Jaukto tauku produkti	Margarīns
satur tikai un vienīgi piena taukus (100 %)	minimālais piena tauku saturs 15 %, maksimālais 80 % no kopējā tauku satura produktā	maksimālais piena tauku saturs 3 % no kopējā tauku satura

Sviesta un tā produktu nosaukumi var būt specifiski, atbilstoši nacionālai likumdošanai. Taču tiem jāatbilst arī pasaulē pieņemtām, vispārīgām prasībām, kas parādītas 35. tabulā.

## Sviesta un tā produktu nosaukumi

Tauku saturs, %	Sviesta un tā produktu nosaukumi
80-95	Sviests
>62-<80	Sviesta pasta
60-62	Sviests ar samazinātu tauku saturu
>41-<60	Sviesta pasta ar samazinātu tauku saturu
39-41	Zema tauku saturs sviests
<39	Zema tauku saturs sviesta pasta

Latvijā sviesta klasifikācijas pamatā ir tauku un ūdens saturs (skatīt 36. tabula), taču citur pasaulē to iedala arī pēc sāls saturs: nesālīts, sāļš, ekstra sāļš (37. tabula).

36. tabula

## Latvijā ražotā sviesta fizikāli-ķīmiskie rādītāji

Sviests	Minimālais tauku saturs, %	Maksimālais mitruma saturs, %
Nesālīts (saldkrējuma vai skābkrējuma sviests)	82,5	16,0
Iecienītais	78,0	20,0
Zemnieku vai lauku	72,5	25,0

36. tabula

## Sāls saturs sviestā

Sviesta veids	Sāls saturs, %
Nesālīts sviests	-
Sāļš sviests	1-1,5
Ekstra sāļš	2

Pārstrādes uzņēmumi ražo sviestu arī ar dažādām piedevām (kaņepēm, kakao, zaļumiem, u.c.).

Sviestu ražo ar divām būtiski atšķirīgām metodēm:

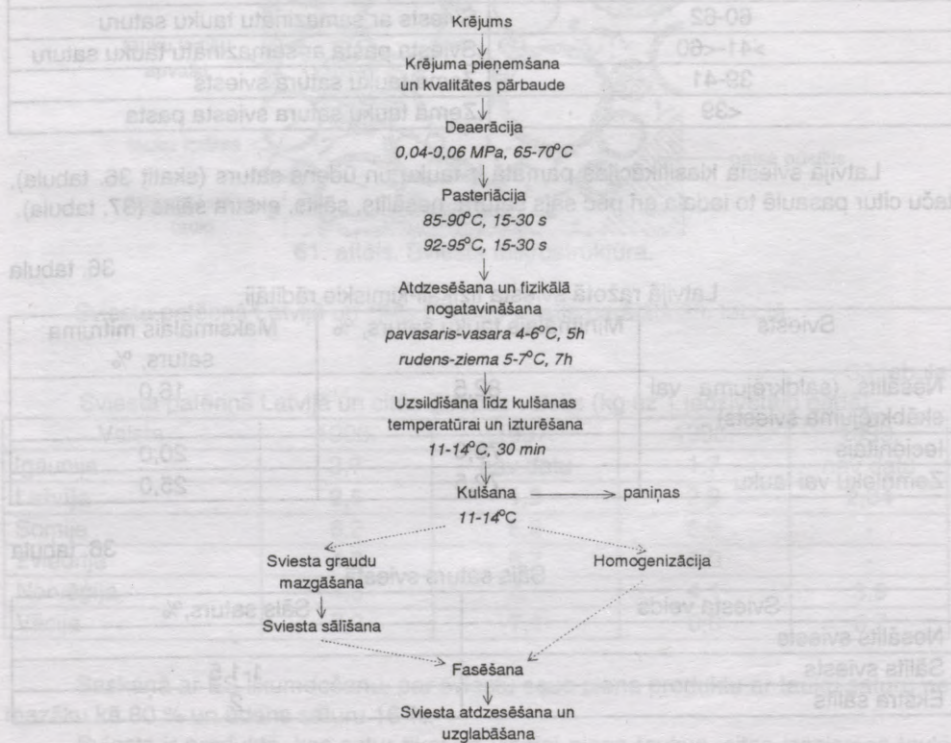
- 1) ar kulšanu periodiskas vai nepārtrauktas darbības sviesta gatavotājos;
- 2) ar plūsmas metodi, apstrādājot pārtaukotu krējumu.

Sviestu var gatavot no salda vai skāba krējuma. 62. attēlā aprakstīta saldkrējuma sviesta ražošanas tehnoloģija ar kulšanas paņēmieni.

Sviesta ražošanā izmanto krējumu ar dažādu tauku saturu. Ražojot sviestu periodiskas darbības sviesta gatavotājos, tauku saturu krējumā ieteicams regulēt 32-37 % robežās, ražojot nepārtrauktas darbības sviesta gatavotājos - 36-50 %. Sviesta ražošanā izmantotajam krējumam jābūt ar tīru, svaigu viegli saldeni garšu un aromātu, bez blakus piegaršām un smaržām, ar viendabīgu, šķidru konsistenci. Sevišķi stingri ir jākontrolē krējuma skābums, jo no tā ir atkarīga olbaltumvielu koagulācija termiskās apstrādes laikā. Krējuma skābums ir atkarīgs no tā tauku saturs. Maksimālais krējuma skābums, kuru var izmantot sviesta ražošanai ir 15 °T. Tā kā pienskābe ir izšķīdusi tikai plazmā (krējuma beztauku daļā), tad svarīgi ir zināt arī plazmas skābumu. Krējuma

plazmas skābumu 33 °T uzskata par kritisku, lai sāktos olbaltumvielu koagulācija pasterizācijas laikā.

Sviesta ražošanā izmanto krējumu, kurā beztauku sausnas saturs ir robežās no 6,4-7,4 %.



62. attēls. Saldkrējuma sviesta ražošanas tehnoloģisko procesu shēma ar raustītu līniju apzīmētas tās tehnoloģiskās operācijas, kuras var neizmantot

**Krējuma pasterizācija.** Izvēloties pasterizācijas temperatūru, ņem vērā ne tikai tās ietekmi uz mikrofloru, bet arī uz fermentiem - lipāzi un peroksidāzi. Abu fermentu pilnīga inaktivācija krējumā notiek tikai 85°C, tāpēc nav pieļaujams to pasterizēt zemākās temperatūrās.

Pasterizācijas temperatūru izvēlas atkarībā no ražojamā sviesta veida, krējuma tauku satura un kvalitātes. Ja krējumam ir barības vai kāda cita nevēlama piegarša, pasterizācijas temperatūru ieteicams vēl papildus paaugstināt. Ražojot saldkrējuma sviestu ar augstāku ūdens saturu, krējuma pasterizācijas temperatūru paaugstina, lai uzlabotu sviesta kvalitāti. Iecienītā sviesta ražošanai pielieto 90-95 °C, lauku - 103-105 °C. Pasterizācijas laikā krējums iegūst specifisku pasterizēta produkta garšu. Augsto temperatūru iedarbībā notiek intensīva melanoidīnu veidošanās, kas veicina izteiktāku sviesta garšas un smaržas veidošanos.

**Atdzesēšana un fizikālā nogatavināšana.** Pēc pasterizācijas krējumu atdzesē līdz temperatūrai, kas zemāka par tauku sacietēšanas temperatūru. Ātra krējuma atdzesēšana kavē palikušās mikrofloras attīstību, veicina pasterizācijas laikā iegūtās garšas un aromāta saglabāšanos.

Lai iegūtu sviestu ar teicamu konsistenci, atdzesēto krējumu pirms kuļšanas iztur noteiktu laiku. Šo izturēšanu sauc par fizikālo nogatavināšanu. Fizikālās nogatavināšanas laikā nocietinās daļa tauku un izmainās tauku lodīšu apvalku fizikāl-ķīmiskās īpašības.

Tauku nocietināšanās pakāpe ir atkarīga no nogatavināšanas temperatūras, ilguma un tauku ķīmiskā sastāva. Piena taukos ir triglicerīdi ar dažādu kušanas un sacietēšanas temperatūru, tāpēc kristalizācijas process norit nevienmērīgi. Sākumā nocietinās grūti šķīstošie triglicerīdi, tad vidēji šķīstošie un pašās beigās viegli šķīstošie. Izveidojas dažādas formas un lieluma kristaliski triglicerīdu agregāti. Kristalizācijas sākumā triglicerīdu molekulas izkārtotas neblīvi, atsevišķi sīkie kristāli ir nestabilā formā ( $\alpha$ -forma). Kristalizācijas rezultātā triglicerīdi sablīvējas un sīkie kristāli apvienojas lielākos, iegūstot plāksnišu un zvaigzņiņu formu. Kristālu nestabilās formas pāriet stabilākās  $\beta$  un  $\beta'$ -formās.

Daļēja tauku nocietināšanās ir nepieciešama, jo pretējā gadījumā kuļšanas laikā nebūs iespējams iegūt sviesta graudus. Optimālā tauku nocietināšanās pakāpe ir 30-35%. Katrai atdzesēšanas temperatūrai un ilgumam atbilst noteikta tauku nocietināšanās pakāpe. Nogatavināšanas laikā nocietinās lielākā tauku daļa, bet vienmēr kāda daļa atrodas šķidrā stāvoklī. Tādējādi nogatavināšanas laikā iestājas brīdis, kad tauku nocietināšanās beidzas un iestājas līdzsvars starp cietiem un šķidriem taukiem.

Nogatavināšanas laikā izmainās arī tauku lodīšu apvalku īpašības. Daļa apvalku sastāvdaļu pāriet plazmā, tie kļūst plānāki, mazāk elastīgi, samazinās mehāniskā izturība, pavājinās saites starp apvalku un taukiem. Tauku kristalizēšanās dēļ lodīte deformējas. Bojājas apvalki, tajos parādās plaisas, daļa šķidro tauku izplūst lodītes virspusē. Tauku lodītes nogatavināšanas laikā sāk salipt, veidojot piciņas. Šo procesu veicina lodīšu apvalku izmaiņas un izdalījušies šķidrie tauki.

Nogatavināšanas procesā uzbrīst krējumā esošās olbaltumvielas. Palielinās krējuma viskozitāte, kas saistīta ar tauku nocietināšanos un olbaltumvielu uzbrīšanu.

Fizikālās nogatavināšanas režīmus ietekmē krējuma tauku ķīmiskais sastāvs (atkarīgs no gadalaika), tauku lodīšu lielums, ražotā sviesta veids u.c (38. tabula). Lai iegūtu labas konsistences sviestu, nepieciešams, lai sacietējušos taukos attiecības starp viegli un grūti šķīstošo triglicerīdu grupām būtu 2 : 1.

38. tabula

Krējuma fizikālās nogatavināšanas režīmi

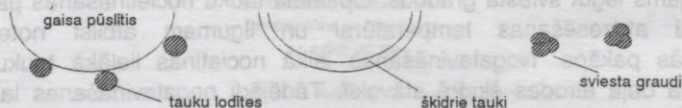
Gadalaiks	Temperatūra, °C	Izturēšanas ilgums, h
Pavasaris-vasara	4-6	ne mazāk kā 5
Rudens-ziema	5-7	ne mazāk kā 7

Izvēloties nogatavināšanas režīmus, jāņem vērā, ka temperatūra var paaugstināties vēl par 1-2 °C. Tas saistīts ar slēptā kristalizācijas siltuma izdalīšanos.

Pareizi izvēlēts nogatavināšanas režīms samazina tauku zudumus ar paniņām.

Krējumu līdz kulšanas temperatūrai (11-13 °C) uzsilda krējuma nogatavināšanas tvertnēs. Uzsildīšanas ātrums 6-8 °C/stundā. Lai atjaunotu līdzsvaru starp šķidrām un cietām taukiem krējumā, to pirms kulšanas papildus iztur 30 min. Lai kulšanas laikā uzturētu vajadzīgo temperatūru, kulšanas cilindra apvalkā nepieciešamības gadījumā ievada siltu vai aukstu ūdeni.

**Krējuma kulšana.** Krējuma sakulšana sviestā ir ļoti sarežģīts koloidāli-ķīmisks un fizikāli-mehānisks process. Ir vairākas teorijas, kas izskaidro sviesta graudu veidošanos kulšanas laikā: hidrodinamiskā, kavitācijas, koloidāli-ķīmiskā, flotācijas u.c. Atšķirības starp teorijām skaidrojamas ar to, ka sviesta veidošanās process atkarīgs no vairākiem faktoriem. Atkarībā no tā, kurus faktorus uzskata par primāriem, katra teorija pa savam izskaidro šo procesu. Saskaņā ar flotācijas teoriju, tauku lodīšu veidošanās notiek uz gaisa pūslīšu virsmas. Kulšanas laikā krējumā tiek iekalts gaiss un veidojas gaisa pūslīši. Krējumā esošām olbaltumvielām ir virsmaktīvu vielu īpašības, tās veido adsorbcijas kārtiņu uz gaisa pūslīšu virsmas, traucējot gaisa pūslīšu ātru sagraušānu. Pirmajās 5-10 min iekaltā gaisa daudzums sasniedz līdz 90% no krējuma tilpuma. Tauku lodītes ar daļēji nocietinātiem taukiem pāriet uz gaisa pūslīšu virsmas, kur tās tālāk tiek ievilkas gaisa pūslīti iekšā. Šo procesu tad sauc par flotāciju.



63. attēls. Flotācijas būtība.

Lodītes satuvinoties apvienojas nelielos agregātos, jo tā tauku lodīšu virsmas daļa, kas atrodas gaisa pūslīšu iekšienē ir zaudējusi apvalciņus. Daļa gaisa pūslīšu tiek sagrauta un kulšanas tālākā gaitā sīkie lodīšu agregāti salīp lielākos. Kulšanas beigās putas tiek sagrautas un izveidojas lielas tauku pīciņas - sviesta graudi. Flotācijas teorija labi izskaidro sviesta graudu veidošanos periodiskas darbības sviesta gatavotājos. Nepārtrauktas darbības sviesta gatavotājos piemērotāka ir hidrodinamiskā teorija. Saskaņā ar šo teoriju tauku lodīšu tuvināšanās un tauku koncentrēšanās kulšanas laikā notiek virpuļu ietekmē. Virpuļi darbojas līdzīgi mazām centrifūgām: krējuma plazma kā smagākā tiek atsviesta uz virpuļu perifēriju, bet tauku lodītes - uz centru. Mehāniskās saspiešanas rezultātā tauku lodīšu apvalki tiek sagrauti, atbrīvojušies tauki veido sviesta graudus. Krējuma kulšanu ietekmē vairāki faktori:

1) sviesta gatavotāja piepildīšanas pakāpe:

vislabāk krējums saukals, ja sviesta gatavotājs piepildīts ar krējumu 40-50% apmērā no tilpuma. Novirzes uz vienu vai otru pusi palielina tauku zudumus ar paniņām. Ja krējums iepildīts par daudz, samazinās krējuma krišanas augstums, mazāk veidojas putas un rezultātā kulšana palēninās vai krējums nemaz nesakuļas sviestā. Samazinoties gatavotāja piepildījuma pakāpei, kulšana paātrinās un ievērojama daļa sīko tauku lodīšu nepagūst veidot agregātus un paliek paniņās;

2) krējuma tauku saturs:

palielinoties krējuma tauku saturam, paātrinās sviesta graudu veidošanās. Krējumam ar paaugstinātu tauku saturu ir lielāka viskozitāte, tādēļ jāsamazina gatavotāja griešanās ātrums, lai krējums pagūtu atrauties no kūlēja sienām;

3) tauku nocietināšanās pakāpe:

ja krējums ir labi nogatavināts, tauku izmantošanas pakāpe ir augstāka un samazinās tauku zudumi ar paniņām. Kuļot nepietiekami nogatavinātu krējumu, ievērojama tauku lodīšu daļa paliek paniņās. Šajā gadījumā sviesta graudiem ir mīksta konsistence, apstrādes laikā slikti atdalās paniņas un paliek sviestā lielu pilienu veidā. Tāds sviests ātri bojājas. Pārgatavinātam krējumam (pārāk liela tauku nocietināšanās pakāpe) ir paaugstināta viskozitāte, kulšanas laikā veidojas putas ar sīkiem izturīgiem pūslīšiem un kulšana palēninās. Šķidro tauku ir maz, tas kavē picīņu veidošanos, sviesta graudi izveidojas cieti, mitrums tādā sviestā grūti iestrādājams;

4) krējuma skābums:

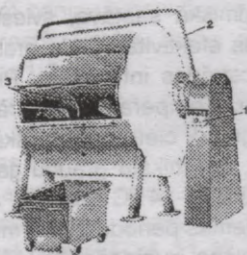
Saraudzēts krējums saukuļas sviestā ātrāk un ir mazāki tauku zudumi ar paniņām. Raudzējot krējumu samazinās tā pH, kas tuvojas izoelektriskajam punktam, bet nesasniedz to. Samazinoties olbaltumvielu hidratācijas pakāpei, samazinās elektriskā lādiņa lielums. Tas samazina adsorbcijas saites starp taukiem un apvalku. Rezultātā kulšanas laikā apvalciņi tiek ātrāk sagrauti. Ja krējuma skābums pārsniedz noteikto lielumu, tauku izmantošanas pakāpe samazinās un kulšana palēninās.

5) kulšanas temperatūra:

viens no galvenajiem faktoriem, kas nosaka kulšanas ilgumu, tauku pāreju paniņās un sviesta konsistenci, ir temperatūra. Temperatūru izvēlas atkarībā no krējuma ķīmiskā sastāva, fizikālās nogatavināšanas pakāpes un sviesta gatavotāja konstrukcijas. Kulšanas temperatūru ietekmē arī sviesta graudu konsistence. Paaugstinot kulšanas temperatūru, samazinās šķidro tauku daudzums, paātrinās kulšana, palielinās tauku pāreja paniņās un iegūst mīkstākus sviesta graudus. Pazeminot temperatūru, kulšana palēninās, samazinās tauku pāreja paniņās un iegūst cietākus sviesta graudus.

Krējuma kulšanu var veikt periodiskas un nepārtrauktas darbības sviesta kūlējos. Tālāk apskatītas abas iespējas.

**Sviesta ražošanas periodiskas darbības sviesta gatavotājos.** Sviesta ražošanas uzņēmumos izmanto dažādas konstrukcijas metāliskus sviesta gatavotājus.



62.attēls. Periodiskas darbības sviesta gatavotājs.

1- statne, 2- kulmuca

Iekārtu pirms darba sākuma apstrādā ar karstu un aukstu ūdeni. Šim nolūkam gatavotāju 10-15 % no tā tilpuma piepilda ar ūdeni (70-80 °C) un 1-2 min griež ar kulšanas ātrumu. Izveidojušos tvaiku izlaiž ik pēc 1-2 apgriezieniem. Silto ūdeni nolej un piepilda gatavotāju ar aukstu ūdeni līdz 30-40 % no tilpuma. Ūdens temperatūrai jābūt par 2-3 °C zemākai nekā kulšanas temperatūrai.

Ūdeni nolej 5 min pirms krējuma iepildīšanas. Krējumu uz gatavotāju padod ar paštecī kulšanas sākumā sviesta kūlēju apstādina 1-2 reizes, lai aizvadītu radušās gāzes. Krējumu kuļ līdz iegūst 3-5 mm lielus sviesta graudus. Kulšanas ilgums 50-60 min. Samazinot šo laiku, iegūst pārāk mīkstus sviesta graudus, vairāk tauku pāriet paniņās. Palielinot kulšanas laiku var veidoties drupenas konsistences sviesta graudi.

Ja krējumam ir mazs tauku saturs, veido mazākus graudus un kulšanu beidz ātrāk. Krējumu ar paaugstinātu tauku saturu kuļ ilgāk, lai iegūtu lielākus graudus.

Tas ļauj samazināt tauku zudumus ar paniņām. Jāņem vērā, ka no ļoti maziem un lieliem sviesta graudiem grūti novadīt paniņas. Pirmajā gadījumā cēlonis ir lielā graudu kopējā virsma, otrā - lielais graudos ieslēgtā mitruma saturs.

Plazmas sadalījuma raksturs ir atkarīgs no sviesta graudu lieluma. Lieliem graudiem maz paniņu ir uz virsmas, lielākā to daļa ieslēgta graudos sīku pilienu veidā, bet mazajiem tieši pretēji.

Kulšanas gaitas novērtēšanā svarīgs faktors ir tauku izmantošanās pakāpe. Tā rāda, kāda daļa krējuma tauku pāriet sviestā. Tauku izmantošanās pakāpe ir atkarīga no tauku daudzuma, tauku lodīšu izmēriem, sviesta kulšanas apstākļiem. Tauku izmantošanās pakāpe nedrīkst būt mazāka par 99,3 %. Tauku saturs paniņās pieļaujams 0,3-0,7 %, ja tauku saturs ir lielāks, paniņas separē un iegūto krējumu kuļ kopā ar parasto krējumu. Pēc sviesta graudu iegūšanas paniņas novada caur sietu.

Tālāk seko **sviesta graudu apstrāde**. To veic, lai no sviesta graudiem iegūtu monolītu masu ar vienmērīgi sadalītu mitrumu. Mitruma sadalījuma vienmērīgums un pilienu lielums, kā arī gaisa daudzums sviestā ir atkarīgs no sviesta apstrādes intensitātes.

Apstrādes veids un intensitāte savukārt ietekmē sviesta izturību uzglabāšanas laikā. Sviesta gatavotajos produkts ir pakļauts triecieniem, kritot tam no rotējošā aparāta sienām. Tādējādi sviests tiek gan maisīts, gan presēts. Apstrādes procesu var nosacīti iedalīt 3 stadijās:

- 1) sviesta graudi apvienojas irdenā slānī un notiek brīvā mitruma izdalīšanās, tā saturs sviestā samazinās līdz 11-14%. Brīdi, kas atbilst minimālajam mitruma saturam sauc par kritisko mitrumu. Apstrādes tālākā gaitā sviests paliek mīksts un spēj saistīt mitrumu;
- 2) ūdens saturs sviestā sāk pieaugt, vienlaicīgi notiekot diviem procesiem - ūdens izdalīšanai un mitruma iestrādāšanai sviestā. Sākumā ir līdzsvars starp abiem procesiem, vēlāk dominē otrais;
- 3) ievērojami palielinās sviesta mitruma saistīšanas spējas, palielinās ūdens iestrāde.

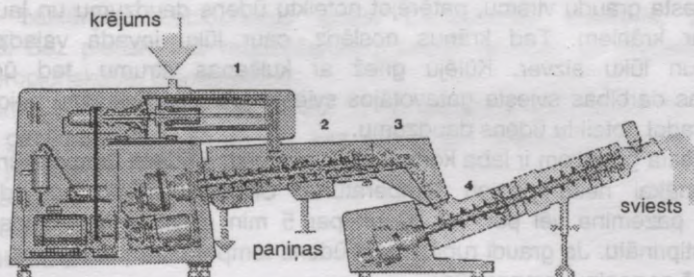
Katras stadijas ilgums ir atkarīgs no tauku ķīmiskā sastāva, sviesta graudu konsistences, temperatūras un mehāniskās iedarbības efektivitātes. Ja graudi mīksti, tiem ir lielākas spējas saistīt mitrumu, samazinās apstrādes intensitāte. Paaugstinot temperatūru, palielinās sviesta spēja saistīt mitrumu. Temperatūru apstrādes laikā regulē, aprasinot sviesta gatavotāju no ārpuses. Ja graudi cieti, pēc kritiskā mitruma sasniegšanas gatavotāju aprasina ar 18-22 °C ūdeni, bet mīkstu graudu gadījumā ar aukstu ūdeni. Sviesta apstrādes laikā uztur temperatūru 11-14 °C robežās. Apstrādes ilgums pavasara-vasaras periodā 15-25 min, rudens-ziemas periodā 25-50 min. Pirmās 5-8 min strādā ar noslēgtiem krāniem, pēc monolīta slāņa izveidošanās krānus atver, lai brīvais ūdens notecētu. Sasniedzot kritisko mitrumu, sviesta kūlēju apstādina, atver

lūku un noņem paraugu ūdens satūra noteikšanai. Pēc analīzes rezultāta, aprēķina nepieciešamo pievienojamā ūdens daudzumu, ūdens vietā var pievienot paniņas.

Dažos sviesta gatavotājos paredzēta sviesta apstrāde vakuumā. Tādā gadījumā pēc paniņu aizvadīšanas krānus vai lūku aizver un ieslēdz vakuumsūkni. Pēc vajadzīgā retinājuma sasniegšanas sūkni atslēdz un iedarbina gatavotāju. Apstrādā tik ilgi līdz sviesta virsma un gatavotāja sienas "sausas". Labi apstrādāta sviesta virsma matēta, izskatās sausa. Gatavo sviestu caur lūku izkrauj ratiņos vai speciālā vannā, kur atrodas gliemežtransportieris. Ar tā palīdzību sviestu padod uz iesaiņošanu.

#### Sviesta ražošanas nepārtrauktas darbības sviesta gatavotājos.

Nepārtrauktas darbības iekārtas ir dažādas konstrukcijas un ar atšķirīgu ražību.



63.attēls. Nepārtrauktas darbības sviesta gatavotājs.

1-kulšanas cilindrs, 2, 3-apstrādes cilindrs, 4-teksturātors

Iekārtas pirms darba sākuma apstrādā ar šķidrumu, kas samazina sviesta pielipšanu iekārtu sienām. Iekārtas atdzesē, 10-15 min laikā pievadot 8-14 °C ūdeni, kuru pirms krējuma padošanas aizvada prom.

Krējumu padod uz cilindru, kurā atrodas rotējošs maisītājs. Krējums tiek kults un dažu sekunžu laikā izveidojas sviesta graudi. Graudi kopā ar paniņām tālāk nokļūst apstrādes cilindrā. Te atdala paniņas, bet graudi abiem gliemežiem rotējot pretējos virzienos, tiek sapresēti un izdalās paniņas. Izejot caur visiem apstrādes cilindru posmiem, izveidojas sviesta masa ar sīki disperģētām mitruma daļiņām.

Ūdens saturu sviestā regulē, mainot maisītāja un apstrādes gliemeža griešanās ātrumu, temperatūru, ievadāmā krējuma daudzumu un paniņu līmeni apstrādes cilindra pirmajā kamerā. Izmainot paniņu līmeni par 2cm, ūdens saturs var mainīties par 0,1 %. Paaugstinot paniņu līmeni ilgāka ir paniņu un sviesta saskare un ūdens pa kapilāriem nokļūst sviestā. Paniņu līmeni regulē ar sifonu palīdzību, lai gliemeži būtu iegrimuši paniņās par 1-2 cm.

Lai paaugstinātu mitruma saturu sviestā par 2 %, izmanto speciālus sūkņus dozatorus. Kulšanas rezultātā sviesta graudu un paniņu temperatūra paaugstinās par 3-4 °C. Tas var traucēt sviesta graudu apstrādes procesu un iesaiņošanu. Lai no tā izvairītos, apstrādes cilindra apvalkā pievada ledus ūdeni. Sviesta graudu temperatūra ietekmē apstrādes efektivitāti un iegūtā sviesta īpašības. Apstrādājot graudus temperatūrā zemākā kā 11-13 °C, var iegūt sviestu ar tauku piegaršu, paaugstinot temperatūru (virs 13 °C) var izraisīt aparāta aizlipšanu. Pavasara-vasaras periodā sviesta temperatūrai tūlīt pēc izgatavošanas jābūt 12-15 °C, rudens-ziemas 13-16 °C.

Nepārtrauktas darbības sviesta gatavotajos sviestam ir paaugstināts gaisa saturs. Lai to samazinātu, apstrādes cilindru vairāk piepilda ar produktu un uztur paaugstinātu paniņu līmeni gliemežtransportiera 1.kamerā.

**Sviesta graudu skalošana.** Ražojot saldkrējuma sviestu (ūdens saturs 16%) un ievērojot tehnoloģijas un sanitārijas prasības, sviesta graudus skalot nevajag. Neskalotos graudos ir vairāk beztauku sausnas un tiem ir izteiktāka garša un aromāts.

Ja krējumam jūtama kāda nevēlama garša, sviesta graudi obligāti jāskalo. Skalošanas biežums ir atkarīgs no piegaršas intensitātes. Ūdens daudzumu katrai skalošanas reizei ņem 50-60 % no krējuma daudzuma. Izmantotajam ūdenim jāatbilst dzeramā ūdens prasībām.

Periodiskas darbības sviesta gatavotajos graudu skalošanu veic šādi. Vienmērīgi aprasina sviesta graudu virsmu, patērējot noteiktu ūdens daudzumu un ļaujot ūdenim notecēt caur krāniem. Tad krānus noslēdz, caur lūku ievada vajadzīgo ūdens daudzumu un lūku aizver. Kūlēju griež ar kulšanas ātrumu, tad ūdeni nolej. Nepārtrauktas darbības sviesta gatavotajos sviesta graudu skalošanu veic apstrādes cilindrā, pievadot noteiktu ūdens daudzumu.

Ja sviesta graudiem ir laba konsistence, skalojamā ūdens temperatūrai jābūt par 1-2 °C zemākai nekā paniņu temperatūrai. Skalojot mīkstus graudus, ūdens temperatūru pazemina vēl par 1-2 °C un par 5 min palielina izturēšanas laiku, lai graudus nostiprinātu. Ja graudi rupji, irdeni ūdens temperatūru paaugstina par 1-2 °C, salīdzinājumā ar paniņu temperatūru.

**Sāļšana.** Latvija ražo galvenokārt nesāļītu sviestu, taču attīstoties eksportam var būt nepieciešamība (pieprasījums) arī pēc sāļīta sviesta. Sviesta sāļīšanai izmanto "Ekstra" šķiras sāli, kurā NaCl saturs nav mazāks kā 99,2 %. Sāli pievieno sviesta graudiem sausā vai sāls šķīduma veidā. Lai noteiktu sāļīšanai nepieciešamo sāls daudzumu, to aprēķina pēc formulām. Sāļīšanai ar sāls šķīdumu ir vairākas priekšrocības: sāls šķīdumu ir ērti pasterizēt un filtrēt; sālot ar sāls šķīdumu nav novērojami tādi defekti kā raibs sviests vai nepietiekami izkusis sāls; vieglāk sviestā iestrādāt ūdeni, jo sālot ar sausu sāli, sāls kristāli ap sevi koncentrē ūdeni, radot tādu defektu kā neiestrādāts ūdens, lielas ūdens piles sviesta griezumā vietās.

**Homogenizācija.** Sviesta konsistences uzlabošanai un ūdens vienmērīgi dispersijai sviestā, to homogenizē speciālās iekārtās. Homogenizācijas režīmi 11-13 °C. Apstrādes laikā sviesta temperatūra vēl paaugstinās par 1-2 °C.

**Sviesta iesaiņošana.** Sviestu iesaiņo transporta tarā vai patērētāja tarā. Sviestu transporta tarā iesaiņo monolītā kartona kastē ar neto 20,0±0,03 kg vai 25,0±0,05 kg. Pirms iesaiņošanas kastes izklāj ar pergamentu, foliju, polimēra plēvi vai citu pārtikas produktu iesaiņošanai atļautu materiālu. Sviests transportarā jāiesaiņo blīvi, nedrīkst atstāt tukšumus sviesta monolītā, kā arī starp sviestu un kastes sienām. Pēc iepildīšanas un nosvēršanas sviesta virsmu nolīdzina un noslēdz ar pergamentu vai citu piemērotu materiālu.

Patērētāja tarā sviestu fasē pergamentā, folijā vai polimēra materiālos ar neto 15, 100, 200, 250 g vai citādi. Sviestu, fasētu patērētāja tarā, tālāk iesaiņo kartona kastēs.

**Sviesta uzglabāšana.** Atkarībā no iesaiņojuma veida sviestu uzglabā temperatūrās, kas nepārsniedz 5 °C. Nosūtot uz saldētavām, tā temperatūra nedrīkst pārsniegt 10°C. Uzglabāšanas ilgums saldētavās kastēs fasētam sviestam ir atkarīgs

no temperatūras (laiku skaita no ražošanas dienas). Sviesta kvalitāti pārbauda tā uzglabāšanas laikā un dod slēdzienu par sviesta uzglabāšanas termiņa paildzināšanu.

Tehnoloģiskā procesa neievērošana izraisa gatavā produkta kvalitātes novirzes. Biežāk sastopamie sviesta defekti raksturoti 7.pielikumā.

### 8.1. Skābkrējuma sviesta gatavošana

Skābkrējuma sviesta ražošana no saldkrējuma sviesta ražošanas galvenokārt atšķiras ar raudzēšanas procesu. Skābkrējuma sviesta ražošanas tehnoloģisko procesu shēma dota 66. attēlā.

**Krējuma raudzēšanai** izmanto homofermentatīvās un heterofermentatīvās pienskābes baktērijas: *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis*. Bez pienskābes raudzēšanas procesā veidojas arī diacetils, acetoīns, etiķskābe, propionskābe, dzintarskābe.

Krējumu ieteicams raudzēt 16-20 °C temperatūrā līdz 35-55 °T skābumam. Atsevišķos gadījumos līdz 56-60 °T, kas atbilst pH 4,8-5,0. Krējuma raudzēšanā iespējami 3 paņēmieni:

- 1) ilgstošais;
- 2) īslaicīgais;
- 3) netiešais.

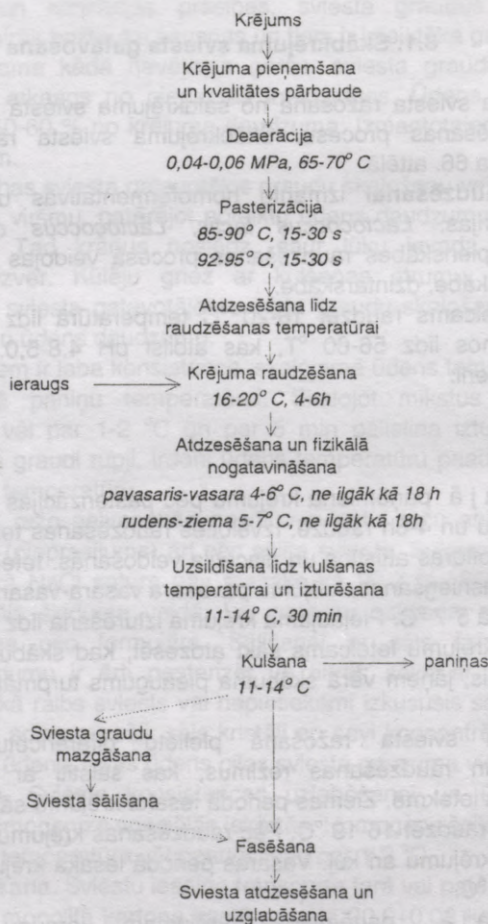
Ilgstošajā paņēmienā krējumu pēc pastērizācijas ātri atdzesē līdz 16-20 °C, pievieno ieraugu un 4-6h raudzē. Izvēloties raudzēšanas temperatūru, jāņem vērā arī nevēlamās mikrofloras attīstība un diacetila veidošanās. Ieteicamā ir 18-19 °C. Pēc vēlamā skābuma sasniegšanas, krējumu pavasara vasara-vasaras periodā atdzesē līdz 4-6 °C, rudenī-ziemā 5-7 °C. Pieļaujama krējuma izturēšana līdz nākamai dienai, bet ne ilgāk kā 15-17 h. Krējumu ieteicams sākt atdzesēt, kad skābums ir 8-10 °T zemāks nekā nepieciešamais, jāņem vērā skābuma pieaugums turpmākos krējuma apstrādes procesos.

Skābkrējuma sviesta ražošanā pielieto diferencētus krējuma fizikālās nogatavināšanas un raudzēšanas režīmus, kas saistīti ar piena tauku sastāva izmaiņām gadalaika ietekmē. Ziemas periodā iesaka krējumu sākotnēji nogatavināt 5-7 °C un tikai pēc tam raudzēt 16-19 °C. Pēc raudzēšanas krējumu atdzesē līdz 11-13 °C temperatūrai, kurā krējumu arī kuļ. Vasaras periodā iesaka krējumu raudzēt 16-20 °C, tad nogatavināt 4-6 °C.

Īslaicīgajā paņēmienā, krējumam ieraugu pievieno fizikālās nogatavināšanas procesa beigās (30 min pirms kuļšanas) tādā daudzumā, lai uzreiz iegūtu nepieciešamo krējuma plazmas skābumu. Tālākā procesa shēma ir tāda pati kā saldkrējuma sviesta ražošanā.

Skābkrējuma sviesta ražošanā izmanto arī netiešo raudzēšanas paņēmieni. Gatavojot sviestu ar šo paņēmieni, paniņu skābums nepārsniedz 20 °T. Ierauga pievienošana notiek sviesta graudiem pēc paniņu novadišanas. Šajā gadījumā nepieciešams augstvērtīgs pienskābes baktēriju koncentrāts. Lai iegūtu sviestam izteiktu garšu un aromātu, to pēc izgatavošanas papildus iztur 2 - 3 diennaktis 8-10 °C, izteiktāku sensoro īpašību izveidošanai.

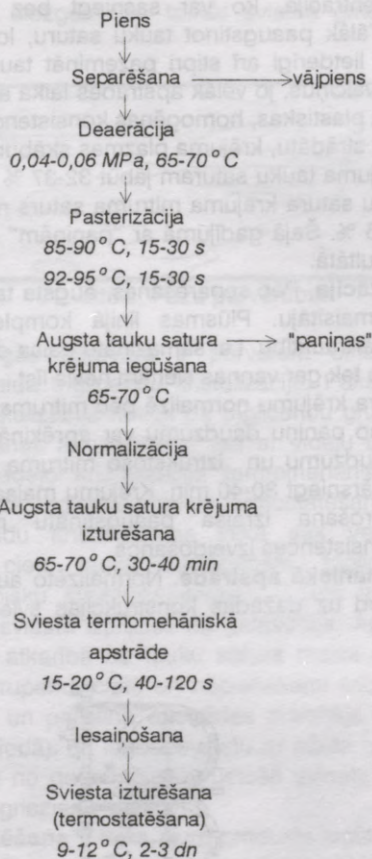
**Skalošana.** Ražojot skābkrējuma sviestu - graudus neskalot, lai iegūtu sviestu ar izteiktāku garšu un aromātu. Ja ir nepieciešams skalot, tad ūdens daudzumam jābūt 15-20 % no krējuma tilpuma.



66. attēls. Skābkrējuma sviesta ražošanas tehnoloģisko procesu shēma ar raustītu līniju apzīmētas tās tehnoloģiskās operācijas, kuras var tikt neizmantotas

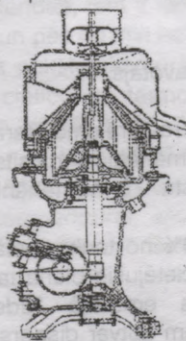
## 8.2. Sviesta ražošana ar plūsmas metodi

Ražojot sviestu ar plūsmas metodi, produktam atbilstošu tauku saturu sasniedz bez krējuma kuļšanas. Krējumu atkārtoti separē speciālos separātoros, iegūstot augsta tauku satura krējumu (ATS), kura tauku saturs tāds pats kā sviestam. Tālāk seko šī krējuma dzesēšana un mehāniskā apstrāde, kuras rezultātā tas pārveidojas sviestā.



67. attēls. Sviesta ražošanas ar plūsmas metodi tehnoloģisko procesu shēma.

**Augsta tauku satura krējuma iegūšana.** Augsta tauku satura krējumu var iegūt uzreiz separējot pienu. Tam nolūkam nepieciešama augstāzīga iekārta.



68. attēls. Separators augsta tauku satura krējuma iegūšanai.

Biežāk pielieto krējuma divkāršo separēšanu. Krējuma temperatūrai pirms separēšanas jābūt 65-70°C. Augstās separēšanas temperatūras dēļ, tauki lodītes ir šķidrā stāvoklī, bet apvalka olbaltumvielas maksimāli hidratētas. Augsta tauku satura krējumā lodītes maksimāli tuvojas viena otrai, bet apvalki saglabājas. Tomēr, beržoties vienai gar otru, tauku lodītes zaudē daļu apvalciņu, tie kļūst plānāki, samazinās to izturība. Kritiskais apvalku biezums, kad saglabājas tauku emulsijas stabilitāte ir 40 nm.

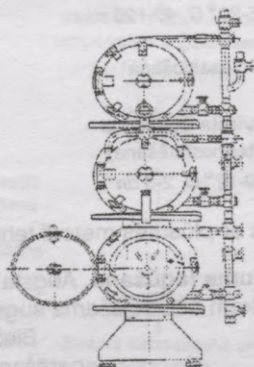
Max tauku koncentrācija, ko var sasniegt bez ievērojamas tauku lodīšu deformācijas ir 83.5%. Tālāk paaugstinot tauku saturu, lodītes zaudē apvalciņus un izdalās brīvie tauki. Nav lietderīgi arī stipri pazemināt tauku saturu. Svarīgi ir pilnīgi saglabāt tauku lodīšu apvalciņus, jo vēlāk apstrādes laikā apvalciņi limitē tauku kristālu lielumu un veicina sviesta plastiskas, homogēnas konsistences izveidošanos.

Lai separātors labi strādātu, krējuma plazmas skābums nedrīkst pārsniegt 25 °T, separātorā ievadāmā krējuma tauku saturam jābūt 32-37 % robežās. Separātorā ražību regulē tā, lai augsta tauku satura krējuma mitruma saturs nepārsniegtu 15-15.2 %, bet "paniņu" tauku saturs 0.5 %. Šajā gadījumā ar "paniņām" domāts vājiens, ko iegūst krējuma separēšanas rezultātā.

**Krējuma normalizācija.** Pēc separēšanas, augsta tauku satura krējumu iepilda dubultsienu vannā ar maisītāju. Plūsmas līnijā komplektē vairākas vannas, lai nodrošinātu procesu nepārtrauktību. Lai samazinātu gaisa daudzumu krējumā, izmanto speciālas teknes, krējums tek gar vannas sienām nevis list.

Augsta tauku satura krējumu normalizē pēc mitruma satura, izmantojot paniņas vai vājienu. Pievienojamo paniņu daudzumu var aprēķināt, zinot normalizētā augsta tauku satura krējuma daudzumu un iztrūkstošo mitruma saturu. Krējuma atrašanās ilgums vannās nedrīkst pārsniegt 30-40 min. Krējumu maisa 2-3 min ik pēc 10-15 min. Šo norādījumu neievērošana izraisa paaugstinātu mitruma izvaikošanu un neviendabīgas sviesta konsistences izveidošanos.

**Sviesta termomehāniskā apstrāde.** Normalizēto augsta tauku satura krējumu ar sūkņa palīdzību padod uz dažādas konstrukcijas sviesta gatavotājiem: plāksņu, cilindrisko, u.c.

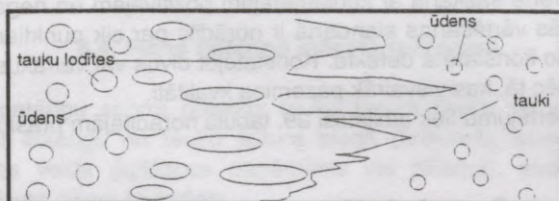


67.attēls. Cilindriskais sviesta gatavotājs.

Sviesta gatavotājos notiek augsta tauku satura krējuma termomehāniskā apstrāde, kuras laikā krējums vienlaicīgi tiek dzesēts un mehāniski maisīts. Tā rezultātā augsta tauku satura krējuma struktūra pārveidojas sviestā. Termomehāniskā apstrāde paātrina triglicerīdu kristalizāciju tauku iekšienē.

Mehāniskās apstrādes sākumā tiek sarauti 60-80% no tauku lodīšu apvalkiem, beigās 94-98%. Tā rezultātā no lodītēm atbrīvojas nesacietējušie piēna tauki un notiek fāzu pārvērtības. Emulsija "tauki ūdenī" pārvēršas emulsijā "ūdens taukos". Pārvēršanās laikā dispersā fāze (tauki) izstiepjās, pēc tam aptver disperso vidi (ūdeni) un ūdens kļūst par disperso fāzi, bet tauki par disperso vidi. Fāžu pārvērtību rezultātā iegūst nepārtrauktu šķidro tauku fāzi, kurā ieslēgti plazmas pilieni un triglicerīdu kristāli.

Fāžu pārvēršanās notiek diezgan ātri, tomēr sviesta gatavotājā ir gan tiešā, gan pārvērstā emulsija.



70. attēls. Fāžu pārvērtības.

Tikai procesa beigās pārsvarā ir pārvērstā emulsija. Vienlaicīgi ar fāžu pārvērtībām notiek masveida triglicerīdu kristalizācija. Pakāpeniski atdzesējot augsta tauku satura krējumu, kristalizācija notiek pa triglicerīdu grupām: sākumā kristalizējas triglicerīdi ar augstu kušanas temperatūru, tad ar vidēju un pašās beigās ar zemu kušanas temperatūru. Pēdējo kristalizācija termomehāniskās apstrādes laikā nav nozīmīga, tā beidzas sviesta uzglabāšanas un termostatēšanas laikā.

Masveida triglicerīdu kristalizācijas laikā sāk veidoties sviesta struktūra. Izveidojoties noteiktam cieto tauku daudzumam, triglicerīdu kristāli savstarpēji iedarbojas un veido telpisku struktūru-karkasu. Galīgā struktūras izveidošanās un noblīvēšanās notiek pēc sviesta izplūdes no gatavotāja. Apstrādes laikā krējumu ātri atdzesē līdz 15-20°C un atkarībā no tauku satura maisa 40-120 sek. Piemēram, ja iegūst sviestu ar pārāk drupenu, cietu un nepietiekami saistītu konsistenci, pazemina dzesēšanas temperatūru un palielina apstrādes maisītāja apgriezienu skaitu (sevišķi nepieciešams rudens periodā). Ja iegūst sviestu ar pārāk mīkstu konsistenci un zemu termoizturību, paaugstina no gatavotāja izplūstošā sviesta temperatūru un samazina apstrādājamo maisītāja apgriezienu skaitu.

**Sviesta termostatēšana** ir laiks, kurā produkts iegūst nepieciešamo konsistenci. Tieši termostatēšanas režīms ievērojami ietekmē sviesta struktūras un konsistences veidošanos. Viegli šķīstošo glicerīdu izbeidzas sviesta termostatēšanas un uzglabāšanas laikā. Termostatēšanas laikā beidzas arī fāžu pārvērtības. Piena tauku fāžu pārvērtības pēc sviesta izplūšanas no gatavotāja notiek ļoti strauji. Šis process ilgst 2,5-3 stundas, tam ir lēcienveida raksturs. Sevišķi strauji tas norit pirmajās 5 min, tad norimst un pēc 40 min no jauna paātrinās uz 20-30 min, tad atkal lēni. Pirms sviesta ievietošanas aukstumkamerā, to 2-3 diennaktis iztur 9-12 °C. Šai laikā sviests iegūst pietiekamu cietību un termoizturību. Lai uzlabotu pārāk mīksta sviesta konsistenci, ieteicams to izturēt 5 °C 5 dienas, sviesta izturēšana -10 līdz -15 °C veicina tā atdzesēšanu un fāžu pārvērtības krasi palēninās. Veidojas jauni kristalizācijas centri, notiek arī pārkristalizēšanās un veidojas rupji kristāli. Šādam sviestam sasilstot līdz lietošanas temperatūrai, sīkie kristāli un kristālu virskārta izkūst un tā konsistence, struktūra ir tuva tikko ražotam sviestam.

### 8.3. Sviesta novērtēšana

Sviesta vērtēšanu veic saskaņā ar nozares standarta LPCS 2:2000 "Piena produktu sensorā novērtēšana ar punktu metodi" prasībām.

Katru sviesta sensoro rādītāju (izskats, garša, smarža, konsistence) novērtē atsevišķi pēc 5 punktu sistēmas.

Sviestu novērtē saskaņā ar konstatētajām pozitīvajām un negatīvajām kvalitātes pazīmēm. Sensorās vērtēšanas standartā ir norādīts par cik punktiem pazemina katru rādītāju atkarībā no konstatētā defekta. Konstatējot divus vai vairākus defektus, punktu skaitu samazina pēc tā, kas visvairāk pazemina kvalitāti.

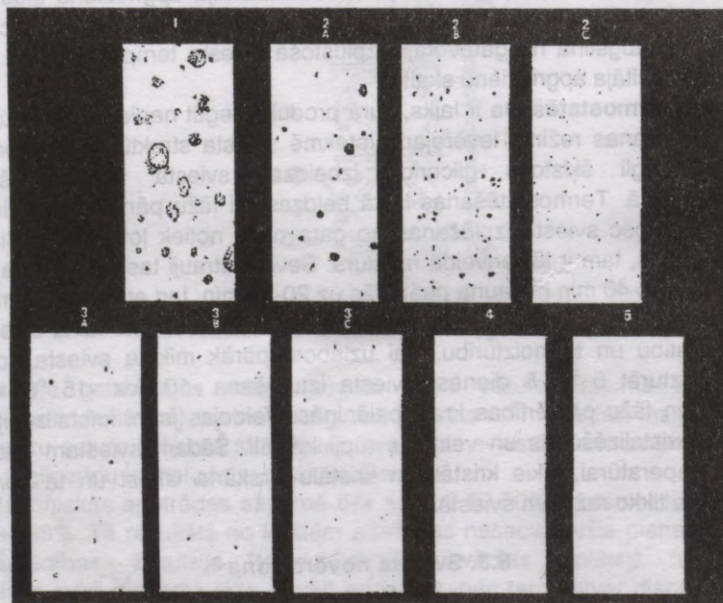
Punktu novērtējumu liek atbilstoši 39. tabulā norādītajām prasībām.

39. tabula

Sensorā vērtēšana pēc 5 punktu sistēmas

Punkti	Raksturojums
5	atbilst produkta sensorām īpašībām
4	minimāla novirze no sensorām īpašībām
3	manāma novirze no sensorām īpašībām
2	vērā ņemama novirze no sensorām īpašībām
1	ļoti liela novirze no sensorām īpašībām
0	nav piemērots uzturam

Sviestu var novērtēt pēc plazmas sadalījuma vienmērīguma. Ūdens dispersijas pakāpi sviestā novērtē saskaņā ar nozares standarta LPCS 6:2001 "Sviests. Ūdens dispersijas pakāpes noteikšana." prasībām. Ūdens dispersijas pakāpi novērtē pēc 5 punktu skalas. 71. attēlā parādīts kāds ir ūdens dispersijas pakāpes sadalījums sviestā un tā novērtējums.



71. attēls. Ūdens dispersijas pakāpes sadalījums sviestā.

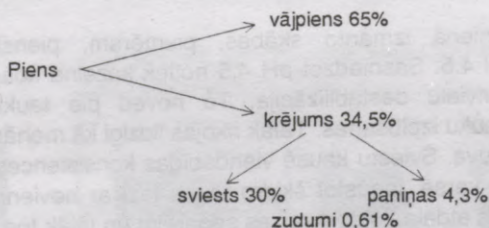
Skalas sadalījumi 2A, 2B un 2C parāda dažādu ūdens dispersiju sviestā, kuru vērtē ar vienu un to pašu lielumu (2 punktiem). Tas attiecas arī uz 3A, 3B un 3C (3 punktiem).

#### 8.4. Piena patēriņš sviesta ražošanā

Ar piena patēriņu saprot noteikta tauku satura piena daudzumu 1kg sviesta iegūšanai. Tas ir atkarīgs no tauku satura pienā (krējumā), sviesta ūdens satura, sviesta ražošanas veida (kulšanas paņēmieni vai plūsmā), zudumiem ražošanas procesā un vairākiem citiem faktoriem.

No iepriekšminētiem faktoriem sviesta iznākumu visvairāk ietekmē tauku saturs pienā. Jo to ir vairāk, jo mazāk piena/krējuma ir jāpatērē 1kg produkta iegūšanai.

Sviesta kulšanas procesā daļa tauku paliek paniņās. Šo tauku zudumu lielums ir atkarīgs no krējuma nogatavināšanas pakāpes, sviesta kulšanas režīmiem, gatavotāja piepildīšanas pakāpes, u.c. Tauku izmantošanas pakāpe ir atkarīga no tauku daudzuma, tauku lodīšu izmēriem un sviesta kulšanas apstākļiem. Tauku izmantošanas pakāpe nedrīkst būt mazāka par 99,3%. Tauku saturs paniņās pieļaujams 0,3-0,7%. Atkarībā no ražotā sviesta veida 1kg produkta iegūšanai aptuveni nepieciešami 18 -24 kg piena. Ražošanas procesā radušos paniņu daudzums ir apmēram 45 %. Piena sausna sviesta ražošanā sadalās kā parādīts 72. attēlā:



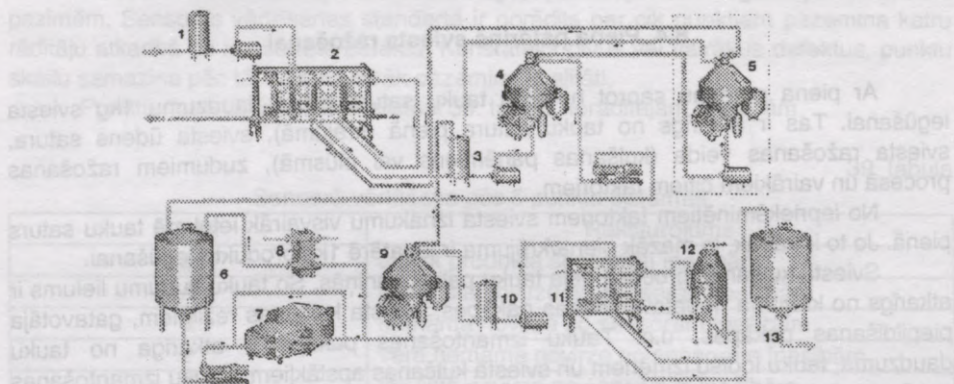
72. attēls. Aptuvens piena sausnas sadalījums sviesta ražošanā.

#### 8.5. Piena tauku produkti

Pie piena tauku produktiem bez sviesta pieder arī: piena tauki, sviesta eļļa, bezūdens piena tauki un bezūdens sviesta eļļa. Piena tauki un sviesta eļļa ir produkti, kuros tauku saturs nav mazāks par 99,7 %. Piena tauki no sviesta eļļas atšķiras ar ūdens saturu. Ja ūdens saturs produktā ir augstāks par 0,4 %, to sauc par sviesta eļļu. Bezūdens sviesta eļļa un bezūdens piena tauki ir produkti, kuros ūdens saturs nav lielāks par 0,2 %. Kā izejvielu piena tauku iegūšanai izmanto pienu, sviesta eļļai - sviestu.

Lai iegūtu **piena taukus**, jāatdala beztauku sausnas sastāvdaļas, ūdens un jānoārda tauku lodīšu apvalki. Tauku lodīšu apvalku noārdīšanai lieto mehāniskus un ķīmiskus paņēmienus. *Mehāniskajā* paņēmienā pienu separē, iegūstot augsta tauku satura krējumu (tauku saturs 70-80 %), kuru tālāk homogenizē. Homogenizācijas procesā temperatūras un spiediena ietekmē notiek tauku lodīšu apvalku deformācija līdz to pārraušanai uz šķidro tauku izdalīšanai. Lai koncentrētu taukus, tos centrifūgē

iegūstot šķidro tauku fāzi (tauku koncentrācija 99,6 %) un plazmu. Tad taukus termiski apstrādā vakuumā (95 °C), lai aizvadītu lieko mitrumu.

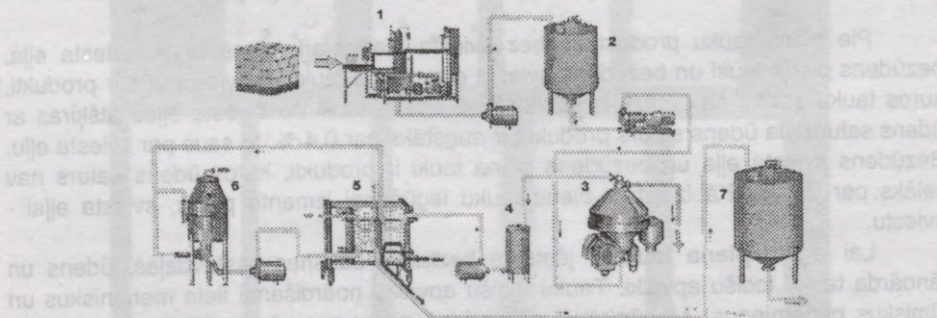


73. attēls. Bezūdens piena tauku ieguve.

1-līmeņregulēšanas tvertne, 2-plāksņu siltummainis, 3-līmeņregulēšanas tvertne, 4-augsta tauku satura krējuma ieguves separātors, 5- separātors tauku atdalīšanai no paniņām, 6-tvertne, 7-homogenizators, 8- dzesētājs, 9-centrifūga, 10-līmeņregulēšanas tvertne, 11-plāksņu siltummainis, 12-vakuumparāts, 13-uzglabāšanas tvertne.

**Ķīmiskajā** paņēmienā izmanto skābes, piemēram, pienskābi, citronskābi. Paskābina pienu līdz pH 4.5. Sasniedzot pH 4.5 notiek kazeīna koagulācija, arī tauku lodīšu apvalku olbaltumvielu destabilizācija. Tā noved pie tauku lodīšu apvalku pārraušanas un šķidro tauku izplūšanas. Tālāk rīkojas līdzīgi kā mehāniskā paņēmienā.

**Sviesta eļļas** ieguve. Sviestu kausē viendabīgas konsistences iegūšanai. Tālāk to 70-80°C temperatūrā karsē, iegūstot šķidro tauku fāzi ar nevienmērīgi izkļiedētām plazmas daļiņām. Taukus atdala 2 līdz 4 reizes separējot un tālāk tos kaltējo vakuumā. Atsevišķos gadījumos pirms pēdējās separēšanas, taukus mazgā, lai paaugstinātu to tīrības pakāpi.



74. attēls. Bezūdens sviesta eļļas ieguve.

1-sviesta kausēšanas iekārta, 2-izturēšanas tvertne, 3-separators, 4-līmeņregulēšanas tvertne, 5-plāksņu tipa siltummainis, 6-vakuumparāts, 7-uzglabāšanas tvertne

## 8.6. Piena tauku modificēšana

Gan tauku satura samazināšana vairākos piena produktos, gan piena tauku daļēja aizvietošana ar augu eļļām rada nopietnu problēmu piena pārstrādes uzņēmumiem. 20.gs. 90.gados sākušies intensīvi pētījumi un jaunu tehnoloģiju izstrāde **piena tauku modificēšanai**.

Lai piena taukus modificētu, sākumā ir jāizdala tīri piena tauki, piemēram, sviesta eļļa, bezūdens piena tauki u.c.

Piena tauki tiek pārveidoti, iegūstot atsevišķas taukskābes vai dažādu frakciju triglicerīdus ar atšķirīgām kušanas temperatūrām.

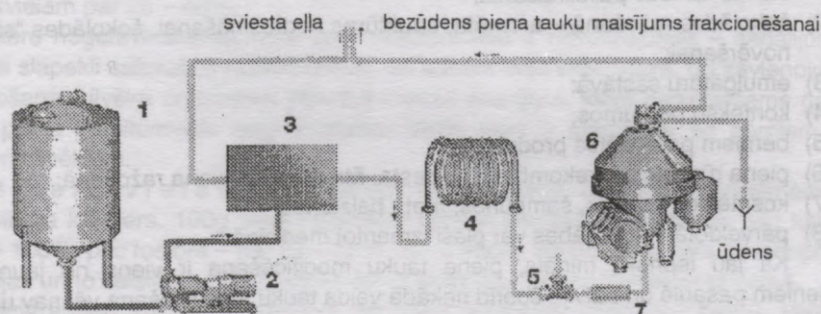
Visizplatītākais tauku modificēšanas veids ir *kristalizācija* (sauc arī par *frakcionēšanu*), kas balstīts uz piena tauku fizikāli-kīmiskām īpašībām.

Kristalizācijas procesa būtība: attīrītu bezūdens tauku izkausēšana un lēna to dzesēšana līdz atsevišķas frakcijas kristalizācijai, šķīdumā paliekot taukiem ar zemāku kušanas temperatūru. Kristālus atdala speciālos filtros vai centrifūgās. Šķidro frakciju dzesē tālāk.

Kristalizācijā iegūst trīs frakcijas:

- 1) ar augstu kušanas temperatūru;
- 2) ar vidēju kušanas temperatūru;
- 3) ar zemu kušanas temperatūru.

Šķidrā frakcijā palielinās arī dažu taukos šķīstošo sastāvdaļu (karotinoīdi, vitamīni, aromātvielas) koncentrācija, kuras arī var izmantot atsevišķiem mērķiem.



75. attēls. Piena tauku frakcionēšana.

1-vertne sārmam, 2-sūkņis-dozators, 3-vertne sajaukšanai, 4-izturētājs, 5-ūdens pievads, 6-separātors, 7-ūdens-tauku maisījums.

Iegūtajām frakcijām ir dažādas funkcionālās īpašības, līdz ar to arī pielietojums. Kristalizētos taukus izmanto tieši vai tos sajauc kopā ar nefrakcionētiem piena taukiem. Piemēram, taukus ar zemu kušanas temperatūru izmanto sviesta ražošanai ziemas periodā.

Ziemā iegūtā piena taukskābju sastāvs ievērojami atšķiras no vasarā iegūtā. Pievienojot taukus ar zemu kušanas temperatūru, sviests kļūst mīkstāks un plastiskāks. Savukārt taukus ar augstu kušanas temperatūru var izmantot valstīs, kur ir samērā karsts klimats un nepieciešams iegūt stingrāku sviestu.

Iegūtās tauku frakcijas praksē pielieto ne tikai sviesta vēlamās konsistences nodrošināšanai, bet arī citu produktu struktūras veidošanai.

Labāku tauku fracionēšanu var panākt kristalizējot taukus acetona klātbūtnē. Process norit ievērojami ātrāk, bet ir arī salīdzinoši dārgāks. Ar šo metodi iegūtās tauku frakcijas atsevišķu valstu likumdošana neatļauj izmantot pārtikas vajadzībām.

Bez kristalizācijas izmanto arī citus piena tauku modificēšanas veidus, kuras procesā iegūtos produktus nevar saukt piena taukiem.

Ir vairāki tauku modificēšanas veidi. Viens no tiem ir tauku hidrogenēšana ar ūdeņradi katalizatora klātbūtnē. Tas samazina divkāršo saišu daudzumu taukskābēs un izmaina tauku kušanas temperatūras. Dažkārt šo paņēmieni sauc arī par nocietināšanu. Nocietināšana izraisa arī dažādas citas izmaiņas, kā piemēram, izmaina divkāršo saišu atrašanās vietas taukskābēs, kā arī taukskābju cis-trans izomerizāciju. Hidrogenēšanu pielieto kakao sviesta aizstājēju ražošanai uz piena tauku bāzes. Tauku modificēšanai izmanto arī esterifikāciju, kura izraisa taukskābju atlikumu pārgrupēšanos triglicerīdu molekulās. Tas izmaina tauku funkcionālās īpašības un palielina kušanas temperatūru diapazonu. Bez iepriekšminētiem, piena tauku modificēšanas veidiem, izmanto arī triglicerīdu pārveidošanu mono- un di- glicerīdos, kā arī atsevišķu taukskābju modificēšanu, izmainot to īpašības.

Iegūtiem modificētiem vai fracionētiem taukiem ir unikālas funkcionālas īpašības un tos var izmantot:

- 1) maizes, miltu konditorejas izstrādājumos – porainības, trausluma, pārsļainuma vai kārtainības palielināšanai;
- 2) šokolādes ražošanā – aromāta, struktūras nodrošināšanai, šokolādes "sirmuma" novēršanai;
- 3) emulgātoru sastāvā;
- 4) konfekšu pildījumos;
- 5) bērniem paredzētos produktos;
- 6) piena rūpniecībā: rekombinētā sviesta, ātri šķīstošā piena ražošanā;
- 7) kosmētikā: krēmos, šampūnos, matu balzāmos;
- 8) pārveidotās taukskābes var plaši izmantot medicīnā.

Kā jau iepriekš minēts, piena tauku modificēšana ir viens no jaunākajiem virzieniem pasaulē un Latvijā šobrīd nekāda veida tauku modificēšana vēl nav uzsākta.

## 8.7. Jaukto tauku produkti

Praksē arvien biežāk izmanto augu eļļas daļējai piena tauku aizvietošanai. Tās paaugstina produkta uzturvērtību. Augu eļļas bagātina produktu ar polinepiesātinātām taukskābēm – linolskābi, linolēnskābi un arahidonskābi, kuru daudzums piena taukos ir diezgan niecīgs; ietekmē arī produkta konsistenci. Tā kļūst mīkstāka, vieglāk smērējama. Kā augu eļļas šim mērķim var izmantot rapša, sojas, kukurūzas, saulespuķu, palmu u.c. Visas augu eļļas iedalās šķidrās un cietās, dalījuma pamatā ir eļļas konsistence. Pie šķidrām eļļām pieder olīveļļa, rapša, sojas, saulespuķu un kukurūzas. Pie cietajām – palmu, kokoseļļa. Atkarībā no pielietotās augu eļļas veida, iespējams aizvietot līdz pat 20-50% piena tauku. Palielinot šķidro eļļu daudzumu, var radīt ļoti mīkstas un plastiskas konsistences veidošanos. Olīveļļu šo produktu ražošanā neizmanto, jo piena tauki kopā ar šo eļļu veido ļoti specifisku, zivīm līdzīgu smaržu.

Ir vairāki eļļas pievienošanas paņēmieni, kurus pēc savām iespējām izmanto pienotavas. Augu eļļas var pievienot pienam pirms separēšanas, krējumam pirms pasterizācijas vai fizikālās nogatavināšanas, sviesta graudiem pirms mehāniskās apstrādes.

Iegūto produktu sauc par jaukto tauku produktu. Daži ražotāji, produkta nosaukuma darināšanai, izmanto vārdu sviests, liekot tam priekšā vietvārdu, kur tas gatavots (piemēram, Rīgas sviests).

## 9. SIERS

### 9.1. Sieru ķīmiskais sastāvs un nozīme uzturā

Siers ir viens no vērtīgākajiem un vieglāk sagremojamiem no piena iegūtiem produktiem. Tā nozīmi uzturā nosaka ne tikai augstais svarīgāko uzturvielu saturs, bet arī attiecības starp tām. Atkarībā no tauku satura, 100g siera uzturvērtība svārstās robežās no 100 līdz 400 kcal (418 – 1674 kJ).

Viss iepriekš teiktais par pienā esošo uzturvielu sastāvu un nozīmi attiecas arī uz sieru, vienīgi ir mainījušās šo vielu proporcijas un notikušas arī dažas izmaiņas. Sierā ir visas piena sastāvdaļas, vienīgi nogatavinātos (izturētos) sieros praktiski nav laktozes.

**Olbaltumvielas un citi slāpekli saturoši savienojumi.** Siers ir olbaltumvielām bagāts produkts, tajā, atkarībā no siera veida, ir 20 – 40% olbaltumvielu. 100g siera nodrošina cilvēka diennakts vajadzības pēc olbaltumvielām par 25 – 40%.

Sieru nogatavināšanas laikā daļa olbaltumvielu ir hidrolizējusies – sadalījusies mazākos slāpekli saturošos savienojumos, no kuriem daļa šķīst ūdenī. Šo savienojumu sagremošanai cilvēka organismā jāpatērē mazāk enerģijas, nekā nepieciešams gaļas vai biezpiena olbaltumvielu sagremošanai, tādēļ siers ir piemērots arī bērniem un vecākiem cilvēkiem.

**Minerālvielas.** Praktiski nav citu produktu, kas dotu organismam tik daudz kalcija kā siers. 100g siera nodrošina cilvēka diennakts vajadzības pēc kalcija par 40 – 100%, pēc fosfora – par 25 – 55%. Sierā esošo kalcija un fosfora savstarpējās proporcijas un to saistība ar olbaltumvielām veicina labu izmantošanos organismā.

Minerālvielu satura un sastāva dēļ siers ieteicams grūtnieču, bērnu, vecāku cilvēku uzturā, to varētu lietot kaulu lūzumam, kaulu tuberkulozes, mazasinības u.c. gadījumos, lai sekmētu ārsta ieteikto atveseļošanās procesu. Tomēr ir arī kāda negatīva nianse. Daudzos sieros ir salīdzinoši augsts vārāmā sāls saturs. Atkarībā no siera šķirnes, ražotājas valsts, lielākai daļai sieru tas ir 1,5 – 3,5%, bet dažiem sieriem 5 – 8%.

**Tauki.** Par piena tauku ietekmi uz cilvēku veselību rakstīts iepriekš. Lielākā daļa sieru ir ar salīdzinoši augstu tauku saturu. Tas izskaidrojams ar to, ka taukiem sierā, tāpat kā citos piena produktos, ir ne tikai enerģētiskā funkcija, tie jūtami bagātina siera garšu, aromātu, piedod maigāku konsistenci un intensīvāku krāsu. Atbilstoši patērētāju pieprasījumam tādēļ vairāk tiek ražoti sieri ar augstāku tauku saturu. Tomēr arvien palielinās izvēles iespējas, tiek piedāvāti arī sieri ar samazinātu tauku saturu.

Attiecībā uz tauku saturu sieriem ir raksturīga kāda īpatnība. *Sieriem tauku saturu attiecina pret sausnu (bezūdens daļu), bet ne pret visu*

*masu*. Tas izskaidrojams ar to, ka nogatavināšanas laikā siera masa samazinās, jo iztvaiko daļa ūdens. Ūdens saturs gatavā sierā nav arī precīzi noregulējams, pieļaujamas tā svārstības 1 – 3% robežās. Tādēļ tauku saturu attiecina pret pastāvīgo siera daļu – sausu. Atkarībā no siera veida, tauku saturs sausnā var būt no 10 līdz 60% un vairāk. Tas, protams, atkarīgs no ūdens satura konkrētā sierā, bet aptuveni var pieņemt, ka siera masā tauki ir 2 reizes mazāk, nekā uzrādīts sausnā.

Ūdens saturs sieros var būt robežās no 30 līdz 85%. No piena sieros pāriet liela daļa taukos šķīstošo vitamīnu, piemēram, A, D, bet pārstrādes procesos zūd vai pāriet sūkalās praktiski viss C vitamīns un apmēram 75% B grupas vitamīnu.

Apkopojot iepriekš teikto, var secināt, ka siers uzturvielu sastāva ziņā ir vērtīgs pārtikas produkts. Ne tikai ķīmiskais sastāvs nosaka siera īpašo vietu citu pārtikas produktu vidū. Augsto uzturvērtību papildina brīnišķīgā, daudzveidīgā garša un bagātīgais aromāts. Pateicoties tam, siers uzlabo apetīti, veicina gremošanas sulu izdalīšanos un līdz ar to uzlabojas pārējo ar uzturu uzņemto produktu izmantošanās organismā.

## 9.2. Sieru daudzveidība un klasifikācijas kritēriji

Pasaulē ir vairāki tūkstoši siera šķirņu. Tām ir atšķirīgs ķīmiskais satāvs, sensorās īpašības un ražošanas tehnoloģiskie paņēmieni. Daži sieri ir plaši pazīstami, bet vairāki nacionāli sieri tiek ražoti konkrētā valstī nelielos daudzumos.

Visā šai daudzveidībā ir diezgan grūti orientēties, tādēļ tos mēģina sagrupēt pēc dažādām pazīmēm. Pasaulē nav vienotas siera klasifikācijas, jo praktiski nav iespējams radīt vienu vienkāršu, loģisku, visaptverošu klasifikācijas sistēmu. Dažādās valstīs lieto atšķirīgus kritērijus. Sierus nav iespējams arī vienmēr precīzi nodalīt, jo daudzas no šķirnēm atrodas it kā uz robežas starp divām blakus esošām grupām. Tomēr ir vairāki biežāk lietotie kritēriji pēc kuriem sierus klasificē.

1. **Izmantotais piens.** Latvijā siera pārsvarā gatavo no govju, bet izmanto arī kazu pienu. Dažās valstīs populārs ir siers no aitu vai bifeļmātes piena. Eksotiskākos apvidos pazīstami arī sieri no kamieļu, ķēves, ziemeļbriežu, jaku piena.

Pēc pilnīgi vienādas tehnoloģijas, bet no dažādu dzīvnieku piena ražotam sieram būs jūtami atšķirīga garša, aromāts, krāsa un konsistence. Tas izskaidrojams ar piena sastāva īpatnībām. Garšu un aromātu visvairāk ietekmē piena tauku taukskābju sastāvs. No kazu, aitu un bifeļmātes piena gatavots siers ir salīdzinoši baltākā krāsā, jo šo dzīvnieku pienā praktiski nav karotīna. Atšķirības kazeīna, laktozes saturā, tauku un kazeīna, kā arī kazeīna frakciju savstarpējās proporcijās ietekmē siera iznākumu, tauku saturu, pH, sūkalu sinerēzi un gatavā produkta konsistenci. Tas jāņem vērā, izvēloties tehnoloģiskā procesa parametrus, ražojot sierus no dažādu dzīvnieku piena.

2. **Piena recināšanas paņēmieni.** Atkarībā no tā sierus iedala:

- *saldpiena (fermentu) sieri* – pienu sarecina ar fermentu preparātu palīdzību; pie šīs grupas pieder lielākā daļa sieru, daudzveidīgāks ir arī to sortiments;

- *skābpiena sieri* – pienu sarecina ar skābes palīdzību, skābuma paaugstināšanai izmanto pienskābes baktēriju ieraugu, biezpienu, etiķskābi, citronskābi u.c. (Jāņu, Ķimeņu, Zaļais u.c.).

Kā atsevišķu sieru grupu gan neizdala, bet dažu miksto (ar palielinātu ūdens saturu) sieru ražošanā pielieto arī skābes – fermentatīvo (kombinēto) paņēmieni.

### 3. Nogatavināšanas ilgums un vide. Sieri var būt:

- *nenogatavināti (svaigi)* – gatavi patēriņam īsi pēc to sarāžošanas (Mālpils, siera pastas, *Mozzarella* u.c.);
- *nogatavināti* – izturēti noteiktu laiku noteiktos apstākļos uz plauktiem telpās (lielākā daļa saldpiena sieru);
- *nogatavināti sālījumā* – izturēti sālījumā līdz iesaiņošanai vai piegādei patērētājam (Brinza, Suluguni, Feta u.c.).

### 4. Mikroorganismi, kuri piedalās sieru nogatavināšanā. Sieri nogatavinās:

- tikai pienskābes baktēriju ietekmē (Holandes, Edamas, Krievijas u.c.);
- pienskābes un propionskābes baktēriju ietekmē (Ementāles, Šveices, Ženēvas u.c.);
- pienskābes baktēriju un siera masā augoša pelējuma ietekmē (Rokforas, Stiltonas, Gorgonzolas u.c.);
- pienskābes baktēriju un uz siera virsmas augoša pelējuma ietekmē (Kamambēras, Valmieras Kamambērs u.c.);
- Pienskābes baktēriju un uz sieru virsmas glemi veidojošu baktēriju ietekmē (Latvijas, Tilzītes, Limburgas u.c.).

### 5. Acojums. Sieri:

- ar apaļas vai ovālas formas acīm (Holandes, Ementāles u.c.);
- ar neregulāras formas acīm (Krievijas, Latvijas u.c.);
- bez acojuma (Čedaras tipa).

6. Tauku saturs siera sausnā. Iepriekš minēto grupu siera var ražot ar dažādu tauku saturu. Tauku saturu siera sausnā var aprēķināt pēc 2 formulām.

$$T_{ss} = \frac{T_s \cdot 100}{100 - U_s}$$

kur:  $T_{ss}$  – tauku saturs siera sausnā, %;

$T_s$  – tauku saturs sierā, %;

$U_s$  – ūdens saturs sierā, %;

vai

$$T_{ss} = \frac{T_s \cdot 100}{\text{siera masa} - \text{ūdens masa siera}}$$

Pēc tauku satursiera iedala:

- |                         | $T_{ss}$ (%) |
|-------------------------|--------------|
| • ar lielu tauku saturu | >60          |
| • trekni                | 45 – 60      |
| • vidēji trekni         | 25 – 45      |
| • ar zemu tauku saturu  | 10 – 25      |
| • liesi (vājpiens)      | <10          |

7. Siera beztauku daļas mitrums. Iepriekš minēto grupu sierī var būt ar dažādu mitruma saturu. Siera beztauku daļas mitrumu (SBDM) aprēķina pēc formulas:

$$SBDM(\%) = \frac{\text{siera ūdens masa}}{\text{siera masa} - \text{siera tauku masa}} \cdot 100$$

Pēc mitruma satura sierus iedala:

	SBDM (%)
• ļoti cieti	< 51
• cieti	49 – 56
• puscieti / pusemīksti	54 – 69
• mīksti	> 67

Dažādu mitruma saturu sieriem nodrošina ar iepriekšējās nodaļās aprakstītiem paņēmieniem veicinot vai kavējot sūkalu sinerēzi.

Sierus var ražot arī ar dažādām piedevām garšas un aromāta dažādošanai, uzturvērtības palielināšanai.

Kā īpašas sieru grupas izdala kūpinātus sierus un sūkalu sierus. Pārstrādājot jebkuru no iepriekš minētiem sieriem, ražo kausētos un karsētos sierus.

Izmantojot plūsmas metodes, iespējams mainīt jau zināmo sieru īpašības un radīt jaunas šķirnes.

### 9.3. Sieru tehnoloģijas pamati

#### 9.3.1. Pamatsiera kvalitātei – labs piens

Neviena cita piena produkta kvalitāti tik ļoti neietekmē piena sastāvs un īpašības kā siera. Tādēļ siera ražošanai parasti novirza labāko no pārstrādes uzņēmumā esošā piena.

Latvijā sieru pārsvarā ražo no govju un nelielos apjomos no kazas piena, bet citur pasaulē arī no aitas un bifeljmātes piena.

Sieru ražošanā izmantojamam pienam jābūt ar normālu ķīmisko sastāvu, garšu, smaržu, skābumu, blīvumu, sasaldēšanas temperatūru.

No piena ķīmiskām sastāvdaļām būtiska nozīme ir kazeīna saturam, jo tas ietekmē piena patēriņu viena kilograma siera ražošanai. Savukārt no tauku un kazeīna proporcijas pienā atkarīgs tauku saturs siera sausnā. Pietiekams kalcija jonu daudzums nepieciešams kvalitatīva piena recekļa iegūšanai, sarecinot pienu ar recināšanas fermentu palīdzību, bet kalcija fosfāti ietekmē siera masas buferkapacitāti, tātad arī skābuma izmaiņu intensitāti tehnoloģiskā procesa laikā.

Sieram nav izmantojams piens, kurā ir inhibitori, un ar mastītu slimu govju piens.

Kā visu piena produktu, arī siera ražošanu ļoti negatīvi ietekmē liels baktēriju kopskaits pienā un sevišķi sviestskābes baktēriju un koliformas baktēriju klātbūtne. Abas pēdējās vairojoties izdala gāzes un tās izraisa sieru uzpūšanos nogatavināšanas laikā.

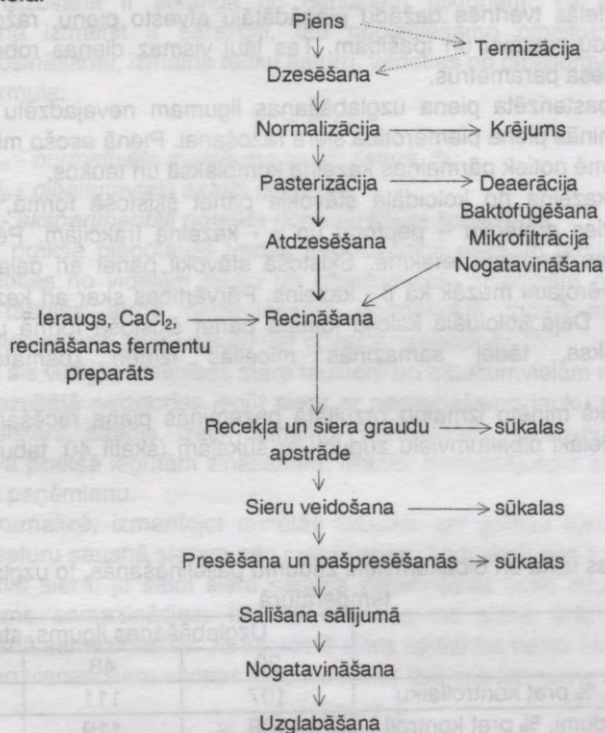
Sieram paredzētam pienam nereti veic arī rūgšanas – recināšanas pārbaudi. Pēc tās rezultātiem var aptuveni izvērtēt pienā esošās mikrofloras sastāvu un piena spēju veidot recekli fermentu ietekmē jeb piena piemērotību siera ražošanai. Ja piens neveido kvalitatīvu, pietiekami blīvu recekli, būs kavēta sūkalu sinerēze, palielināsies olbaltumvielu un tauku zudumi ar sūkalām. Piena piemērotība siera ražošanai

galvenokārt atkarīga no ķīmiskā sastāva, bieži tā pazeminās pavasaros (cēloņus skat. I.4.2.1.nodaļā).

Rezumējot visu šajā nodaļā aprakstīto, jāpiebilst, ka piena kvalitātes nozīmi sieru ražošanā nekad nevar novērtēt par augstu. Siera ražošanas uzņēmumā piens rūpīgi jāpārbauda, jāšķiro, bez žēlastības atsakoties pieņemt nekvalitatīvu pienu, ja pārstrādātājs nopietni rūpējas par savas produkcijas noietu un prestižu.

### 9.3.2. Vispārīga saldpiena sieru tehnoloģisko procesu shēma

Atkarībā no piena olbaltumvielu sarecināšanas paņēmiena izšķir saldpiena un skābpiena sierus. Pēdējo tehnoloģija ir vienkārša, arī sortiments neliels. Toties saldpiena sieru šķirnes skaitāmas simtos. Tehnoloģiskā procesa pamatoperācijas ir kopīgas lielākajai daļai sieru, praktiski vienāda ir arī to secība. Šāda vispārīga shēma redzama 76.attēlā.



76. attēls. Vispārīga saldpiena sieru tehnoloģisko procesu shēma.

ar raustīto līniju atzīmētas vēlamās/izvēles operācijas

Saldpiena sieru gatavošanas procesā, pievienojot to vai citu baktēriju ieraugu, salīdzinoši nelielos intervālos mainot apstrādes temperatūras, atsevišķu operāciju ilgumu, sasniedzamo skābumu un tā pieauguma intensitāti, sūkalu atdalīšanas pakāpi utt., iespējams iegūt sierus ar atšķirīgām sensorām īpašībām: no saldēna līdz skābam,

no maigi pienskāba līdz asi pikantam, no pastveida līdz griežamam šķēlēs vai drupeņam.

Būtiski svarīgi ir izprast katras tehnoloģiskās operācijas nozīmi un tās laikā notiekošos procesus. Ir jāzin kā novirzes uz vienu vai otru pusi ietekmēs siera šķirnes īpatnību veidošanos un produkta kvalitāti. Tādēļ galvenā uzmanība šai grāmatā veltīta pamatprocesiem salda piena sieru ražošanā, kuri izklāstīti 76. attēlā redzamās shēmas secībā.

### 9.3.3. Piena apstrāde pirms recināšanas

**Dzesēšana un uzglabāšana.** Sieru ražojot lielākā uzņēmumā, pieņemto pienu attīra centrālās attīrītājos, atdzesē līdz 4 – 6 °C un uzglabā kādu laiku līdz pārstrādei. Tā iespējams nodrošināt pietiekamas piena rezerves, lai varētu pārstrādei izmantot augstākā iekārtas. Ieguvums no šādas darba organizācijas ir arī tāds, ka salejot lielās tvertnēs dažādu piegādātāju atvesto pienu, ražošanā nokļūst izejviela ar vienādu sastāvu un īpašībām. Tas ļauj vismaz dienas robežās nemainīt tehnoloģiskā procesa parametrus.

Tomēr nepasterizēta piena uzglabāšanas ilgumam nevajadzētu pārsniegt 48 stundas, jo pazeminās piena piemērotība siera ražošanai. Pienā esošo mikroorganismu un fermentu ietekmē notiek pārmaiņas kazeīna kompleksā un taukos.

Daļa  $\beta$  - kazeīna no koloidālā stāvokļa pāriet šķīstošā formā, notiek arī tā hidrolīze, veidojoties proteožu – peptonu un  $\gamma$  - kazeīna frakcijām. Pēdējā neveido recekli recināšanas fermentu ietekmē. Šķīstošā stāvoklī pāriet arī daļa citu kazeīna frakciju, tomēr ievērojami mazāk kā  $\beta$  - kazeīns. Pārvērtības skar arī kazeīna micellas minerālvielu daļu. Daļa koloidālā kalcija fosfāta pāriet šķīstošā formā un atdaiās no kazeīna kompleksa, tādēļ samazinās micellas izmēri (pamatojumu skatīt 1.4.2.1.nodaļā).

Visu iepriekš minēto izmaiņu rezultātā pazeminās piena recēšanas spējas ar fermentu, rodas lielāki olbaltumvielu zudumi ar sūkalām (skatīt 40. tabulā), palēninās sūkalu sinerēze.

40. tabula  
Piena recēšanas laika un olbaltumvielu zudumu palielināšanās, to uzglabājot 3 °C temperatūrā

	Uzglabāšanas ilgums, stundās		
	20	48	68
Recēšanas laiks, % pret kontrollaiku	107	111	114
Olbaltumvielu zudumi, % pret kontroli	108	119	123

Pienā esošo lipāžu ietekmē notiek tauku hidrolīze un izveidojušies savienojumi kopā ar  $\beta$  - kazeīna hidrolīzes rūgtajiem peptīdiem rada piena garšas un aromāta defektus, kuri ietekmē siera sensorās īpašības.

**Termizācija.** Iepriekš aprakstīto nepatīkamo seku novēršanai vairākās valstīs praktizē tā saucamo termizēšanu (maigu uzkaršēšanu) 65 °C, 15 sek. vai 50 °C, 30 min. Tā tiek nedaudz samazināts mikroorganismu skaits un inaktivēta daļa

fermentu, tādēļ iepriekš minētās negatīvās izmaiņas ir mazāk jūtamas un arī daļēji tiek atjaunotas piena sākotnējās īpašības (skatīt 1.4.2.1.nodaļu). Pagaidām Latvijā šo paņēmienu pielietot ir riskanti lielā mikrobioloģiskā piesārņojuma dēļ (tas var palielināties).

**Normalizācija.** Sieriem, tāpat kā citiem pārtikas produktiem, jābūt ar standartos vai tehniskos noteikumos reglamentētu ķīmisko sastāvu. Viens no ķīmiskiem rādītājiem ir tauku saturs siera sausnā.

Tauku saturs gatavā produktā atkarīgs no tauku un olbaltumvielu attiecībām normalizētā maisījumā (vēlams kazeīns : tauki = 0,7 : 1) un no tauku un olbaltumvielu izmantošanas pakāpes siera ražošanā. Tādēļ, normalizējot pienu sieram, jāievēro ne tikai faktiskais tauku, bet arī olbaltumvielu saturs. Attiecības starp šīm abām sastāvdaļām pienā nav pastāvīgas. Sieru ražojot, tauki un olbaltumvielas tiek izmantoti atšķirīgi. Abas šīs sastāvdaļas ir galvenās siera masas veidotājas, bet to izmantošanas pakāpe sieru ražošanā ir atkarīga no daudziem faktoriem. Tā kā olbaltumvielu daudzumu pienā izmainīt ir sarežģīti, tad nepieciešamo olbaltumvielu un tauku proporciju nodrošināšanai, izmaina tauku saturu, vadoties no olbaltumvielu satura.

Pamatformula:

$$T_m = k \cdot O_p$$

kur:  $T_m$  - normalizēta maisījuma tauku saturs, %;

$O_p$  - olbaltumvielu saturs pienā, %;

$k$  - eksperimentāli noteikts normalizācijas koeficients.

Ikdienas praksē pienotavās vadās pēc to rīcībā esošām tabulām. Šīs tabulas sastādītas, vadoties no vidējām tauku un olbaltumvielu attiecībām pienā. Pēc piena tauku satura tabulās atrod nepieciešamo normalizētā maisījuma tauku saturu (orientējoši nepieciešamo tauku saturu var atrast 8. pielikumā).

Praktiski šīs vidējās attiecības starp taukiem un olbaltumvielām ne vienmēr sakrīt ar faktiskām, rezultātā neizdodas iegūt sieru ar nepieciešamo tauku saturu. Ko darīt? Pieredzējis meistars atradis izeju, izmainot normalizētā maisījuma tauku saturu, saskaņā ar savā praksē iegūtām zināšanām. Mazāk pieredzējušam siera gatavotājam var ieteikt šādu paņēmienu.

Pienu normalizē, izmantojot minētās tabulas, un gatavo sieru 3 - 4 dienas. Nosaka tauku saturu sausnā sieram pēc presēšanas. Tam jābūt par 1 % augstākam kā paredzēts gatavā sierā, jo sālot siera sausna palielināsies (sāls difundēs sierā), bet ūdens daudzums samazināsies, (ūdens difundēs no siera ārā) rezultātā tauku daudzums sausnā samazināsies. Ja saražotā siera faktiskais tauku saturs atšķiras, tad katrai partijai (no vienas siera vannas iegūtais siers) izrēķina labojuma koeficientu:

$$K_l = \frac{T_{st}(100 - T_f)}{T_f(100 - T_{st})}$$

kur:  $K_l$  - labojuma koeficients;

$T_{st}$  - standartā paredzētais tauku saturs siera sausnā +1,0 %;

$T_f$  - faktiskais tauku saturs siera sausnā pēc preses, %.

Zinot vidējo  $K_l$ , izrēķina precizēto normalizēta piena tauku saturu  $T_{m \text{ prec}}$ .

$$T_{m \text{ prec}} = K_l \cdot T_{m \text{ tab}}$$

kur:  $T_{m \text{ tab}}$  - tabulās izvēlētais maisījuma tauku saturs, kas izmantots iepriekšējo siera partiju gatavošanai.

Gatavo sieru, izmantojot maisījumu ar tauku saturu  $T_{m \text{ prec}}$ . Kad iegūts siers ar vajadzīgo tauku saturu, izrēķina normalizācijas koeficientu  $k$

$$k = \frac{T_{m \text{ prec}}}{O_p}$$

No 3 – 4 siera gatavošanas reizēm atrod vidējo koeficientu  $k$  un turpmāk normalizētā maisījuma tauku saturu aprēķina:

$$T_m = k \cdot O_p$$

Eksperimentāli atrasto normalizācijas koeficientu var izmantot apmēram mēnesi.

#### Aprēķina piemērs.

Pienam tauku saturs 3,8%, olbaltumvielu daudzums 3,1 %. Ražo sieru ar 50 % tauku saturu saussnā. Normalizācijas tabulā (8. pielikums) atrod orientējošo normalizētā maisījuma tauku saturu 3,35 %. Saražotam sieram pēc presēšanas faktiskais tauku saturs siera saussnā ir 48,5 %, nevis 51 %.

Labojuma koeficients:

$$K_l = \frac{51(100 - 48,5)}{48,5(100 - 51)} = 1,105$$

Precizētais maisījuma tauku saturs:

$$T_{m \text{ prec}} = 1,105 \cdot 3,35 = 3,7$$

Normalizācijas koeficients:

$$k = \frac{3,7}{3,1} = 1,19$$

Pieņemsim, ka divās pārejās sieru gatavošanas reizēs normalizācijas koeficienti bija 1,20 un 1.18. Tad vidējais koeficients no trim reizēm:

$$K_{\text{vid}} = \frac{1,19 + 1,20 + 1,18}{3} = 1,19$$

Turpmāk sieru ražojot, normalizētā maisījuma tauku saturu aprēķina:

$$T_m = 1,19 \cdot O_p$$

Ņemot vērā piena tauku nevēlamo ietekmi uz patērētāju veselību (skatīt I.4.3.1.nodaļu), arī sieru ražošanā mēģina daļu vai visus piena taukus aizstāt ar augu taukiem. Literatūras dati liecina, ka labi rezultāti iegūti gan cieto, gan miksto sieru ražošanā, nepazeminot galaprodukta kvalitāti. Piena tauku aizvietošanu katrā konkrētā situācijā ieteiks precīzu savas produkcijas pielietošanas tehnoloģiju, bet vispārīga shēma ir šāda. Vājpienam vai normalizētam maisījumam 50 – 52 °C temperatūrā pievieno aprēķināto piena tauku aizvietošanu daudzumu kopā ar emulgatoru. Pēdējais nepieciešams, lai labāk tiktu emulģēti augu tauki, nodrošinot vienmērīgu tauku lodīšu lielumu. Piena un augu tauku maisījumu 10 – 15 minūtes norādītā temperatūrā maisa, tad novada uz pasterizāciju. Tālāk seko parastā siera ražošanas tehnoloģija.

**Deaerācija** ir piena apstrāde vakuumā (skatīt II.1.nodaļu). Krējuma apstrādei sviesta ražošanā to lieto plaši, bet pakāpeniski sāk izmantot arī siera pienam, lai atdalītu neraksturīgās smaržas, piegaršas.

Nepietiekami kvalitatīvam pienam šī apstrāde ir ļoti ieteicama. Pienā samazinās arī gāzu daudzums, tādēļ piens nedaudz ātrāk, uzlabojas recekļa struktūra.

Pirms deaerācijas pienu pasterizatorā uzsilda un pēc deaeratora novirza atpakaļ pasterizācijai. Atkarībā no ietilpstošā piena temperatūras, uztur sekojošus vakuuma režīmus:

Piena temperatūra, °C	40-45	70-72	74-78
Retinājums, kPa	92-90	68-62	60-30

Svarīgi ir nodrošināt, lai pēc apstrādes deaeratoros, pienā atkārtoti neiekļūtu gaiss.

**Pasterizācija.** Tāpat kā citiem piena produktiem, arī sieram paredzēto pienu pasterizē. Ņemot vērā lielo piena mikrobioloģisko piesārņojumu mūsdienās Latvijā, jārēķinās, ka pasterizāciju izturējušo baktēriju daudzums var izrādīties diezgan liels. Šīs palikušās termoizturīgās baktērijas var ietekmēt siera ražošanas procesu un galaprodukta kvalitāti. Kā zināms, pasterizācijas laikā aiziet bojā tikai dzīvās šūnas, bet mikroorganismu sporas saglabājas. Tas ir sevišķi bīstami siera ražošanā, ja pienā ir sviestskābes baktērijas, kuras izraisa sieru uzpūšanos.

Piena pasterizācija pazemina piena piemērotību siera ražošanai. Paaugstinātā temperatūra, iedarbojoties uz olbaltumvielām, minerālvielām, ietekmē piena recēšanas spējas un turpmākos procesus. Tādēļ sieru ražošanā lieto salīdzinoši maigus pasterizācijas režīmus, lai mazāk izmainītu piena sastāvdaļas un īpašības. Par optimālu pasterizācijas režīmu sieru gatavošanā uzskata 72-76 °C, izturot 15-20 sekundes.

No iepriekš teiktā izriet, ka pēc šādas pasterizācijas pienā paliks zināms skaits mikroorganismu. Visefektīvāk samazināt palikušās mikrofloras, sevišķi sporu daudzumu, var ar baktofūģēšanu vai mikrofiltrāciju (skatīt II.1.nodaļu).

Dažās valstīs lieto ultrapasterizāciju, bet tikai mīksto sieru ražošanā. Pienu uzkaršē līdz 135 – 145 °C un iztur 1 – 2 sekundes. Šādā režīmā iedarbība uz dzīvām mikroorganismu šūnām un sporām ir ātrāka, piena sastāvdaļas un īpašības vēl neizmainās. Šajā gadījumā vajag speciālas iekārtas, jo ar parastajiem pasterizātoriem tāda apstrāde nav iespējama.

Reālos šodienas Latvijas apstākļos, kamēr piena ražotāji nepiegādā tīru, kvalitatīvu pienu, pārstrādes uzņēmumos pasterizāciju izturējušās mikrofloras skaita samazināšanai paaugstina pasterizācijas temperatūru. Piens tiek pasterizēts 75 – 85 °C temperatūrā, izturot 20-25 sekundes, reizēm arī augstākā. Sviestskābes baktēriju sporas iztur arī šo temperatūru. Šādā pasterizācijas režīmā denaturējas liela daļa sūkalu olbaltumvielu, veidojot pārslas. Piena recināšanas laikā šīs pārslas paliek receklī, turpreti normālā pasterizācijas temperatūrā karsētu pienu recinot, sūkalu olbaltumvielas pāriet sūkalās.

Sūkalu olbaltumvielu klātbūtne receklī palielina siera iznākumu. Līdztekus šai ietekmei ir arī negatīvās:

- piens lēnāk rec, jo samazinās kazeīna daļiņu lielums (augstās temperatūras ietekme), daļa kazeīna veido kompleksu ar sūkalu olbaltumvielām, uz kuru ferments lēnāk iedarbojas;
- sūkalu olbaltumvielas ir ar lielākām ūdens saistīšanas spējām nekā kazeīns, tādēļ tiks kavēta sūkalu izdalīšanās tālākā procesā, siera graudu apstrāde būs ilgāka, grūtāk būs sieram nodrošināt vajadzīgo ūdens saturu;
- sūkalu olbaltumvielām ir citāda uzbūve nekā kazeīnam, tādēļ sieru nogatavināšanas laikā veidosies atšķirīgi olbaltumvielu hidrolīzes produkti un gatavam

sieram nebūs tipiskā garša, ja šāds pasterizācijas režīms būs izmantots kādam no klasiskiem sieriem.

Iepriekš minētās norises netraucē mīksto sieru ražošanā, kad sieriem jābūt lielākam ūdens saturam, bez tam šos sierus realizē bez nogatavināšanas vai ar salīdzinoši īsāku nogatavināšanas laiku. Tādēļ vairākiem mīkstiem sieriem tehnoloģijā paredzētas augstākas pasterizācijas temperatūras. Augstu temperatūru lietošana puscieto un sevišķi cieto sieru ražošanā nebūtu vēlama vēl jo vairāk tad, ja saglabā vispārzināmu kāda klasiskā siera nosaukumu. Ņemot vērā lielo piena mikrobioloģisko piesārņojumu mūsdienās, meistariem tomēr bieži nākas lietot šīs augstās pasterizācijas temperatūras, tā tomēr mazāk riskējot sieru ražošanas procesā. Augstās pasterizācijas temperatūras negatīvo ietekmi var daļēji mazināt pienu nogatavinot (skatīt nākošo nodaļu).

**Nogatavināšana.** Svaigs tikko slaukts piens nav piemērots siera ražošanai. Patreizējos apstākļos tāds piens gan var būt tikai saimniecību un nelielu pienotavu sierotavās. Šādu pienu noteikti jānogatavina.

Piena nogatavināšanu praktizē arī lielākas pienotavas, lai uzlabotu piena piemērotību sieru ražošanai un nepieļautu iepriekš minētās negatīvās izmaiņas, ja pienu ilgstoši jāuzglabā vai tas pasterizēts augstā temperatūrā. Sevišķi tā ieteicama mīksto sieru ražošanā.

Piena nogatavināšana ir piena izturēšana 16 – 18 stundas 8 – 10 °C temperatūrā. Ļoti augstas kvalitātes pienu var nogatavināt nepasterizētu, jo turpmāk minētās pozitīvās izmaiņas, šādu pienu nogatavinot ir izteiktākas. Zemākas kvalitātes pienu pasterizē sieru ražošanā pieņemtā režīmā, atdzesē līdz nogatavināšanas temperatūrai, pievieno 0,1-0,3 % šķidra pienskābes baktēriju ierauga un iztur iepriekš minēto laiku. Dažviet vēl pievieno visu CaCl<sub>2</sub> šķīduma daudzumu, ko paredzēts pielikt pienam pirms recināšanas. Šis variants sevišķi vēlams gadījumos, kad pienotavā izmanto paaugstinātus pasterizācijas režīmus. Piena izturēšana kopā ar CaCl<sub>2</sub> šķīdumu mazina augstās temperatūras iedarbības negatīvās sekas. Pasterizētu, nogatavinātu pienu otrā rītā tikai uzsilda līdz recināšanas temperatūrai un virza uz pārstrādi.

Būtiski ir saprast, ka pasterizēta piena izturēšana kādu laiku bez ierauga pievienošanas nav nogatavināšana un var tikai pasliktināt piena piemērotību sierošanai. Ar ieraugu pievienotās pienskābes baktērijas radīs skābu vidi, tā kavējot pasterizāciju izturējušo nevēlamo mikroorganismu attīstību. Pienā bez ierauga klātbūtnes pēdējie netraucēti vairošies un izraisīs neatgriezeniskas piena sastāvdaļu izmaiņas.

Nogatavināšanas laikā pienā notiek vairākas pārmaiņas. Svarīgākās no tām ir kazeīna daļiņu palielināšanās un šķīstošo kalcija un fosfora sāļu daudzuma pieaugums. Rezultātā paātrinās piena recēšanas ātrums un uzlabojas recekļa kvalitāte. Nedaudz palielinās arī mazmolekulāro slāpekļa savienojumu daudzums (daļējas olbaltumvielu hidrolīzes rezultātā) un tas veicina ātrāku ierauga mikrofloras darbību. Viegli izmantojamu slāpekļa avotu esamība nodrošina ierauga baktēriju aktīvu darbību pēc pievienošanas. Ja tādu nav, pāiet laiks, kamēr ierauga mikroflora izdala savus fermentus olbaltumvielu hidrolīzei.

Nogatavināšanas laikā piena skābums nedrīkst paaugstināties vairāk kā par 0,5–2 °T. Ja skābums pieaug straujāk, jāpazemina temperatūra, jāsamazina izturēšanas laiks vai nākošajā reizē jāpievieno mazāk ierauga.

Pārstrādājot nogatavinātu pienu, tehnoloģiskais process siera vannā saisinās vidēji par 12 – 15 minūtēm, mazāk jūtama pastēzīciju izturējušo mikroorganismu ietekme un uzlabojas ražotā siera kvalitāte.

Izšķīroties par piena nogatavināšanu, meistaram jāvadās no konkrētiem apstākļiem. Pienu saimniecībā pietiekami neatdzēsējot, pie tam transportējot lielākos attālumos, to var pienotavai piegādāt jau "pārgatavinātu". Šāda piena papildus izturēšana var izraisīt tikai nevēlamas sekas.

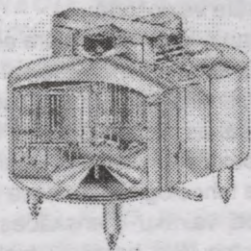
**Homogenizācija** nodrošina vienmērīgu tauku sadalījumu receklī un samazina to pāreju sūkalās. Tomēr homogenizācija atstāj iespaidu uz olbaltumvielām, rezultātā veidojas neblīvs receklis, no kura slikti atdalās sūkalas, samazinās siera iznākums un iegūst sieru ar dažādiem defektiem. Tādēļ puscieti un cieti sieri pienu nehomogenizē, jo nav iespējams nodrošināt pastāvīgu kvalitāti. Šo iemeslu dēļ arī homogenizācija nav parādīta 76.attēla shēmā.

Ražojot mikstos sierus, kuru nogatavināšanā piedalās pelējumi (Rokforas, Kamambēras), svarīga nozīme ir tauku hidrolīzei. Taukus šķeļošiem fermentiem - lipāzēm vieglāk iedarboties uz sīkām tauku lodītēm. Salīdzinot sierus, kuri ražoti no homogenizēta piena, pirmajos ir ievērojami vairāk brīvo taukskābju, tādēļ tiem ir izteiktāka garša un aromāts. Lai samazinātu homogenizācijas nevēlamo ietekmi uz olbaltumvielām, pienu noseparē un homogenizē tikai krējumu, kuru pēc tam pievieno vājpienam.

Pēc visām vai dažām šai nodaļā minētām tehnoloģiskajām operācijām piens tiek atdzēsēts līdz recināšanas temperatūrai. Tā ir atšķirīga dažādiem sieri, bet daļai aptuveni 30 – 32 °C. Pienu ar šādu temperatūru ievada siera vannā vai gatavotājā.



77. attēls. Siera vanna.



78. attēls. Siera gatavotāji.

Šīs iekārtas paredzētas piena sarecināšanai, recekļa un siera graudu apstrādei. Tās ir dažādas formas un tilpuma vaļējas (vannas) vai slēgtas (siera gatavotāji) dubultsienu tvertnes. Recekļa sagriešanai vertikālā un horizontālā virzienā, kā arī vannas satura maisīšanai paredzēti naži un maisītāji, kurus iespējams darbināt ar dažādu ātrumu.

Siera vannas nav mūsdienīgu prasībām atbilstošas iekārtas puscieto un cieto sieru ražošanai, jo tajās esošais produkts nav pietiekami aizsargāts no apkārtējās vides

iedarbības. Ražojot atsevišķas miksto sieru šķirnes, nepieciešama minimāla mehāniskā iedarbība uz recekli, siera graudiem, tādēļ tos gatavo neliela tilpuma siera vannās (77.attēls).

Siera gatavotāju izvēlē un novērtējumā vadās pēc vairākiem kritērijiem. Kvalitatīva produkta iegūšanai nepieciešams:

- recekli sagriežot iegūt vienāda lieluma siera graudus;
- nodrošināt vienmērīgu un efektīvu maisīšanu, izturot siera graudus "peldošā" stāvoklī, neļaujot tiem salipt un tā veicinot vienmērīgu sūkalu sinerēzi;
- tvertnes piepildot un iztukšojot nepieļaut gaisa iekļūšanu produktā;
- maksimāli samazināt olbaltumvielu un tauku zudumus ar sūkalām;
- aizsargāt pret piesārņojumu no apkārtējās vides;
- iekārtu mazgāt mehānizēti, pieslēdzoties centrālajai mazgāšanas sistēmai.

### 9.3.4. Piedevas normalizētam, pasterizētam maisījumam

**Ieraugs.** Visu sieru ražošanā ir nepieciešamas pienskābes baktērijas. Par tām un ieraugiem vispār sīkāk l.14.nodaļā. Ierauga sastāvā esošām pienskābes baktērijām siera ražošanā ir vairākas funkcijas:

1. pienskābes producēšana; tās daudzums un pieauguma intensitāte –
  - iespaido sūkalu sinerēzi (izdalīšanos) no siera graudiem, tātad arī siera graudu apstrādes ilgumu, gatavā siera ūdens saturu un konsistenci;
  - ietekmē siera garšu;
  - regulē ar olbaltumvielām saistītā kalcija pārejas pakāpi sūkalās, tātad siera konsistenci;
  - kavē pasterizāciju izturējušo mikroorganismu vairošanos, jo lielākajai to daļai skāba vide nav piemērota;
2. aromātvielu (diacetila, acetaldehīda, spirtu, organisko skābju u.c.) izdalīšana, kuras piedalās siera garšas un aromāta veidošanā;
3. ogļskābās gāzes (CO<sub>2</sub>) izdalīšana, kura veido siera acojumu;
4. recināšanas fermentu darbības aktivizēšana, veicinot piena sarecēšanu;
5. proteolītisko (olbaltumvielas hidrolizējošo - sadalošo) fermentu izdalīšana, kuriem svarīga loma sieru nogatavināšanas procesos.

Kā redzams, pienskābes baktērijām siera ražošanā ir daudzpusīga loma, tādēļ to attīstībai ļoti uzmanīgi jāseko visa tehnoloģiskā procesa laikā.

Katrā ieraugā ir apvienoti vairāku pienskābes baktēriju veidi. Izvēloties šīs kombinācijas, tiek ņemta vērā atsevišķu baktēriju bioloģiskā savienojamība, skābes, aromāta, gāzu veidošanas spējas, proteolītiskā aktivitāte vispār un kādas tieši aminoskābes var izdalīt brīvā veidā, izturība pret vārāmo sāli, lipolītiskā (taukus hidrolizējošā) aktivitāte, siera graudu apstrādes temperatūra u.c.

Atkarībā no ražotā siera veida un vēlamajām tā īpašībām, iespējams izvēlēties vispiemērotāko ierauga sastāvu. Ar ierauga sastāva izvēli, sierā meistars jau sāk veidot konkrētu siera šķirni. Dažādu baktēriju kombinācijas ieraugos dod iespēju ražot atšķirīgu siera veidus ar dažādu garšu un aromātu.

Bez pienskābes un citām l.14.nodaļā pieminētām baktērijām, raugiem dažu sieru ražošanā izmanto arī propionskābes baktērijas, glemi veidojošus mikroorganismus un pelējumus, bet par tiem būs rakstīts turpmāk, apskatot dažu sieru ražošanas īpatnības.

Uzmanība jāpievērš tam, ka tieši siera vannā pievienotais sausais ieraugs piena skābumu nepaaugstinās uzreiz tik strauji kā šķidrās ieraugs. Ja to neņems vērā, piens sarecēs lēnāk un mazāks būs skābums graudu apstrādes laikā. Normālā siera ražošanas procesā nepieciešamas 20 – 40 minūtes starp ierauga pielikšanu pienam un recināšanas fermenta pievienošanu. Vienkāršāk to atrisināt tā, ka ieraugu pievieno līdz ar siera vannas piepildīšanas sākumu. Kamēr vannā ieplūdis nepieciešamais piena daudzums, ieraugs būs sasniedzis savu optimālo aktivitāti un pienam būs nepieciešamais skābums. Labāku piena sagatavošanu recināšanai veicinās arī savlaicīga  $\text{CaCl}_2$  šķīduma pievienošana.

Pēdējos gados zemās piena kvalitātes dēļ, daudzi meistari sākuši pievienot pārāk lielas ierauga devas, lai nomāktu nevēlamās mikrofloras attīstību. Tas ir jāvērtē tikai negatīvi, jo sieriem ir izteikti skāba garša, cieta, drupena konsistence.

**$\text{CaCl}_2$**  Pienu recinot ar fermenta palīdzību nepieciešama ūdenī šķīstošu kalcija savienojumu klātbūtne. Ja to ir maz, izveidosies neblīvs receklis, būs palēnināta sūkalu sinerēze, palielināsies olbaltumvielu un tauku zudumi ar sūkalām.

Mūsu apstākļos pienā ir par maz kalcija, bez tam daļa kalcija sāļu pasterizācijas laikā pārvērtušies nešķīstošā formā, tādēļ pienam pievieno  $\text{CaCl}_2$  40% šķīdumu. Šķīdumu gatavojot vadās no aprēķina, ka parasti pievieno 20 – 40 g sausas sāls uz 100 kg pārstrādājamā piena. Valstīs, kur piena kvalitāte ir labāka arī ķīmiskā sastāva ziņā, pievieno 5 – 20 g sāls uz 100 kg piena. Liels  $\text{CaCl}_2$  daudzums var būt par iemeslu pārāk stingram receklim. Lai kalcijs labāk saistītos ar olbaltumvielām, vēlams kalcija hlorīda šķīdumu pievienot 20 – 40 minūtes pirms recināšanas fermenta pievienošanas.

**$\text{Na}_2\text{HPO}_4$** . Ražojot nenogatvaināmus sierus ar zemu tauku saturu vai vājpiena sierus, daži meistari pievieno nātrija fosfātu – 10 – 20 g uz 100 kg pārstrādājamā piena. Šo sāli parasti pievieno pirms  $\text{CaCl}_2$  šķīduma. Veidojas koloidālais kalcija fosfāts  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Fosfātu klātbūtne recekli dod tauku lodītēm līdzīgu efektu, tādēļ iegūst elastīgāku recekli.

**Vārāmais sāls ( $\text{NaCl}$ )**. Dažas pienotavas pienam pirms recināšanas pievieno  $\text{NaCl}$  100 – 150g uz 100kg pārstrādājamā piena. Tas daļēji pasargā sierus no agrinās uzpūšanās (skatīt l.13.nodaļu) un palīdz iegūt sierus ar maigāku konsistenci. Šī pēdējā iemesla dēļ  $\text{NaCl}$  pievienošana pirms recināšanas piemērota sieriem ar pazeminātu tauku saturu. Maigāka konsistence izskaidrojama ar to ka  $\text{NaCl}$  paaugstina olbaltumvielu ūdens saistīšanas spējas. Jārēķinās, ka pievienojot sāli, lēnāk veidosies recekli un būs kavēta sūkalu sinerēze.

**Salpetris ( $\text{NaNO}_3$  vai  $\text{KNO}_3$ )**. Salpetri pievieno pienam, lai nomāktu gāzes radošo mikroorganismu attīstību, tātad novērstu sieru uzpūšanos. Parasti pievieno 15 – 20g uz 100kg piena. Maksimāli pieļaujamā deva ir 30g uz 100kg piena. Lielākas salpetra devas var kavēt ierauga pienskābes baktēriju attīstību un sieru nogatavināšanu, traucēt normāla acojuma veidošanos, būt par cēloni siera neraksturīgai garšai vai iesarkanām svītrām sierā. Salpetri pievieno šķīduma veidā.

Jāņem vērā, ka salpetra pievienošana nav drošs līdzeklis pret sieru uzpūšanos, bez tam vairākās pasaules valstīs tā lietošana ir aizliegta. Tas saistīts ar to, ka skābā vidē reaģējot ar aminiem, var veidoties nitrozamīni - savienojumi ar kancerogēnām īpašībām. Diskusijas par šiem jautājumiem turpinās vairākus gadus. Daži speciālisti uzskata, ka nav konstatēta nitrozamīnu veidošanās sieros, jo lielākā salpetra un tā

pārvērtību produktu daļa pāriet sūkalās. Tas tomēr nevar būt par attaisnojumu, jo sūkalas izmanto arī pārtikai un lopbarībai.

Valstīs, kur salpetra lietošana ir aizliegta, cīņai ar sviestskābes baktērijām izmanto baktofūgēšanu, mikrofiltrāciju vai pievieno lizocīmu. Šobrīd Latvijā salpetra lietošana nav aizliegta, tomēr būtu ieteicams pāriet uz mūsdienīgākiem līdzekļiem sieru vēlinās uzpūšanās novēršanai. Kamēr nav pieejamas modernās iekārtas, var pienam pievienot lizocīmu vai izmantot l.14.nodaļā pieminētās aizsargkultūras.

**Lizocīms.** Tas ir ferments, ko iegūst no vistas olas baltuma. Lizocīms šķīdina sviestskābes baktēriju šūnas, bet neietekmē ierauga baktēriju darbību. Francijā lizocīmu pievieno pienam, ražojot cietos, mīkstos un kausētos sierus, tomēr nelieto klasiskiem, speciālas markas sieriem. Lizocīmu ražo dažādu preparātu veidā, kuriem ir atšķirīga aktivitāte, dažādi tirdzniecības nosaukumi.

**Krāsvielas.** Siera krāsa galvenokārt ir atkarīga no tauku daudzuma sierā un tauku krāsas intensitātes. Pēdējā savukārt atkarīga no gadalaika. Ziemas un pavasara mēnešos, kad barībā maz karotīna, piena tauku dzeltenā krāsa ir mazāk izteikta. Lai sezonas ietekmi uz siera krāsu mazinātu, pienam var pievienot dzelteno krāsvielu. Ieteicams pievienot no augiem izdalītas dabīgās krāsvielas. Biežāk lieto annato vai beta karotīnus. Šīs, kā arī citas krāsvielas piedāvā vairākas firmas. Tajās ir iespējams saņemt arī informāciju par pievienojamās krāsvielas daudzumu un sagatavošanu.

Būtu jāpārtrauc līdz šim dažās pienotavās izmantotās sintētiskās krāsvielas tartrazīna lietošana, jo tagad ir plašs dažādu dabīgu krāsvielu piedāvājums.

### 9.3.5. Sagatavotā maisījuma sarecināšana

Pēc visu vai dažu iepriekšējā nodaļā minēto piedevu pievienošanas un rūpīgas piena izmaiššanas, pēc vajadzīgās temperatūras un skābuma sasniegšanas (par temperatūru un skābumu skat. turpmāk) piens ir sagatavots recināšanai.

Piena sarecināšanas būtība fermentu ietekmē izskaidrota l.4.2.2. nodaļā.

**Fermentu preparāti piena sarecināšanai.** Sākotnēji sieru rūpnieciskai gatavošanai izmantoja no teļu kuņģiem izdalītu fermentu himozīnu. Dzīvniekiem pieaugot, fermentu sastāvs mainās un pārsvarā izdalās pepsīns, kas viens pats sieru ražošanai ir mazāk piemērots (jo sevišķi nogatavināmiem sieriem).

Pasaulē ražotā siera apjomam palielinoties, pakāpeniski sāka mēģināt iegūt himozīna aizvietošanas. Tas nebija vienkārši, jo jaunajiem fermentu preparātiem ne tikai vajadzēja izveidot kvalitatīvu piena recekli, bet sieru nogatavināšanas laikā to ietekmē nedrīkstēja veidoties savienojumi, kas izmainītu katra siera raksturīgo garšu. Meklējumi vainagojušies panākumiem un tagad pieejami dažādi fermentu preparāti. Tie ir vai nu dzīvnieku valsts izcelsmes (himoziņš un pepsīns dažādās attiecībās) vai mikrobioloģiskas izcelsmes – pārsvarā iegūti pelējumu fermentācijas rezultātā. Fermentu preparāti ir šķidrī, pulverveida vai tabletes.

Fermentu preparātu raksturošanai lieto jēdzienu *aktivitātes vienības*. Piemēram, ja aktivitāte ir 15000 vienību, tas nozīmē, ka viena daļa fermentu preparāta var sarecināt 15000 daļas piena 40 minūšu laikā 35 °C temperatūrā. Tātad 1g sarecina 15000g vai 15kg piena. Protams, attiecības mainās, mainoties recināšanas laikam vai temperatūrai.

Piedāvātiem preparātiem ir dažāda aktivitāte, tādēļ iegādājoties jāprecizē pievienojamais daudzums. Sauso preparātu aktivitāte parasti ir 10 reizes lielāka nekā šķidr. Devas lielumu ietekmē arī ražotā siera un izmantotā ierauga veidi, recināšanas temperatūras, piena skābums pirms fermentu pievienošanas, pievienoto  $\text{CaCl}_2$  un  $\text{NaCl}$  daudzumi, pārstrādājamā piena kvalitāte. Visi nosauktie faktori ir atšķirīgi ne tikai dažādās pienotavās, bet pat vienā pārstrādes uzņēmumā tie var mainīties dienu ritumā. Tādēļ meistariem, vadoties no savas pieredzes, iepriekšējās dienās iegūtiem rezultātiem, jāprecizē pievienojamais fermentu preparāta daudzums.

Fermentu preparātu izvēle tagad ir ļoti liela. Piena pārstrādes speciālistam, izvēloties no tiem sava uzņēmuma vajadzībām piemērotāko, būtu jāizvērtē (pieprasot no piegādātājiem informāciju un pārbaudot paraugus savos ražošanas apstākļos):

- aktivitāte – no tās atkarīgs fermenta patēriņš uz produkcijas vienību;
- iegūtā recekļa kvalitāte – tā ietekmē tehnoloģiskā procesa gaitu, siera kvalitāti, olbaltumvielu un tauku zudumus ar sūkalām;
- temperatūras, pH un kalcija jonu ietekme uz fermenta darbību – no tā var secināt, vai tas piemērots konkrētai siera šķirnei;
- proteolītiskā aktivitāte –
  - piena recināšanas laikā svarīgi, vai ferments iedarbojas tikai uz k – kazeīnu jeb hidrolizē arī citas kazeīna frakcijas (pēdējā gadījumā palielināsies olbaltumvielu zudumi ar sūkalām);
  - sieru nogatavināšanas laikā nozīme ir tam, tieši kurās olbaltumvielas molekulas vietās ferments iedarbojas un kādi, cik daudz hidrolīzes produkti rodas, jo no tā atkarīga siera garša, aromāts, konsistence;
- temperatūra, kurā ferments inaktivējas – būtiski, lai netiktu traucēta sūkalu pārstrāde, ja tāda tiek plānota.

#### **Fermentu preparātu pievienošana pienam.** Tā kā

pievienojamais fermentu preparāta daudzums, salīdzinot ar pārstrādājamo pienu, ir neliels, tad to atšķaida ar ūdeni, lai vienmērīgāk un ātrāk notiktu sajaukšanās. Jāvadās no attiecīgās firmas ieteikumiem, bet parasti sausos preparātus atšķaida, pievienojot to vienai daļai 10 – 50 daļas ūdens, šķidr – vienai daļai – 5 – 15 daļas ūdens. Ūdenim jābūt tīram, ar viegli skābu, jeb neitrālu reakciju, tas nedrīkst saturēt hloru. Ūdens temperatūra nedrīkst būt augstāka par recināšanas temperatūru.

Sagatavoto šķīdumu izlej pār piena virsmu un ar maisītājiem rūpīgi maisa 2 – 3 minūtes. Nav ieteicams maisīt ilgāk par 3 minūtēm, jo ir ļoti svarīgi, lai piens pilnīgi norimtu nākošo 8 – 10 minūšu laikā. Tas nepieciešams tādēļ, lai netiktu traucēta recekļa veidošanās. Pretējā gadījumā palielināsies olbaltumvielu zudumi ar sūkalām.

#### **Piena sarecināšana un šo procesu ietekmējošie faktori.**

Piena recināšana saldpiena sieru ražošanā ir viens no svarīgākiem pamatprocesiem. No recekļa izveidošanās ātruma, iegūtā recekļa blīvuma un struktūras, no tā sūkalu atdalīšanas spējām būs atkarīga gatavā siera kvalitāte un arī siera iznākums (lielāki vai mazāki olbaltumvielu zudumi ar sūkalām).

Katrai siera šķirnei recināšanas un tālāko procesu regulēšanā ir savas īpatnības. Nepieciešamie parametri doti tehnoloģiskajās instrukcijās. Par visiem sieriem šīs grāmatas ietvaros nav iespējams aprakstīt. Turpmāk, izvērtējot atsevišķu faktoru ietekmi, tiks runāts par divām lielām saldpiena sieru grupām – cietiem (puscietiem) un mīkstiem sieriem. Viena no būtiskām atšķirībām starp šiem sieriem ir dažāda ūdens

saturs. Izprotot notiekošās norises, ir iespējams izvērtēt, kāpēc konkrētai siera šķirnei instrukcijās noteikti tieši tādi tehnoloģiskā procesa parametri, kā tie ietekmē siera raksturīgo īpašību veidošanos.

Piena kvalitāte mainās katru dienu, atšķirīgi reizēm ir ražošanas apstākļi, tāpēc tehnoloģiskais process nenotiek vienmēr vienādi. Lai varētu salīdzināt, izsekot veiksmju un neveiksmju cēloņiem, analizēt un izdarīt secinājumus, nepieciešams pierakstīt svarīgākos datus par tehnoloģiskā procesa gaitu.

Piena recināšanas gaitu ietekmēs vairāki faktori.

- **Recināšanas temperatūra.** Lielākai daļai recināšanas preparātu sastāvā esošiem fermentiem darbības optimums ir ap 40 °C. Tomēr šo temperatūru parasti neizmanto vairāku iemeslu dēļ: piens sarecētu ļoti ātri, izveidotos pārāk blīvs receklis, bez tam šī temperatūra ir nedaudz par augstu mezofilajām ierauga pienskābes baktērijām. Ap 10 °C un zemākā temperatūrā receklis neveidojas. Paaugstinot piena temperatūru no 20 °C līdz 40 – 45 °C, piena sarecēšanas laiks arvien saīsina. Sākot apmēram no 50 °C, tālāka temperatūras palielināšana palēnina recekļa veidošanos, un ap 60 °C receklis vispār neizveidojas, jo fermenti ir inaktivējušies.

Tātad ar temperatūras palīdzību ir iespējams regulēt piena sarecēšanas ātrumu. Lielākai daļai sieru piena recināšanas temperatūra ir 30 – 34 °C robežās, receklis izveidojas 25 – 40 minūšu laikā. Ja piens rec lēnāk par šo optimālo laiku, tad receklis parasti izveidojas neblīvs, tam ir tendence sadalīties. No šāda recekļa slikti atdalīsies sūkalas, būs lieli olbaltumvielu zudumi ar sūkalām. Daļai mīksto sieru pienu recina 26 – 30 °C temperatūrā, tātad temperatūrā kas ir tālāk no fermentiem optimālās. Tā rezultātā recināšanas laiks palielinās no 40 – 90 minūtēm līdz vairākām stundām (šai gadījumā mazākas ir arī fermentu devas). Ilgākā recināšanas laikā ierauga pienskābes baktēriju darbības ietekmē pieaug skābums, kuram ir svarīga loma sūkalu sinerēzes regulēšanā siera graudu apstrādes laikā.

- **Piena skābums pirms fermentu pievienošanas.** Piena skābumam palielinoties, recēšanas laiks samazinās, ja skābums ir par mazu, izveidosies neblīvs receklis, ja par lielu – receklis būs pārāk blīvs, bez tam receklis var sākt veidoties arī skābes ietekmē un rezultātā niegūsīm vēlamo produktu. Cietiem sieriem vēlamais skābums pienam pirms fermentu pievienošanas ir 19 – 20 °T, mīkstiēm – 22 – 25 °T.

- **Pievienotā  $CaCl_2$  daudzums.** Pievienojot vairāk  $CaCl_2$ , receklis izveidosies ātrāk un būs blīvāks.

- **Pievienotā fermentu preparāta daudzums.** Palielinot fermentu devu, piens sarecēs ātrāk. Šo faktoru parasti neizmanto recēšanas ilguma regulēšanai, izņemot dažu mīksto sieru ražošanā, kad receklis veidojas gan skābes, gan fermentu ietekmē (daudzumu samazina).

- **piena kvalitāte, tā recēšanas spējas ar fermentiem.** Šī faktora ietekme un palēninātas recēšanas cēloņi apskatīti 1.4.2.2.nodaļā.

- **piena pastērizācijas temperatūra.** Par tās ietekmi uz piena sarecēšanu rakstīts 11.9.3.3. nodaļā.

Šie ir galvenie faktori, kas ietekmē piena sarecēšanas ilgumu. Nozīmīgs tālākajā procesā ir arī jau vairākkārt pieminētais recekļa blīvums, jo no tā atkarīgs gan sūkalu

sinerēzes ātrums, gan olbaltumvielu zudumi ar sūkalām. Recekļa blīvumu ietekmē piena kvalitāte, skābums, temperatūra, kalcija jonu daudzums un saunas daudzums maisījumā. Pēdējais faktors jāatceras, cenšoties palielināt pārstrādājamā piena daudzumu, pieņemot arī viltotu, ar ūdeni atšķaidītu pienu. Zaudējumi piena pārstrādes uzņēmumiem var izrādīties lielāki par cerēto ieguvumu.

Recekļa blīvumam jāatbilst siera šķirnei. Ražojot mīkstos sierus, receklim jābūt salīdzinoši blīvākam, jo šiem sieriem recekļa blīvums, līdztekus skābumam, ir viens no galveniem sūkalu sinerēzi regulējošiem faktoriem. Cietiem un puscietiem sieriem sinerēzes regulēšanā recekļa blīvumam ir mazāka nozīme nekā siera graudu lielumam, temperatūrai un skābumam, tādēļ recekļi var būt mazāk blīvs. No iepriekš teiktā izriet, ka regulējot recēšanas ātrumu, recekļa blīvuma pakāpi, turpinās vienas vai otras siera šķirnes īpatnību veidošana.

**Recekļa gatavības noteikšana un sagriešana.** No siera gatavošanas pirmsākumiem, līdz mūsdienām piena recekļa gatavības noteikšanai nav atrasts precīzāks paņēmieni kā sensorais, bet tam ir vajadzīga prakse un pieredze. Ņemot vērā šī procesa svarīgumu, iesācējiem jāpamācās pie pieredzējušiem meistariem.

Recekļa gatavību novērtē šādi: recekļi ar nazi vai speciālu lāpstiņu (daži meistari izlīdzas ar pirkstiem) nedaudz iegriež, tad nazi plakaniski paliek zem griezuma vietas un viegli paceļ uz augšu. Novērtē:

- griezuma šķautnes un malas - šķautnēm jābūt asām, griezuma malām spīdīgām, gludām;
- griezuma vietā izdalījušās sūkalas - tām jābūt dzidrām.



79. attēls. Recekļa gatavības pārbaude.

Kad recekļi novērtē kā gatavu, to sagriež vertikālā un horizontālā virzienā ar vannās un gatavotajos esošiem nažiem, izveidojot kubveida recekļa gabaliņus - siera graudus. Griežot recekļi, tiek šķelti kapilāri un sākas sūkalu izdalīšanās. Šo procesu sauc par sinerēzi.

Receklim sablīvējoties, kapilāri samazinās un daļa tajos esošo sūkalu izdalās no siera graudiem.

Recekļi sagriežot par ātru, tas nebūs vēl pietiekami blīvs un slīktāk izdalīsies sūkalas. No šāda recekļa griešanas laikā viegli atdalīsies recekļa daļiņas un būs lieli olbaltumvielu, tauku zudumi ar sūkalām.

Recekļi sagriežot par vēlu, kapilāri būs sašaurinājušies sablīvētā recekļa dēļ un sinerēze atkal būs kavēta. Lai sagrieztu pārāk sablīvējušos recekļi, vajadzīgs lielāks griezējinstrumentu mehāniskais spēks un ātrums, tādēļ no recekļa tiks atrautas daļiņas, atkal radīsies zudumi.

No teiktā izriet, ka svarīgi noteikt optimālo recekļa griešanas laiku.

Parasti recekļi sagriež 10 – 20 minūtēs, atkarībā no siera šķirnes un siera nažu konstrukcijas. Lielai daļai mīksto sieru recekļi tikai sagriež un izveidojušos graudus tālāk nesmalcina, lai turpmākajā apstrādē kavētu pārāk intensīvu sūkalu sinerēzi un būtu

iespējams nodrošināt vajadzīgo paaugstināto ūdens saturu. Atsevišķām miksto sieru šķirnēm formās ar kausiem liek arī nesagrieztu recekli.

Cietiem sieriem turpina graudus smalcināt līdz katrai šķirnei atbilstošam lielumam. Graudu lielums saistīts ar gatavā siera ūdens saturu, jo tas ir mazāks, jo veido mazākus graudus. Jāņem vērā, ka tūlīt pēc recekļa sagriešanas graudi ir ļoti jutīgi pret mehānisko apstrādi, tādēļ maisītāju kustības ātrums jāierobežo, lai nerastos lieli olbaltumvielu zudumi ar sūkalām.

Kad izveidoti vajadzīgā lieluma graudi, novada apmēram 30% (no sākotnējā piena daudzuma) sūkalu un sākas siera graudu apstrāde.

### 9.3.6. Siera graudu apstrāde



80. attēls. Siera graudu apstrāde.

Graudu apstrādes laikā siera vannas saturs visu laiku jāmaisā, neļaujot graudiem salipt vai nogulsnēties uz vannas pamatnes. Pretējā gadījumā veidosies pikas un sūkalas no visiem graudiem neizdalīsies vienādi, rezultātā sieriem būs nevienmērīga konsistence.

Graudu lipīguma pakāpe ir atkarīga no to mitruma un temperatūras. Sinerēzes rezultātā samazinoties ūdens saturam, graudi kļūst mazāk lipīgi.

Apstrādes laikā paaugstinot temperatūru, graudiem palielinās tendence salipt. Šo iemeslu dēļ maisītāju griešanās ātrums jāmaina atbilstoši apstākļiem. Gatavojot sierus ar mazu tauku saturu, graudiem ir lielāka tieksme nogulsnēties uz vannas pamatnes, tādēļ maisītāji jādarbina intensīvāk nekā pārstrādājot treknāku pienu.

Siera graudu apstrādes laikā notiekošie procesi un tos ietekmējošie faktori. **Siera graudu apstrādes mērķis ir regulēt sūkalu sinerēzi un skābuma pieauguma intensitāti.**

Regulējot sinerēzi, siera graudos tiek atstāts noteikts sūkalu daudzums, lai:

- nodrošinātu gatavā sierā siera šķirnei atbilstošu ūdens saturu;
- siera graudos palikušajās sūkalās būtu pietiekami laktozes (ierauga pienskābes baktēriju galvenā barības avota), tā nodrošinot piemērotus apstākļus mikrobioloģiskiem un fermentatīviem procesiem sieru nogatavināšanas laikā.

Siera graudu apstrādes laikā pienskābes baktērijas pārraudzē laktozi, rezultātā palielinās skābums, uzkrājoties pienskābei un pieaug baktēriju daudzums, tām vairojoties. Skābuma pieauguma gaitai un sasniegtajam skābumam ir svarīga nozīme, jo:

- pēc tā var secināt par pienskābes baktēriju vairošanos un to izdalīto fermentu uzkrāšanos; pēdējiem ir svarīga loma sieru nogatavināšanas laikā;
- tas ir viens no galvenajiem sūkalu sinerēzes regulētājiem;

• skāba vide kavē attīstīties iekļuvušai nevēlamai mikroflorai.

No iepriekš teiktā izriet, ka graudu apstrādes laikā notiek vairāki tālākai siera ražošanai un gatavā produkta kvalitātei nozīmīgi procesi. Tie jākontrolē, jāregulē, lai nodrošinātu gatavam produktam labu kvalitāti un sierī iegūtu katrai šķirnei raksturīgās īpašības. Visi iepriekš minētie procesi ir savstarpēji saistīti. Siera graudu apstrādes laikā seko diviem no tiem - sūkalu sinerēzei un skābuma izmaiņām.

Lai varētu sekot skābuma izmaiņām, periodiski nosaka sūkalu skābumu (pH vai °T). Parasti nosaka skābumu vismaz trīs reizes apstrādes laikā: pēc recekļa sagriešanas, pirms un pēc temperatūras paaugstināšanas. Rietumu valstīs pienam ir pastāvīgāka kvalitāte, tādēļ skābuma izmaiņas var atļauties kontrolēt retāk, jo procesa gaita pa dienām maz mainās. Tehnoloģiskajās instrukcijās ir rakstīts, kādam ir jābūt sūkalu skābumam noteiktā apstrādes posmā katrai siera šķirnei.

*Skābuma pieauguma intensitāte* ir atkarīga no:

- piena kvalitātes;
- ierauga sastāva un tā aktivitātes;
- laktozes daudzuma siera graudos (jo tās vairāk, jo vairāk būs pienskābes).

Periodiski nosakot sūkalu skābumu un konstatējot, ka tā pieaugums notiek saskaņā ar tehnoloģiskajās instrukcijās norādīto, meistars var mierīgi sekot tālākai procesa gaitai. Diemžēl vienmēr tā nav, tādēļ ir jāzina iespējamo noviržu cēloņi, jāapzinās sekas un jāizprot, ko iespēju robežās var darīt.

*Pārāk strauja skābuma pieauguma cēloņi* var būt:

- nekvalitatīvs (mikrobiāli piesārņots, pārskābis, pārgatavināts) piens;
- palielināts ierauga daudzums;
- nav ievēroti temperatūra un laiks pienu dzesējot, uzglabājot, pasterizējot, recinot u.c.

Sekas pārāk intensīva skābuma pieaugumam var būt:

- strauja sūkalu sinerēze un samazināts ūdens saturs gatavam sieram;
- sieram skāba garša;
- pienskābes ietekmē no olbaltumvielām atšķelsies pārāk daudz kalcija un sieriem būs drupena konsistence.
- lielā skābuma dēļ kavēti fermentatīvie procesi nogatavināšanas laikā.

Rezultātā tiks iegūts siers ar tādiem vai citādiem defektiem. Lai to turpmāk nepieļautu, rūpīgāk jāatlasa piens sieram, jāsamazina pievienojamā ierauga daudzums un precīzi jāievēro norādītās temperatūras, apstrādes laiks. To varēs darīt nākošās dienās, bet tagad, procesa laikā, negatīvo skābuma ietekmi var samazināt tikai ar ūdens pievienošanu siera graudiem (par to skatīt turpmāk). Pārāk straujo sūkalu sinerēzi var kavēt ar vārāmā sāls šķīduma pievienošanu siera graudiem (skatīt turpmāk).

*Palēnināta skābuma pieauguma cēloņi* var būt:

- ar mastītu slimu govju piena piejaukums (skat.l.8. nodaļu);
- inficēšanās ar bakteriofāgu (baktēriju vīrusu) (skat.l.14. nodaļu);
- inhibitoru klātbūtne (skat.l.5.nodaļu).

Sekas kavētam pienskābes daudzuma pieaugumam var būt:

- kavēta sūkaku sinerēze un gatavam sieram palielināts ūdens saturs, kā arī traucēta sieru nogatavināšanas normāla gaita palielinātā laktozes daudzuma dēļ;
- dažādi siera garšas efekti;
- mazā pienskābes daudzuma dēļ siera masā paliks par daudz kalcija un sieram būs gumijota konsistence;
- palielinās iespējas attīstīties nevēlamai mikroflorai, jo ir mazs skābums.

Rezultātā nav iespējams iegūt kvalitatīvu sieru. Ar mastitu slimu govju piena piejaukums izpaužas vēl arī tā, ka kavēta jau piena sarecēšana, izveidojas neblīvs receklis. Savukārt inhibitoru klātbūtnes gadījumā piens sarec gandrīz normālā laikā. Ja ir notikusi inficēšanās ar bakteriofāgu, tad skābuma pieauguma kavēšanās vairāk jūtama graudu apstrādes beigās vai sieru veidošanas laikā. Vadoties pēc šīm atšķirībām vieglāk konstatēt, kurš no cēloņiem izraisījis nevēlamās novirzes procesa gaitā. Lai nepieļautu to atkārtosanos, jāveic rūpīga izejvielas kontrole un atlase. Vēl jāpārbauda vai pēc iekārtu mazgāšanas un dezinfekcijas uzņēmumā tās tiek pietiekami skalotas, lai novērstu mazgāšanas līdzekļu palieku iekļūšanu pienā. Konstatējot inficēšanos ar bakteriofāgu, jāveic rūpīga dezinfekcija visā uzņēmumā.

Izlabot radušos situāciju siera ražošanas dienā praktiski nav iespējams. Mazināt negatīvo ietekmi var pagarinot siera graudu apstrādes laiku, iespēju robežās paaugstinot temperatūru, bet produkts vienalga nebūs kvalitatīvs.

*Sūkaku sinerēzes* laikā no siera graudiem izdalās sūkaku sastāvdaļas: laktoze, minerālvielas, sūkaku olbaltumvielas, daļa siko tauku lodīšu. Ja siera graudos paliks mazāk sūkaku, mazāk paliks pienskābes baktēriju barības vielas - laktozes un lēnāk ritēs turpmākie mikrobioloģiskie procesi vai arī otrādi. Katrai siera šķirnei graudos jāatstāj optimāls sūkaku daudzums. Ražojot cietos sierus, aizvada vairāk sūkaku (atstājot sausākus graudus) un lielākā to daļa tiek izdalīta no graudiem tieši apstrādes laikā. Puscietiem un mīkstiemiem sieriem graudos atstāj vairāk mitruma, tā nodrošinot vajadzīgo ūdens saturu gatavos sieros. Mīkstiemiem sieriem galvenā sūkaku daļa atdalās veidošanas un pašpresēšanas laikā.

Lai varētu sūkaku sinerēzi regulēt atbilstoši ražojamai siera šķirnei, jāzin faktori, kas ietekmē sūkaku izdalīšanos.

Daļa no tiem graudu apstrādes laikā vairs nav maināmi:

- piena piemērotība siera ražošanai (skatīt III.9.3.1.nodaļu);
- piena tauku saturs; treknāka piena receklī kapilāros vairāk tauku lodīšu un tas kavē sūkaku izdalīšanos – pārstrādājot šādu pienu, jāpastiprina citu, sinerēzi veicinošu faktoru (skābuma, temperatūras) ietekme, bet pienam ar mazāku tauku saturu jārikojas pretēji – jālieto maigāki režīmi, lai kavētu sinerēzi;
- piena pasterizācija: pasterizēta piena olbaltumvielas lēnāk atdala sūkakas nekā nepasterizēta;
- kalcija sāļu daudzums (skatīt III.9.2.4.nodaļu);

Pārējie sinerēzi ietekmējošie faktori mainās graudu apstrādes laikā:

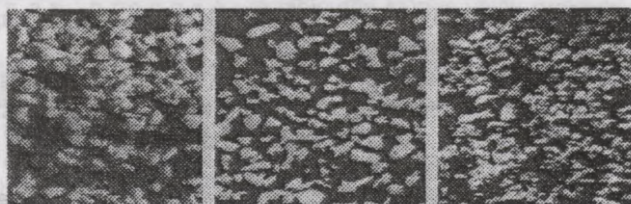
- graudu lielums: jo mazāki graudi, jo lielāks šķelto kapilāru skaits, kā arī īsāks ceļš sūkalam līdz graudu virsmai, rezultātā ātrāk notiek sūkaku izdalīšanās;
- temperatūra: temperatūrai paaugstinoties olbaltumvielu daļiņas tiek sablīvētas, samazinās hidratācijas apvalks un rezultātā intensīvāk izdalās sūkakas;

- skābums: skābumam palielinoties samazinās olbaltumvielu elektriskais lādiņš, tādēļ samazinās arī ūdens saistīšanas spējas un sūkalu sinerēze notiek straujāk;
- vāramā sāls saturs siera graudos: pievienojot pienam vai siera graudiem vāramo sāli daļa kalcija parakazeināta pārveidojas par nātrija parakazeinātu, kuram ir lielākas ūdens saistīšanas spējas, tādēļ sinerēze tiek kavēta.

Siera graudu apstrādes ilgumu nosaka sinerēzes ātrums un vēlamais graudu mitrums apstrādes beigās (atšķirīgs dažādām siera šķirnēm). Dažādu siera grupu graudu lielumu atšķirības redzamas 81. attēlā.



mīkstie sieri



cietie sieri

81. attēls. Siera graudi.

Siera graudu apstrādes secība. **Nosacīti siera graudu apstrādē var izdalīt trīs posmus:**

- 1) līdz temperatūras paaugstināšanai - otrai uzsildīšanai (mīksti sieri tādas nav);
- 2) otrā uzsildīšana vai temperatūras paaugstināšana;
- 3) pēc otrās uzsildīšanas.

1. Atkarībā no siera šķirnes, skābuma pieauguma un sūkalu sinerēzes intensitātes, šī posma ilgums ir 20 – 60 minūtes. Šai laikā jāseko sūkalu skābuma izmaiņām un sinerēzes gaitai. Sūkalām izdaloties graudi zaudē sākotnējo lipīgumu, kļūst elastīgi. Skābumu sūkalām noteikt ir vienkārši, bet sinerēzes gaitas novērtēšanai atkal nepieciešamas praktiskās iemaņas, jo nav citādākas metodes kā sensorā - graudus paņemot saujā, saspiežot, paberzējot starp pirkstiem. Vispārējs apraksts grāmatā neko nedod, tikai praktiski mēģinot pieredzējuša meistara vadībā, var iemācīties noteikt, kad graudi gatavi uzsildīšanai.

Kad pirmais apstrādes posms beidzies, pārbauda sūkalu skābumu un novada apmēram 20 – 30% sūkalu. Novadīto sūkalu daudzums arī ietekmē sūkalu sinerēzi: jo vairāk sūkalu novadīs, jo palikušajā masā ātrāk pieaugs skābums. Mazā tilpumā ātrāk palielināsies skābes koncentrācija.

2. Latvijā šo posmu pierasts saukt par otro uzsildīšanu, pieņemot, ka pirmo reizi pienu uzsildīja līdz recināšanas temperatūrai. Rietumu literatūrā šo posmu sauc dažādi: termiskā apstrāde, karsēšana, plaucēšana. Lai kā to arī nesauktu, būtība ir viena: sinerēzes veicināšanai paaugstina temperatūru. Paaugstināta temperatūra, iedarbojoties uz pienskābes baktērijām, ietekmē arī tālāko skābuma pieauguma intensitāti un mikrobioloģiskos procesus.

Lielākajai mīksto sieru daļai temperatūra netiek paaugstināta graudu apstrādes laikā, jo sinerēzes pastiprināšana nav vajadzīga, tā kā sieram jābūt lielākam ūdens saturam.

Cietiem un puscietiem sieri sinerēze jāpastiprina, tādēļ temperatūrai jābūt augstākai. Atkarībā no uzsildīšanas temperatūras, sierus iedala divās grupās:

- sieri ar zemu graudu apstrādes temperatūru: 36 – 43 °C. Lielākajai daļai Latvijā ražoto puscieto un cieto sieru pielieto šo temperatūru;
- sieri ar augstu graudu apstrādes temperatūru: 50 – 60 °C. Pie šīs grupas pieder Ementāles, Šveices, Grijēras (*Gruyère*) u.c. sieri.

Temperatūrās ap 40 °C tiek kavēta mezofilo pienskābes baktēriju attīstība, tādēļ tālāk skābums paaugstināsies lēnāk. Temperatūru paaugstinot līdz 50 – 60 °C, mezofilās baktērijas aiziet bojā, saglabājas tikai dažas termoizturīgās ierauga baktērijas. Tādēļ šiem sieriem nepieciešamais skābums graudu apstrādes laikā jāsasniedz līdz temperatūras paaugstināšanai.

Ražojot otrās grupas sierus (50 – 60 °C), ļoti svarīgs ir temperatūras izmaiņas ātrums, jo tā jāpaaugstina par vairākiem grādiem. Temperatūru paaugstinot strauji, no virskārtas ātri izdalīsies sūkalas, tā noblīvēsies un caur šo kārtu būs kavēta graudu iekšpusē esošo sūkalu izdalīšanās. Būs notikusi tā saucamā graudu applaucēšana. Temperatūru līdz 45 °C abu grupu sieri paaugstina par 1 – 2 grādiem minūtē, pēc tam tas var notikt straujāk.

Abām sieru grupām temperatūru var paaugstināt:

- vannas apvalkā ielaižot tvaiku,
- apvalkā ielaižot tvaiku un pielejot karstu ūdeni (80 – 85 °C) sūkalu - graudu maisījumam vannā,
- pielejot tikai karsto ūdeni (dažām siera šķimēm – Bauskas, Zemgales – pievieno 32 – 35 °C ūdeni).

Latvijā ūdeni (5 – 30 % no piena maisījuma) biežāk lej klāt tad, ja skābums ir līdz šim posmam pieaudzis pārāk strauji. Ar to samazina skābumu, kā pārāk strauju sinerēzes veicinātāju. Vienlaicīgi samazinās laktozes daudzums siera masā, tātad mazāk būs barības vielas pienskābes baktērijām. Līdz ar to turpmāk skābuma pieaugums būs mazāks. Vairākiem mīksti sieri ūdens pievienošana graudiem paredzēta tehnoloģiskajās instrukcijās. Rietumu valstīs ūdeni praktiski vienmēr lej klāt (to dēvē par graudu skalošanu), tā nodrošinot sieri mazāku skābumu.

Rēķinoties ar lielo pasterizāciju izturējušo mikroorganismu skaitu, Latvijas siera meistari ūdeni ne vienmēr pievieno. Tas izskaidrojams ar to, ka skābā vide kavē nevēlamās mikrofloras attīstību. Salīdzinot citās valstīs un Latvijā ražotos līdzīgu grupu sierus, pēdējie parasti ir skābāki. Pamazām arī daļa patērētāju pieradusi pie sieri ar šādu garšu. Atliek tikai cerēt, ka piena kvalitāte uzlabosies un vismaz daļai sieru būs iespējams samazināt skābumu.

3. Šai posmā notiek tālāka sūkalu izdalīšanās. Posma ilgums praktiski ir atkarīgs no tā, kādā laikā iespējams sasniegt vēlamu graudu mitrumu (apmēram tas var svārstīties no 5 līdz 60 minūtēm).

Lai iegūtu sierus ar maigāku konsistenci (sieriem ar mazāku tauku saturu vai pārāk spēcīgas sinerēzes gadījumā), siera graudiem šai posmā var pielikt vārāmo sāli 200 – 300g/100kg pārstrādātā piena. Sāli pievieno pastērīzēta, filtrēta šķiduma veidā. Par sāls iedarbības būtību skatīt pie sinerēzi ietekmējošiem faktoriem. Jārēķinās, ka pēc šāda sāls daudzuma pievienošanas, siera masā būs apmēram 0,5 – 0,7 % NaCl. Tas jāņem vērā vēlāk, sierus sālot. Sālīšanas ilgums jāsamazina par vienu vai pusī dienas.

Sāli, protams, nevar pievienot, ja kādu iemeslu dēļ graudu apstrādes laikā tikusi kavēta sinerēze.

Graudu gatavību var noteikt tikai sensori, vērtējot to elastību, lipīgumu. Normāli nosusināti graudi, saspiežot saujā, salīp piciņā. Piciņu viegli paberzējot starp delnām, tai viegli jāsadalās atsevišķos graudos.

Graudu gatavības noteikšana ir viena no grūtākajām, atbildīgākajām operācijām visā siera gatavošanas procesā, jo pieļautās kļūdas vēlāk praktiski nav iespējams izlabot.

Pārtraucot siera graudu apstrādi *par ātru*, siera masā paliks par daudz ūdens un laktozes, tādēļ sieriem būs nestandarta ūdens saturs, neraksturīga konsistence, pārāk intensīvi norītēs pienskābā rūgšana un sieriem būs skāba garša.

*Nokavējot isto graudu gatavību*, novirzes būs pretējas iepriekš aprakstītajām, bez tam graudi būs zaudējuši lipīgumu un būs grūti tos sapresēt kopā.

42. tabulā parādīta graudu apstrādes ietekme uz diviem būtiskiem siera kvalitātes rādītājiem - ūdens saturu un skābumu.

Jāpievērš uzmanība, ka siera ūdens saturu galvenokārt ietekmē siera graudu apstrādes temperatūra, ilgums un masas skābums apstrādes beigās. Tehnoloģiskajās operācijās pēc graudu apstrādes (veidošanas, presēšanas laikā) daļēji vēl turpinās sūkalu sinerēze, sevišķi mīkstajiem sieriem, bet praktiski tiek novadītas iepriekš atdalītās sūkalas. Ūdens, kas paliek saistīts ar olbaltumvielām, nav atdalāms sierus presējot.

42. tabula

Siera ūdens daudzumu un skābumu ietekmējoši faktori

Faktori	Izmaiņa + palielinās - samazinās		Galvenie izmaiņu cēloņi	
	Ūdens daudzums	Skābums	Ūdens daudzums	Skābums
1	2	3	4	5
Ierauga daudzuma palielināšana	-	+	Skābuma ietekmē samazinās kazeīna ūdens saistīšanas spējas	Lielāks baktēriju daudzums pārraudzē vairāk laktozes un izveidojas vairāk pienskābes

1	2	3	4	5
Piena ar ieraugu izturēšana līdz recināšanas fermentu pievienošanai	-	+	Augstāk minētais	Augstāk minētais
Lielāki siera graudi	+	+	Mazāk šķeltu kapilāru, garāks sūkalu ceļš līdz virsmai	Vairāk laktozes sierā
Ūdens pievienošana graudu sūkalu maisījumam	+	-	Samazinoties skābumam, palielinās sinerēze	Laktozes koncentrācijas samazināšanās
Temperatūras paaugstināšana	-	-	Temperatūras ietekmē samazinās kazeīna ūdens saistīšanas spējas	Mazāk laktozes sierā, pienskābes baktēriju skaita samazināšanās
Temperatūras pazemināšana	+	+	Pretēji augstāk minētajam	Pretēji augstāk minētajam
Apstrādes ilguma palielināšana	-	-	Ilgāka temperatūras ietekme	Mazāk laktozes sierā
NaCl pievienošana	+	+	Nātrija joni palielina kazeīna ūdens saistīšanas spējas	Vairāk laktozes sierā
Palielināts presēšanas spiediena spēks	-	-	Notek izdalījušās sūkalas	
Presēšanas ilguma palielināšana	-	-	Augstāk minētais	

### 9.3.7. Siera veidošana

Kad siera graudu apstrāde pabeigta, tas ir, sasniegti katrai siera šķirnei atbilstošs skābums un graudu konsistence, elastīgums, sākas siera veidošana. Veidošanas mērķis ir siera graudus apvienot gabalā, piedot sieram noteiktu formu, novadīt atdalījušās sūkalas.

Veidošanas laikā turpinās pienskābā rūgšana, notiek sūkalu sinerēze, tāpēc jānodrošina lai siera graudi neatdzistu, uzturot telpā 18 – 20 °C temperatūru. Temperatūras pazemināšanās ne tikai kavēs sūkalu sinerēzi, bet var būt par vienu no cēloņiem dažādiem acojuma defektiem gatavos sieros. Atdzīstot siera graudos samazinās arī lipīguma un elastības pakāpe, tādēļ būs grūtāk tos sapresēt kopā.

No siera formas un gabala masas ir atkarīga siera īpatnējā virsma (virsmas laukuma attiecība pret masu). Tā, savukārt, ietekmē sūkalu izdalīšanās ātrumu, nožuvuma pakāpi nogatavināšanas laikā.

Cietos un pusciertos sierus veido salīdzinoši lielākus, ar mazāku īpatnējo virsmu, lai mazāks nožuvums ilgākā nogatavināšanas laikā, lai labāk saglabātos temperatūra. Parasti likumsakarība ir tāda: jo ilgāks siera nogatavināšanas laiks, jo to veido lielāku.

Mikstos sierus veido mazākus, ar lielāku īpatnējo virsmu divu iemeslu dēļ. Parasti šiem sieriem ir miksta konsistence, tādēļ lielāks siera gabals deformētos nogatavināšanas laikā. Daļa šo sieru nogatavinās uz virsmas augošas mikrofloras ietekmē, tādēļ virsmas lielums ietekmē nogatavināšanas gaitu.

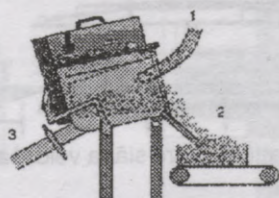
Veidošanas paņēmieni ietekmē sieru acojumu. Sierus ar neregulāras formas acojumu, piemēram, Krievijas, Latvijas, Bauskas. u.c., veido ar uzliešanu vai uzbēršanu.

**Veidošana ar uzliešanu.** Izmantojot šo paņēmieni siera graudu - sūkalu maisījumu ar sūkņa palīdzību, ar paštecī vai slīpi pagāžot siera vannu novada uz formām. Formas novietotas uz nedaudz slīpa galda. Sūkalas notek, siera graudi sablīvējas formās.

**Veidošana ar uzbēršanu.** Graudu - sūkalu maisījumu ar sūkņa palīdzību aizvada uz vibrējošu vai rotējošu sūkalu atdalītāju, kurā sūkalas novada un siera graudi sabirst uz galda novietotās vai pa transportiera lenti piegādātās formās.

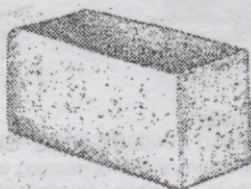


82. attēls. Miksto sieru veidošana ar uzliešanu.



83. attēls. Siera veidošana ar uzbēršanu.

1 – graudu un sūkalu maisījums; 2 – siera graudi; 3 – sūkalas.



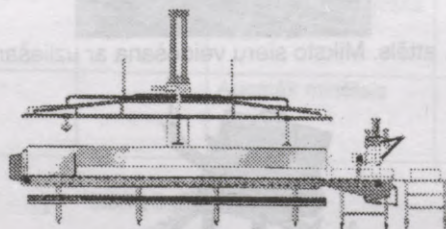
84. attēls. Siers ar neregulāras formas acojumu.

Atkarībā no mehanizācijas pakāpes, veidošana var notikt arī nedaudz atšķirīgi, bet galvenais princips saglabājas. Piemēram, graudi ar sūkalām nokļūst uz perforētas transportiera lentas. Lentai virzoties uz priekšu, sūkalas notek, pēc tam graudi sabirst formās. Iespējami arī citi varianti, bet vienmēr siera graudi saskaras ar gaisu pirms tos spresē kopā.

Veidojot sierus ar uzliešanu vai uzbēršanu, starp siera graudiem formās paliek daudz gaisa, lielas spraugas. Nogatavināšanas laikā radušos gāzu spiediens (par acojuma veidošanos skat. turpmāk) ir par mazu, lai lielās spraugas noapaļotu, tādēļ šiem sieriem izveidojas neregulāras formas acojums.

Sierus ar apaļas vai ovālas formas acojumu, piem. Holandes, Ementāles u.c. *veido no slāņa* (Latvijā pieņemts termins) jeb ar *iepriekšēju presēšanu* (Rietumu literatūrā pieņemts termins).

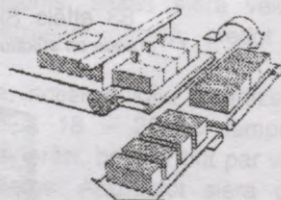
Atkarībā no uzņēmumā esošām iekārtām siera slāni var izveidot siera vannā (88. attēls) vai arī speciālā slāņa veidošanas iekārtā (85. attēls). Pēdējā gadījumā siera graudu - sūkalu maisījumu ar paštecī vai ar sūkņa palīdzību aizvada uz slāņa veidošanas iekārtu un ļauj siera graudiem nogulsneties uz pamatnes zem sūkalu kārtas. Izmantojot sūkni, jāuzmanās, lai sistēmā neiekļūtu gaiss, graudi neatdzistu un netiktu deformēti. Pretējā gadījumā būs acojuma defekti. Nogulsnējušos siera graudu slāni nolīdzina, nosedz ar perforētām plāksnēm un presē ar 1 – 5 kPa lielu spiedienu 15 – 25 minūtes. Kad slānis ir zem spiediena, tikai tad novada sūkalas. Ja šo noteikumu neievēro, sūkalām aizplūstot siera slāni iekļūst gaiss, rezultātā sieriem izveidosies neregulāras formas acojums. Slāņa presēšanas laikā graudi deformējas, salīp monolitā gabalā, spraugas starp graudiem samazinās, no starpgraudu telpas tiek izspiestas izdalījušās sūkalas. Ar šo paņēmieni iegūst ļoti nopresētu siera masu.



85.attēls. Siera slāņa veidošana.



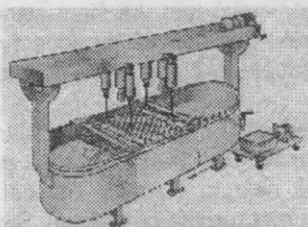
86.attēls. Siers ar apaļas formas acojumu



87.attēls. Siera slāņa sagriešanas shēma.

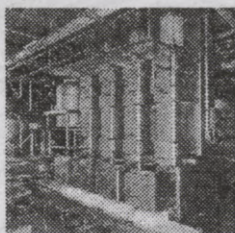
Pēc slāņa nopresēšanas to mehanizēti sagriež attiecīgā lieluma gabalos. Siera gabalus ar rokām vai kādu mehānismu palīdzību saliek formās.

Ja uzņēmumā atsevišķas iekārtas slāņa veidošanai nav, slāni izveido siera vannā. Šai gadījumā jāatceras, ka aizkavēsies vannas atkārtota izmantošana un ir vairāk roku darba. Slānis jāgriež ar rokām, siera gabali jāizceļ no siera vannas un jāsaliek formās.

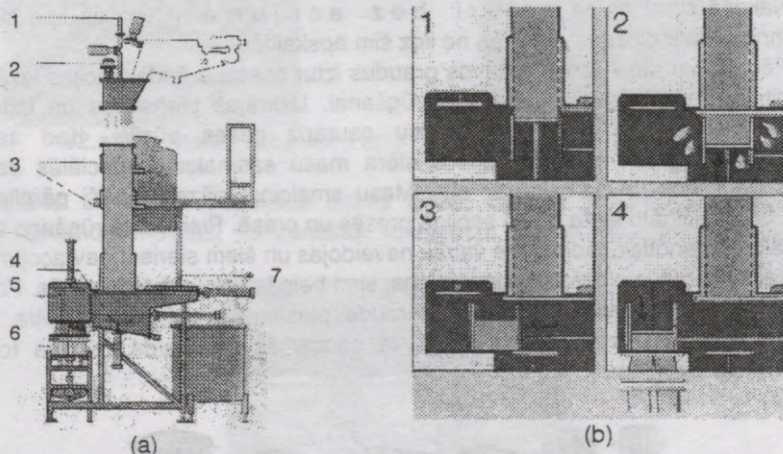


88.attēls. Siera slāņa veidošana vannā.

Modernākos pārstrādes uzņēmumos siera "slāni" izveido vertikālās kolonās. No sapresētā siera masas ar mehānisku nazi nogriež gabalu, kurš iekrīt pa konveijeru padotā formā un tiek aizvadīts uz presēm.



89.attēls. Sieru veidošana vertikālās kolonās.

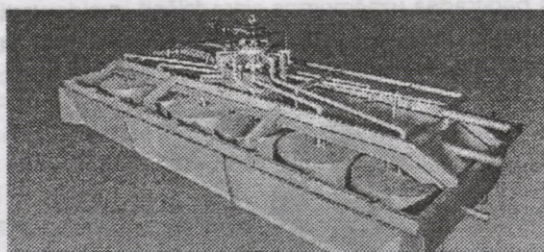


90.attēls. Siera veidošanas kolonas shematiska uzbūve (a) un darbības princips (b).  
 a) 1 – siera graudu / sūkļu ieplūdes caurule; 2 – siera graudu līmeņa regulators; 3 – perforētas joslas sūkļu novadīšanai; 4 – kombinēta pamatne / nazis; 5 – dozēšanas / presēšanas plate; 6 – slidošas plates siera sānu maļu saturēšanai; 7 – siera forma.

b) 1 – ar plātņu ((a)5, (a)6) palīdzību nomēra vajadzīgo siera gabala lielumu; 2 – siera gabalu nogriež un piepresē; 3 – siera gabalu pārvieto; 4 – siera gabalu ieliek formā.

Arvien plašāk tiek pielietots arī cits paņēmiens – siera slāni izveido un arī presē vienā lielā monolītā gabalā. Vajadzīgā lieluma gabalos to sagriež pēc presēšanas. Priekšrocība šai gadījumā ir tāda, ka nav vajadzīgas formas, atkrit arī viss ar tām saistītais darbs, pilnīgāk iespējams savākt sūkalas. Papildus uzmanība jāpievērš tam, ka šiem sieriem nebūs noblīvēta virskārta (griezuma vietās), tādēļ tie ātrāk izsālīsies, kā arī nogatavināšanas laikā jāuzmanās no mikrofloras iekļūšanas siera gabala iekšienē (noteikti jānogatavina iesaiņotus polimēra plēvēs).

Dažiem liela izmēra sieriem (Ementāles u.c.) "slāni" var veidot arī tieši formās (91. attēls). Graudu – sūkalu maisījumu ievada uz slīpa galdā saliktās formās. Galdam ir augstas malas, lai sākumā neļautu sūkalām notecēt. Siera masas kārtu formās nopresē, novada sūkalas un turpat turpina presēšanu. Šis paņēmiens ir parocīgs tādēļ, ka lielās masas dēļ tādu siera pārvietošana ir sarežģīta.



91.attēls. Ementāles tipa siera veidošana.

Lai ar kādu paņēmienu notiktu siera slāņa veidošana, tam jābūt ļoti noblīvētam, lai varētu iegūt sierus ar apaļas vai ovālas formas acojumu.

Nākošā siera grupa ir sieri bez acojuma (Čedaras tipa sieri). Šo siera tehnoloģija ir diezgan atšķirīga no līdz šim apskatītās.

Pēc sūkalu atdalīšanas gatavos graudus iztur speciālā čedarizācijas iekārtā, kur tiek radīti optimāli apstākļi pienskābei rūgšanai. Uzkrājas pienskābe un izdalās arī ogļskābā gāze, tādēļ visu siera masu caurauž gāzes pūslīši. Kad sasniegts nepieciešamais skābums, sablīvējušos siera masu sasmalcina speciālās dzirnavās garenos gabaliņos un samaisa ar sāli. Masu smalcinot gāzes pūslīši pārplīst, gāze izdalās. Sasmalcināto siera masu sapilda presēs un presē. Pienskābā rūgšana turpmāk vairs praktiski nenotiek, tādēļ gāze vairāk neveidojas un šiem sieriem nav acojuma.

Lai kāds būtu veidošanas paņēmiens, sieri beigās tiek ievietoti formās. Formas ir dažādas, tās izgatavotas no nerūsējošā tērauda, plastmasas vai cita materiāla. Tās var būt katram siera gabalam sava vai arī tā saucamās grupveida - viena forma ar vairākiem nodalījumiem.



91. attēls. Siera formas.

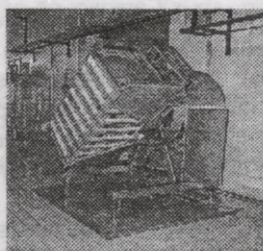
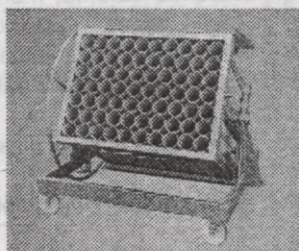
Tā kā veidošanas un sekojošās presēšanas laikā turpinās sinerēze, tad izdalījušās sūkulas jānovada, šī iemesla dēļ nepieciešams drenāžas materiāls. Par to var kalpot auduma salvetes jeb perforēts metāla vai plastmasas ieliktnis. Salvete prasa daudz roku darba: sieri tajās jāietin, jāiztin, salvetes jāmazgā, jākaltē. Ar perforētiem ieliktniem darba ražīgums palielinās apmēram divas reizes.

Pēc siera ievietošanas formās siera masai ļauj pašpresēties apmēram 15 – 40 minūtes (atkarībā no siera veida), vienu reizi apgrozot. Šis starposms nepieciešams tādēļ, lai ļautu brīvi notecēt lielākajai daļai izdalījušos sūkulu. Ieliekot sierus uzreiz presēs, to virskārta uzreiz noblīvēsies un sūkulu izdalīšanās caur to būs apgrūtināta.

### 9.3.8. Sieru pašpresēšanās un presēšana

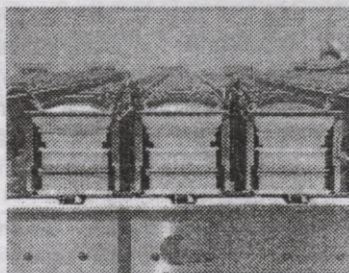
Presēšanas vai pašpresēšanas laikā turpinās pienskābā rūgšana, sūkulu sinerēze, tādēļ telpas temperatūrai jābūt 18 - 20 °C.

Spiedienam siera masas noblīvēšanai jāatbilst masas stāvoklim: jo lielāks ūdens saturs, jo spiedienam jābūt mazākam. Tādēļ mīkstiemi sieri un dažiem pusmīkstiemi siera masu noblīvē tikai pašpresēšanas ceļā: augšējie slāņi spiež uz apakšējiem. Lai spiedienu izlīdzinātu, sieri periodiski jāapgroza (92.attēls). Pašpresēšanās sākumā sierus apgroza ik pēc 20 – 30 minūtēm, vēlāk ik pēc 1 – 1,5 stundām. Caurmērā puscietiemi (pusmīkstiemi) sieri pašpresēšanās ilgst 8 – 12 stundas, mīkstiemi 18 - 24 stundas. Par pašpresēšanās beigām praktiski liecina sūkulu izdalīšanās izbeigšanās.



92.attēls. Mehanizētā siera apgrozīšana pašpresēšanās laikā.

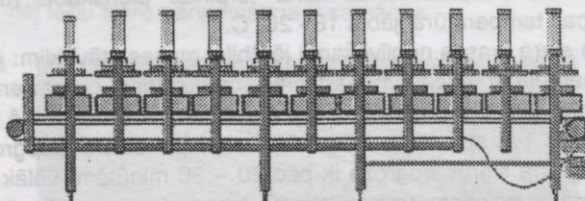
Cietos un dažus puscietos sierus presē dažādu konstrukciju pneimatiskās presēs. Izmanto vertikālas, horizontālas, tuneļveida, kasešu tipa, konveijera un citas preses.



93.attēls. Siera presēšana tuneļveida presēs.



94.attēls. Vertikālās siera preses.



95.attēls. Kasešu tipa siera preses.

Pirms likšanas presēs, uz siera gabala norāda ražošanas datumu, mēnesi un vannas numuru, ja vienā dienā siers tiek gatavots vairākas reizes. Tam nolūkam izmanto plastmasas vai kazeīna ciparus, jeb izveido nospiedumu ar metāla veidniti. Tas nepieciešams, lai vienai saražotai siera partijai nodrošinātu nepieciešamo sāļšāšanas laiku, savlaicīgu pārvietošanu, apkopšanu un noteiktu nogatavināšanas ilgumu. Dažās pienotavās sieri ražošanas datumu norāda kartiņā vai uz plastmasas plāksnītes, kuru piestiprina nogatavināšanas konteineram.

Pēc tam sierus liek presēs, ja izmanto formas ar perforētiem ieliktniņiem, bet parastās formas lietojot, sierus ietin salvetēs.

**Sieru presēšanas mērķi:**

- palīdzēt no siera gabala izvadīt pēdējās izdalījušās sūkalas;
- noblīvēt siera gabalu, nodrošinot atbilstošu struktūru;
- nostiprināt siera gabala formu;
- izveidot siera gabalam blīvāku virskārtu.

Noblīvētā siera gabala virskārta regulē sāls difūziju sāļšāšanas laikā, ūdens iztvaikošanu un radušos gāzu izdalīšanos nogatavināšanas laikā, kā arī kavē uz virsmas augošās mikrofloras iekļūšanu siera gabala iekšienē.

Vēlreiz nepieciešams uzsvērt, ka galīgais ūdens saturs sierā atkarīgs no graudu apstrādes siera vannā (no temperatūras, skābuma pakāpes). Spiedienam presēšanas laikā galvenā loma ir tikai masas noblīvēšanai.

Presēšanas spiediena lielums, tā sasniegšanas ātrums un presēšanas ilgums ir atšķirīgi dažādiem sieriņiem, atkarīgi no ūdens daudzuma siera graudos un gabala lieluma.

Spiediens jāpalielina pakāpeniski (sevišķi lielākiem sieriem), lai sūkalas no siera gabala centra pagūst izdalīties pirms virskārtas noblīvēšanās, pretējā gadījumā daļa sūkalu tiks iepresēta sierā.

Spiediens un presēšanas ilgums norādīti katra siera tehnoloģiskajās instrukcijās. Ņemot vērā siera lielo dažādību, spiediens var svārstīties 10 – 150 kPa robežās, bet ilgums no 2 – 4 stundām līdz 18 – 24 stundām.

Vismaz vienu reizi sierus pārpresē, lai vienmērīgāk siers nopresētos un iegūtu gludāku virsmu. Pārpresējot sierus izņem no formām, atgriež šķautnēs izspiedušos masu un ievieto atpakaļ formās, apgriežot otrādi. Atgriezto siera masu sapresē un nosūta pārstrādei kausētos sieros. Ja siers ir sapresēts lielos blokos, tos sagriež vajadzīgā lieluma gabalos.

Pēc pašpresēšanas sierus nosver, nosaka ūdens un tauku saturu, vēlamams būtu noteikt arī pH.

Liela ietekme uz gatavu siera konsistenci ir siera skābumam pirms sāļšanas. Nodaļā par graudu apstrādi ir izskaidrota sakarība starp siera masas skābumu, kalcija daudzumu siera masā un gatava siera konsistenci. Sāļšanas laikā daļa kalcija parakazeināta pārvēršas par nātrija parakazeinātu. Šie procesi ir cieši saistīti ar siera pH pirms sāļšanas:

- ja siera pH ir augsts 5,8 – 6,0 (sieram mazs skābums), tad siera masā ir daudz kalcija un vairāk arī nātrija tiks saistīts ar kazeīnu, tādēļ sieram būs pārāk miksta konsistence, siera gabals pat var zaudēt formu nogatavināšanas laikā;
- ja siera pH ir 5,2 – 5,6, sierā ir atbilstošs daudzums kalcija, pietiekami būs saistītā nātrija un sieram būs laba konsistence;
- ja siera pH būs mazāks par 5,2 (siers pārāk skābs), tad sierā palicis maz kalcija (pārvērties šķīstošā formā un izdalījies ar sūkalām), sierā būs maz arī nātrija parakazeināta un sieram būs drupena, cieta konsistence.

Tas nozīmē, ka lielai daļai cieto, puscieto siera pirms sāļšanas vēlamais pH ir ap 5,4, lai tiem būtu laba konsistence.

### 9.3.9. Siera sāļšana

Pirms sāļšanas dažas pienotavas sierus iztur 4 – 5 stundas 5 – 6 °C vēsā ūdenī, lai siera virsma nostiprinātos, tie nedeformētos un atdzistu pirms ievietošanas sāļjumā. Ūdenī no siera gabala virsmas noskalojas izdalījušās sūkalas un siera masas gabaliņi, tā mazāk piesārņojot sāļjumu un kavējot tā skābuma palielināšanos.

Atkarībā no siera veida sāls saturs lielākajā daļā siera svārstās robežās no 0,5 līdz 3,5 %. Sieriem, kuru nogatavināšanā piedalās siera masā augošs pelējums (Rokforas u.c.) un sāļjumā nogatavināmiem sieriem sāls saturs ir 3 – 7 %.

Sāls saturs sierā ietekmē visu siera sensoro īpašību (aromāta, garšas, konsistences, acojuma) veidošanos. Nepietiekams vai pārāk liels sāls daudzums pazemina siera kvalitāti, ir par cēloni dažādiem garšas un aromāta defektiem.

Sierus sālot, tie iegūst attiecīgu garšu, sāls regulē arī mikrobioloģiskos procesus un ietekmē siera konsistenci. Sāls paaugstina osmotisko spiedienu, tādēļ baktēriju attīstība norit lēnāk. Sāļšanas laikā daļa kalcija parakazeināta pārvēršas nātrija

parakazeinātā, kam ir lielākas ūdens saistīšanas spējas un sieru konsistence kļūst maigāka.

Visizplatītākā ir sieru sāļšana sāļjumā. Ražojot dažus puscietus un mikstos sierus, daļu vai visu paredzēto sāls daudzumu pievieno siera graudiem. Dažus lielos sierus (Ementāles u.c.) apmēram dienu pēc presēšanas sāla ar sausu sāli vai sāls biezeni (samitrinātu sāli), lai virskārta kļūtu cietāka un sieri nedeformētos lielā svara dēļ. Sauso sāli izmanto arī Čedaras tipa sieru sāļšanai, pievienojot to sasmalcinātai siera masai.

**Sāls pievienošana siera graudiem.** Ražojot dažus mikstos, bez nogatavināšanas realizējamos sierus, pēc graudu gatavības sasniegšanas nosūknē sūkļa graudiem pievieno vārāmo sāli ar aprēķinu 800 – 1100 g sāls uz 100 kg pārstrādājamā piena. Sāli pievieno apmēram 20 % šķīduma veidā, kas pasterizēts ne zemāk kā 85°C temperatūrā, nofiltrēts un atdzesēts. Graudus rūpīgi izmaisa un iztur sāls šķīdumā 5 – 10 minūtes, tad novirza uz sieru veidošanu.

Cietiem, puscietiemiem sieri graudos var pievienot tikai daļu sāls, lai nekavētu ierauga baktēriju attīstību. Šo sāļšanas paņēmienu izmanto tikai sieri, kurus ražojot graudu apstrādes laikā ir intensificēta pienskābā rūgšana (piemēram, Krievijas). Nepieciešams, lai līdz sāls pievienošanai būtu savairojies pietiekami daudz pienskābes baktēriju, izdalījis daudz fermentu, jo pretējā gadījumā tiks kavēts nogatavināšanas process, sieri veidosies garšas un aromāta defekti. Šādi sieri var izraisīt arī veselības traucējumus, jo netiek kavēta daļas nevēlamo baktēriju, tai skaitā arī stafilokoku, attīstība.

Kad siera graudi ir gatavi un sasniegta nepieciešamā skābuma pakāpe, novada 65 – 70 % sūkļa un atlikušajai masai pievieno sāls šķīdumu, kas sagatavots tāpat kā minēts iepriekš. Sausās sāls daudzums ir 300 – 700 g sāls uz 100 kg pārstrādājamā piena. Pēc sāls šķīduma pievienošanas graudus maisa 15 – 20 minūtes, tad tos novirza uz veidošanu. Pēc daļēja sāls daudzuma pievienošanas graudos, samazinās sieru sāļšanas laiks sāļjumā, līdz ar to mazāks būs sāls baseiniem nepieciešamais laukums.

**Sieru sāļšana sāļjumā.** Jebkurai sāļšanas sistēmai jānodrošina:

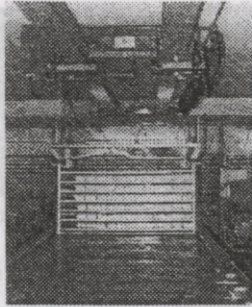
- saudzīgu sieru transportēšanu uz sāļšanu un no tās;
- nepieciešamo higiēnas noteikumu ievērošanu;
- vēlamo sāls absorbciju;
- optimālu sāļjuma cirkulāciju un temperatūras, koncentrācijas, skābuma kontroli;
- sāļjuma apstrādes un atjaunošanas iespējas.

Mazos piena pārstrādes uzņēmumos, kuros nav iespējams izmantot kādu no turpmāk aprakstītām sāļšanas sistēmām, sierus liek baseinos sāļjumā 2 – 3 kārtās. Tā kā sieri sāļjumā peld, tad, vienmērīgas izsāļšanas nodrošināšanai, virsējos sierus pārsedz ar siera drānu, kuras malas iegremdētas sāļjumā.

Mehanizētos uzņēmumos pārsvarā lieto 3 sāļšanas sistēmas.

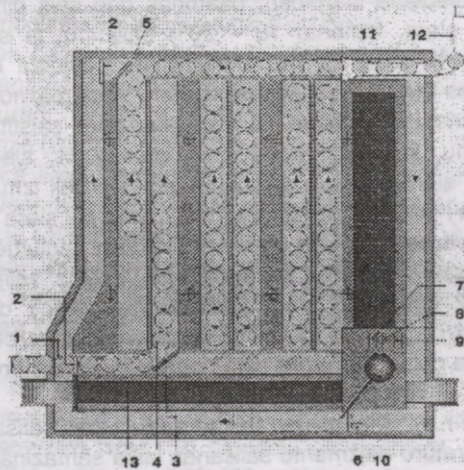
#### *Sāļšana, izmantojot konteinerus.*

Šis ir Latvijā plašāk pielietotais paņēmiens. Sierus saliek speciālos konteineros, kurus ar telfera palīdzību ievieto sāļjumā (skatīti 96.attēlu), kas atrodas betona vai metāla baseinos. Nodalījumu skaits baseinos un kopējais baseinu aizņemtais laukums ir atkarīgs no uzņēmuma ražības.



96.attēls. Sieru sāļišana sāļījumā, izmantojot konteinerus.

*Sāļišana, sieriem peldot nepārtraukti cirkulējošā sāļījumā.*  
Sieri peld vienā vai vairākās kārtās sāļījuma plūsmas virzienā (skatīt 97.attēlu). Sieru kārtas nodalītas ar neilona tīklu palīdzību. Nepieciešamības gadījumā (sieri nepagūst pietiekami izsālīties) sieru pārvietošanos var apstādināt.



97.attēls. Sāļišana, sieriem peldot sāļījumā.

1, 11 – siera konveijeri; 2 – regulējoša stapsiena; 3, 5 – “durvis” sieru plūsmas un virziena regulēšanai; 4 – sāļījuma baseins; 6 – maisītājs; 7 – sāļījuma līmeņa kontrole ar sūknī; 8 – sūknis; 9 – plāksņu pasterizācijas – dzesēšanas iekārta; 10 – automātisks sāls dozētājs un sāls koncentrācijas mēritājs; 12 – iekārta sāļījuma nosūkšanai no siera virsmas; 13 – apkalpošanas laukums.

*Sāļišana, izmantojot paplātes (skatīt 98.attēlu).*

Sierus ievieto plastmasas paplātēs, kuras sakrautas viena virs otras vairākās kārtās. Visu krāvumu aiztransportē uz sāļitavu un pievieno sāļījuma cirkulācijas sistēmai. Optimālo izsālīšanos nodrošina sāļījuma plūsma paplātes iekšienē. Kad sieri izsālījušies, sāļījums no paplātēm tiek novadīts sāļījuma savākšanas tvertnē.

Lai kāds arī būtu sāļišanas tehniskais aprīkojums, pamatprincips paliek viens – siers ir ievietots sāls šķīdumā.



98.attēls. Sieru sāļošana, izmantojot paplātes.

Sāļījumā ir lielāks osmotiskais spiediens, tādēļ sāls difundē sierā. No siera ārā difundē sūkulas ar visām tajās esošajām sastāvdaļām. Pēdējais process ir intensīvāks, tādēļ sāļošanas laikā siers zaudē 4 – 7% no savas masas. Siera sāļošanas ilgums ir atkarīgs no siera veida, nepieciešamā sāls daudzuma gatavā sierā, kā arī no sāls difūzijas ātruma. Tā, piemēram, Holandes sieru sāļa 3 – 5, Krievijas 1 – 2, Latvijas 2 – 4 diennaktis, bet Bauskas – 18 – 22 stundas.

Sāls difundēšanas ātrumu sierā ietekmē vairāki faktori.

**Sāļījuma koncentrācija.** Palielinoties sāļījuma koncentrācijai (pieaugot osmotiskā spiediena starpībai), paātrinās gan sāls difundēšana sierā, gan sūkulu izdalīšanās no siera. Izmanto 18 – 20% sāļījumu, ja sāļījums cirkulē starp baseiniem, un 21 – 22% baseinos bez cirkulācijas. Sāļījuma koncentrācijai ir liela ietekme uz siera masas ūdens saistīšanas spējām. Atkarībā no sāls koncentrācijas, olbaltumvielas var uzbriest (saistīt ūdeni) vai samazināt saistītā ūdens daudzumu. Izmantojot sāls šķīdumu, kura koncentrācija ir virs 17 %, sierā ūdens daudzums samazinās, zem 15% - siera masa to saista. Šī iemesla dēļ, izmantojot 18% sāļījumu baseinos, kur cirkulācija nenotiek, sāļījuma koncentrācija pie siera virsmas var nedaudz samazināties, olbaltumvielas uzbriedīs un siera virskārta apglumēs. Turpretim, ja sāls koncentrācija ir ļoti augsta (virš 24%), jo sevišķi kad virsējais, sāļījumā peldošos sierus apber ar sāli, 1,5 – 2 cm bieža siera virskārta zaudē ļoti daudz ūdens. Tas ir neatgriezenisks process un šī siera kārta līdz nogatavināšanas beigām paliek gaišāka (balta) nekā pārējā siera daļa. Šajā siera daļā nogatavināšanas procesi norit ievērojami lēnāk.

**Temperatūra.** Paaugstinot temperatūru, visas sāļošanas procesa norises paātrinās, tomēr temperatūru neizmanto sāļošanas laika samazināšanai. Tas saistīts ar temperatūras lielo ietekmi uz mikroorganismu attīstību. Sāļījuma temperatūra ir 8 – 10 °C. Valstis, kur piena kvalitāte ir augstāka, temperatūra ir 10 – 14 °C.

**Sieru īpatnējā virsma** (sieru virsmas laukuma attiecība pret masu). Sieri ar lielāku īpatnējo virsmu izsālās ātrāk.

**Ūdens saturs sierā.** Sieros ar lielāku ūdens saturu sāls ātrāk difundē siera gabalā.

**Siera virskārtas blīvums.** Sieros, kuri presēti lielākā spiedienā, sāls lēnāk difundē iekšā. Blokos presētie un pēc tam sagrieztie sieri izsālās apmēram 1,8 reizes ātrāk, jo griezuma vietās virskārta nav noblīvēta. Tāpat ātrāk izsālās sieri, kuriem masa sablīvēta tikai pašpresēšanās rezultātā.

**Siera tauku saturs.** Treknākie sieri izsālās lēnāk (tauku lodītes daļēji aizsprosto kapilārus) nekā sieri ar mazu tauku saturu.

Sālīšanas beigās sāls ir koncentrējies tikai siera virskārtā. 5 – 7 dienās sāls difundē tikai 2 – 3 cm dziļumā. Tas nozīmē, ka siera gabala iekšienē ierauga baktēriju attīstība netiek kavēta. Pilnīga sāls izlīdzināšanās visā siera gabalā notiek 30 – 60 dienu laikā, atkarībā no siera veida.

**Sāls šķīduma atjaunošana.** Sierus sālot, sāļjumā izdalās sūkalas, olbaltumvielas un kazeīna daļiņas. Tā rezultātā sālīšanas laikā paaugstinās sāļjuma skābums, samazinās tā koncentrācija, paaugstinās temperatūra. Tas viss rada piemērotus apstākļus pret sāls koncentrāciju izturīgas nevēlamās mikrofloras attīstībai. Turot sierus šādā sāļjumā, neizbēgami pazemināsies to kvalitāte.

Sāls šķīduma atjaunošana sākas ar filtrēšanu, lai atdalītu olbaltumvielu un citas daļiņas.

Skābuma samazināšanai pievieno krītu vai kaļķus. Maksimāli pieļaujams sāļjuma skābums ir 35 °T. Tam palielinoties, tiks kavēta skābes difūzija no siera, tādēļ gabala virskārtā pieaugs skābes koncentrācija. Tas var būt par cēloni dažādiem defektiem un uz šāda siera virsmas nogatavināšanas laikā pastiprināti augšpelējumi.

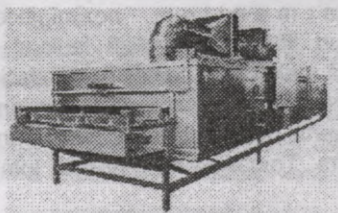
Šķīduma koncentrācijas atjaunošanai pievieno sāli. Sāļjuma koncentrāciju kontrolē nosakot šķīduma blīvumu ar areometru un tabulā (9. pielikums) atrod atbilstošu koncentrāciju, %. Periodiski sāļjumu pasterizē un dzesē.

Mazos sāļjuma baseinos krītu un sāli pieliek baseinā un izmaisa. Mūsdienīgās sālitavās sāļjuma sagatavošanai un atjaunošanai ir atsevišķa telpa. Telpā ir iekārtu komplekss, caur kurām cirkulējot sāļjums tiek filtrēts, neitralizēts, tam atjauno koncentrāciju, pasterizē (80 °C) un dzesē.

Sāļjumu iesaka lietot apmēram gadu. Pasterizāciju un neitralizāciju veic pēc vajadzības, bet aptuveni reizi divos mēnešos apstrādā sāļjumu, kurā sāļti cietie sieri, ik pēc trim mēnešiem - ja sāļti mīkstie sieri.

Lai kavētu sāļjumā nevēlamās mikrofloras attīstību, ieteicams sāļjumam pievienot preparātu Delvocidu, kura sastāvā 50% ir antibiotika natamicīns (atļauta pārtikas piedeva). Tas kavēs arī pelējumu attīstību uz siera virsmas nogatavināšanas laikā.

**Sieru apžāvēšana.** Izsālījušos sierus izņem no sāļjuma, ļauj notecēt liekajam mitrumam un sieriem 2 – 3 dienas apžūt. Atkarībā no apstākļiem to var darīt turpat sālitavā vai atsevišķā telpā. Šo procesu var paātrināt, ja sierus apmēram pēc vienas dienas apžāvē tuneļtipa iekārtā (99.attēls), kurā ar silta gaisa palīdzību siera virsma kļūst sausa dažās minūtēs. Šai pašā iekārtā sierus vēl apstaro ar ultravioleto staru lampu, lai kavētu pelējumu attīstību nogatavināšanas laikā.



99. attēls. Sieru apžāvēšana.

Ir arī iespējams mitruma paliekas nopūst no siera virsmas pirms tālākās apstrādes.



100.attēls. Mitruma nopūšana no siera virsmas.

### 9.3.10. Sieru nogatavināšana

Pēc sāļšanas sierus nogatavina (izņemot tos, kurus realizē uzreiz pēc to izgatavošanas), tas ir, iztur īsāku vai ilgāku laiku noteiktos apstākļos. Nogatavināšana ir sarežģīts sierā notiekošu mikrobioloģisku, bioķīmisku un fizikāli – ķīmisku procesu kopums, kuru rezultātā siers iegūst sev raksturīgo garšu, aromātu, konsistenci, acojumu. Nogatavināšanas laikā pārrūgst laktoze, hidrolizējas olbaltumvielas, tauki. Radušās vielas, savukārt, pārveidojas tālāk, reaģē savā starpā un izveidojas jauni savienojumi. Viens un tas pats savienojums var rasties dažādu reakciju rezultātā.

Visu šo daudzo procesu norises ir ļoti sarežģītas gan paša siera kompleksā sastāva dēļ, gan šo sastāvdaļu daudzveidīgo pārvērtību un to ietekmējošo dažādo apstākļu dēļ. Bez tam visas šīs reakcijas ievērojami atšķiras cietiem, puscietiņiem un mīkstiņiem sieriem. Tomēr ir dažas kopīgas likumsakarības, procesi, kas raksturīgi lielākai daļai sieru. Par tiem tad arī būs rakstīts turpmāk.

#### 9.3.10.1. Fermentu loma sieru nogatavināšanā

Siera masas sastāvdaļas pārveidojas dažādu fermentu ietekmē. Fermenti, kas piedalās sieru nogatavināšanas norisēs, ir atšķirīgi pēc savas dabas un koncentrācijas. Pārvērtību mehānisms un secība ne vienmēr precīzi zināmi, tie var mainīties, mainoties nogatavināšanas apstākļiem. Šie fermenti var būt dažādas izcelsmes: piena, recināšanas fermentu kompleksa un siera mikrofloras.

No piena fermentiem nozīmīgākie ir dažādas proteīnāzes (hidrolizē olbaltumvielas) un lipāzes (hidrolizē taukus). Lielākā daļa pienā esošo fermentu pasterizācijas laikā inaktivējas, tomēr paliek daži termoizturīgie, kuri piedalās siera nogatavināšanas norisēs. Tas ir viens no iemesliem, kādēļ vienādos apstākļos gatavoti sieri no svaiga piena ir ar izteiktāku garšu un aromātu, salīdzinot ar no pasterizēta piena gatavotiem. Tomēr piena fermentu loma sieru nogatavināšanā nav sevišķi liela.

Piena recināšanas fermentu kompleksā ir dažādi fermenti. Daļa no tiem aizplūst ar sūkalām. Siera graudos paliekošo fermentu daudzums ir atkarīgs no graudu apstrādes temperatūras (augstākā temperatūrā tie

inaktivējas) un skābuma pakāpes (pie lielāka skābuma graudos paliek vairāk fermentu). Atkarībā no siera šķirnes tajā paliek 1 – 40% no recināšanai pievienoto fermentu daudzuma. No siera masā palikušajiem fermentiem nogatavināšanā lielāka loma ir proteīnāzēm. Tās hidrolizē olbaltumvielas (parakazeīnu) līdz albumozēm, peptoniem. Ierauga pienskābes baktēriju izdalītiem fermentiem jāiedarbojas uz jau daļēji sadalītām olbaltumvielām un tas paātrina to darbību. Tādēļ uzskata, ka piena recināšanas fermenti it kā sagatavo olbaltumvielas baktēriju fermentu iedarbībai.

Mikroorganismu izdalīto fermentu avoti ir dažādi:

- ierauga baktērijas – pienskābes u.c.;
- nogatavināšanas laikā uz siera virsmas (gļemes mikroflora, pelējumi) vai masā (pelējumi) kultivēti mikroorganismi;
- svaigā pienā esošie mikroorganismi, kuri nav inaktivējušies pasterizācijas laikā;
- fermenti, ko svaiga piena uzglabāšanas laikā izdalījušas psihrofilās baktērijas; pašas baktērijas pasterizēšanas laikā ir aizgājušas bojā, bet vairāki viņu izdalītie fermenti ir termoizturīgi;
- atkārtotas piena mikrobioloģiskās piesārņošanās gadījumos iekļuvusi vai uz siera virsmas augošā nevēlamā mikroflora.

Dažādo mikroorganismu izdalītie fermenti katrs savā veidā ietekmē siera nogatavināšanas laikā notiekošos procesus un tātad arī gatavā produkta kvalitāti. Fermentu aktivitāte ir atkarīga no to koncentrācijas un darbībai radītiem apstākļiem: siera masas pH (tuvāk vai tālāk to darbības optimumam), ūdens (hidrolīze paātrinās, tam palielinoties) un sāls saturs, nogatavināšanas temperatūras.

Vadošā loma nogatavināšanā ir ierauga sastāvā esošām pienskābes baktērijām. Tās izdala proteīnāzes, lipāzes un citus fermentus.

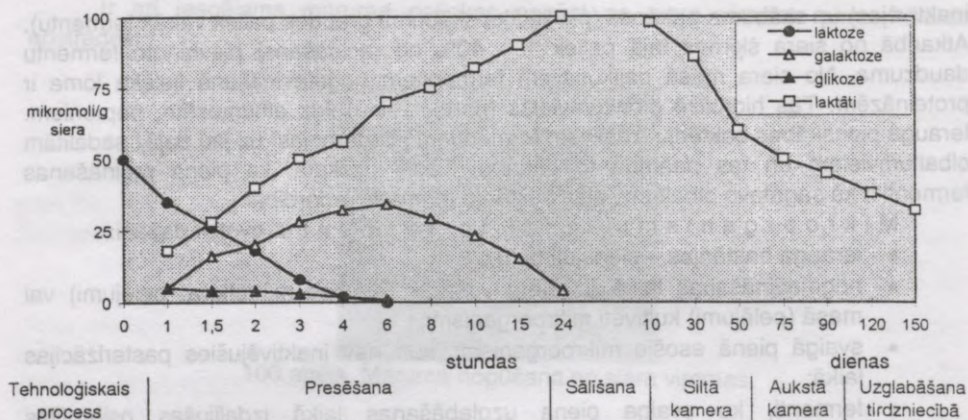
Nogatavināšanas sākumā siera masā ir liels daudzums mikroorganismu, kuri turpina pārraudzēt laktozi, izdalīt fermentus apkārtējā vidē. Kad visa laktoze ir pārraudzēta (apmēram pēc 2 – 15 dienām), baktēriju daudzums pakāpeniski samazinās un atbrīvojas iekšējie šūnu fermenti. Siera nogatavināšanas procesos piedalās abu veidu fermenti, bet pēdējiem tomēr ir lielāka loma. Tauku un olbaltumvielu pārvērtības intensīvāk norit tieši pēc tam, kad laktoze pārraudzēta un sākas baktēriju skaita samazināšanās.

Visām pienskābes baktērijām fermentu sastāvs nav vienāds, tādēļ nogatavināšanas procesu gaita ir atkarīga no ierauga sastāva.

### 9.3.10.2. Laktozes, pienskābes un tās sāļu pārvērtības

Visā dažādo siera ražošanas tehnoloģiskajā procesā galvenā uzmanība tika pievērsta ierauga pienskābes baktēriju darbības kontrolei un regulēšanai, tā ietekmējot laktozes pārraudzēšanas ātrumu un sasniegto skābuma pakāpi. Lielākā pienā esošās laktozes daļa pāriet sūkalās. Sierā pārgājušās laktozes daudzums ir atkarīgs no siera mitruma saturs un skābuma (skābākos sieros lielāka laktozes daļa jau būs pārraudzēta).

Tā Čedaras tipa sieros laktoze tiek pārraudzēta jau pirmajās sešās presēšanas stundās, jo daļa laktozes pārraudzēta čedarizācijas laikā. Pārējos sieros, atkarībā no to veida, laktoze pārrūgst nogatavināšanas 2 – 15 dienās (skatīt 101.attēlu.).



101.attēls. Laktozes un laktātu daudzuma izmaiņas Ementāles siera nogatavināšanas laikā.

Ierauga baktērijām pārraudzējot laktozi, veidojas pienskābe, etiķskābe, diacetils, acetoinis, etilspirts un citi savienojumi, kuri ietekmē siera garšu un aromātu. Rūgšanas procesā izdalījusies ogļskābā gāze ( $\text{CO}_2$ ) veido siera acojumu.

Izdalītās pienskābes daudzums ietekmē siera pH, konsistenci un nogatavināšanas gaitu. Nogatavināšanas sākumā pH strauji samazinās, līdz apmēram 4,5, tad tas pakāpeniski pieaug līdz pH 5,0 – 7,0. Šāda vide ir piemērota proteolītisko un lipolītisko fermentu darbībai, kuriem ir svarīga loma nogatavināšanas procesa reakcijās. Uzkrājoties sierā pienskābei, no parakazeīna atdalās daļa saistītā kalcija un veidojas kalcija un pienskābes sāļi – laktāti. Jau iepriekš skaidrots, ka siera konsistenci ietekmē ar siera olbaltumvielām saistītā kalcija saturs. Katram siera veidam jābūt optimālam kalcija saturam, lai tam būtu raksturīgā konsistence.

Ja sierā ir sviestskābes baktērijas, tās pārraudzē laktātus, veidojot gāzes (izraisa siera uzpūšanos) un gaistošas taukskābes (rodas garšas defekti).

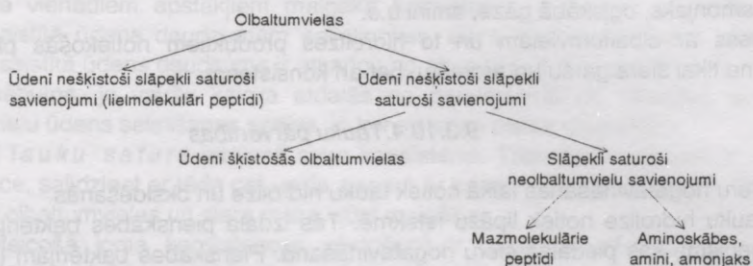
Pienskābe ir ne tikai siera garšas būtiska sastāvdaļa, bet tā arī kavē nevēlamas mikrofloras attīstību. Pienskābes daudzums nogatavināšanas laikā samazinās. Daļa pienskābes saistās reakcijā ar parakazeīnu, daļa tiek fermentu ietekmē pārveidota dažādos savienojumos, kuri piedalās siera garšas un aromāta veidošanā.

No visa iepriekš teiktā izriet, ka laktozes pārrūgšanas produktiem ir svarīga loma siera nogatavināšanas procesa norisēs, gatava siera garšas, aromāta, konsistences un acojuma veidošanā. Tādēļ arī pienskābās rūgšanas regulēšanai tiek piegriezta tik liela nozīme, sākot ar izejvielas atlasīšanu, ierauga izvēli, siera graudu apstrādes režīmiem un beidzot ar nogatavināšanas apstākļiem.

### 9.3.10.3. Olbaltumvielu pārvērtības

Olbaltumvielas sierā esošo fermentu ietekmē tiek hidrolizētas. Tas ir pats raksturīgākais process siera nogatavināšanas laikā, kura rezultātā sierā izveidojas daudz dažāda lieluma slāpekli saturošu savienojumu.

Siera nogatavināšanas laikā tiek hidrolizēta tikai daļa olbaltumvielu, pārējās paliek nepārveidotas (skatīt 102. attēlu).



102. attēls. Siera olbaltumvielu hidrolīzes shēma.

Nosakot katrā hidrolīzes produktu frakcijā slāpekļa daudzumu, var uzziņāt olbaltumvielu hidrolīzes pakāpi un apjomu gan gatavos sieros, gan dažādos nogatavināšanas posmos.

Hidrolizētā parakazeīna un dažādo hidrolīzes produktu saturu, to savstarpējās attiecības ietekmē ierauga sastāvs, siera graudu apstrādes temperatūra, siera ūdens, sāls saturs, skābums un fermentu darbībai radītie apstākļi nogatavināšanas laikā. Sieriem, kuru nogatavināšanā bez pienskābes baktērijām piedalās gļemes mikroflora vai pelējumi, piem., Rokforas, Kamambēras, hidrolīzes rezultātā veidojas vairāk ūdeni šķīstošu slāpekli saturošu savienojumu. Savukārt Šveices vai Ementāles sieros, kuru ražošanas laikā pielieto augstas apstrādes temperatūras, vairāk veidojas neolbaltumvielu slāpekli saturošu savienojumu nekā Holandes sierā. Aptuvenus hidrolīzes produktu daudzums četros dažādos sieros redzams 43.tabulā.

43.tabula

Olbaltumvielu hidrolīzes pakāpe dažādos sieros

Siers	Slāpekļa saturs % pret kopējo slāpekli sierā			
	Ūdeni šķīstošos savienojumos kopā	Ūdeni šķīstošās olbaltumvielās		
		kopā	t.sk. neolbaltumvielu slāpekli saturošos savienojumos	
			kopā	t.sk. amīnu un amonjaka slāpekļi
Šveices	31,5	5,9	23,4	13,2
Holandes	21,4	6,6	13,8	7,1
Rokforas	50,5	1,4	49,1	7,4
Kamambēras	69,5	19,5	50,1	27,6

Visos sieros nogatavināšanas laikā uzkrājas brīvās aminoskābes. Tās ir būtiskas hidrolīzes procesa raksturotājas. Brīvo aminoskābju saturs un sastāvs ir atkarīgs no siera šķirnes, ierauga sastāva, siera graudu apstrādes režīma, siera nogatavināšanas ilguma un citiem faktoriem.

Pieaugot brīvo aminoskābju saturam, izteiktākas kļūst siera sensorās īpašības, lai gan visi olbaltumvielu hidrolīzes produkti piedalās siera garšas un aromāta veidošanā.

Dažu aminoskābju koncentrācija nogatavināšanas laikā visu laiku pieaug, bet dažu – sasniedzot kādu maksimumu, samazinās. Tas liecina, ka daļa brīvo aminoskābju pārveidojas tālāk, un rodas daudz dažādu savienojumu: organiskās skābes, amonjaks, ogļskābē gāze, amīni u.c.

Visas ar olbaltumvielām un to hidrolīzes produktiem notiekošās pārvērtības ietekmē ne tikai siera garšu un aromātu, bet arī konsistenci.

#### 9.3.10.4. Tauku pārvērtības

Sieru nogatavināšanas laikā notiek tauku hidrolīze un oksidēšanās.

Tauku hidrolīze notiek lipāžu ietekmē. Tās izdala pienskābes baktērijas un citi mikroorganismi, kas piedalās sieru nogatavināšanā. Pienskābes baktērijām ir mazāka lipolītiskā aktivitāte, lielāka tā ir glemi veidojošai mikroflorai, bet vislielākā – pelējumiem. Tāpēc arī tauku hidrolīze vairāk notiek sieros, kuros bez pienskābes baktērijām nogatavināšanā piedalās arī iepriekš minētā mikroflora. Cietos, puscielos sieros, kuri nogatavinās tikai pienskābes baktēriju ietekmē, tauku hidrolīze notiek daudz mazākos apmēros, tomēr hidrolīzes produkti jūtami ietekmē garšu un aromātu.

Hidrolīzes rezultātā veidojas glicerīns un brīvās taukskābes. Glicerīnu patērē siera mikroflora. Brīvās taukskābes bagātina siera garšu un aromātu.

Līdztekus tauku hidrolīzei notiek arī taukskābju oksidēšanās un veidojas dažādi ketoni, aldehīdi, oksiskābes un citi savienojumi, kuri visi piedalās siera garšas un aromāta veidošanā.

Tauku pārvērtību produktiem ir būtiska nozīme sieru garšas un aromāta bagātināšanā. Kā viens no pierādījumiem šī uzskata pareizībai ir lielās atšķirības garšas un aromāta ziņā starp pilnpiena un vājpiena sieriem, lai arī tie ražoti pēc vienas tehnoloģijas.

#### 9.3.10.5. Siera sensoro īpašību veidošanās

Visu iepriekš minēto siera sastāvdaļu pārvērtību rezultātā siers iegūst savas raksturīgās sensorās īpašības - garšu, aromātu, konsistenci, krāsu, acojumu. Pēc tām sieru novērtē un šķiro.

##### Garša un aromāts.

Kā iepriekšējā nodaļā noskaidrots, siera olbaltumvielu, laktozes un tauku pārvērtību rezultātā veidojas vairāki simti dažādu ķīmisku savienojumi. Bez tiem vēl garšu un aromātu ietekmē arī tauku, olbaltumvielu, vārāmās sāls daudzums sierā.

Būtiska nozīme ir nevis viena vai otra savienojuma daudzumam sierā, bet to savstarpējām attiecībām. Faktisko katras sastāvdaļas lomu noteiktas garšas un aromāta veidošanā ne vienmēr var noteikt, jo katrai ir no siera atšķirīgas organoleptiskās īpašības.

Visi sierā esošie savienojumi veido kopējo siera garšu un aromātu. Katras siera šķirnes īpatnības nosaka visu šo vielu savstarpējā kombinācija un koncentrācija.

##### Konsistence.

Konsistenci sieram raksturo kā blīvu, rupju, mīkstu, maigu, elastīgu, plastisku, gumijotu. Sieram pirms nogatavināšanas tā ir rupja, gumijota, bet nogatavināšanas laikā tā kļūst mīkstāka, plastiskāka, dažiem sieriem pat smēriņa.

Gatava siera konsistenci ietekmē vairāki faktori. Viens no tiem ir *ūdens saturs*, pie tam gan absolūtais tā daudzums, gan arī attiecības starp saistīto un brīvo ūdeni. Pie vienādiem apstākļiem maigāka konsistence ir sieriem ar lielāku ūdens saturu. Saistītā ūdens daudzumam palielinoties, siera konsistence kļūst plastiskāka. Savukārt saistītā ūdens daudzums ir atkarīgs no siera pH un sāļu daudzuma. Jo sieram lielāks skābums, jo vairāk kalcija atdalās no parakazeīna un rezultātā samazinās olbaltumvielu ūdens saistīšanas spējas, jo konsistence paliek drupenāka.

Arī *tauku saturs* ietekmē siera konsistenci. Treknākiem sieriem ir mīkstāka konsistence, salīdzinot ar tāda pat veida sieriem ar pazeminātu tauku saturu. Tauki it kā "uzirdina" olbaltumvielas un siera masa kļūst maigāka.

Noteicošā loma konsistences veidošanā ir *olbaltumvielām un to hidrolīzes pakāpei*. Nogatavināšanas laikā pieaug ūdenī šķīstošo slāpekļa savienojumu saturs un atbilstoši tam paliek mīkstāka arī sieru konsistence.

Vēl pie konsistenci ietekmējošiem faktoriem jāpieskaita *siera skābuma pakāpe* (pamatojumu skat. II.9.3.6.nodaļā) un *sāls saturs*. Pēdējam palielinoties, samazinās ūdens daudzums sierā.

Kā minēts iepriekš, nogatavināšanas laikā daļa iepriekš saistītā ūdens atbrīvojas. Brīvais ūdens var difundēt uz siera acojuma vietām un veidojas tā sauktā siera "asara". Nosaukums radies no tā, ka sieru pārgriežot acojuma vietā, no tā brīvais ūdens notek piliena veidā. Ja "asara" veidojas sieram ar mīkstu konsistenci, tad to var vērtēt pozitīvi. Ir pat tāds teiciens, ja siers "raud", tad meistarš priecājas.

"Asara" var izveidoties arī pārsālītiem un pārskābētiem sieriem, bet šādos gadījumos sieriem būs cieta konsistence, šķirnei neatbilstoša garša.

#### K r ā s a .

Gatava siera krāsa ir dzeltenīga, tās intensitāte ir atkarīga no karotīna daudzuma govju barībā un tauku satura.

Tādēļ vasarā ražotiem sieriem krāsa ir dzeltenāka, bet, tā kā karotīns šķīst taukos, treknākiem sieriem tā ir vairāk izteikta. Sezonas ietekmes izlīdzināšanai, sierošanai paredzētajam pienam pievieno krāsvielas.

Pārsālītiem un pārskābētiem sieriem krāsa būs bālāka, jo olbaltumvielas būs zaudējušas vairāk ūdens. Ja siers kādu iemeslu dēļ nav vienmērīgi izsālījies, tad arī krāsa būs nevienmērīga - marmorveidīga.

Mikstiem sieriem nogatavināšanas sākumā ir palielināts skābums, tādēļ tiem ir balta krāsa. Uz siera virsmas augošā mikroflora pakāpeniski neitralizē daļu skābes un siera masa virzienā no virsmas uz gabala iekšieni pakāpeniski paliek dzeltenāka.

#### A c o j u m s .

Bioķīmisko reakciju rezultātā sieros veidojas dažādas gāzes: amonjaks ( $\text{NH}_3$ ), ūdeņradis ( $\text{H}_2$ ) un ogļskābā gāze ( $\text{CO}_2$ ). Daļa no šīm gāzēm difundē no siera ārā, bet daļa paliek.

$\text{NH}_3$  rodas dezaminējoties aminoskābēm. Daļa amonjaka reaģē ar sierā esošām skābēm, bet daļa difundē no siera ārā. Šī pēdējā daļa sajūtama kā siera nogatavināšanas telpu aromāta sastāvdaļa.

$\text{H}_2$  rodas gāzi veidojošo zarnu grupas baktēriju (koliformu) un sviestskābes baktēriju darbības rezultātā. Ja ūdeņradis rodas nedaudz, tas viegli difundē no siera ārā, bet tā daudzuma palielināšanās izraisa sieru uzpūšanos.

CO<sub>2</sub> sastāda 60 – 90 % no visām sierā esošām gāzēm. Ogļskābā gāze veidojas ierauga pienskābes aromātveidotāju baktēriju, propionskābes baktēriju, kā arī zarnu grupas un sviestskābes baktēriju darbības rezultātā, kā arī dekarboksilējoties (atdaloties CO<sub>2</sub>) aminoskābēm. CO<sub>2</sub> labi šķīst ūdenī, bet nogatavināšanas laikā, tā veidojas tik daudz, ka pakāpeniski veidojas piesātināts un pārsātināts šķīdums. Spiediens arvien paaugstinās un daļa izšķīdušo gāzu pāriet gāzveida stāvoklī. Gāze uzkrājas vietās, kur siera masa mazāk saistīta – graudu salipšanas un gaisa pūslīšu vietās. Pakāpeniski uzkrājoties šajās vietās, gāze tās paplašina un izveidojas siera acis, kuras kopā veido acojumu.

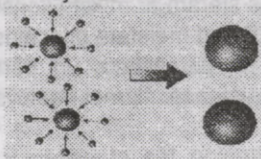
Gāzei izdaloties kādā vietā, spiediens ap to siera masā samazinās un uz šo vietu difundē tuvumā radusies gāze. Tādēļ normālas gāzu veidošanās gadījumā cieši blakus jaunās acis neveidojas.

Ogļskābās gāzes (CO<sub>2</sub>)veidošanās

↓  
Masas piesātināšana ar CO<sub>2</sub>

↓  
CO<sub>2</sub> difūzija

↓  
Acojuma veidošanās



103.attēls. Siera acojuma veidošanās.

Acojumu ietekmē ierauga sastāvs, siera graudu apstrādes temperatūra un sieru veidošanas paņēmiens. Savukārt atsevišķo siera acu lielumu ietekmē gāzu veidošanās ātrums.

Sierus veidojot ar uzlēšanu vai uzbēršanu, siera masā izveidojas lielas un daudz gaisa spraugas. Nogatavināšanas laikā radušos gāzu spiediens ir par mazu, lai spraugas noapaļotu, tādēļ šiem sieriem ir neregulāras formas acojums. Savukārt, veidojot sierus no slāņa, siera masa ir ļoti noblīveta, tādēļ šiem sieriem ir apaļas vai ovālas formas acis.

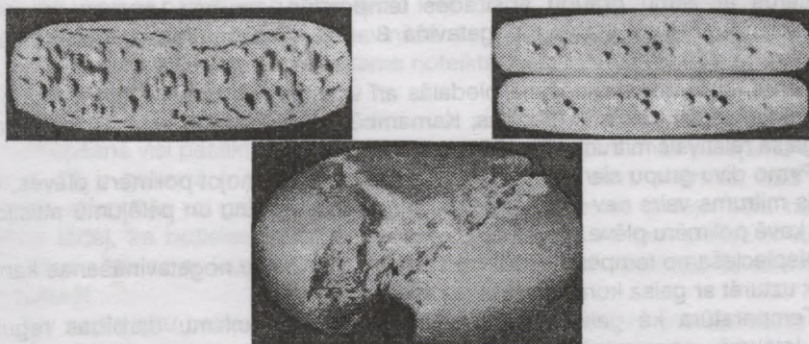
Sieriem ar zemu siera graudu apstrādes temperatūru acojums veidojas pienskābes aromātveidotāju baktēriju darbības rezultātā. Tās ātri pārraudzē laktozi, rodas daudz gāzu, tādēļ veidojas daudz un salīdzinoši nelielas acis, pie kam nogatavināšanas pirmajā pusē.

Sieriem ar augstu siera graudu apstrādes temperatūru acojumu veido propionskābes baktērijas. Tās pārraudzē pienskābes sāļus – laktātus. Laktāti pārrūgst lēni, lēni uzkrājas arī gāzes, tādēļ rodas lielāka izmēra acis un acojums parādās nogatavināšanas otrajā pusē.

Acojums ir viens no siera kvalitātes rādītājiem, tādēļ tā novirzes uz vienu vai otru pusi vai tā trūkums (izņemot Čedaras tipa sierus) liecina par novirzēm tehnoloģiskā

procesa gaitā. Šis novirzes galvenokārt var būt saistīts ar sieru mikrofloras sastāvu un tās darbībai radītiem apstākļiem (pH, temperatūru, vāramās sāls daudzumu).

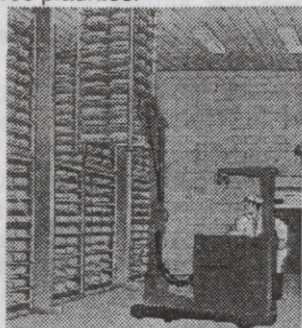
Sieros iekļuvušās gāzes veidojošās koliformas baktērijas pārraudzē laktozi, rodas daudz gāzu. Rezultātā sieriem veidojas tā sauktais sūkļveida acojums, siera gabala iekšienē var parādīties plaisas, siers nogatavināšanas pirmajā pusē var uzpūsties. Savukārt sviestskābes baktērijas pārraudzē laktātus, tādēļ uzpūšanās parādās nogatavināšanas otrajā posmā. Sviestskābā rūgšanā veidojas vairāk gāzu, tādēļ uzpūšanās vairāk izteikta, sierā lielākas plaisas, reizēm siers pat pārplīst.



104.attēls. Siera acojuma defekti.

#### 9.3.10.6. Siera nogatavināšanas režīmi.

Nogatavināšanas kamerās siers ir novietoti pārvietojamos konteineros vai stacionāros plauktos.



105. attēls. Siera nogatavināšanas kamera.

Pirmajā gadījumā ir mazāk roku darba un racionālāk tiek izmantots nogatavināšanas telpas laukums.

Nogatavināšanas laikā notiekošos procesus regulē ar gaisa temperatūras, relatīvā gaisa mitruma un siera apkopšanas paņēmieni palīdzību.

Par pēdējo rakstīts nākošajā nodaļā. Temperatūru paaugstinot, bioķīmiskie un mikrobioloģiskie procesi tiek paātrināti, pazeminot - kavēti.

Savukārt ar gaisa relatīvo mitrumu regulē virsmas mikrofloras attīstību (ar lielāku - veicina, ar mazāku - kavē) un ūdens iztvaikošanas intensitāti no siera nogatavināšanas laikā (lielāks gaisa mitrums kavē ūdens iztvaikošanu).

Katrai siera šķirnei tehnoloģiskajās instrukcijās norādīts nepieciešamais nogatavināšanas ilgums, temperatūra un gaisa relatīvais mitrums. Šie nogatavināšanas

režīmi būtiski ietekmē nogatavināšanas procesu ātrumu, hidrolīzes rezultātā radušos produktu sastāvu, ūdens iztvaikošanas intensitāti, siera mizas veidošanos, virsmas mikrofloras attīstību.

Vispārīgajā siera tehnoloģijas daļā minēti tikai *vidējie* režīmi dažām lielākām sieru grupām:

- sierus ar augstu graudu apstrādes temperatūru (Ementāles u.c.) nogatavina trīs dažādos nogatavināšanas režīmos: pirmās 2 – 4 nedēļas 8 – 12 °C, nākošās 5 – 7 nedēļas 20 – 25 °C un tad līdz nogatavināšanas beigām 8 – 12 °C; gaisa relatīvais mitrums 85 – 90 %;
- sierus ar zemu graudu apstrādes temperatūru un bez virsmas mikrofloras (Holandes, Krievijas u.c.) nogatavina 8 – 12 °C temperatūrā, gaisa relatīvais mitrums 75 – 85%;
- sierus, kuru nogatavināšanā piedalās arī virsmas mikroflora – glemi veidojošas baktērijas vai pelējumi (Latvijas, Kamambēras u.c.) iztur 8 – 14 °C temperatūrā, gaisa relatīvais mitrums 85 – 95%.

Pirmo divu grupu sierus nogatavināšanas laikā iesaiņojot polimēru plēvēs, gaisa relatīvais mitrums vairs nav tik svarīgs, jo ūdens iztvaikošanu un pelējumu attīstību uz sieriem kavē polimēru plēve.

Nepieciešamo temperatūru un gaisa relatīvo mitrumu nogatavināšanas kamerās vislabāk uzturēt ar gaisa kondicionēšanas iekārtu palīdzību.

Temperatūra kā galvenais fermentu un mikroorganismu darbības regulētājs būtiski ietekmē nogatavināšanas gaitu. Augstāk minētie temperatūras režīmi ir ievērojami zemāki par siera mikroflorai un fermentiem optimāliem. Tas palēnina nogatavināšanas laika norises un atvieglo to regulēšanu vēlamā virzienā, lai iegūtu sierus ar raksturīgām sensorām pazīmēm.

Zemās piena kvalitātes dēļ Latvijas pārstrādes uzņēmumos diezgan bieži pazemina nogatavināšanas temperatūru pat līdz 4 – 6 °C, tā bremsējot visas nogatavināšanas laika norises.

Rezultātā tiek iegūti sieri ar vāji izteiktu garšu, aromātu, nepietiekamu acojumu un rupju konsistenci (praktiski realizē līdz galam nenogatavinātus sierus).

Pazeminot nogatavināšanas temperatūru no 20 °C līdz 0 °C, uz katru temperatūras grādu par 0,5% samazinās siera ūdenī šķīstošo slāpekļa savienojumu saturs, bet tie, kā iepriekš teikts, ietekmē siera garšu, aromātu, konsistenci.

Zemās temperatūrās mazāk veidojas brīvo aminoskābju, gaistošo skābju, spirtu un citu garšu un aromātu bagātinošu vielu, toties vairāk uzkrājas savienojumi ar rūgtu garšu. Šāds temperatūras režīms ietekmē arī acojumu. Tas saistīts ar to, ka zemās temperatūrās palielinās CO<sub>2</sub> šķīdība, tādēļ vajadzīgs lielāks gāzu saturs, lai sasniegtu piesātinājumu un veidotos acojums (skatīt 44.tabulu).

44.tabula

Temperatūras ietekme uz CO<sub>2</sub> šķīdības pakāpi

Temperatūra, °C	CO <sub>2</sub> šķīdība, g/l ūdens
5	3,35
10	2,32
15	1,37
20	1,69

Tādēļ pazeminātās temperatūrās nogatavinātiem sieriem ir nepietiekams acojums.

### 9.3.10.7. Sieru apkopšana nogatavināšanas laikā

Nogatavināšanas telpās svarīgi ievērot tīrību: tās regulāri jābalsina, grīdas jāapstrādā ar dezinficējošu šķīdumu. Dēļīšus sieru novietošanai periodiski mazgā, dezinficē un kaltē. Nogatavinot sierus, uz kuru virsmas mikrofloras attīstība nav vēlama, kameras reizēm apstaro ar ultravioletiem stariem (ar baktericīdo lampu). Nogatavinot polimēru plēvē iesaiņotus sierus, jāievēro, ka nedrīkst gaismas starus virzīt tieši uz sieriem, lai virsmas pārklājums neizmainītu krāsu.

Pašu sieru apkopšana nogatavināšanas laikā virzīta uz to, lai siera virsmu uzturētu tādā stāvoklī, kāds nepieciešams noteiktai siera šķirnei. Apkopšana ir atšķirīga divām lielām sieru grupām.

Sieri ar gludu virsmu – cietie, puscietie (pusmīkstie) sieri. Šo sieru apkopšanā visi pasākumi virzīti uz to, lai nepieļautu uz virsmas pelējumu un raugu attīstību. Tā ir galvenā mikroflora, kas sāk vairoties uz sieru virsmas, kad sāls no virskārtas difundējis uz gabala iekšieni. Uz šo sieru virsmas pelējumiem nevar ļaut attīstīties tādēļ, ka radīsies garšas un aromāta defekti, bez tam pelējumi var izdalīt aflatoksīnus – vielas ar kancerogēnām īpašībām. Vieglāk ir nepieļaut to attīstību nekā vēlāk apturēt.

Lai nepieļautu pelējumu attīstību, sierus iesaiņo polimēru plēvēs, veido apvalku uz siera, pārklāj ar vaskveidīgu kārtu vai parafinē. Visi šie paņēmieni samazina arī ūdens iztvaikošanu no siera, tādēļ ir mazāki siera zudumi nogatavināšanas laikā.

Pirms sieru iesaiņošanas polimēru plēvē vai virsmas noklāšanas ar kādu no iepriekš minētiem materiāliem, virsmai jābūt tīrai un sausiai. Lai uz sieru virsmas pirms iesaiņošanas nekondensētos mitrums, tā temperatūrai jābūt vienādai ar telpas temperatūru. Ja sieri pirms iesaiņošanas bijuši telpā ar zemāku temperatūru, tie iesaiņošanas telpā jāiztur vismaz 2 – 2,5 stundas.

Pirms siera virsmas noseģšanas to vēl ieteicams dezinficēt ar kādu preparātu pelējuma attīstības novēršanai. Tam nolūkam var izmantot spirta – sorbīnskābes šķīdumu, sorbīnskābes sāļus sorbātus, natamicīnu saturošus preparātus u.c. fungicīdus. Minētās vielas ir konservanti – pārtikas piedevas.

Apstrādājot sieru virsmu ar sorbātiem, jāreķinās, ka var notikt to difūzija siera gabalā un koncentrācija uz produkta virsmas samazināsies. Natamicīnu saturošu preparātu koncentrācija nemainās, jo difūzija nenotiek.

Polimēru plēvēm, ko izmanto sieru iesaiņošanai nogatavināšanas laikā, jāatbilst prasībām, kādas tiek uzstādītas jebkuram materiālam, kas nonāk saskarē ar pārtikas produktu.

Bez tam ir vēl papildus prasības - tam jābūt ar minimālu ūdens un skābekļa caurlaidību, bet jālaiž cauri daļa nogatavināšanas laikā radušos gāzu.

Pārsvārā tiek lietotas dažādas, tā saucamās, *termosaraukuma plēves*, kuras paaugstinātā temperatūrā saraužas par 35 – 40 %.

Sieru pēc virsmas apstrādes ieliek šādas polimēru plēves maisiņā un no tā izsūknē gaisu, lai nodrošinātu anaerobus apstākļus (bez gaisa skābekļa), tā kavējot pelējumu attīstību.

Gaisa izsūknēšanai izmanto dažādas konstrukcijas vakuumsaiņošanas iekārtas.

Pēc tam maisiņa galu noslēdz ar metāla skavām, stiepli vai aizkausē un sieru apstrādā ar 95 – 97 °C ūdeni – apsmidzina jeb iegremdē tajā. Polimēru plēve dažās sekundēs saraujas un cieši pieguļ sieriem.

Mūsdienīgāk un ērtāk ir apvalku tieši izveidot uz siera, pēdējo apsmidzinot vai iegremdējot speciālā emulsijā. Pēc atdzišanas uz siera virsmas izveidojas plāns, elastīgs, sieram labi pieguļošs apvalks. Šai gadījumā nav vajadzīgi sieru izmēriem atbilstoši plēves maisiņi un vakuemiesaiņošanas iekārtas.

Uz siera izveidojies apvalks:

- aizkavē ūdens iztvaikošanu no siera;
- samazina siera masas zudumus;
- palīdz regulēt nogatavināšanas procesus;
- palīdz saglabāt vēlamo garšu un aromātu;
- aizkavē pelējumu augšanu uz siera virsmas;
- palīdz saglabāt siera formu un nodrošina labu preces izskatu;
- aizsargā sieru pret mehāniskiem bojājumiem transportēšanas laikā.

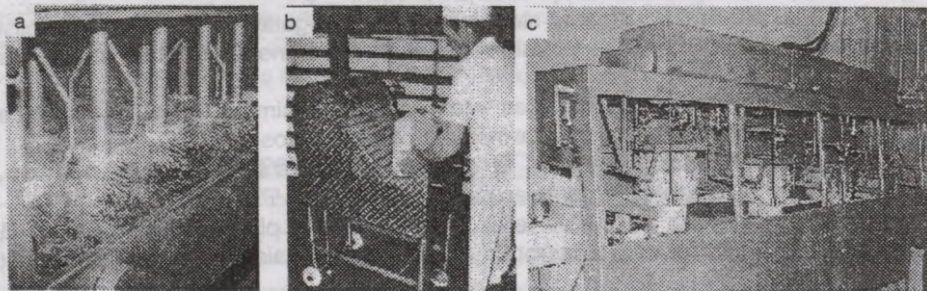
Iespējams iegādāties dažādas krāsas un sastāva materiālus apvalku veidošanai cietu plākšņu veidā. Plāksnes izkausē noteiktā temperatūrā, tad šķidrajā, karstajā apvalka materiāla maisījumā iegremdē sierus, jeb ar to sierus apsmidzina. Atdzesējot, uz siera virsmas izveidojas apvalks.

Ir iespējams arī iegādāties tādus kausējumus, kuri uz siera virsmas veido, plānu, vaskveida, nedaudz lipīgu kārtiņu. Arī tā labi aizsargā sierus no ūdens iztvaikošanas un pelējumu attīstības. Tikai pielietojot šos pārklājumus, svarīgi ir ievērot firmas ieteikto telpas temperatūru (ne zemāk par 20 – 25 °C), lai pēc apstrādes siera virsma labāk nožūtu.

Dažas pienotavas sieru virsmu pārklāj ar parafīnu kausējumu. Lai parafīns labi turētos, nepieciešams, lai sieram būtu izveidojusies cietāka virskārta – miza. Tam nolūkam sierus 10 – 15 diennaktis iztur telpā ar mazu (70 – 80 %) gaisa relatīvo mitrumu un spēcīgu ventilāciju. Pirms parafinēšanas sieri noteikti jāmazgā un jāapžāvē.

Sieru mazgāšana var būt nepieciešama arī citos gadījumos, kad kādu iemeslu dēļ (paaugstināts gaisa relatīvais mitrums, nav anaerobi apstākļi zem polimēra plēves u.c.) uz virsmas sāk augt pelējumi. Katrā mazgāšanas reizē siera masas zudumi sastāda apmēram 1%.

Sierus dažādu konstrukciju iekārtās mazgā ar 25 – 35 °C ūdeni (skatīt 106.attēla a, b, c).



106.attēls. Sieru mazgāšana.

Pēc tam sierus jāapžāvē. Apmēram 3 – 5 minūtēs to var izdarīt speciālās tuncelveida iekārtās. Apžāvēšana notiek ar 40 – 50 °C gaisa palīdzību. Ja šādas iekārtas nav, sierus apžāvē plauktos, periodiski apgrozot.

Dažas pienotavas nogatavina polimēra plēvēs iesaiņotus sierus, tad ļauj izveidoties mizai, mazgā un parafinē pirms realizācijas.

Pavisam atšķirīga kopšana ir sieriem, kuru nogatavināšanā piedalās virsmas mikroflora.

Šai gadījumā apkopšanas pasākumi virzīti uz to, lai veicinātu glemi veidojošo baktēriju vai pelējumu (atkarībā no siera šķirnes) attīstību.

Tam nolūkam kalpo paaugstinātais gaisa relatīvais mitrums. Bez tam sierus apgroza un aprīvē ar mitru salveti (lai siera virsma būtu mitra) sākumā ik pēc 2 – 3 dienām, vēlāk – ik pēc 3 – 5 dienām. Apgrozīšana nepieciešama, lai virsmas mikroflora vienmērīgi noklātu sierus un lai sieri mīkstās konsistences dēļ nedeformētos. Kad mikroflora uz siera virsmas sāk attīstīties, aprīvējot jāpanāk, lai tā aizpildītu visus virsmas iedobumus (sieri nav presēti, tādēļ virsma nav gluda). Sieri inficējas ar mikrofloru no blakus esošiem nogatavināmiem vecākiem sieriem. Ja nepieciešams, ar salveti aplauka vecākos sierus, to noskalo ūdenī un ar iegūto suspensiju aprīvē jaunākos sierus. Iespējams arī glemi veidojošo baktēriju vai pelējumu tīrultūru suspensiju izsmidzināt nogatavināšanas kamerā.

Gataviem abu grupu sieriem nosaka nepieciešamos ķīmiskos, mikrobioloģiskos rādītājus un novērtē sensorās īpašības. Pēc tam sierus zīmogo un iesaiņo saskaņā ar tehnisko noteikumu prasībām. Gatavus sierus uzglabā 2 – 8 °C temperatūrā. Uzglabāšanas ilgums – atbilstošs katrai siera šķirnei.

### 9.3.10.8. Sieru nogatavināšanas paātrināšanas iespējas

No iepriekšējās nodaļās rakstītā izriet, ka nepieciešams noteikts laiks, lai lielākā daļa cieto un puscieto sieru iegūtu savas raksturīgās sensorās īpašības. Šai laikā tiek izmantotas telpas, iekārtas, patērēts darbs un enerģija. Tas ievērojami sadārdzina sieru ražošanu. Tieši no ekonomiskā viedokļa būtu izdevīgi paātrināt sieru nogatavināšanas procesu, protams, nepazeminot produkta kvalitāti.

Paātrināt nogatavināšanu galvenokārt nozīmē veicināt ātrāku raksturīgās garšas un aromāta veidošanos – tas ir, paātrināt proteolīzes un lipolīzes procesus. Tam nolūkam pasaulē tiek izmēģinātas dažādas metodes.

Nogatavināšanas temperatūras paaugstināšana. Ar to tauku hidrolīzi paātrina ievērojami straujāk nekā proteolīzi un var izraisīt dažādus siera defektus. Šo metodi iespējams mēģināt izmantot tikai tad, ja ir ļoti augsta piena kvalitāte. Dažās valstīs to izmanto tādiem sieriem, kurus tradicionāli nogatavina salīdzinoši zemās temperatūrās, piemēram, Čedaras tipa sieriem.

Lipolītisko un proteolītisko fermentu preparātu pievienošana. Šīs metodes sekmīgu pielietošanu apgrūtina tas apstāklis, ka ir sarežģīti atrast pareizo līdzsvaru starp visiem nogatavināšanas norisēs iesaistītiem fermentiem. To izjaucot, sieriem rodas garšas, aromāta un konsistences defekti.

Pienskābes baktēriju daudzuma palielināšana. Tādējādi iespējams palielināt to izdalīto fermentu daudzumu. Tomēr baktēriju skaitu

nevar palielināt, vienkārši palielinot ierauga daudzumu, jo tad strauji pieaugs skābums, paātrināsies sūkaku sinerēze siera graudu apstrādes laikā un tiks iegūts nekvalitatīvs produkts. Šai gadījumā ierauga baktērijas tiek termiski apstrādātas tā, ka ievērojami samazinās to skābes veidošanas spējas, bet proteolītiskā aktivitāte saglabājas. Šādi apstrādātas baktērijas tiek pievienotas pienam papildus parastajam ieraugam.

Ierauga baktēriju šūnu atmiršanas procesa paātrināšana. Iepriekš jau minēts, ka nogatavināšanas laika norises paātrinās, baktēriju šūnām atmirstot, jo izdalās endofermenti, kuri aktivizē olbaltumvielu hidrolīzi. Selekcijas ceļā tiek atlasītas tādas baktērijas, kurām šis process norit ātrāk.

Ierauga sastāva papildināšana ar baktērijām, kurām ir lielāka proteolītiskā un lipolītiskā aktivitāte. Pagaidām šis paņēmieni tiek plašāk un sekmīgāk pielietoti siera nogatavināšanas paātrināšanai.

#### 9.4. Siera iznākums

Ar siera iznākumu saprot siera kilogramus, ko iespējams iegūt no noteikta piena daudzuma. Praksē tiek lietots arī otrs, faktiski to pašu raksturojošs termins – piena patēriņš 1 kg siera iegūšanai. Gan viens, gan otrs ir atkarīgs no piena tauku un olbaltumvielu satura pienā, siera ūdens satura, nogatavināšanas ilguma un apstākļiem, zudumiem ražošanas procesā un vairākiem citiem faktoriem.

No iepriekš nosauktiem faktoriem siera iznākumu visvairāk ietekmē piena olbaltumvielu, sevišķi kazeīna, saturs pienā. Jo to ir vairāk, jo mazāk piena jāpatērē 1 kg siera iegūšanai.

Jau pienu recinot, daļa olbaltumvielu un tauku paliek ārpus siera masas – sūkalās un kopā ar tām atdalās no siera graudiem. Daļa olbaltumvielu zūd recekļa daļiņu veidā, graudu apstrādes un siera veidošanas laikā. Šo zudumu lielums ir atkarīgs no recekļa blīvuma pakāpes, siera graudu lieluma, apstrādes tehnikas un režīmiem.

No normalizētā pienā esošā kazeīna daudzuma siera saturā pāriet apmēram 97 – 98%.

Tauku izmantošanas pakāpe siera ražošanā svārstās plašās robežās un ir atkarīga no siera veida, tauku satura sierā, tauku lodīšu lieluma, recekļa kvalitātes, siera masas ieguves tehnikas, siera graudu apstrādes režīmiem un citiem faktoriem. Sierā vidēji pāriet 75 – 85 % no normalizētā pienā esošajiem taukiem. Atšķirībā no olbaltumvielām, daļu tauku var atgūt, sūkalas separējot.

Arī siera ūdens saturs ietekmē piena patēriņu siera ražošanai. Palielinot siera ūdens saturu par 1 %, no 100 kg piena papildus var iegūt apmēram 0,2 kg siera. Savukārt, samazinot tauku saturu siera sausnā, palielinās piena patēriņš 1 kg siera iegūšanai.

Atkarībā no siera šķirnes, 1 kg nenogatavināta siera ražošanai aptuveni nepieciešami 8 – 11 kg normalizēta maisījuma, bet nogatavināta siera ražošanai – 10 – 15 kg maisījuma.

Ražošanas procesā radušos sūkaku daudzums ir apmēram 75 – 80 % no izmantotā normalizētā piena daudzuma un tajās pāriet apmēram puse no piena sausnas. Tās pārejas pakāpi un tātad arī siera iznākumu ietekmē:

- piena ķīmiskais sastāvs;
- atdzesēta piena uzglabāšanas ilgums;
- piena pastērijācijas temperatūra;
- recināšanas fermentu preparāta veids;
- ierauga sastāvs un daudzums;
- pievienotā CaCl<sub>2</sub> daudzums;
- ūdens pievienošana graudu apstrādes laikā;
- recekļa un siera graudu apstrādes paņēmieni, temperatūra, pH, ilgums.

Sierus sālot un nogatavinot, kā jau paskaidrots iepriekš, daļa siera masas zūd. Šo zudumu lielums atkarīgs no siera šķirnes, siera virsmas apkopšanas veida, nogatavināšanas apstākļiem un ilguma. Siera masas zudumu lielumu izsaka procentos pret siera masu pēc presēšanas. Krievijas un Holandes sieriem, piemēram, aptuveni zudumi ir šādi:

	Holandes šķautņainais (45 dienas)	Krievijas (60 dienas)
Nogatavinot iesaiņotus polimēru plēvēs	3,1 %	2,7 %
Nogatavinot polimēru plēvēs un tad parafinējot	5,0 %	3,7 %

Nogatavinot polimēru plēvēs neiesaiņotus sierus, zudumi palielinās apmēram par 2,4 – 3 %. Zudumu lielumi mīkstajiem sieriem, kuri nogatavinās virsmas mikrofloras ietekmē, ir atšķirīgi. Tā, piemēram, Latvijas sieram (nogatavina 60 dienas) tie ir 9,5 %, Bauskas sieram (nogatavina 10 dienas) – 3,0 %.

### 9.5. Sieru novērtēšana

Kā jebkuram pārtikas produktam, arī sieram jābūt noteiktam ķīmiskam sastāvam (tauku daudzumam sausnā, ūdens, sāls saturs), atbilstoši mikrobioloģiskiem un sensoriem rādītājiem. Sieriem novērtē garšu un aromātu, konsistenci, izskatu griezumā (acojumu, krāsu) un ārējo izskatu.

Latvijā sierus novērtē bez iedalījuma šķirās, vienīgi kā atbilstošus vai neatbilstošus standartam vai tehniskajiem noteikumiem.

Sieru skatēs, konkursos tos sensori novērtē pēc punktiem. Atkarībā no valsts, pielieto 20, 25, 50 un 100 punktu sistēmu. Tas ir maksimālais punktu skaits, kurš sadalīts starp atsevišķiem rādītājiem. Atkarībā no konstatētiem defektiem, attiecīgajam rādītājam samazina punktu skaitu. Pēc iegūto punktu summas sierus sagrupē atbilstoši novērtējumam. Latvijā tagad pielieto 20 punktu sistēmu (garša un aromāts 5, konsistence 5, izskats griezumā 5, ārējais izskats 5 punkti).

### 9.6. Biežāk sastopamie saldieņa sieru defekti un to cēloņi

Reizēm gatavam sieram konstatē dažādus defektus. Tie parasti ir nekvalitatīvas izejvielas izmantošanas vai arī ražošanas tehnoloģisko režīmu, produkta uzglabāšanas, transportēšanas apstākļu neievērošanas rezultāts. Piena pārstrādes speciālistam, izprotot tehnoloģisko procesu būtību, jāprot atrast defektu rašanās cēloņus un jāzina kā rīkoties, lai tos novērstu un nepieļautu atkātošanos.

Defektus parasti konstatē, sierus novērtējot sensori, tādēļ tie sagrupēti pēc attiecīgiem rādītājiem.

Vienam defektam var būt vairāki cēloņi. Konkrētā ražošanas situācijā defekta cēloņus ieteicams meklēt pēc izslēgšanas paņēmiena - pakāpeniski noskaidrojot tos, kuri šīni gadījumā nevarēja izraisīt defekta rašanos.

Biezāk sastopamie defekti, to cēloņi un pasākumi novēršanai apkopoti 10.pielikumā.

### 9.7. Plūsmas metodes sieru ražošanā

Lai palielinātu mehanizācijas pakāpi sieru ražošanā, arvien tiek pilnveidotas un radītas jaunas atsevišķu tehnoloģisko operāciju veikšanai paredzētas iekārtas sieru ražošanai pēc klasiskās tehnoloģijas, bet līdztekus sekmīgi tiek strādāts pie plūsmas metožu ieviešanas.

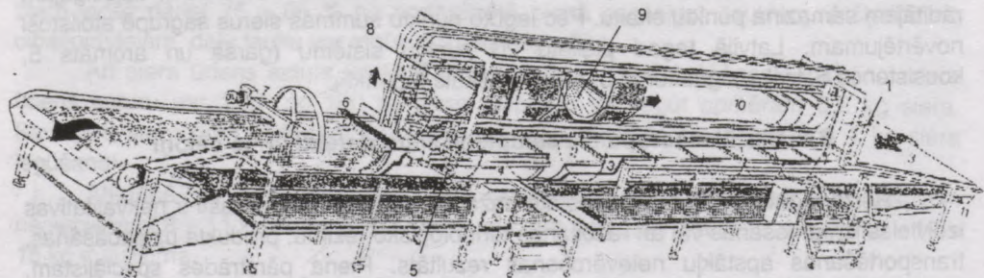
Šai grāmatā aprakstīti tikai vispārīgi principi sieru ražošanai plūsmā, jo tehniskais progress un zinātne attīstās ļoti strauji, reizē mainot arī tehnoloģiskos paņēmienus un procesu parametrus. Precīzas tehnoloģiskā procesa detaļas būs aktuālas tikai uzstādot uzņēmumā konkrētas plūsmas līnijas.

1. Separātoru izmantošana sūkalu atdalīšanai no sarecināta piena. Tehnoloģiskā shēma līdzīga biežpiena ražošanai ar separēšanas palīdzību, tās pamatprincipi apskatīti III.6.nodaļā. Ar šo paņēmieni ražotiem sieriem ir pastveida konsistence.

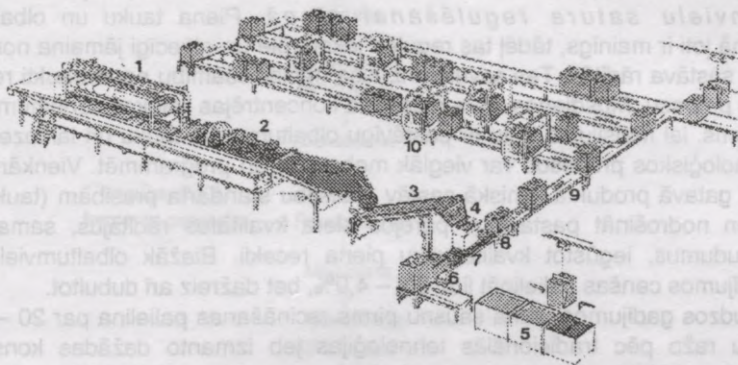
2. Nepārtrauktas darbības koagulātoru izmantošana (107.attēls). Piena sarecināšana, recekļa, siera graudu apstrāde notiek pusapļa formā izliektā elastīgā transportiera lentē (3). Pēc ierauga un fermentu preparāta pievienošanas piens pa cauruli (1) tiek iesūknēts šajā nepārtraukti kustošajā pusapļa tvertnē. Lai piens sarecēšanas zonā (2) būtu miera stāvoklī, noteiktos attālumos tiek izvietotas šķērssienu (10). Pēc piena sarecēšanas ar īslaicīga elektrostatiska lādiņa palīdzību (5) no šķērssienu atdala pielipušo recekli, tās izceļ no recekļa (8), mazgā (9) un pārvieta atkārtota cikla uzsākšanai.

Gatavo recekli sagriež horizontāli (6) un šķērsvirzienā (7), iegūstot kubveida siera graudus, kurus tālāk apstrādā ar maisītāju palīdzību. Paredzēta arī iespēja karsta ūdens pievadīšanai vajadzības gadījumā.

Transportiera lente pēc mazgāšanas (11) gatava atkārtotam ciklam.



107.attēls. Nepārtrauktas darbības koagulātors "Alpma".



108.attēls. Mīkstā siera ražošanas tehnoloģiskā shēma.

1 – koagulātors "Alpma"; 2 – sinerēzes zona ar maisītājiem; 3 – transportieris sūkalu atdalīšanai; 4 – siera veidošanas iekārta; 5 – tukšo formu mazgāšana; 6 – formu krāvuma sadalīšana; 7 – grupveida forma; 8 – formu sakraušana; 9 – brīvo sūkalu notecēšanas zona; 10 – formu krāvuma apgrozīšana.

3. Piena sarecināšana, nošķirot fermentatīvos un koagulācijas posmus saldpiena sieru ražošanā. Klasiskajā siera tehnoloģijā recekļa izveidošanās fermentatīvie un koagulācijas posmi nav nošķirami. Ir atklāts, ka fermentatīvais posms var noritēt arī temperatūrās zem 10 °C. Pienu kopā ar ieraugu un fermentu preparātu izturot šādā temperatūrā 3 – 6 stundas, notiek visi parastie šim posmam raksturīgie procesi. Šādi sagatavotu pienu uzsildot līdz apm. 30 °C, dažās sekundēs izveidojas recekļi.

Abu recināšanas posmu nošķiršanas princips ir pamatā vairāk plūsmas metodēm siera ražošanā. Koagulācija notiek dažādas konstrukcijas koagulatoros. Siera veidošana un tālākās tehnoloģiskās operācijas notiek ar iepriekš aprakstītiem paņēmieniem. Šādi iegūtu sieru sensorās īpašības atšķiras no ierastām, bet sieri ir lētāki. Dažās valstīs šādas iekārtas izmanto mīksto sieru ražošanai.

4. Ultrafiltrācijas izmantošana sieru ražošanā. Ražojot sieru ar tradicionālo tehnoloģiju, tiek izmantoti tikai apmēram 75% pienā esošo olbaltumvielu un 90% tauku, pārējais pāriet sūkalās. Ja pielieto ultrafiltrāciju, tiek izmantoti 100% pienā esošo tauku un 95% olbaltumvielu. Kopumā siera iznākums caurmērā palielinās par 20% (sierā pāriet sūkalu olbaltumvielas, pie tam neizmainītā veidā, kā arī tiek novērsti sīko kazeīna daļiņu zudumi). Samazinās arī ierauga (par 50%) un fermentu preparāta (par 30%) patēriņš. Palielinātā izejvielas (pēc ultrafiltrācijas) sausnas saturs dēļ par 8 – 10% paātrinās graudu apstrādes laiku, par 35 – 40% pieaug recekļa iegūšanas iekārtu ražība (samazinās pārstrādājamās izejvielas daudzums). Ievērojama priekšrocība ir arī tā, ka pēc ultrafiltrācijas tālākai pārstrādei nokļūst ķīmiskā sastāva ziņā vienvērtīgāka izejviela un procesi vieglāk automatizējami, samazinās apkārtējās vides piesārņošana.

Iegūtais siers ir ar atšķirīgām īpašībām un sastāvu, salīdzinot ar sieru, kas iegūts ar tradicionālām metodēm. Pēc vairāku speciālistu domām ultrafiltrācija nākotnē būs parasta siera ražošanas tehnoloģiskā operācija. Līdztekus, protams, saglabāsies arī klasiskie sieri, bet priekšroka tiks dota ekonomiskākām metodēm.

Pagaidām visplašāk siera ražošanā *ultrafiltrāciju izmanto olbaltumvielu satura regulēšanai pienā*. Piena tauku un olbaltumvielu saturs pienā ļoti ir mainīgs, tādēļ tas regulāri jākontrolē un attiecīgi jāmaina normalizētā maisījuma sastāva rādītāji. Tas savukārt izraisa nepieciešamību nepārtraukti regulēt arī ražošanas procesu. Mūsdienās siera ražošana koncentrējas lielākos uzņēmumos, tādēļ nepieciešams, lai maisījums būtu ar pastāvīgu olbaltumvielu, tauku un laktozes saturu, jo tad tehnoloģiskos procesus var vieglāk mehanizēt un programēt. Vienkāršāk kļūst arī regulēt gatavā produkta ķīmiskā sastāv atbilstību standarta prasībām (tauku saturu sausnā) un nodrošināt pastāvīgus pārējos siera kvalitātes rādītājus, samazināt arī kazeīna zudumus, iegūstot kvalitatīvāku piena recekli. Biežāk olbaltumvielu saturu šādos gadījumos cenšas palielināt līdz 3,6 – 4,0%, bet dažreiz arī dubultot.

Daudzos gadījumos piena sausnu pirms recināšanas palielina par 20 – 40% un tālāk sieru ražo pēc tradicionālās tehnoloģijas jeb izmanto dažādas konstrukcijas nepārtrauktas darbības koagulatorus, pēc kuriem recekli sagriež. Tālāk seko jau līdz šim pazīstamā apstrāde. Šajos gadījumos veidojas ievērojami mazāk sūkalu.

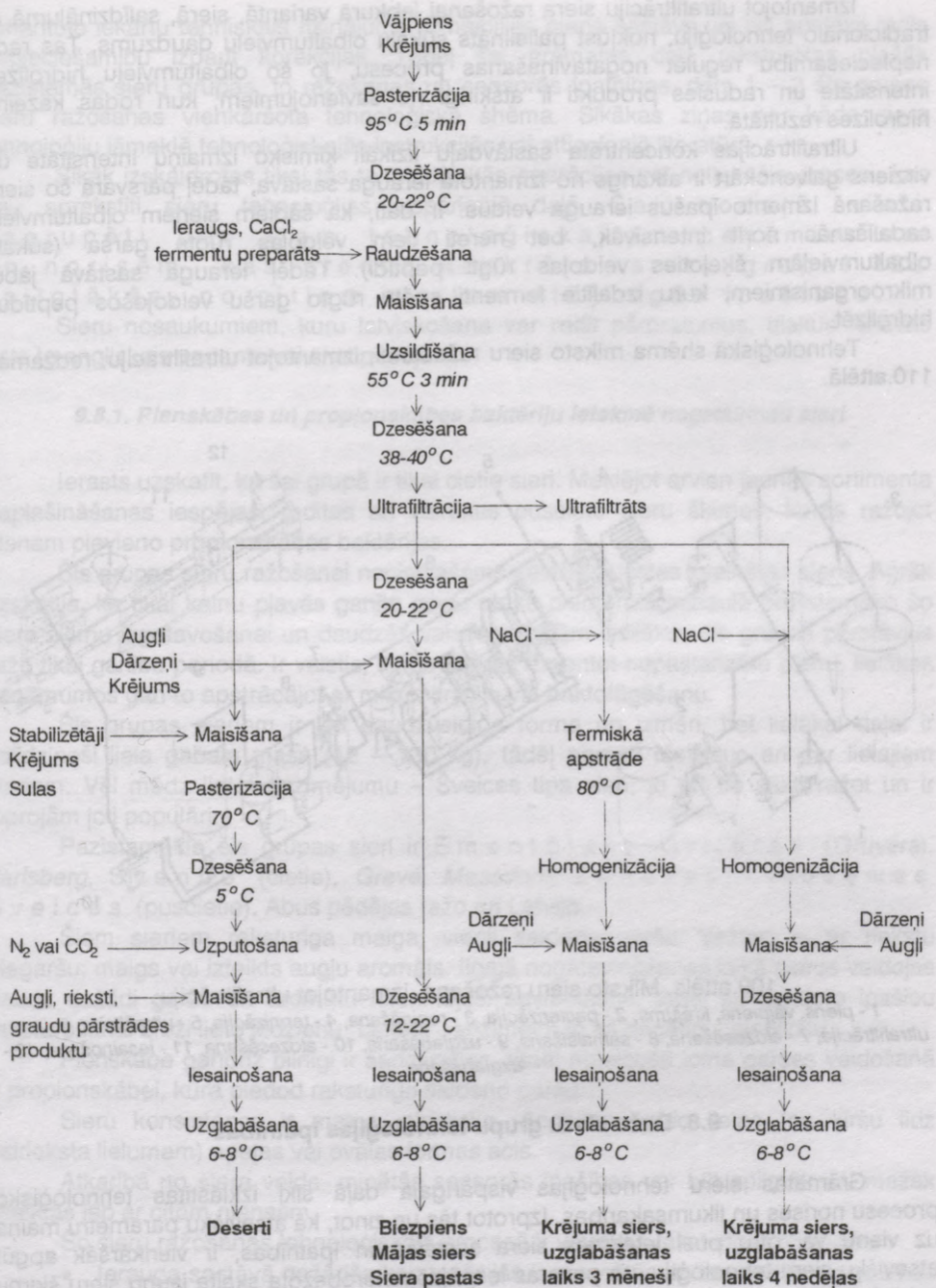
*Ultrafiltrāciju pielieto arī piena iebiezīnāšanai līdz tādām sausnām saturam, kas pilnīgi vai daļēji atbilst gatava siera sausnām saturam*. Šāds paņēmieni ir ļoti ekonomiski, jo tiek izmantotas praktiski visas olbaltumvielas. Šai gadījumā tālākam ražošanas procesam nav piemērojamas tradicionālās siera ražošanas iekārtas. Tehnoloģiskā shēma ir šāda. Ar ultrafiltrācijas palīdzību vājpienu (reizēm arī pienu) iebiezina līdz gatavam produktam līdzīgam sausnām saturam. Tālāk pievieno ieraugu (dažreiz to pievieno pirms ultrafiltrācijas vai tās laikā), atdzesē līdz recināšanas temperatūrai un normalizē ar krējumu līdz vajadzīgam tauku saturam. Siera sastāvs praktiski tiek noteikts līdz fermenta pievienošanai. Ja siera tehnoloģijai tas nepieciešams, tad šai posmā pieliek pelējuma sporas, sāli. Visu izmaisa, pievieno fermentu un maisījumu salej siera formās. Pēc dažām minūtēm izveidojas receklis, kurš satur nelielu daudzumu brīvu sūkalu. Recekli turpat formās sagriež un tālāk viss noris pēc jau zināmās tehnoloģijas. Iespējams arī pienu sarecināšanai saliet metāla kārbās. Pēc recekļa sagriešanas pievieno sāls šķīdumu un kārbas aizvāko. Nogatavināšana notiek kārbās, kurās sieru arī realizē.

Ultrafiltrāciju var izmantot visu siera veidu ražošanā. Cieto sieru ražošanā ultrafiltrāciju plašāk pielieto iepriekš minētās olbaltumvielu koncentrācijas palielināšanai līdz dažādām pakāpēm.

Plašāk tomēr ultrafiltrāciju pielieto puscieto un mīksto sieru ražošanā. No pēdējiem – visvairāk bez nogatavināšanas realizējamiem sieriem (skatīt 109.attēlu).

Mīksto sieru ražošanā iezīmējas 3 ultrafiltrācijas pielietošanas virzieni:

- izejvielu iebiezina līdz tādai koncentrācijai, lai pēc sarecēšanas sūkalu atdalīšanās nenotiktu; tātad nav arī tauku un olbaltumvielu zudumu;
- sieru ražo no sūkalu olbaltumvielām, kuras no sūkalām izdalītas ar ultrafiltrācijas palīdzību;
- pienam pievieno ar ultrafiltrācijas palīdzību no sūkalām izdalītās olbaltumvielas, līdz ar to ekonomējot 5 – 10% vājpiena, ko patērētu tradicionālajā siera ražošanas tehnoloģijā, pie kam nepazeminot produkta sensorās īpašības.

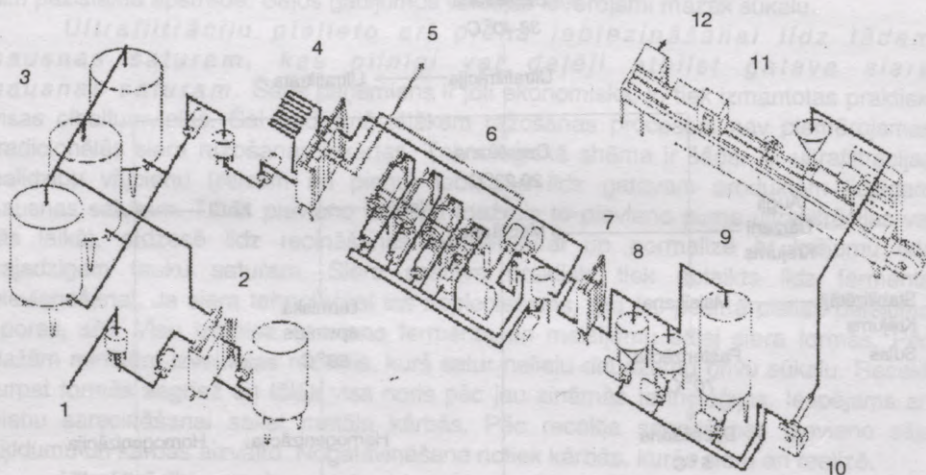


109.attēls. Tehnoloģisko procesu shēma nenogatavinātu sieru ražošanai, izmantojot ultrafiltrāciju.

Izmantojot ultrafiltrāciju siera ražošanai jebkurā variantā, sierā, salīdzinājumā ar tradicionālo tehnoloģiju, nokļūst palielināts sūkalu olbaltumvielu daudzums. Tas rada nepieciešamību regulēt nogatavināšanas procesu, jo šo olbaltumvielu hidrolīzes intensitāte un radušies produkti ir atšķirīgi no savienojumiem, kuri rodas kazeīna hidrolīzes rezultātā.

Ultrafiltrācijas koncentrāta sastāvdaļu fizikāli ķīmisko izmaiņu intensitāte un virziens galvenokārt ir atkarīgs no izmantotā ierauga sastāva, tādēļ pārsvarā šo sieru ražošanā izmanto īpašus ierauga veidus. Ir dati, ka šādiem sieriem olbaltumvielu sadalīšanās norit intensīvāk, bet nereti tiem veidojas rūgta garša (sūkalu olbaltumvielām šķeloties veidojas rūgti peptīdi). Tādēļ ierauga sastāvā jābūt mikroorganismiem, kuru izdalītie fermenti spētu rūgto garšu veidojošos peptīdus hidrolizēt.

Tehnoloģiskā shēma mīksto sieru ražošanai, izmantojot ultrafiltrāciju, redzamas 110.attēlā.



109.attēls. Mīksto sieru ražošana, izmantojot ultrafiltrāciju.

1 - piens, vāļpiens, krējums; 2 - pasterizācija, 3 - recināšana, 4 - termizācija, 5 - ultrafiltrāts, 6 - ultrafiltrācija, 7 - atdzesēšana, 8 - samaisīšana, 9 - uzglabāšana, 10 - atdzesēšana, 11 - iesaiņošana, 12 - uzglabāšana

### 9.8. Dažu sieru grupu tehnoloģijas īpatnības

Grāmatas sieru tehnoloģijas vispārīgajā daļā sīki izklāstītas tehnoloģisko procesu norises un likumsakarības. Izprotot tās un zinot, kā atsevišķu parametru maiņa uz vienu vai otru pusi ietekmēs siera sastāvu un īpatnības, ir vienkāršāk apgūt atsevišķu sieru tehnoloģiju, un paveras iespējas neierobežota skaita jaunu sieru šķirņu veidošanai.

Mācību grāmatā nav iespējams apkopot visu sieru ražošanas tehnoloģijas, pie tam tās nav nemainīgas. Cits ieraugu sastāvs, jauns fermentu preparāts, atšķirīgs

izmantoto iekārtu tehniskais risinājums, izmainījies piena sastāvs vai citi apstākļi radīs nepieciešamību izdarīt korekcijas. Tādēļ šai grāmatas daļā raksturotas plašāk pazīstamās sieru grupas, to ražošanas un sensorās īpatnības, dota 1 – 2 šīs grupas sieru ražošanas vienkāršota tehnoloģiskā shēma. Sikākas ziņas par kāda siera tehnoloģiju jāmeklē tehnoloģiskajās instrukcijās vai attiecīgajā literatūrā.

Sikāk izskaidrotas tikai tās tehnoloģiskās operācijas vai notiekošie procesi, kas nav aprakstīti sieru tehnoloģijas vispārīgajā daļā. Šai nodaļā sieri sagrupēti pēc tiem tehnoloģiskajiem paņēmieniem un norisēm, kas piedod konkrētai sieru grupai tās spilgtākās, no citiem sieriem atšķirīgās īpašības.

Sieru nosaukumiem, kuru latviskošana var radīt pārpratumus, blakus iekavās dots to angļuvalodīgais variants vai tikai pēdējais.

### 9.8.1. Pienskābes un propionskābes baktēriju ietekmē nogatavināti sieri

Ierasts uzskatīt, ka šai grupā ir tikai cietie sieri. Meklējot arvien jaunas sortimenta paplašināšanas iespējas, radītas arī vairākas puscieto sieru šķirnes, kuras ražojot pienam pievieno propionskābes baktērijas.

Šīs grupas sieru ražošanai nepieciešams sevišķi augstas kvalitātes piens. Agrāk uzskatīja, ka tikai kalnu pļavās ganīto govju piens piemērots pasaulē pazīstamāko šo siera šķirņu izgatavošanai un daudzās valstīs joprojām izcilākos šīs grupas pārstāvjus ražo tikai ganību periodā. Ir valstis, kurās atļauts izmantot nepasterizētu pienu, lielākos uzņēmumos gan to apstrādājot ar mikrofiltrāciju vai baktofūģšanu.

Šīs grupas sieriem ir ļoti daudzveidīga forma un izmēri, bet lielāki daļai ir salīdzinoši liela gabala masa (12 – 130 kg), tādēļ parasti tos sauc arī par lielajiem sieriem. Vēl mēdz lietot apzīmējumu – Šveices tipa sieri, jo tur tie sākti ražot un ir joprojām ļoti populāri.

Pazīstamākie šīs grupas sieri ir Ementāles, Grijēras (*Gruyère*), *Jarlsberg*, *Svenbo* (cietie), *Grevé*, *Maasdam*, *Ženēvas*, *Vidzemes Šveices* (puscietie). Abus pēdējos ražo arī Latvijā.

Šiem sieriem raksturīga maiga, viegli saldēna garša, dažiem – ar riekstu piegaršu; maigs vai izteikts augļu aromāts. Ilgajā nogatavināšanas laikā sieros veidojas daudz dažādi garšu un aromātu ietekmējoši savienojumi, tādēļ šo sensoro īpašību raksturošanai bieži lieto jēdzienu "bukete", apzīmējot to kā bagātīgu, piepildītu.

Pienskābe gandrīz pilnīgi ir sadalījusies, tādēļ noteicošā loma garšas veidošanā ir propionskābei, kura piedod raksturīgu saldēno garšu.

Sieru konsistence ir maiga, plastiska. Acojumu veido lielas (no ķiršu līdz valrieksta lielumam) apaļas vai ovālas formas acis.

Atkarībā no siera veida, minētās sensorās īpašības var būt spilgtāk vai mazāk izteiktas jeb ar citām niansēm.

Šo sieru ražošanas tehnoloģiskajā procesā ir vairākas raksturīgas īpatnības.

- Ierauga sastāvā dažādās kombinācijās ir mezofilās un termofilās pienskābes baktērijas (*streptokoki*, *nūjiņas*). Starp piena pārstrādē biežāk pielietotām pienskābes baktērijām par būtiski nozīmīgu ierauga sastāvdaļu uzskata *L.helveticus*. Bez pienskābes baktēriju ierauga pienam pievieno propionskābes baktērijas *Propionbacterium freudenreichii subsp. shermanii*.

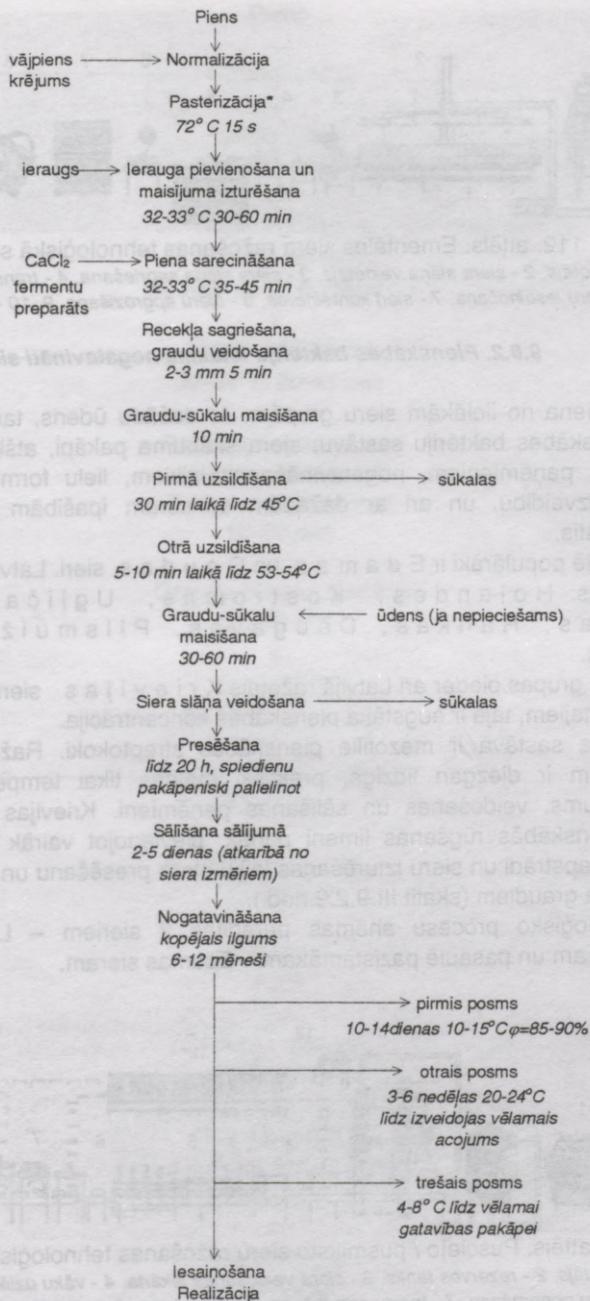
Lai pēdējo aktivitāte nemazinātos, siera graudu apstrādes temperatūra nedrīkst pārsniegt šai baktērijai kritiskos 56 °C.

- Veido nelielus graudus (skatīt 81.attēlu), lai iegūtu sierus ar mazāku mitruma saturu.
- Salīdzinoši ilga (20 – 80 minūtes) ir siera graudu apstrāde līdz temperatūras paaugstināšanai, lai uzkrātu vajadzīgo pienskābes daudzumu, jo pēc tam daļa ierauga baktēriju aizies bojā.
- Atkarībā no vēlamā ūdens satura sierā, graudu apstrādes laikā temperatūru paaugstina līdz 37 – 40 °C vai 53 – 54 °C. Jo temperatūra ir augstāka, jo vairāk ierauga pienskābes baktēriju aiziet bojā, paātrinās sūkalu sinerēze un iegūst sausākus siera graudus. Var teikt, ka ar temperatūras palīdzību tiek atlasītas vēlamās baktērijas. Augstākā temperatūrā inaktivējas lielākā siera graudos pārgājušo recināšanas fermentu daļa, un tas ievērojami ietekmē proteolīzes ātrumu un radušos produktu sastāvu.
- Arī pēc temperatūras paaugstināšanas siera graudus apstrādā diezgan ilgi (20 – 80 minūtes), lai tos pietiekami nosusinātu. Visā graudu apstrādes laikā sūkalu skābums pieaug nedaudz vai praktiski nemainās, tādēļ siera masa nav skāba.
- Sierus presē salīdzinoši lielā spiedienā un ilgi, jo jāsapresē kopā liels gabals, bez tam mazā ūdens satura dēļ siera graudi zaudējuši lipīgumu. Presēšanas ilgumu vēl nosaka vēlamais pienskābes līmenis konkrētai siera šķirnei: ja to vēlas lielāku, tad presēs iztur ilgāku laiku.
- Atkarībā no siera veida un vēlamām sensorām īpašībām, šos sierus nogatavina 1,5 – 18 mēnešus vai ilgāk. Ilgais nogatavināšanas laiks izskaidrojams ar to, ka augstās graudu apstrādes temperatūras dēļ siera masā jūtami samazinājies recināšanas fermentu daudzums, samazināts pienskābes baktēriju un tātad arī to izdalīto fermentu daudzums, ar sūkalām atdalīts daudz laktozes un mazāk palicis ko patērēt mikroorganismiem.

Būtiska īpatnība ir 3 pakāpju nogatavināšanas režīms. Sākotnēji sieru līdz 3 nedēļām iztur 10 – 12 °C temperatūrā. Pēc tam tos uz laiku no 2 – 6 nedēļām līdz 2 – 3 mēnešiem ievieto kamerā, kurā ir 15 – 24 °C. Te notiek propionskābē rūgšana, baktērijām pārraudzējot laktātus, kuras rezultātā veidojas propionskābe, etiķskābe, CO<sub>2</sub> un citi savienojumi. Izturēšanas laiks šai telpā un temperatūrā ir atkarīgi no tā, vai vēlas veicināt vai kavēt šo procesu, reizē regulējot produkta garšu, aromātu un acojumu. Tad sierus līdz vēlamās gatavības pakāpes sasniegšanai iztur 4 – 8 °C temperatūrā. Par acojuma veidošanās īpatnībām sieru nogatavināšanas procesā paskaidrots III.9.3.10.5.nodaļā.

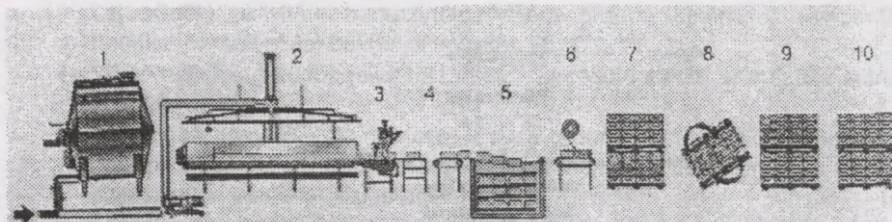
Lai dažiem šīs grupas sieriem (piem., Grižēras) piedotu papildus garšas nianses, nogatavināšanas laikā to virsmu ierīvē ar sāls un baktērijas *Brevibacterium linens* maisījumu.

E m e n t ā l e s siers ir viens no plašāk pazīstamiem un populārākiem šīs grupas sieriem, ko ražo daudzās valstīs. Sieru sāka ražot Šveicē, Ementāles ielejā, tā tas ieguva savu nosaukumu. Lielās masas (60-130kg) dēļ šo sieru sauc par sieru karali. Tradicionālā forma ir zems cilindrs, bet to ražo arī taisnstūra paralēlskaldņa formā.



111.attēls. Ementāles siera ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

\*Vairākās valstīs pienu šim sieram nepasterizē. Nepieciešamības gadījumā apstrādā tikai baktofūgā vai ar mikrofiltrāciju.



112. attēls. Ementāles siera ražošanas tehnoloģiskā shēma.

1 - siera gatavotājs, 2 - siera slāņa veidotājs, 3 - siera slāņa sagriešana, 4 - transportieris, 5 - sālīšanas baseins, 6 - siera iesaiņošana, 7 - sieri konteineros, 8 - siera apgrozišana, 9, 10 - siera nogatavināšana.

### 9.8.2. Pienskābes baktēriju ietekmē nogatavināti sieri

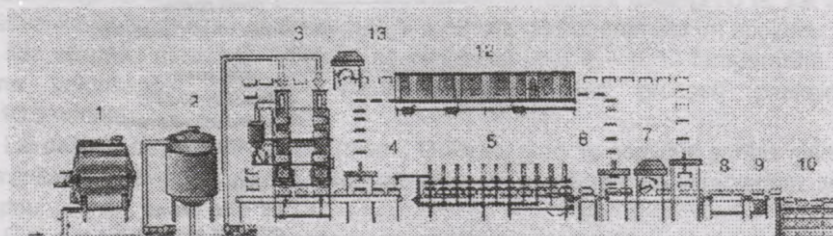
Ši ir viena no lielākām siera grupām. Ar dažādu ūdens, tauku, sāls saturu un ieraugu pienskābes baktēriju sastāvu, siera skābuma pakāpi, atšķirīgiem veidošanas un sālīšanas paņēmieniem, nogatavināšanas laikiem, lielu formu un siera gabalu izmēru daudzveidību, un arī ar dažādām sensorām īpašībām tos ražo dažādās pasaules valstīs.

Pasaulē populārāki ir *E d a m a s* un *G o u d a s* sieri. Latvijā ražo vairākus šīs grupas siera: *H o l a n d e s*, *K o s t r o m a s*, *U g ļ i č a s*, *G o u d a s*, *V a l m i e r a s*, *R a n k a s*, *D a u g a v a s*, *P i l s m u i ž a s*, *A u s m a*, *M a l d a* u.c.

Pie šīs grupas pieder arī Latvijā ražotais *K r i e v i j a s* siers, tikai, salīdzinot ar iepriekš minētajiem, tajā ir augstāka pienskābes koncentrācija.

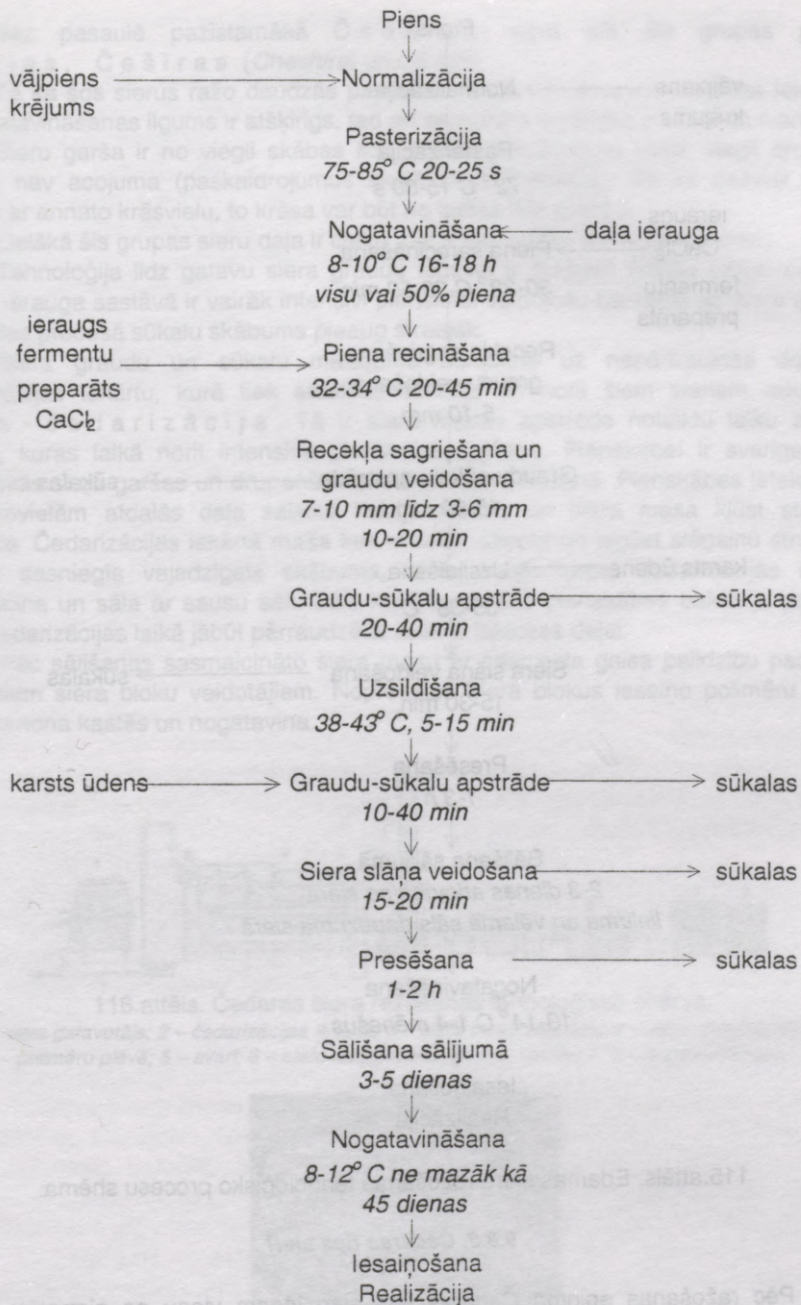
Ierauga sastāvā ir mezofilie pienskābes streptokoki. Ražošanas tehnoloģija visiem sieri ir diezgan līdzīga, praktiski mainās tikai temperatūras, skābums, operāciju ilgums, veidošanas un sālīšanas paņēmieni. Krievijas sieram salīdzinoši augstāku pienskābās rūgšanas līmeni panāk, pievienojot vairāk ierauga, papildinot siera graudu apstrādi un siera izturēšanas laiku starp presēšanu un sālīšanu. Daļu sāls pievieno siera graudiem (skatīt III.9.2.9.nod.).

Tehnoloģisko procesu shēmas parādītas 2 sieriem – Latvijā populārajam *H o l a n d e s* sieram un pasaulē pazīstamākam – *E d a m a s* sieram.

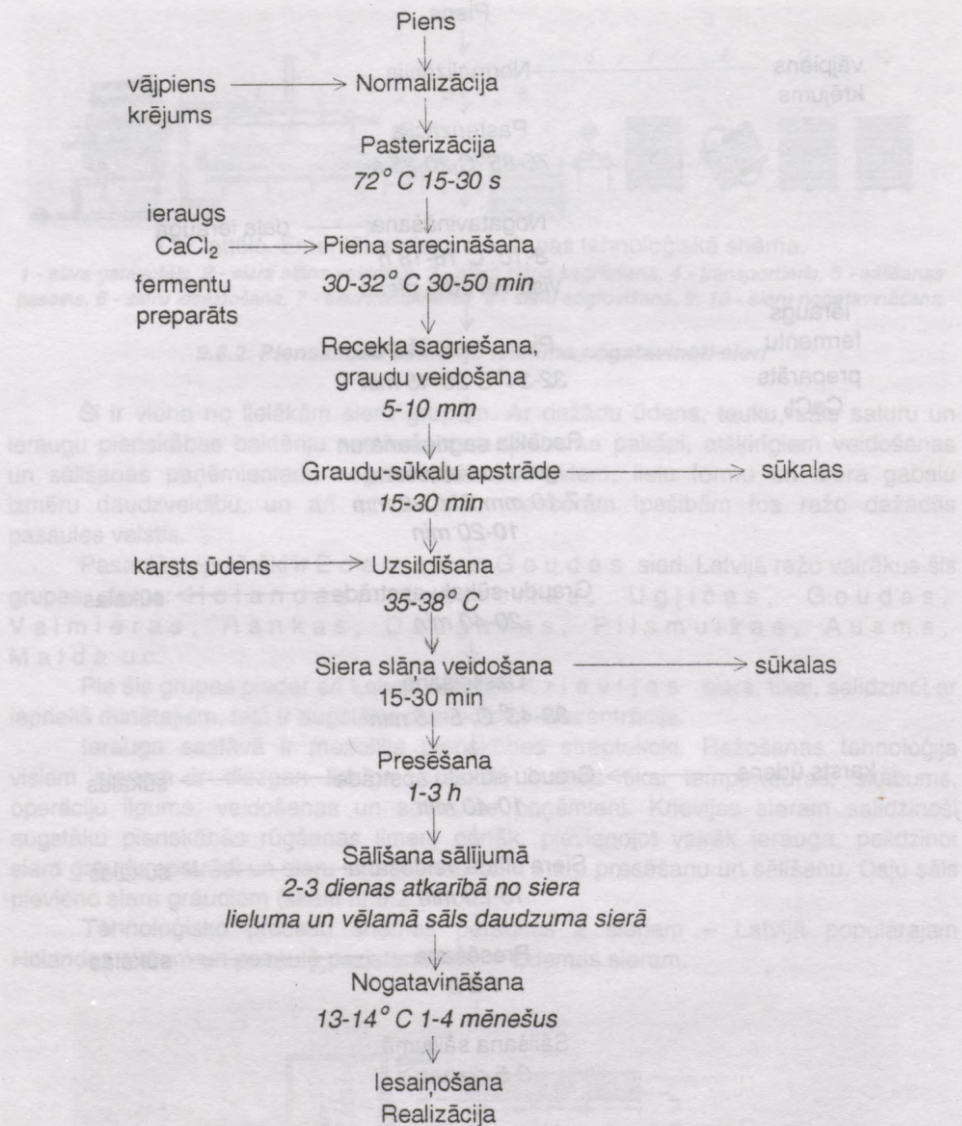


113. attēls. Puscieto / pusmiksto siera ražošanas tehnoloģiskā shēma.

1 - siera gatavotājs, 2 - rezerves tanks, 3 - siera veidošanas iekārta, 4 - vāku uzlikšana formām, 5 - siera prese, 6 - vāku noņemšana, 7 - formu apgriešana, 8 - siera izņemšana no formām, 9 - svēršana, 10 - sālīšana, 11 - nogatavināšana, 12 - formu vāku mazgāšana, 13 - formu apgrozišana.



114.attēls. Holandes siera tehnoloģisko procesu shēma.



115.attēls. Edamas siera ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

### 9.8.3. Čedaras tipa sieri

Pēc ražošanas apjoma Čedaras tipa sieri ieņem vienu no pirmajām vietām pasaulē. Latvijā tos ražo vienīgi Preiļu siera rūpnīcā, kurā ir uzstādītas augstprasīgas, mehanizētas iekārtas tieši šī tipa siera ražošanai.

Bez pasaulē pazīstamākā Čedaras siera pie šīs grupas pieder Baltijas, Češīras (*Cheshire*) un citi sieri.

Tā kā šos sierus ražo daudzās pasaules valstīs, izmanto ļoti dažādas iekārtas, arī nogatavināšanas ilgums ir atšķirīgs, tad arī sensorām īpašībām ir vairākas nianšes.

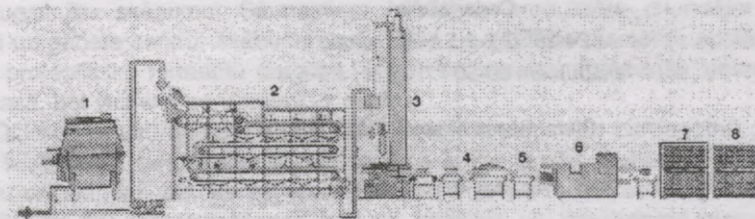
Sieru garša ir no viegli skābas līdz skābai; konsistence cieta, viegli drupena, sieriem nav acojuma (paskaidrojums skatīt III.9.3.7.nodaļā). Tā kā dažviet sierus iekrāso ar annato krāsvielu, to krāsa var būt no baltas līdz oranžai.

Lielākā šīs grupas sieru daļa ir cietie, bet ir sastopami arī puscieta sieri.

Tehnoloģija līdz gatavu siera graudu ieguvei ir diezgan līdzīga citiem sieriem. Vienīgi ierauga sastāvā ir vairāk intensīvi pienskābi veidojošu baktēriju un siera graudu apstrādes procesā sūkalu skābums pieaug straujāk.

Siera graudu un sūkalu maisījumu pārsūknē uz nepārtrauktas darbības čedarizācijas iekārtu, kurā tiek atdalītas sūkalas un norit šiem sieriem raksturīgs process - čedarizācija. Tā ir siera masas apstrāde noteiktu laiku zināmā režīmā, kuras laikā norit intensīva pienskābā rūgšana. Pienskābei ir svarīga loma specifiskās siera garšas un drupenās konsistences veidošanā. Pienskābes ietekmē no olbaltumvielām atdalās daļa saistītā kalcija fosfāta un siera masa kļūst stāipīga, gumijota. Čedarizācijas iekārtā masa tiek maisīta, stiepta un iegūst slāņainu struktūru. Kad ir sasniegts vajadzīgais skābums, siera masu turpat čedarizācijas iekārtā sasmalcina un sāla ar sausu sāli. Sāls kavē turpmāko pienskābes baktēriju attīstību, tādēļ čedarizācijas laikā jābūt pārraudzētai lielākai laktozes daļai.

Pēc sāļšanas sasmalcināto siera masu ar saspiesta gaisa palīdzību padod uz vertikāliem siera bloku veidotājiem. Nopresētos siera blokus iesaiņo polimēru plēvē, ieliek kartona kastēs un nogatavina.

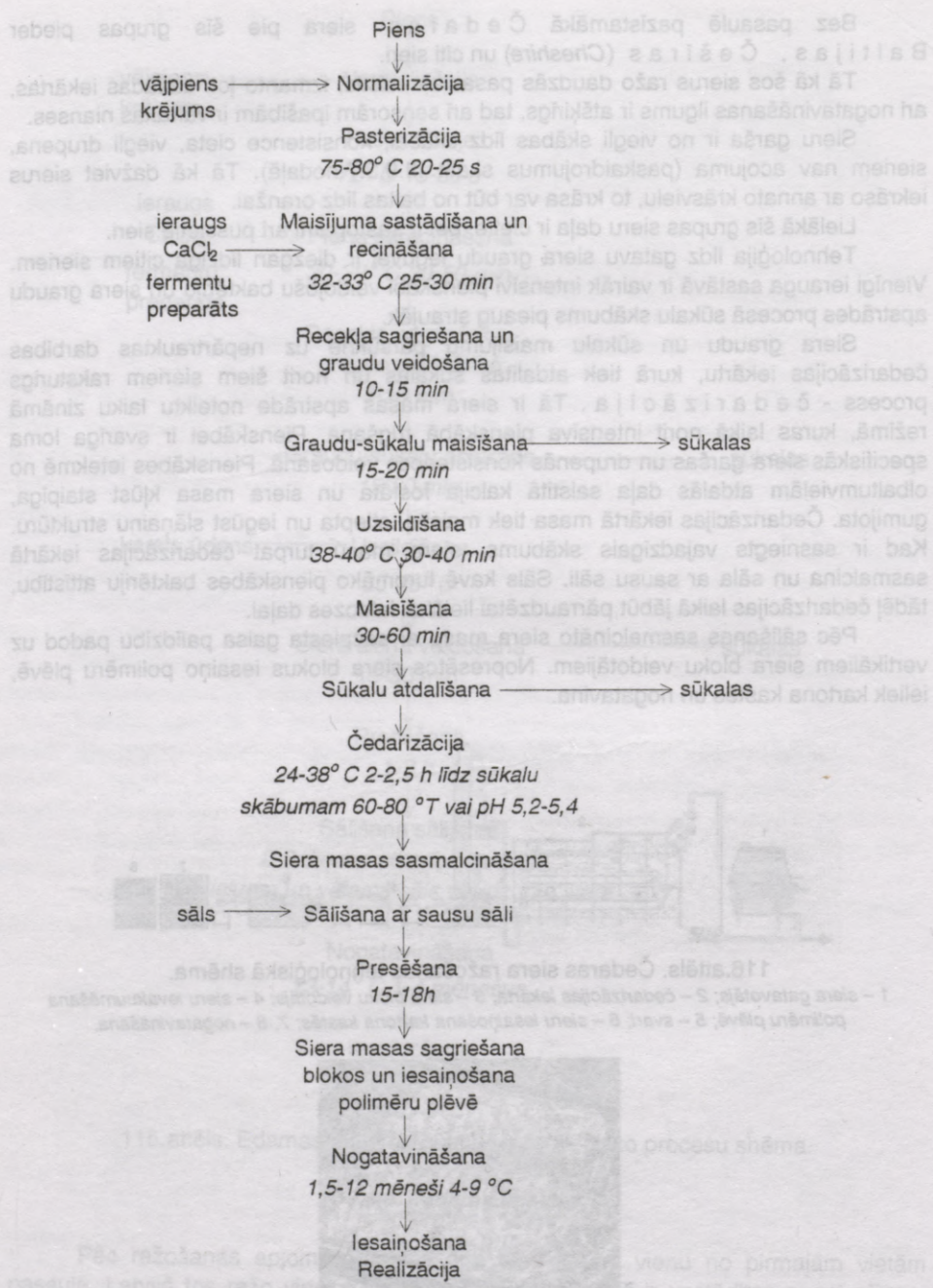


116.attēls. Čedaras siera ražošanas tehnoloģiskā shēma.

1 – siera gatavotājs; 2 – čedarizācijas iekārta; 3 – siera bloku veidotājs; 4 – sieru ievakuēšana polimēru plēvē; 5 – svāri; 6 – sieru iesaiņošana kartona kastēs; 7, 8 – nogatavināšana.



117.attēls. Sasmalcināta un sāļta siera masa.



118.attēls. Čedaras siera ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

#### 9.8.4. Pienskābes un glemi veidojošu baktēriju ietekmē nogatavināti sieri

Dažādos pēc ūdens (puscietie, pusmikstie, mikstie), tauku satura, formas, lieluma un nogatavināšanas ilguma sierus apvieno tas, ka uz to virsmas kultivē glemes kārtu veidojošas baktērijas.

Pasaulē pazīstamākie ir Limburgas, Romadūras, Tilzītes sieri. Latvijā ražo Latvijas, Raunas Bakšteinu, Bauskas, Pikanto, Zemgales u.c.

Šīs grupas sieriem ir izteikta, specifiska, pikanta garša ar vairāk vai mazāk jūtamam amonjaka piegaršu un aromātu. Aromāts sieriem ir spēcīgs, sajūtams arī no lielāka attāluma. Konsistence maiga, plastiska, reizēm smērīga. Neregulāras formas acojums. Sieri pārklāti ar oranžas nokrāsas lipīgu glemes kārtu vai arī tā pirms realizācijas ir nomazgāta.

Atkarībā no tā, cik ilgi un intensīvi ļauj attīstīties virsmas mikroflorai, minētās sensorās īpašības ir vairāk vai mazāk spilgti izteiktas.

Ražojot sierus, ierauga sastāvā ir mezofilās pienskābes baktērijas. Raksturīga īpatnība ir tā, ka pienu kādu laiku nogatavina pirms recināšanas fermentu preparāta pievienošanas, lai paaugstinātu skābumu. Siera masu noblīvē pašpresēšanās rezultātā vai īsu laiku presē nelielā spiedienā.

Nogatavināšanas laikā uz siera virsmas tiek veicināta baktēriju *Brevibacterium linens* attīstība, kuras pārklāj siera virsmu ar sarkanīgi oranžas nokrāsas glemi. Šīm baktērijām ir vadošā loma siera sensoro īpašību veidošanā.

*Brevibacterium linens* ir augsta proteolītiskā aktivitāte un nogatavināšanas laikā sieros uzkrājas daudz dažādu olbaltumvielu hidrolīzes produktu – brīvās aminoskābes, amonjaks u.c. Tehnoloģiskā procesa laikā līdz nogatavināšanai izveidojas siera masa ar paaugstinātu skābumu. Sārmainiem hidrolīzes produktiem difundējot no siera virsmas uz gabala centru, skābums samazinās un veidojas piemēroti apstākļi glemes izdalīto proteolītisko fermentu darbībai. Tādēļ šie sieri nenogatavinās vienmērīgi visa siera masā, bet virzienā no virsmas uz centru.

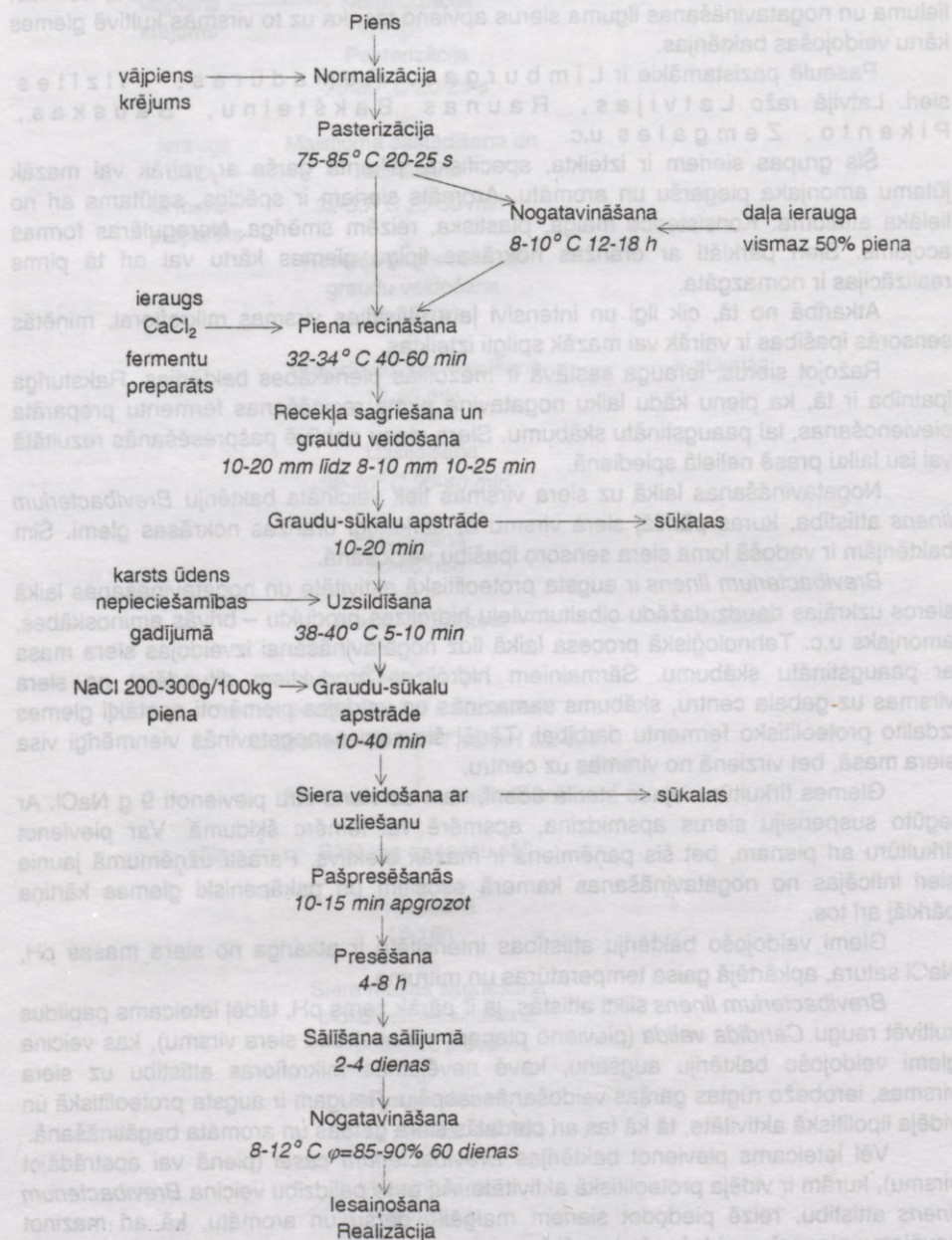
Glemes tīrkultūru iejauc sterilā ūdenī, kam uz vienu litru pievienoti 9 g NaCl. Ar iegūto suspensiju sierus apsmidzina, apsmērē vai iemērc šķīdumā. Var pievienot tīrkultūru arī pienam, bet šis paņēmieni ir mazāk efektīvi. Parasti uzņēmumā jaunie sieri inficējas no nogatavināšanas kamerā esošiem un pakāpeniski glemes kārtiņa pārklāj arī tos.

Glemi veidojošo baktēriju attīstības intensitāte ir atkarīga no siera masas pH, NaCl satura, apkārtējā gaisa temperatūras un mitruma.

*Brevibacterium linens* slikti attīstās, ja ir pārāk zems pH, tādēļ ieteicams papildus kultivēt raugu *Candida valida* (pievieno pienam vai apstrādā siera virsmu), kas veicina glemi veidojošo baktēriju augšanu, kavē nevēlamas mikrofloras attīstību uz siera virsmas, ierobežo rūgtas garšas veidošanās iespēju. Raugam ir augsta proteolītiskā un vidēja lipolītiskā aktivitāte, tā kā tas arī piedalās siera garšas un aromāta bagātināšanā.

Vēl ieteicams pievienot baktērijas *Brevibacterium casei* (pienā vai apstrādājot virsmu), kurām ir vidēja proteolītiskā aktivitāte. Arī ar to palīdzību veicina *Brevibacterium linens* attīstību, reizē piedodot sieriem maigāku garšu un aromātu, kā arī mazina nevēlamu piegaršu veidošanās iespēju.

Šīs grupas sieriem ir ierobežots realizācijas laiks, jo pārgatavinot jūkami pasliktinās garša, aromāts, sieri zaudē formu (izplūst).



119.attēls. Latvijas siera ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

### 9.8.5. Pienskābes baktēriju un pelējumu ietekmē nogatavināti sieri

Šie sieri iedalāmi 2 būtiski atšķirīgās siera grupās atkarībā no tā, vai pelējumi attīstās siera masā jeb uz virsmas.

Pienskābes baktēriju un siera masā augoša pelējuma ietekmē nogatavināti sieri. Pie šīs grupas pieder sieri ar dažādu tauku (ne mazāk kā 45 % sausnā) un ūdens (puscietie, pusmīkstie, mīkstie) saturu, nogatavināšanas ilgumu, formu. Siera masu caurauž zils, zili – zaļš pelējums, tāpēc tos mēdz saukt arī par zilajiem sieriem.

Pasaulē pazīstamākie ir Rokforas, Stiltonas, Gorgonzolas, *Danablu/Danish Blu* sieri. Latvijā ražo Trikātas Rokforu un Rankas Rokforu.

Rokfors ir viens no vecākajiem Eiropas sieriem. Tas sākts ražot 1070. gadā Francijas pilsētiņā Rokforā. Šī siera nosaukums ir patentēts un citās valstīs to nedrīkst lietot. Sākotnēji šo siera ražoja tikai no aitu piena, bet tagad arī no govju piena.

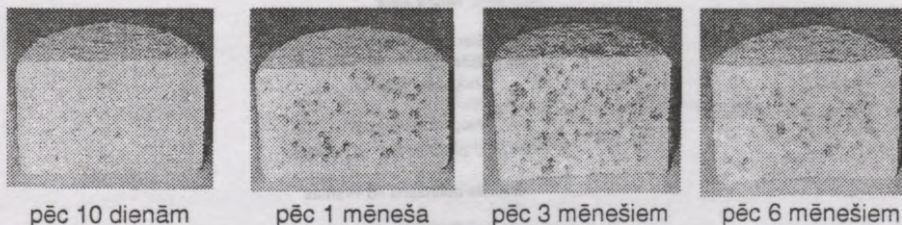
Sieriem ir izteikti sāļa, pikanta, rūgtena garša ar piparu piegaršu. Specifisks aromāts. Konsistence maiga, viegli drupena. Acojuma nav, pieļaujamas dažāda lieluma spraugas.

Tie ir uzkožamie sieri, lieto ēstgribas uzlabošanai. Tos pasniedz pirms ēdienreizēm, arī pie vīna, alus, augļiem u.c.

Siera nogatavināšanā un īpatnējās garšas un aromāta veidošanā svarīga loma ir pelējumam *Penicilium roqueforti*. Šis pelējums var attīstīties nelielā skābekļa daudzumā, tādēļ arī aug siera masā. Daļu pelējuma tīrkultūras pievieno pienam (ūdenī izjauktas suspensijas veidā), daļu siera veidošanas laikā.

Pelējumam ir augsta proteolītiskā un lipolītiskā aktivitāte. Tauku hidrolīzes rezultātā sierā uzkrājas brīvas taukskābes, kuras kopā ar olbaltumvielu hidrolīzes produktiem veido raksturīgo siera garšu un aromātu.

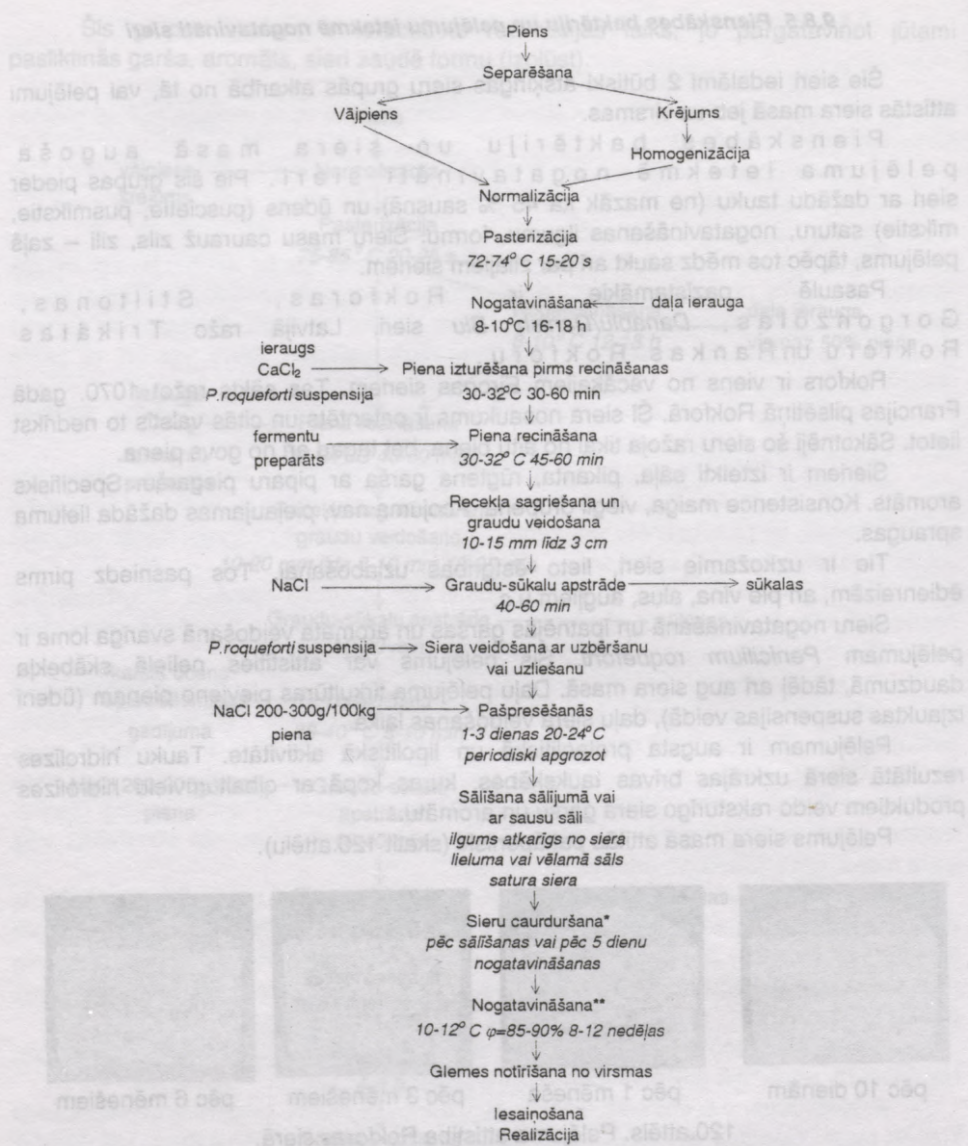
Pelējums siera masā attīstās pakāpeniski (skatīt 120.attēlu).



120.attēls. Pelējuma attīstība Rokforas sierā.

III.9.8.4. nodaļā minēto iemeslu dēļ arī šīs grupas siera ražošanā mēdz izmantot raugus *Candida valida*, savukārt pelējums *Geotrichum candidum* kavē zilā pelējuma augšanu uz siera virsmas.

Rokforas siera ražošanas tehnoloģisko procesu shēma parādīta 121. attēlā.



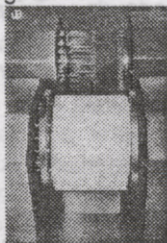
121.attēls. Rokforas siera ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

\*Sieru caurduršana nepieciešama, lai siera gabalā cirkulētu gaiss (122.attēls). Tas veicina labāku pelējuma attīstību.

\*\*Francijā nogatavina 18 – 25 dienas 8 – 10 °C temperatūrā, tad 5 – 10 °C (lai labāk augtu pelējums). Pēc pasūtītāja vēlmēs var turpināt nogatavināšanu 1 °C temperatūrā 5 – 10 mēnešus.

Pienskābes baktēriju un uz virsmas augoša pelējuma ietekmē nogatavināti sieri. Sieru nogatavināšanā

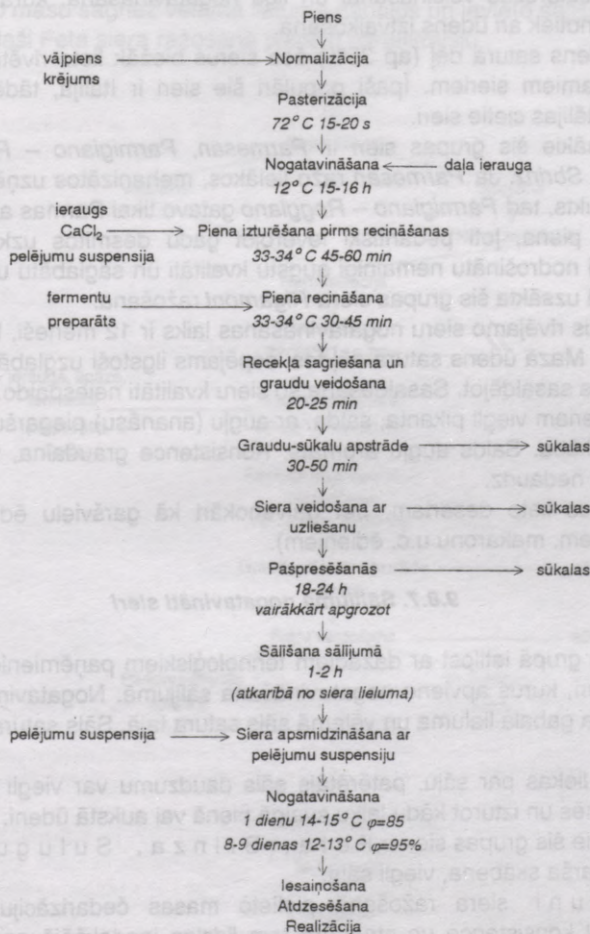
pedalās uz siera virsmas augošs balts pelējums *Penicilium camamberti* un/vai *Penicilium candidum*. Pieļaujams, ka nogatavināšanas laikā parādās arī sarkani, brūni vai dzeltenīgi pigmenti.



122.attēls. Sieru caurduršana.

Pasaulē populārākie no šīs grupas ir Kamambēras (*Camembert*) un Bri (Brie) sieri. Pēc Rokfora siera Kamambērs ir izplatītākais siers pasaulē. Sākts ražot Francijā Kamambēras draudzē.

Latvijā gatavo Valmieras Kamambēra sieru un Valmieras sieru Brie



123.attēls. Kamambēras siera ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

Arī šo sieru nogatavināšana notiek virzienā no virsmas uz centru. Pelējums izdala fermentu lipāzi, tādēļ līdztekus olbaltumvielu hidrolīzei notiek arī intensīva tauku hidrolīze. Veidojas dažādi hidrolīzes produkti un sieri iegūst pikantu, nedaudz rūgtenu garšu un specifisku aromātu. Konsistence sieram mīksta, nedaudz smēriņa.

Lai veicinātu galvenā pelējuma attīstību un bagātinātu sieru garšu, aromātu, arī šo sieru ražošanā iespējams izmantot pelējumu *Geotrichum candidum* un raugus *Candida valida*.

#### 9.8.6. Ļoti cietie sieri

Dienviņu zemēs karstā klimata dēļ radās nepieciešamība ražot sierus, kurus šādos apstākļos viegli uzglabāt. Tā kā tas iespējams samazinot mitruma saturu, tad tehnoloģijas raksturīgākās īpatnības ir augstā siera graudu apstrādes temperatūra (55 – 56 °C) sūkalu sinerēzes veicināšanai un ilga nogatavināšana, kuras laikā, līdztekus citām norisēm, notiek arī ūdens iztvaikošana.

Mazā ūdens satura dēļ (ap 35%) šos sierus biežāk lieto rīvētā veidā un mēdz saukt par rīvējamiem sieri. Īpaši populāri šie sieri ir Itālijā, tādēļ nereti lieto arī apzīmējumu – Itālijas cietie sieri.

Pazīstamākie šīs grupas sieri ir *Parmesan*, *Parmigiano* – *Reggiano*, *Grana*, *Grana Padano*, *Sbrinz*. Ja *Parmesan* ražo lielākos, mehanizētos uzņēmumos un tas ir masveida produkts, tad *Parmigiano* – *Reggiano* gatavo tikai Parmas apvidū no noteiktā reģionā iegūtā piena, ļoti pedantiski ievērojot gadu desmitos uzkrāto pieredzi un paņēmienus, lai nodrošinātu nemainīgi augstu kvalitāti un saglabātu unikālās sensorās īpašības. Latvijā uzsākta šīs grupas siera *Rigamont* ražošana.

Minimālais rīvējamo sieru nogatavināšanas laiks ir 12 mēneši, bet iztur arī 2 – 4 gadus un ilgāk. Mazā ūdens satura dēļ tos iespējams ilgstoši uzglabāt un laiku vēl var pagarināt, sierus sasaldējot. Sasaldēšana šo sieru kvalitāti neiespaido.

Garša sieriem viegli pikanta, salda, ar augļu (ananāsu) piegaršu. Tā nedrīkst būt neizteikta vai skāba. Salds augļu aromāts. Konsistence graudaina, trausla, drupena. Acis nelielas un nedaudz.

Šos sierus lieto desertam, bet galvenokārt kā garšvielu ēdienu gatavošanā (mērcēm, salātiem, makaronu u.c. ēdieniem).

#### 9.8.7. Sālījumā nogatavināti sieri

Šai sieru grupā ietilpst ar dažādiem tehnoloģiskiem paņēmieniem ražoti mīkstie un puscietie sieri, kurus apvieno nogatavināšana sālījumā. Nogatavināšanas ilgums ir atkarīgs no siera gabala lieluma un vēlamā sāls satura tajā. Sāls saturs šajos sieros ir 1 – 7%.

Ja siers liekas par sāļu, patērētājs sāls daudzumu var viegli samazināt, sieru sagriežot sloksnēs un izturot kādu laiku svaigā pienā vai aukstā ūdenī.

Izplatītākie šīs grupas sieri ir *Feta*, *Brinza*, *Suluguni* u.c. Sieriem nav acojuma, garša skābena, viegli sāļa.

*Suluguni* siera ražošanā pielieto masas čedarizāciju, karsēšanu un stiepšanu, tādēļ konsistence un struktūra tam līdzīga iepriekšējā nodaļā aprakstītiem sieriem.

B r i n z a ir mikstais siers, tādēļ tehnoloģiskie paņēmieni tiek izvēlēti tādi, lai nodrošinātu sierā atbilstošu mitruma saturu.

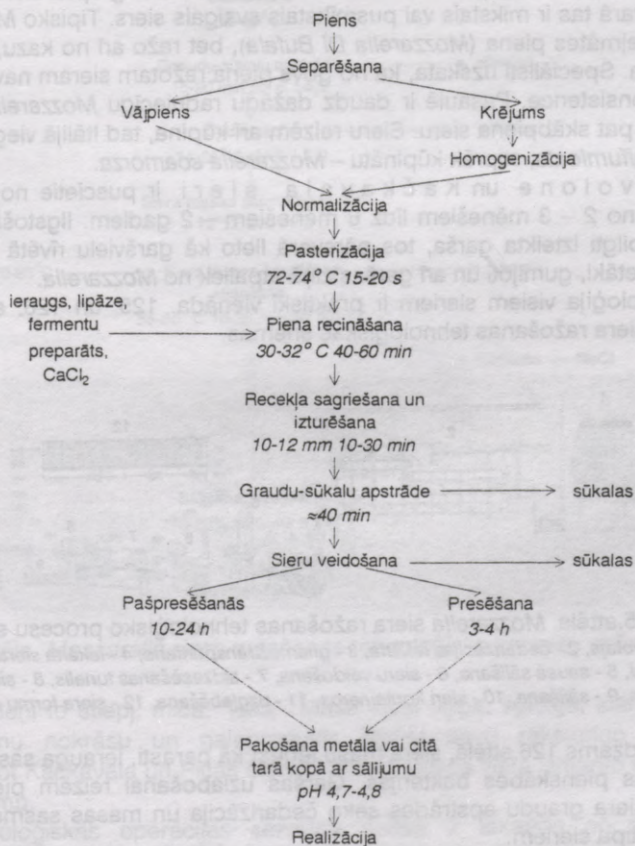
F e t a ir viens no pazīstamākajiem šīs grupas sieriem.

Sākotnēji to ražoja no aitu vai kazu, tagad arī no govju piena. Ja trūkst piena, var ražot arī izmantojot sauso vājpienu un bezūdens piena taukus. Fetas sieram ir balta krāsa, viegli rūgtena garša.

Lai no govju piena ražotam Feta sieram nodrošinātu iepriekšminētās sensorās īpašības, ieteicams krējumu homogenizēt un normalizētam maisījumam pievienot fermentu lipāzi. Pēc homogenizācijas maisījums kļūst baltāks, savukārt uz sīkām tauku lodītēm lipāzei ir vieglāk iedarboties. Tauku hidrolīzes rezultātā siers iegūst raksturīgo viegli rūgtenu garšu.

Atkarībā no uzņēmuma tehniskām iespējām, sūkalu atdalīšanai izmanto perforētu transportiera lentu vai masu sapilda auduma maisos un nopresē. Pēdējā variantā noblīvēto masu sagriež vēlamā lieluma gabalos un ievieto sālījumā.

Diezgan plaši Feta siera ražošanā pielieto ultrafiltrāciju.



124.attēls. Fetas siera ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

### 9.8.8. Čedarizētas un karsētas olbaltumvielu masas sieri

Šīs grupas sierus mēdz saukt par plastiskas masas (*Pasta Filata*) vai stieptas masas (*stretched curd*) sieriem. Pie tiem pieder *Mozzarella*, *Provolone*, *Kačkavala* [*Kaciocavallo* (Itālijā) vai *Kashkaval* (Austrumeiropā)], dažādi *Picas* (*Pizza*) u.c. sieri.

Tie ir dažādas – regulāras vai neregulāras formas mīkstie, pusmīkstie / puscietie nenogatavināti vai nogatavināti sieri. Garša un smarža nav spilgti izteikta, tā ir maiga, viegli skābena, reizēm ar riekstu piegaršu. Sieriem nav acojuma, krāsa – no baltas līdz krēmkrāsai. No citiem sieriem tos galvenokārt atšķir īpatnējā konsistence un struktūra. Pēdējā ir šķiedraina, konsistence – plastiska, mīksta. Raksturīga sieru īpašība ir izteikti labās kušanas spējas. Karsējot siera masa kļūst ļoti elastīga, plūstoša, to pastiepjot veidojas gari stiegraini pavedieni.

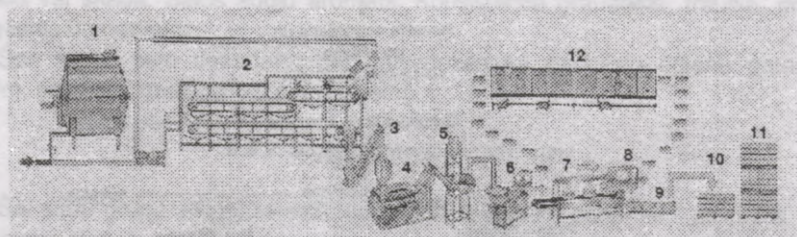
Sierus lieto uzturā tieši, pievieno salātiem un citiem ēdieniem, bet plašāk picu gatavošanai un grilēšanai. Tas nosaka to popularitāti, ražošanas un patēriņa pieaugumu daudzās pasaules valstīs.

*Mozzarella* ir pazīstamākais un izplatītākais šīs grupas siers.

Pārsvārā tas ir mīksta vai pusmīksta svaigais siers. Tipisko *Mozzarella* gatavo Itālijā no bifeļmātes piena (*Mozzarella Di Bufala*), bet ražo arī no kazu, govju piena vai to maisījuma. Speciālisti uzskata, ka no govju piena ražotam sieram nav pietiekami laba garša un konsistence. Pasaulē ir daudz dažādu radniecīgu *Mozzarella* paveidu (ASV vien ap 20), pat skābpiena sieri. Sieru reizēm arī kūpina, tad Itālijā viegli kūpināto sauc *Mozzarella affumicata*, stiprāk kūpinātu – *Mozzarella scamorza*.

*Provolone* un *Kačkavala* sieri ir puscietie nogatavinātie sieri. Nogatavina no 2 – 3 mēnešiem līdz 6 mēnešiem – 2 gadiem. Ilgstoši nogatavinātiem sieriem ir spilgti izteikta garša, tos pārsvārā lieto kā garšvielu rīvētā veidā. *Picas* sieri ir cietāki, gumijoti un arī garšas ziņā atpaliek no *Mozzarella*.

Tehnoloģija visiem sieriem ir praktiski vienāda. 125. un 126. attēlos parādītas *Mozzarella* siera ražošanas tehnoloģiskās shēmas.

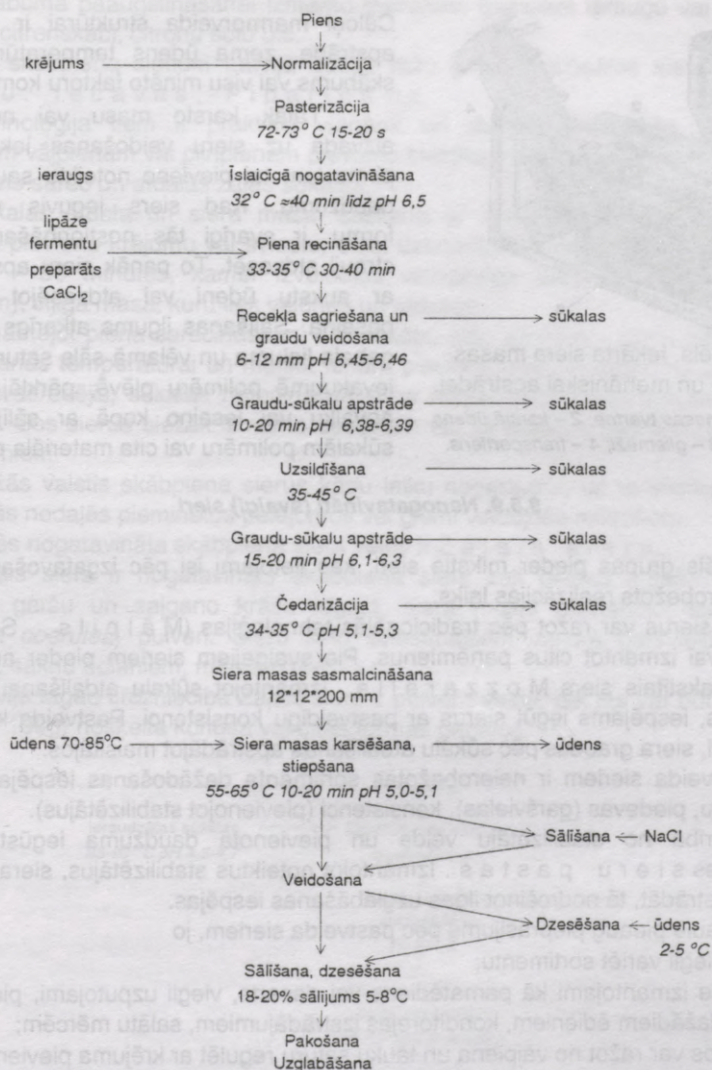


125.attēls. *Mozzarella* siera ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

1 - siera gatavotājs, 2 - čedarizācijas iekārta, 3 - gliemežtransportieris, 4 - iekārta siera masas karsēšanai un stiepšanai, 5 - sausā sāļšana, 6 - sieru veidošana, 7 - atdzesēšanas tunelis, 8 - sieru izņemšana no formām, 9 - sāļšana, 10 - sieri konteineros, 11 - uzglabāšana, 12 - siera formu mazgāšana.

Kā redzams 126.attēlā, siera masu iegūst kā parasti. Ierauga sastāvā ir mezofilās un termofilās pienskābes baktērijas. Garšas uzlabošanai reizēm pievieno fermentu lipāzi. Pēc siera graudu apstrādes seko čedarizācija un masas sasmalcināšana tāpat kā Čedaras tipa sieriem.

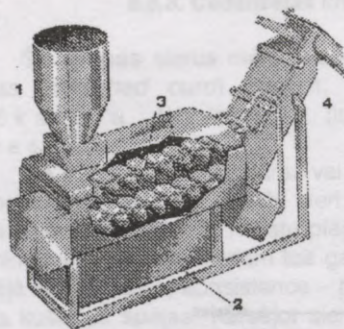
Čedarizēto un sasmalcināto siera masu tālāk ar gliemežtransportieru palīdzību apstrādā speciālā iekārtā (127.attēlā).



126.attēls. *Mozzarella* siera ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

Karstā ūdenī to stiep, mīca, "loka". Masa kļūst vijīga, spīdīga, slāņaina, ar vāji izteiktu brūnganu nokrāsu un galaprodukts iegūst savu raksturīgo konsistenci, struktūru. Ražojot Kačkavala un Picas sierus, reizēm ūdens vietā izmanto sūkalas vai 1 – 5% sāls šķīdumu.

Šis tehnoloģiskās operācijas sekmīga norise ir atkarīga no siera masas čedarizācijas pakāpes. Pie pH 5,4 siera masa būs par cietu, bet zem pH 5 – siers būs drupens.



127.attēls. Iekārta siera masas termiskai un mehāniskai apstrādei.

1 – siera masas tvertne; 2 – karstā ūdens tvertne; 3 – gliemeži; 4 – transportieris.

Cēloņi marmorveida struktūrai ir nepilnīga apstrāde, zema ūdens temperatūra, mazs skābums vai visu minēto faktoru kombinācija.

Tālāk karsto masu vai nu uzreiz aizvada uz sieru veidošanas iekārtu, vai pirms tam tai pievieno noteiktu sausas sāls daudzumu. Kad siers ieguvis vajadzīgo formu, ir svarīgi tās nostiprināšanai sieru strauji atdzesēt. To panāk sieru apsmidzinot ar aukstu ūdeni vai atdzesējot sālījuma baseinā. Sālīšanas ilgums atkarīgs no siera gabala lieluma un vēlamā sāls satura. Sierus ievakuamē polimēru plēvē, pārklāj ar kādu apvalku vai iesaiņo kopā ar sālījumu jeb sūkalām polimēru vai cita materiāla pakā.

### 9.8.9. Nenogatavināti (svaigi) sieri

Pie šīs grupas pieder mīkstie sieri, kas lietojami īsi pēc izgatavošanas. Tiem parasti ir ierobežots realizācijas laiks.

Šos sierus var ražot pēc tradicionālās tehnoloģijas (Mālpils, Sēlpils u.c. sieri) vai izmantot citus paņēmienus. Pie svaigajiem sieriem pieder arī III.9.8.7. nodaļā aprakstītais siers *Mozzarella*. Izmantojot sūkalu atdalīšanai speciālus separātorus, iespējams iegūt sierus ar pastveidīgu konsistenci. Pastveida konsistenci var iegūt arī, siera graudus pēc sūkalu atdalīšanas apstrādājot maisītājos.

Pastveida sieriem ir neierobežotas sortimenta dažādošanas iespējas, variējot tauku saturu, piedevas (garšvielas), konsistenci (pievienojot stabilizētājus).

Atkarībā no stabilizētāju veida un pievienotā daudzuma iegūst dažādas konsistences *sieru pasta*s. Izmantojot noteiktus stabilizētājus, siera masu var termiski apstrādāt, tā nodrošinot ilgas uzglabāšanas iespējas.

Pasaulē pieaug pieprasījums pēc pastveida sieriem, jo

- viegli variēt sortimentu;
- tie izmantojami kā pamatēdiens vai deserts, viegli uzputojami, pievienojami dažādiem ēdieniem, konditorejas izstrādājumiem, salātu mērcēm;
- tos var ražot no vājpiena un tauku saturu regulēt ar krējuma pievienošanu.

Nenogatavinātu sieru ražošanā sekmīgi pielieto arī ultrafiltrāciju.

Īpašs svaigā siera veids ir *Krējuma siers*, kura ražošanai izmanto normalizēto maisījumu ar 10% tauku saturu. To var ražot ar tradicionālo, separēšanas vai ultrafiltrācijas metodi.

### 9.9.10. Skābpiena sieri

Atšķirībā no līdz šim aprakstītajiem saldpiena sieriem, ražojot šos sierus, pienu sarecina ar skābes palīdzību. Sasniedzot piena olbaltumvielas kazeīna izoelektrisko punktu (olbaltumvielu daļiņas zaudē elektrisko lādiņu), izveidojas recekļis.

Skābuma paaugstināšanai izmanto pienskābi (pieliekot ieraugu vai biezpienu), etiķskābi, citronskābi, citronu sulu u.c.

No skābpiena sieriem Latvijā daudz ražo mūsu nacionālos sierus: J ā ņ u , Ķ i m e ņ u , l e c a v a s , P i p a r i ņ š u.c.

Tehnoloģija tiem ir praktiski vienāda un diezgan vienkārša. Līdz 80 °C uzkarsētam vājpienam vai pilnpienam pievieno biezpienu un maisot karsē (80 – 85 °C), kamēr piens sarec un atdalās zaļas sūkalas.

Sūkalas atdala un siera masai saskaņā ar receptūru (tai var būt dažādas variācijas) pievieno krējumu vai sviestu, olas, uzbriedinātas ķimenes, sāli. Visu maisot karsē 20 – 30 minūtes, kamēr izveidojas viendabīga (bez redzamiem biezpiena graudiņiem), vijīga masa, kuru liek veidnēs un atdzesē.

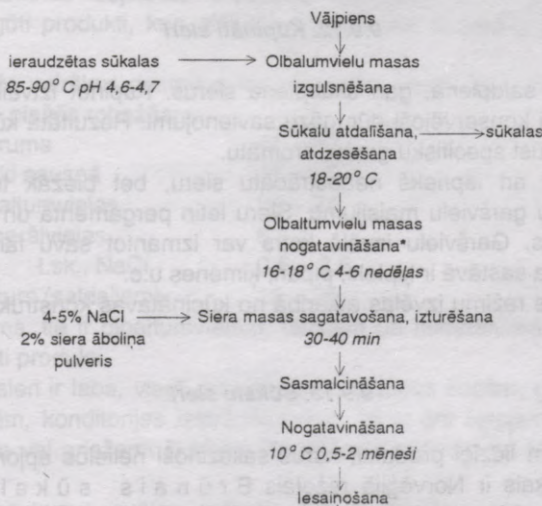
Izmantojot piena sarecināšanai citronskābi, etiķi vai citronu sulu, pienu uzkarsē tuvu vārīšanās temperatūrai un maisot lēnām pievieno izvēlēto skābuma palielinātāju. Kad piens sarecējies, sūkalas notecina un siera masai pēc izvēles pievieno dažādas garšvielas. Šos sierus biežāk izmanto desertam vai kā piedevu salātiem, konditorejas izstrādājumiem.

Dažās valstīs skābpiena sierus kādu laiku nogatavina, uz to virsmas kultivējot iepriekšējās nodaļās pieminētos pelējumus vai glemi veidojošu mikrofloru.

Īpašs nogatavināta skābpiena siera veids ir **Z a ļ a i s s i e r s**.

Zaļais siers ir nogatavināts skābpiena siers zaļi pelēkā krāsā. Tā īpatnējo raksturīgo garšu un zaļgano krāsu iegūst, siera masai pievienojot siera āboliņa (*Trigonella coerulea*) pulveri. Sieru lieto sviestmaizēm vai kā garšvielu dažādiem makaronu, sakņu ēdieniem, mērcēm u.c.

Latvijā tagad tirdzniecībā Zaļais siers ir pulvera veidā, bet tas var būt arī nelielos (apmēram 100g) nošķelta konusa vai citas formas gabalos.



128.attēls. Zaļā siera ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

\*Siera gatavošanai var izmantot arī vājpiena biezpienu, kuru nogatavina norādītā režīmā.

### 9.9.11. Sieri ar piedevām

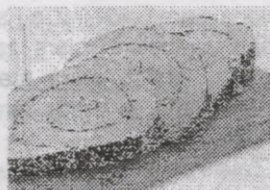
Saldpiena un skābpiena sieriem sortimenta dažādošanai vai uzturvērtības palielināšanai var pievienot piedevas.

Piedevas var pievienot dažādi:

- siera graudiem, kad novadītas sūkalas;
- siera veidošanas laikā (berot starp siera graudiem);
- uzbērt plānam siera slānim, pēc tam to sarullēt un nopresēt;
- iemaisot ar dažādu maisītāju palīdzību (pastveidīgiem un līdzīgiem sieriem);
- izveidotu siera apviļājot piedevās;
- iemaisīt sarīvētā nogatavinātā sierā un tad siera nopresēt atkārtoti.

Pēdējam variantam var izmantot siera ar nelieliem garšas defektiem, ar dažiem ārējā izskata defektiem u.c.

Piedevu izvēlē ir neierobežotas iespējas: garšaugi (zaļi, kaltēti, to ekstrakti), visāda veida garšvielas, dažādi aromatizētāji, augļi, ogas, dārzeņi un to pārstrādes produkti, sēņu pulveri, zivju un gaļas produkti, rieksti, alus, vīni, liķieri (pēdējos trīs var pievienot gan siera masai, gan siera iemērk tajos un kādu laiku izturēt).



129.attēls. Sieri ar piedevām.

### 9.9.12. Kūpināti sieri

Kūpina gan saldpiena, gan skābpiena siera. Kūpinot iztvaiko daļa ūdens un sierā iekļūst dažādi konservējoši dūmgāzu savienojumi. Rezultātā kūpināti sieri ir ilgāk uzglabājami un iegūst specifisku garšu, aromātu.

Kūpināt var arī iepriekš neapstrādātu siera, bet biežāk to vispirms aprīvē (iemērc) ar dažādu garšvielu maisījumu. Siera ietin pergamentā un iztur kādu laiku – vismaz 12 stundas. Garšvielu izvēlē katrs var izmantot savu fantāziju. Biežāk šo garšvielu maisījuma sastāvā ir ķiploki, pipari, ķimenes u.c.

Kūpināšanas režīmu izvēlas atkarībā no kūpinātavas konstrukcijas un kūpināmā siera šķirnes.

### 9.9.13. Sūkalu sieri

Tie ir sieri līdzīgi produkti, kurus salīdzinoši nelielos apjomos gatavo dažās valstīs. Pazīstamākais ir Norvēģijā ražotais *B r ū n a i s s ū k a l u* (*Brown Whey*) siers.

Tas faktiski ir brūnas krāsas sūkalu koncentrāts. Sieram ir īpatnēja saldēna, karamelizēta cukura garša. Tieši garšas dēļ tam nav pārāk plašs cienītāju loks.



130.attēls. Iekārta Brūnā sūkalu siera masas apstrādei.

Ražojot šo sieru, gatavo maisījumu, kurā aptuveni 60 – 65 % ir siera sūkalas, 35 – 40 % piens un krējums. Iegūto maisījumu vakuumparātos iebiezina līdz 50 – 55 % sausnas. Tālāk seko apstrāde speciāli šī siera ražošanai konstruētā iekārtā (130. attēls), kur vakuuma apstākļos produktu 80 °C temperatūrā iebiezina līdz 80 – 82% sausnas, tad temperatūru paaugstina līdz 100 – 105 °C, lai notiktu laktozes karamelizācija.

Iegūto masu iepilda formās un strauji atdzesē, lai pārtrauktu karamelizāciju. Gatavo sieru izņem no formām un iesaiņo.

Dažās valstīs, piemēram Francijā, pazīstami ir sūkalu olbaltumvielu sieri. Tos gatavojot, sūkalas vai sūkalu - piena maisījumu uzkaršē līdz apmēram 90 °C. Denaturējošās sūkalu olbaltumvielas atdala, no tām izveido dažādas formas siera un atdzesē. Šādus siera lieto sviestmaizēm vai desertam, pievienojot dažādas piedevas.

#### 9.8.14. Kausētie sieri

Latvijā šai produktu grupai lieto apzīmējumu – kausētie sieri vai karsētie sieri. Starptautiskos standartos ir 3 apzīmējumi – kausētais siers, kausētā siera produkti, kausētā siera pasta. Būtisku atšķirību visu minēto produktu tehnoloģijā nav, vienīgi dažādas ir izmantotās izejvielas, piedevas, maisījuma apstrādes temperatūras un rezultātā tiek iegūti produkti, kuri atšķiras galvenokārt ar ūdens saturu un sensorām īpašībām.

Latvijā ražo vairākus desmitus kausēto siera veidu, kuru ķīmiskais sastāvs, %, svārstās diezgan plašās robežās:

mitrums	47 – 60
tauki sausnā	10 – 60
olbaltumvielas	23 – 27
minerālvielas	6 – 7
t.sk., NaCl	0,5 – 3,5
cukurs (saldajiem)	18 – 25

Kā redzams, tie ir olbaltumvielām, taukiem un minerālvielām (sevišķi ar kalciju un fosforu) bagāti produkti.

Kausētie sieri ir laba, viegli pievienojama piedeva zupām, gaļas, dārzeņu, miltu ēdieniem, mērcēm, konditorijas izstrādājumiem, tie ir ērti lietojami sviestmaizēm. Tie var būt pastveida vai griežami šķēlītēs. Kausētos siera var arī kūpināt, pasterizēt un sterilizēt.

Siera nosaukumu izvēlas ražotāji, bet ir jāievēro viens noteikums. Lietojot kausētā siera apzīmēšanai kādas naturālā siera šķirnes nosaukumu, kausēšanai sagatavotā maisījumā konkrētai siera šķirnei jābūt vismaz 75%.

Izejvielas kausēto sieru ražošanai. Galvenā izejviela ir dažāda veida *naturālie sieri*. Kausēto sieru ražošanai parasti novirza tādus sierus, kuri kādu iemeslu dēļ nav piemēroti tiešai realizācijai. Tie var būt sensorie defekti, nestandarta ķīmiskais sastāvs u.c. Dažādus sierus kopā samaisot var defektus novērst (pārsālītus ar neizsālītiem, skābus ar nepietiekami skābiem u.c.). Kādus citus defektus var novērst ar piemērotu garšvielu pievienošanu. Neizdodas novērst ķimikāliju, naftas produktu, puņķu piegaršu un aromātu, tādēļ tādus sierus pārstrādei nepieņem. Kausēšanas laikā netiek iznīcinātas sviestskābes baktēriju sporas, tādēļ uzpūtušies sieri arī nav piemēroti pārstrādei.

Kausēto sieru ražošanai arī speciāli gatavo vājpiena sierus, dažādas ātri nogatavināmas siera masas kausēšanai, izmanto arī sapresētos sieru atgriezumus.

Kā izejvielas vēl izmanto arī citus *piena olbaltumvielu produktus*, piemēram, biezpienu, sausos, iebiezinātos piena konservus, albumīna masu, kazeinātus u.c.

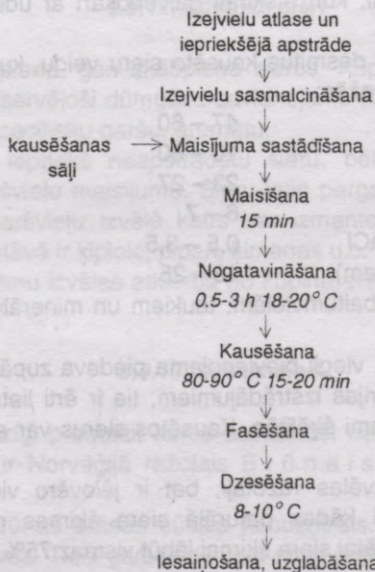
Vajadzīgā tauku satura nodrošināšanai izmanto dažādas *taukvielas*: sviestu, margarīnu, krējumu, dažādu tauku maisījumus, augu eļļas.

Garšas un aromāta dažādošanai izmanto *garšvielas* vai pievieno citus *pārtikas produktus*. Iespējas te praktiski nav ierobežotas: sīpoli, ķiploki, ķimenes, pipari, dažādi garšvielu maisījumi, tomātu mērce, gaļas un zivju produkti, sēnes, augļi un ogas, vanilīns, kakao, cukurs, rozīnes u.c.

Dažu kausēto sieru ražošanā izmanto pārtikas piedevas – stabilizētājus, konservantus, aromatizētājus.

Termiskai apstrādei sagatavotam maisījumam pievieno *kausēšanas (emulgējošos) sāļus*: nātrija fosfātus, citrātus.

Vispārīga tehnoloģisko procesu shēma redzama 131.attēls.



131.attēls. Kausēto sieru ražošanas vispārēja tehnoloģisko procesu shēma.

Izejvielu atlase un iepriekšējā apstrāde. Sieru atlasa, kombinē atkarībā no ražojamā kausētā siera veida, naturālo sieru nogatavināšanas pakāpes, pH, sensoriem rādītājiem. Pārējās izejvielas atlasa vadoties pēc receptūrām. Parasti vienam kausētā siera veidam ir vairākas receptūras.

Atlasītos sierus atbrīvo no plēvēm, ja ir parafīns – to nokausē speciālā tunelveida iekārtā, aprasinot ar 90 – 95 °C ūdeni. Tad sieriem izgriež ciparus, bojātās vietas. Vājpiena sierus, kuriem bieži ir bieža miza, mērcē 1,5 – 2 h siltā (34 – 40 °C) ūdenī.

Biezpienam, sviestam noņem virsējo kārtu. Sviestu, margarīnu izkausē. Garšvielas sasmalcina vai gatavo no tām ekstraktus.

Izejvielu sasmalcināšana, maisījuma sastādīšana un nogatavināšana. Siera gabalus ar jebkuras piemērotas konstrukcijas iekārtām sagriež mazākos gabalos, tad samaļ.

Lielāko daļu samalto sieru, bieži arī biezpienu, labākai sasmalcināšanai apstrādā valčos.

Sieru sasmalcināšanas pakāpe ietekmē kausēšanas procesu. Rupji sasmalcināti sieri kūst lēnāk, jo vajadzīgs ilgāks laiks, lai kausēšanas sāļi difundētu siera daļiņās, ilgāks laiks nepieciešams arī, lai tauki vienmērīgāk emulgētos masā.

Maisījumu sastādot, vadās pēc receptūrām katram konkrētam kausētā siera veidam. Tā kā maisījumā lielāko daļu sastāda naturālie sieri, vispirms griež vērību uz to gatavības pakāpi, pH un garšu, lai nodrošinātu gatavā produkta vēlamās sensorās īpašības. Sākotnēji nosaka aptuvenas sastāvdaļu attiecības, tad pēc izejvielu ķīmisko analīžu rezultātiem aprēķina sausnas un tauku daudzumu katrā izejvielas veidā. Beidzot izrēķina, cik tauku, sausnas (ar vājpiena biezpiena vai cita produkta palīdzību) vai šķidruma (piena, vājpiena u.c.) jāpievieno.

Visas sastāvdaļas nosver un ievieto piemērotas konstrukcijas maisītājā. Pēc tam pievieno kausēšanas (emulgējošos) sāļus. To daudzums atkarīgs no maisījuma *sastāva, pH un sieru gatavības pakāpes*. Vidēji pievieno 2 – 2,5% nātrija fosfātus vai 3 – 3,5% citrātus. Sāļus pievieno sausā vai ūdens šķīduma veidā. Visu kopā rūpīgi maisītājā samaisa apmēram 15 minūtes. Tad masu ieteicams 1 – 3 stundas izturēt, lai uzbriedinātu olbaltumvielas un kausēšanas sāļi difundētu siera daļiņu iekšienē. Tas veicina ātrāku un vienmērīgāku maisījuma kušanu. Ja maisījumā ir liels nenogatavinātu vājpiena sieru īpatsvars, tad izturēšanas – nogatavināšanas laiku ieteicams palielināt līdz 24 stundām, bet izmantojot tikai nogatavinātus pilnpiena sierus, var masu nogatavināt vispār.

Kausēšanas (emulgējošo) sāļu iedarbības būtība. Kā jau teikts iepriekš, kā kausēšanas (emulgējošos) sāļus izmanto nātrija fosfātus vai citrātus jeb to maisījumus, tā tad – vienvērtīga katjona un daudzvērtīgo anjonu sāļus.

Karsējot sierus bez šiem sāļiem, 35 – 60 °C temperatūrā no siera masas sāk izdalīties tauki, ūdens, bet siera masa veido mīklveidīgu masu, kas atdziestot paliek cieta, ar rupju konsistenci. Daļa izdalījušos tauku un ūdens tā arī paliek atsevišķi.

Pievienojot sāļus, kausēšanas raksturs izmainās. Starp emulgējošiem sāļiem un kausēšanai sagatavotā maisījuma olbaltumvielām notiek divējāda iedarbība:

- emulgējošo sāļu anjoni tiek adsorbēti uz olbaltumvielu virsmas. Daudzvērtīgie anjoni palielina olbaltumvielu molekulu negatīvo lādiņu, tādēļ palielinās to hidrofilās īpašības un kušanas spējas;

- līdztekus adsorbcijai notiek arī jonu apmaiņa starp olbaltumvielu parakazeīna – kalcija fosfāta kompleksu un emulgējošo sāļu katjoniem. Rezultātā daļa kalcija tiek aizvietota ar nātriju un izveidojas ūdenī šķīstošais nātrija parakazeināts. Tādēļ apmēram 3× pieaug šķīstošo olbaltumvielu daudzums.

Visas ar olbaltumvielām notiekošās izmaiņas ir svarīgas sieru kausēšanas procesā. Izveidojas koncentrēts olbaltumvielu koloidāls šķīdums, kas spēj saglabāt savas īpašības karsēšanas un dzesēšanas laikā.

Palielinās olbaltumvielu ūdens saistišanas spējas, tādēļ samazinās mitruma izdalīšanās karsēšanas laikā. Olbaltumvielu izmaiņas palielina arī to emulgējošās īpašības, rezultātā tauki tiek labi emulgēti siera masā.

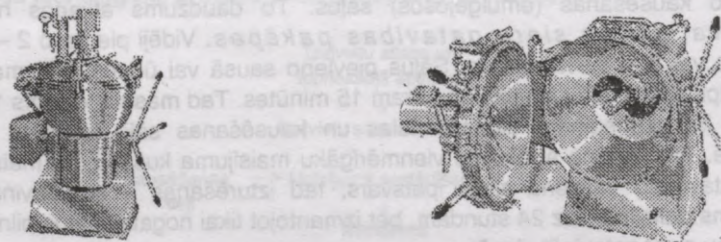
Pēc kausēšanas masai atdziestot, produkts iegūst maigu, viendabīgu, katram kausētā siera veidam atbilstošu konsistenci.

**Maisījuma kausēšana.** Iepriekš sagatavotās masas kausēšana ir kausēto sieru ražošanas nozīmīgākā tehnoloģiskā operācija.

Kausēšana notiek dažādas konstrukcijas iekārtās. Siera masas karsēšanai izmanto tvaiku un karstu ūdeni, ievadot to kausēšanas iekārtas apvalkā. Dažās iekārtās iespējams arī daļu tvaika ievadīt tieši siera masā. Kausēšanas laikā siera masa intensīvi jāmaisā, tādēļ visās iekārtās ir maisītājs. Parasti kausēšanas tvertnei ir atverams vāks, bet pašu tvertni var pagriezt vēlamā slīpumā iztukšošanai (skatīt 132.attēlu (b)).

Sagatavoto maisījumu iepilda tvertnē, blīvi aizver vāku, iedarbina maisītāju un sāk siltuma aģenta padevi. Pēc kausēšanas procesa beigām maisītāju apstādina, atskrūvē vāku, tvertni pagriež slīpi un iztukšo.

Kausēšana var notikt arī vakuumā, tad iekārtai pievieno vakuumsūkni. Ir arī iekārtas, kurās ir apvienotas 2 operācijas – sieru sasmalcināšana un kausēšana.



132.attēls. Iekārta siera masas kausēšanai.

(a)

skats uz iekārtu no ārpuses

(b)

iekārta ar atvērtu vāku sagāzta vēlamā slīpumā

Maisījuma karsēšanas laikā tā konsistence pakāpeniski mainās. Siers šķidrā stāvoklī sāk pāriet 45 – 60 °C temperatūrā, bet pilnīgi šī pāreja notiek 70 – 75 °C. Atkarībā no maisījuma sastāva, kausētā siera veida masu kausē 80 – 90 °C (reizēm līdz 98 °C) temperatūrā. Kausēšanas beigās nosaka pēc masas izskata – tai jābūt viendabīgai, bez redzamām neizkusuša siera daļiņām, spidīgu virsmu, viegli plūstošai.

**Kausēto sieru fasēšana, dzesēšana.** Izkausēto masu karstu novada uz fasēšanas automātiem. Kausētos sierus fasē folijā (veidojot dažādas formas), polistirola vai cita materiāla glāzītēs, kārbīnās, kā arī polimēru plēvēs (batoniņos), metāla kārbās, alumīnija tūbiņās u.c.

Tūlīt pēc fasēšanas sieri iespējami strauji jāatdzesē, lai tie nedeformētos un nesāktu bojāties mikrofloras ietekmē. Dzesē, ievietojot aukstuma kamerās jeb tuneļa tipa dzesētājos. Dzesēšanas ātrums ir atkarīgs no dzesējošā gaisa temperatūras, fasējuma lieluma un sieru kustības ātruma. Atdzesētos sierus pako kartona kastēs.

Atsevišķu kausēto sieru veidu ražošanas īpatnības.

Ražojot *sierus ar garšvielām*, tās pievieno masai kausēšanas laikā, kad sasniegta apmēram 75 °C temperatūra. Tad arī pievieno saldo krējumu, ja tas paredzēts receptūrā.

*Saldo kausēto sieru* ražošanai izmanto nesālītus sierus. Rozīnes, vaniļinu pievieno jau izkausētai masai un rūpīgi izmaisa. Citrona esenci, iesala ekstraktu pievieno kausēšanas beigās. Ražojot šokolādes sieru, kakao pulveri iepriekš sajauc ar cukuru.

*Kūpināta kausētā siera desa*. Izkausēto masu fasē, izmantojot iekārtas, kas līdzīgas desu rūpniecībā lietotām.

Kūpina kamerās 3 – 4 stundas 55 – 60 °C temperatūrā. Kūpināšanas beigās batona virsmai jābūt brūnganai, spožai, apvalkam blīvi jāpieguļ sieram. Kūpināšanas rezultātā siers iegūst īpatnēju garšu un ir ilgāk uzglabājams, jo dūmos esošās vielas iedarbojas konservējoši.

## 10. PIENA KONSERVI

### 10.1. Piena produktu konservēšanas mērķi un paņēmieni

Pienu un vairākus piena produktus nevar ilgstoši uzglabāt. Piena konservu ražošana ir viena no iespējam šo produktu realizācijas laika ievērojamai palielināšanai. Konservēšana ļauj arī vasaras mēnešos ātri pārstrādāt blakusproduktus (vājpīnu, paniņas, sūkalas), jo maksimālā piena ieguves laikā tos ne vienmēr var pagūt izmantot citu piena produktu ražošanai. Savukārt ziemas sezonā, gadījumos, kad trūkst svaigas izejvielas, sauso pienu var izmantot atjaunotā piena un tā produktu ieguvei. Zemēs ar attīstītu piena lopkopību dzīvo mazākā pasaules iedzīvotāju daļa. Pateicoties konserviem, iespējams ar piena produktiem apgādāt arī pārējo reģionu iedzīvotājus. Mazākā tilpuma dēļ piena konservi vieglāk transportējami, uzglabājami, arī ērtāk izmantojami dažās nozarēs: saldējuma ražošanā, konditorijas, maizes rūpniecībā, lopbarības gatavošanā u.c.

Piena un piena produktu konservēšana pamatojas uz mikroorganismu un fermentu darbības pārtraukšanu. Tam nolūkam izmanto 3 paņēmienus:

- **osmotiskā spiediena palielināšanu** - pievienojot iebiezinātam produktam saharozi; ar to mikroorganismu dzīvības procesi tiek pārtraukti;
- **sterilizēšanu** - iebiezināta piena termisko apstrādi tādās temperatūrās, lai tiktu iznīcinātas mikroorganismu šūnas un arī sporas;
- **kaltēšanu** - iztvaicējot no produkta brīvo ūdeni; palikušais ūdens daudzums ir nepietiekams, lai mikroorganismi varētu attīstīties.

Atkarībā no izmantotā konservēšanas paņēmiena izšķir 3 piena konservu grupas:

- iebiezinātie konservi ar cukuru;
- iebiezinātie sterilizētie konservi;

- sausie konservi.

Katrā šai grupā ir vairāki konservu veidi, kuri atšķiras viens no otra ar izmantoto izejvielu (piens, krējums, vājiens, paniņas, sūkalas), tauku saturu un pievienotajām piedevām.

## 10.2. Iebiezināti piena konservi ar cukuru

Iebiezināti piena konservi ar cukuru ir salds, viskozs produkts. Tehnoloģisko procesu laikā produktā veidojas melanoidi, tādēļ produkta krāsa ir no iedzeltenas līdz krēmkrāsai. Šiem konserviem ir dažāds tauku saturs, tos ražo ar vai bez piedevām. Dažu šīs grupas produktu veidu būtiskākie kvalitātes rādītāji apkopoti 45.tabulā.

45.tabula

Raksturīgāko Latvijā ražoto piena konservu ar cukuru kvalitātes rādītāji

Produktu veids	Max ūdens saturs, %	Min saharozes saturs, %	Min tauku saturs, %	Dinamiskā viskozitāte, Pa·s.		Max. laktozes kristālu vidējais izmērs, μm	
				svaigs produkts	uzglab. termiņa beigās	svaigs produkts	uzglab. termiņa beigās
Iebiezināts piens ar cukuru	26,5	43,5	8,5	2 – 10	15	10	15
Iebiezināts krējums ar cukuru	26,5	38,0	16,0	2 – 10	17	10	15
Iebiezināts piens ar cukuru un kakao	27,5	43,5	7,5	2 – 10	17	–	–
Iebiezināts piens ar cukuru un kafiju	29,0	44,0	7,0	2 – 10	17	10	15
Iebiezināts piens ar cukuru un cigoriņiem	29,0	44,0	7,0	2 – 10	17	10	15

Pirmajiem diviem tabulā minētajiem produktiem tiek reglamentēts arī maksimālais skābums: iebiezinātam pienam tas ir 48 °T, krējumam – 40 °T.

Iebiezināto konservu ar cukuru uzturvērtība 310 – 380 kcal (1297 – 1590 kJ) /100g.

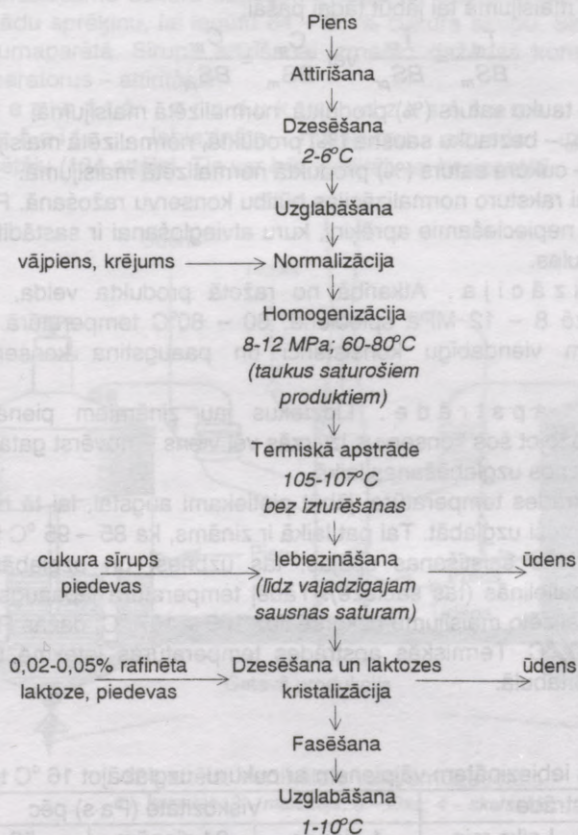
133.attēlā redzama vispārīga iebiezinātu piena konservu ar cukuru ražošanas shēma.

Pieņemot pienu šo un arī pārējo piena konservu veidu ražošanai, to novērtē pēc tiem pašiem kvalitātes rādītājiem, kurus pielieto jebkurā piena pārstrādes uzņēmumā. Papildus tiek pārbaudīta termozturība, lai novērtētu vai pienā tehnoloģiskā procesa laikā temperatūras ietekmē neveidosies olbaltumvielu pārslas. Visus piena konservus ražojot tiek palielināta sausnas, t.sk., arī olbaltumvielu koncentrācija, tādēļ olbaltumvielas vieglāk var zaudēt savu stabilitāti (sīkāk 1.7.4.nodaļā).

Termoneizturīgu pienu novirza citu produktu ražošanai, kuru tehnoloģiskajā procesā neizmanto tik augstas temperatūras.

Līdztekus citiem kvalitātes rādītājiem ļoti svarīga ir arī piena mikrobiālā piesārņojuma pakāpe, jo piena konservi paredzēti

ilgstošai uzglabāšanai. Ja izejvielā ir vairāk mikroorganismu, tad produktā var saglabāties lielāka to daļa un produkts būs mazāk izturīgs uzglabāšanas laikā.



133.attēls. Vispārīga iebiezinātu piena konservu ar cukuru ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

Pēc piena attīrīšanas centrālās attīrītājos to atdzesē un uzglabā, lai uzkrātu pietiekami lielas piena rezerves. Tas nepieciešams, lai nodrošinātu vakuumpārārtu nepārtrauktu darbību. Ja pienu vajag uzglabāt ilgāk par 12 stundām, tad to iepriekš pasterizē, lai nepazeminātu izejvielas kvalitāti.

**Normalizācija/standartizācija.** Ražojot piena konservus, tiek izmantota visa piena sausna, nesadalot to sastāvdaļās. Tehnoloģiskā procesa laikā tikai palielinās sausnas koncentrācija. Tādēļ attiecība starp jebkurām divām sausnas sastāvdaļām normalizējot jāneregulē tāda, kādai tai jābūt gatavā produktā.

Jebkura konservu veida normatīvi – tehniskajā dokumentācijā norādīti tā ķīmiskā sastāva galvenie rādītāji: tauku saturs ( $T_{pr}$ ), beztauku sausna ( $BS_{pr}$ ), cukura saturs ( $C_{pr}$ ) u.c. Tātad zināms arī attiecība starp šiem rādītājiem:

$$\frac{T_{pr}}{BS_{pr}} \text{ vai } \frac{C_{pr}}{BS_{pr}}$$

Arī normalizētā maisījumā tai jābūt tādi pašai:

$$\frac{T_m}{BS_m} = \frac{T_{pr}}{BS_{pr}} \text{ vai } \frac{C_m}{BS_m} = \frac{C_{pr}}{BS_{pr}}$$

kur:  $T_{pr}, T_m$  – tauku saturs (%) produktā, normalizētā maisījumā;  
 $BS_{pr}, BS_m$  – beztauku sausna (%) produktā, normalizētā maisījumā;  
 $C_{pr}, C_m$  – cukura saturs (%) produktā normalizētā maisījumā.

Šie vienādojumi raksturo normalizācijas būtību konservu ražošanā. Pamatojoties uz tiem tiek veikti visi nepieciešamie aprēķini, kuru atvieglošanai ir sastādītas dažādas ikdienā lietojamas tabulas.

**Homogenizācija.** Atkarībā no ražotā produkta veida, normalizēto maisījumu homogenizē 8 – 12 MPa spiedienā, 60 – 80°C temperatūrā. Tas palīdz nodrošināt produktam viendabīgu konsistenci un paaugstina konservu izturību uzglabāšanas laikā.

**Termiskā apstrāde.** Līdztekus jau zināmiem piena termiskās apstrādes mērķiem, ražojot šos konservus izvirzās vēl viens – novērst gatavā produkta viskozitātes palielināšanos uzglabāšanas laikā.

Termiskās apstrādes temperatūrai jābūt pietiekami augstai, lai tā būtu efektīva un produktu varētu ilgstoši uzglabāt. Tai pat laikā ir zināms, ka 85 – 95 °C temperatūrā palielinās kazeīna ūdens saistīšanas spējas, tas uzbriest un uzglabāšanas laikā produkta viskozitāte palielinās (tas sabiezē). Tādēļ temperatūra jāpaaugstina virs šīs kritiskās. Latvijā normalizēto maisījumu uzksarē līdz 105 – 107 °C, dažās Rietumvalstīs – pat līdz 120 – 140 °C. Termiskās apstrādes temperatūras ietekme uz produkta viskozitāti redzama 46.tabulā.

46.tabula

Viskozitātes izmaiņas iebiezinātam vājpienam ar cukuru, uzglabājot 16 °C temperatūrā

Termiskā apstrāde		Viskozitāte (Pa·s) pēc		
Temperatūra, °C	Laiks, min	1 dienas	24 dienām	58 dienām
71	10	2,5	4	10
82	10	36	53	85
95	10	57	85	(gels)
115,5	0,5	2	3	7

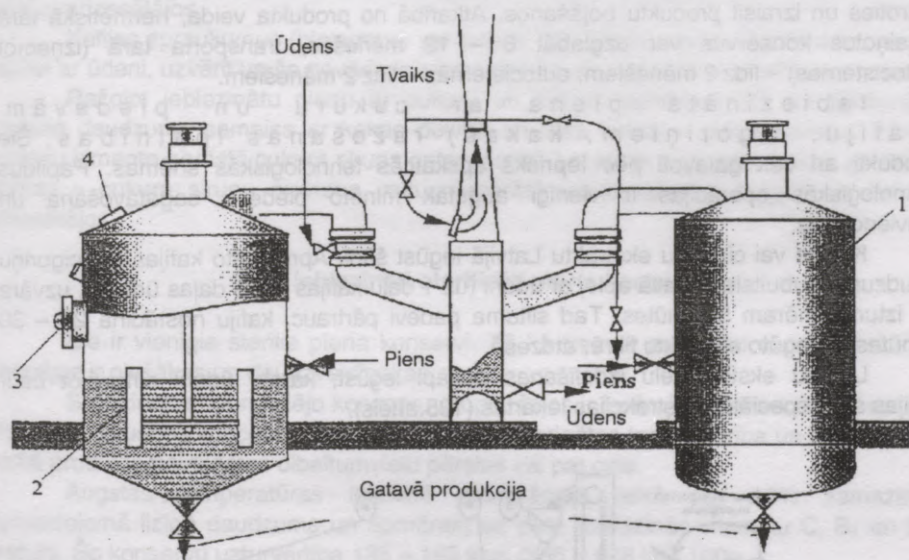
**Iebiezināšanai** Latvijā izmanto vakuumparātus. Iespējams izmantot arī pretējo osmozi – membrānu tehnoloģiju. Atkarībā no vakuumparāta konstrukcijas, piens tajā vārās 60 – 70 °C temperatūrā un daļa ūdens tiek atdalīta. Šāda iebiezināšanas temperatūra palīdz labāk saglabāt piena īpašības.

Iebiezināšanas laikā vakuumparātā tiek ievadīts arī cukura sīrups. Piena – cukura sīrupa maisījumu iebiezina līdz katram produkta veidam nepieciešamam sausnas saturam.

**Cukura sīrupa pagatavošana.** Cukurs sastāda pusi no gatavā produkta sausnas, tādēļ svarīga tā kvalitāte. Cukuru var pievienot sīrupa vai sausā veidā. Pēdējā variantā to pievieno normalizētam maisījumam pirms termiskās

apstrādes, bet tas izraisa pārāk lielu viskozitātes palielināšanos gatavā produkta uzglabāšanas laikā. Parasti cukuru pievieno sīrupa veidā, ko gatavo dubultsienu tvertnēs. Nepieciešamo cukura daudzumu izsijā un izšķīdina 60 – 70 °C ūdenī. Ūdeni pievieno ar tādu aprēķinu, lai iegūtu 64 – 65 % cukura sīrupu. Sīrupu uzvāra, attīra un ievada vakuumparatā. Sīrupa attīrīšanai izmanto dažādas konstrukcijas piemērotus filtrus vai separatorus – attīrītājus.

Iebiezinātā produkta dzesēšana un laktozes kristalizācija. Iebiezināto maisījumu aizvada uz speciālu iekārtu vakuumdzesētāju (134.attēls). Tie var būt vertikāli vai horizontāli.



134.attēls. Vertikālais vakuumdzesētājs.  
1 – korpuss; 2 – maisītājs; 3 – lūka; 4 – skatstikls.

Vakuumdzesētājā produkts tiek papildus iebiezināts (par 3 – 3,5%) un dzesēts (temperatūra tiek pazemināta līdz 15 – 18°C). 134.attēlā redzamais dzesētājs ir ar 2 korpusiem. Kamēr vienā korpusā produktu dzesē, no otra atdzesētais iebiezinātais piens tiek novirzīts uz fasēšanu.

Neatdzesētā iebiezinātā pienā laktoze ir piesātināta šķīduma veidā. Dzesēšanas laikā veidojas pārsātināts šķīdums un sākas laktozes kristalizācija.

Lai iegūtu kvalitatīvu produktu, svarīgi, lai dzesēšanas laikā kristalizētos visa laktoze un izveidotos mazi (līdz 10 μm) kristāli. Ja kristāli būs lielāki, produktam būs miltaina vai smilšaina konsistence. Kristāli sajūtami mutes dobumā, produktu lietojot. Mazu kristālu veidošanos nodrošina, produktu strauji atdzesējot, intensīvi maisot dzesēšanas laikā un pievienojot kristalizācijas centrus – sasmalcinātu rafinētu laktozi. Jo vairāk ir kristalizācijas centru, jo veidojas sīkākā kristāli.

Lai pievienotie laktozes kristāli neizšķīstu, tos pievieno tad, kad produkts jau atdzesēts līdz 40 – 50 °C. Laktozes kristālus pirms pievienošanas stundu karsē 105 – 107 °C temperatūrā.

Laktozes kristalizāciju var novērst, daļu laktozes hidrolizējot ar fermenta laktāzes palīdzību. Tādā gadījumā rīkojas līdzīgi kā ražojot pienu ar samazinātu laktozes saturu.

**F a s ē š a n a .** Gatavo produktu fasē dažāda lieluma metāla kārbās (no 115 g līdz 4 kg), tūbiņās, polistirola kārbīņās, kombinēta materiāla pakās u.c. Lielāka produktu daudzuma patērētāju vajadzībām produktu fasē transporta tarā: kannās, kartona kastēs vai polimēru mucās ar polimēru plēves ieliktņiem, autocisternās.

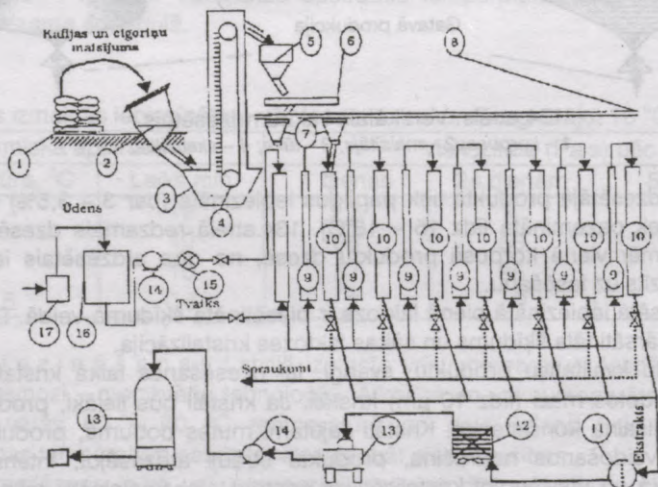
Konservu daudzumu uzskaita tūkstošos nosacīto kārbu. Viena nosacītā kārba ir 400 g.

Jāņem vērā, ka šie konservi nav sterili. Daži osmofilie mikroorganismi var sākt vairoties un izraisīt produktu bojāšanos. Atkarībā no produkta veida, hermētiskā tarā iesaiņotus konservus var uzglabāt 6 – 12 mēnešus, transporta tarā (izņemot autocisternas) – līdz 3 mēnešiem, autocisternās – līdz 2 mēnešiem.

lebiezināta piena ar cukuru un piedevām (kafiju, cigoriņiem, kakao) ražošanas īpatnības. Šie produkti arī tiek gatavoti pēc iepriekš apskatītās tehnoloģiskās shēmas. Papildus tehnoloģiskās operācijas ir vienīgi augstāk minēto piedevu sagatavošana un pievienošana.

Kafijas vai cigoriņu ekstraktu Latvijā iegūst šādi. Aprēķināto kafijas vai cigoriņu daudzumu dubultsienu katlā aplej ar ūdeni (uz 1 daļu kafijas 4 – 5 daļas ūdens), uzvāra un iztur apmēram 5 minūtes. Tad siltuma padevi pārtrauc, kafiju nostādina 25 – 30 minūtes un iegūto ekstraktu filtrē, atdesē.

Lielāku ekstraktvielu izdalīšanas pakāpi iegūst, karstu ūdeni cirkulējot caur kafijas slāni speciālās ekstrakcijas iekārtās (135.attēls).



135..attēls. Kolonnu ekstrakcijas iekārtas tehnoloģiskā shēma.

- 1 – lēnas transportieris; 2 – iekraušanas piltuve; 3 – uztvērējs; 4 – kausiņu elevators; 5 – izkraušanas piltuve; 6 – vibrators; 7 – bunkursvari; 8 – slīdes; 9 – ūdens sildītāji; 10 – ekstraktori; 11 – filtrs; 12 – plākšņu dzesētājs; 13 – svari; 14 – sūkņi; 15 – skaitītājs; 16 – mikstināta ūdens tvertne; 17 – ūdens mikstinātājs; 18 – tvertne – savāktnuve.

Kolonnu ekstrakcijas iekārtā kafijas un cigoriņu maisījums no maisiem caur iekraušanas piltuvi, kausiņu elevatoru, izkraušanas piltuvi un vibratoru tiek novadīts svaru bunkuros, kas pārvietojas pa sliedēm. Ekstrakcijai paredzētais ūdens, izejot caur filtru – ūdens mikstinātāju, nonāk tvertnē. Ar sūkni caur skaitītāju ūdeni padod uz sildītājiem, no kuriem tas ar spiedienu tiek izvadīts caur pieciem ekstraktoriem. Viens ekstraktors šajā laikā tiek atbrīvots no spraukumiem un piepildīts ar kafijas un cigoriņu maisījumu.

Tā vai citādi iegūto ekstraktu ievada vakuumpaparātos iebiezināšanas beigās, lai labāk saglabātu aromātu. Tā paša iemesla dēļ daļu ekstrakta var ievadīt vakuumdzesētājos.

Kafijas spraukumus (biezumus) var presēt, lai atdalītu vairāk ekstaktvielu, vai arī apliet ar ūdeni, uzvārīt un šo novārijumu izmantot ūdens vietā nākošai kafijas porcijai.

Ražojot iebiezinātu pienu ar cukuru un kakao, apmēram 1/3 no aprēķinātā cukura daudzuma samaisa ar kakao pulveri un vāra kakao – cukura sīrupu. Pārējo cukuru izmanto parastā cukura sīrupa gatavošanai. Lai labāk saglabātu kakao aromātu, kakao – cukura sīrupu pievieno vakuumpaparātā iebiezināšanas beigās vai daļu – dzesētājos.

### 10.3. Iebiezināti sterilizēti piena konservi

Šie ir vienīgie sterīlie piena konservi. Tā kā tie nav saldi, tad to izmantošanas iespējas ir plašākas un daudzveidīgākas.

Salīdzinot ar iepriekšējo konservu grupu, šajos ir ievērojami lielāks ūdens saturs. Palielināt sausas koncentrāciju nevar, lai nesamazinātos termoizturība un sterilizācijas laikā produktā neveidotos olbaltumvielu pārslas vai pat gels.

Augstās temperatūras ietekmē sterilizācijas laikā par 10% samazinās izmantojamā lizīna daudzums un apmēram uz pusi samazinās vitamīnu C, B<sub>1</sub> un B<sub>12</sub> saturs. Šo konservu uzturvērtība 135 – 162 kcal (565 – 678 kJ)/ 100g.

47.tabula

Latvijā ražoto iebiezināto sterilizēto piena konservu kvalitātes rādītāji

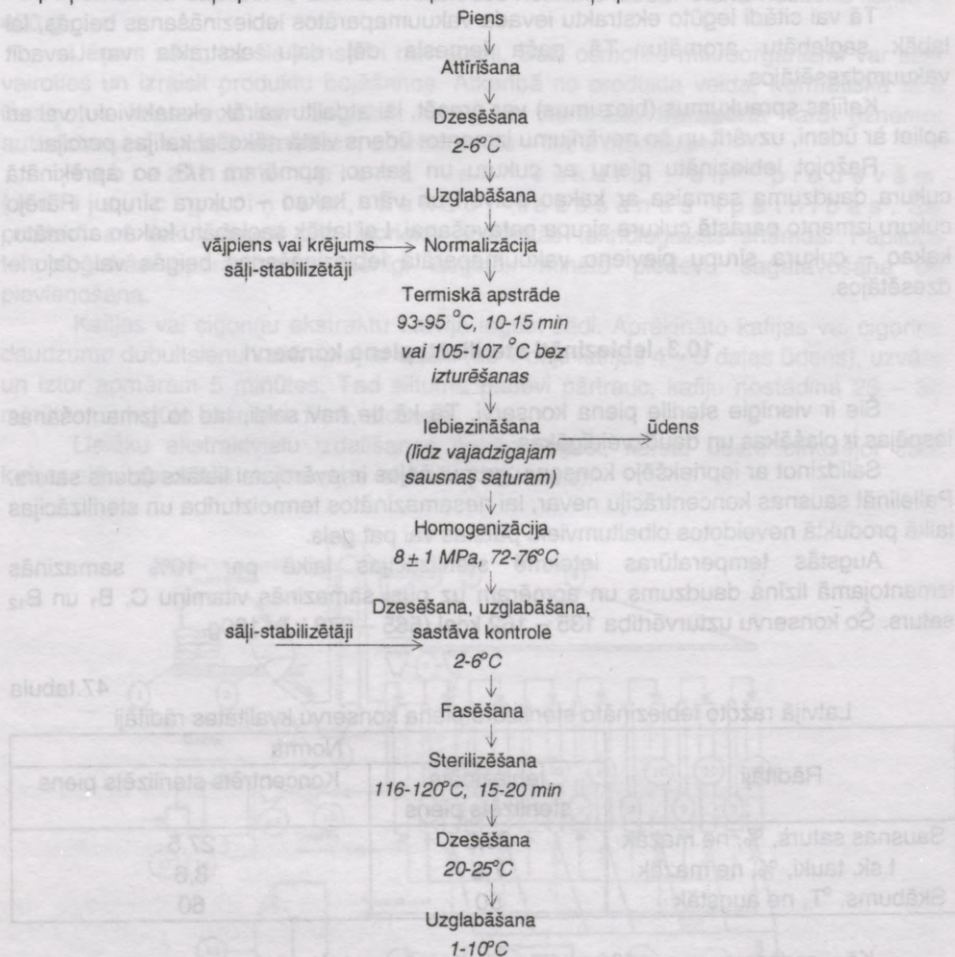
Rādītāji	Norma	
	Iebiezināts sterilizēts piens	Koncentrēts sterilizēts piens
Sausnas saturs, %, ne mazāk	25,5	27,5
t.sk. tauki, %, ne mazāk	7,8	8,6
Skābums, °T, ne augstāk	50	60

Kā redzams no 136.attēlā dotās tehnoloģiskās shēmas, vairākas tehnoloģiskās operācijas ir tādas pat kā iepriekšējo konservu grupu ražojot. Tādēļ turpmāk paskaidrotas tikai iebiezinātu sterilizētu konservu ražošanas īpatnības.

**Sāļu – stabilizētāju pievienošana.** Kā jau paskaidrots 1.7.4.nodaļā, piena termoizturība ir atkarīga no tā sāļu līdzsvara. Lai novērstu "pārpalikumā" esošā kalcija saistišanos ar kazeīnu, pienam pievieno, t.s., sāļus – stabilizētājus (fosfātus). Tā tiek novērsta papildus kalcija pievienošanās kazeīnam, jo kalcijs reaģē ar pievienotajiem fosfātiem. Rezultātā kazeīns saglabā savu koloidālo

stāvokli piena sterilizācijas laikā. Pievienojamais daudzums atkarīgs no piena termoizturības, bet caurmērā pievieno 0,04 – 0,07 % no pārstrādājamā piena daudzuma. Precīzu sāļu daudzumu nosaka ar pārbaudes sterilizāciju. Tam nolūkam iebiezināto pienu salej vairākās kārbās, katrā pievieno atšķirīgu fosfāta daudzumu, kārbas aizvāko, sterilizē autoklāvā un novērtē produkta konsistenci.

Nātrija fosfātu 10 – 25% šķīduma veidā pievieno pirms termiskās apstrādes vai 2 paņēmienos: daļu pirms termiskās apstrādes un daļu pirms fasēšanas.



136. attēls. Iebiezinātu sterilizētu pienu konservu ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

Termiskās apstrādes temperatūras izvēlētas tādas, lai nodrošinātu gan augstu pasterizācijas efektu, gan pilnīgu sūkaku olbaltumvielu denaturāciju, tādējādi paaugstinot pienu termoizturību.

Produktu f a s ē metāla kārbās, tās aizvāko un pārbauda hermētiskumu. To var kontrolēt vai nu ar speciālu iekārtu palīdzību, vai vienkārši izvadot kārbas caur karsta ūdens vannu. No nehermētiskām kārbām izdalīsies gaisa pūslīši.

S t e r i l i z ē š a n a i izmanto dažādu konstrukciju sterilizatorus. Bez shēmā norādītā sterilizācijas režīma dažās valstīs pielieto arī 140 °C, izturot 3 minūtes.

Ja pienam pievieno pārtikas piedevu – biokonservantu nizinu, sterilizācijas režīms var būt maigāks – 12 – 15 minūtes 114 – 115°C temperatūrā.

Progresīvāks paņēmiens ir iebiezināto pienu sterilizēt plūsmā 130 – 150 °C 2 – 3 sekundes un tad fasēt aseptiskos apstākļos. Šādi apstrādātam pienam ir baltāka krāsa, labāk saglabājas vitamīni.

#### 10.4. Sausie piena konservi

Kā izejvielu sauso piena konservu ražošanai izmanto pilnpienu, vājpienu, krējumu, paniņas, sūkalas vai šo produktu maisījumu. Latvijā ražo sauso pilnpienu un vājpienu, bet citās valstīs tiek ražoti arī sausais krējums bez un ar cukuru, sausie maisījumi saldējumam, sausās sūkalas, paniņas, sausie skābpiena produkti u.c.

Sausos piena konservus izmanto:

- atjaunoto piena produktu ražošanai;
- sausiem pārtikas koncentrātiem, ēdienu pusfabrikātiem;
- piena rūpniecībā, ražojot jogurtu, saldējumu, kausētos sierus, krēmus utt.;
- pārtikas rūpniecībā, ražojot konditorejas, maizes, desu izstrādājumus, margarīnu u.c.;
- lopbarībai.

Sauso piena konservu kvalitātes rādītāji ir dažādi, atkarīgi no produkta veida, šķiras, klases, iesaiņojuma, izmantotās kaltes veida u.c. faktoriem. Kopīgs ir vienīgi tas, ka visi tie ir pulverveida vielas.

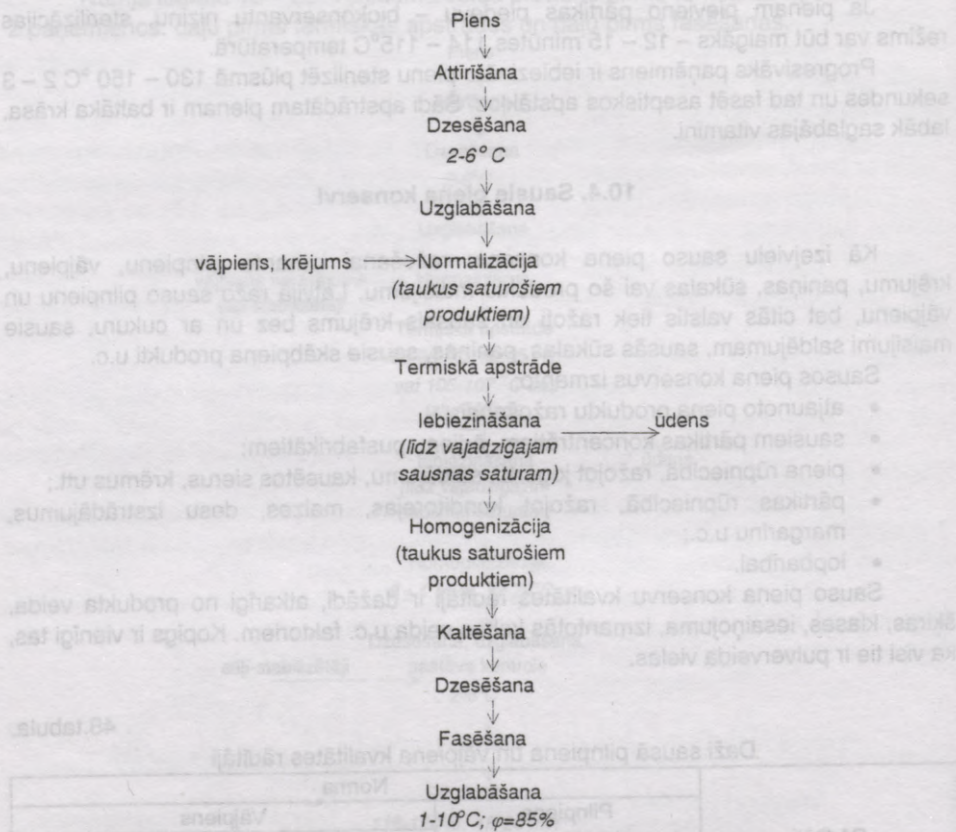
48.tabula.

Daži sausā pilnpiena un vājpiena kvalitātes rādītāji

Rādītāji	Norma				
	Pilnpiens		Vājpiens		
	izsmidzināšanas kalte		izsmidzināšanas kalte	valču kalte	
	patērētāja tarā	transporta tarā	patērētāja tarā	transporta tarā	transporta tarā
Max ūdens saturs, %	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0
Tauku saturs, %	min. 25,0	min. 25,0	max 1,5	max 1,5	max 1,5
Min olbaltumvielu saturs, %	-	-	32,0	-	-
Min. laktozes saturs, %	-	-	50,0	-	-
Max šķīdības indekss, cm <sup>3</sup> :					
augstākā šķira	0,2	0,3	0,2	0,4	1,5
pirmā šķira	-	0,4	-	-	-
Max skābums, °T	20	21	20	21	21

Sausā pilnpiena uzturvērtība 475 kcal (1987 kJ), sausā vājpiena – 349 kcal (1460 kJ)/100g.

Tehnoloģiskā procesa parametri ievērojami atšķirsies, ražojot dažādus sausos piena produktus. Šai grāmatā dota tikai vispārēja tehnoloģisko operāciju secība sauso piena konservu ražošanā.



137.attēls. Vispārēja sauso piena produktu ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

Kā redzams no shēmas, lielākā daļa tehnoloģisko operāciju jau pamatotas un skaidrotas, aprakstot iepriekšējo divu konservu grupu tehnoloģiju.

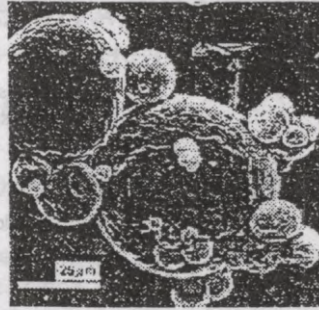
Ražojot taukus saturošus sausos konservus, h o m o g e n i z ē iebiezinātu maisījumu. Iepriekšējā produkta apstrāde veicinājusi daļēju tauku destabilizāciju un daļa tauku lodīšu var būt zaudējušas apvalciņus. Tas paātrina sausā produkta bojāšanos, pasliktina tā šķīdību. Homogenizācija samazina brīvo tauku daudzumu 2 – 3 reizes. Homogenizē parasti tādā temperatūrā, kāda produktam ir vakuumparatā.

K a l t ē š a n a i pārsvarā izmanto izsmidzināšanas tipa kaltes, bet var izmantot arī sublimācijas vai veltņu tipa kaltes.

Atšķirības sausā produkta mikrostrukturā redzamas 138.attēlā.



a



b

138.attēls. Sausa piena mikrostruktūra.

a – kaltēts veltnu kaltē; b – kaltēts izsmidzināšanas kaltē.

**D z e s ē š a n a .** Izsmidzināšanas tipa kaltē produkta temperatūra ir ap 50 °C. Ilgstoša šādas temperatūras iedarbība pazemina kvalitāti, sevišķi šķīdību. Izkaltēto produktu sijā un dzesē līdz apmēram 15 °C. Dzesēšana notiek vai nu cauruļu sistēmā starp kalti un uzglabāšanas tvertni jeb speciālās virstošā slāņa dzesēšanas iekārtās. Pieļaujama arī dzesēšana, safasēto produktu novietojot kamerā, bet tas ir pārāk lēns process, pazeminās produkta kvalitāte.

Produktus f a s ē metāla vai kombinētās (metāls, kartons) kārbās, limētās paketēs (folija, celofāns u.c.), papīra maisos ar polietilēna ieliktni.

Iesaiņojumam produkts jāaizsargā no mitruma, gaisa un gaismas. Sausie piena produkti ir ļoti higroskopiski. Tas saistīts ar to, ka kaltēšanas laikā laktoze nepagūst kristalizēties un paliek amorfā stāvoklī. Šāda laktoze ir ļoti higroskopiska. Ja nepiemērotu uzglabāšanas apstākļu dēļ sausam produktam paaugstinās mitrums, tas sāk bojāties, samazinās tā šķīdība, pasliktinās produkta sensorie rādītāji.

### 10.5. Ātri šķīstoša sausā piena tehnoloģijas īpatnības

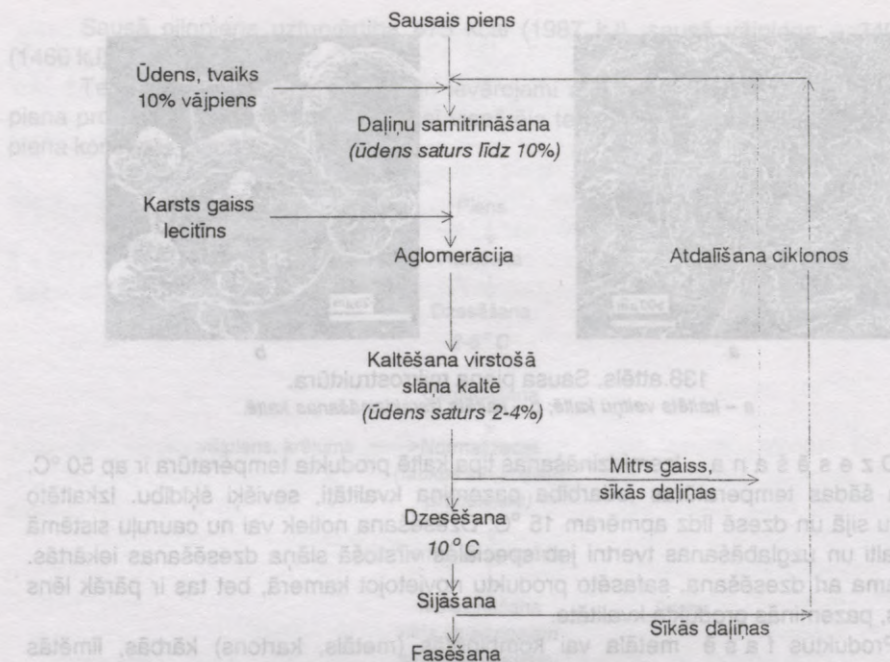
Pasaulē arvien pieaug šāda sausā piena īpatsvars.

Izsmidzināšanas kaltēs iegūst sauso pienu ar ļoti atšķirīgu daļiņu lielumu – 10 – 120 μm. Šķīdinot šādu produktu, vispirms samirkst sīkākās daļiņas. Izveidojas piciņas, uz kuru virsmas samirkušās daļiņas izveido gļotainu kārtu, kavējot ūdens iekļūšanu piciņā. Tādēļ viens no priekšnoteikumiem sausā piena šķīdības paātrināšanai ir iegūt daļiņas ar iespējami vienādiem izmēriem.

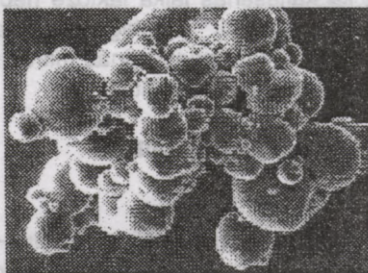
Nepieciešams arī amorfo laktozes formu pārvērst kristāliskā. To panāk, sauso pienu samitrinot ar piesātinātu tvaiku vai mitru gaisu. Laktozei kristalizējoties, starp kristāliem veidojas kapilāri un sausā piena daļiņas iegūst porainu struktūru. Rezultātā pēc šādas apstrādes sausais piens izšķīst 5 – 7 sekundēs, kamēr parastais – apmēram minūtes laikā.

Viena no iespējamām ātri šķīstoša sausā piena ieguves tehnoloģisko procesu shēmām redzama 139.attēlā.

Šāda piena iegūšanai nepieciešama v a i r ā k p a k ā p j u k a l t e .



139.attēls. Ātri šķīstoša sausā piena ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.



140.attēls. Vairāpkāpju kaltē iegūta sausā piena struktūra.

Saskaņā ar tehnoloģisko shēmu sausais piens nokļūst otrā kaltes pakāpē – aglomerācijas kamerā. Te ar vājpienu un tvaiku sauso produktu samitrina līdz 10% ūdens. Lai iegūtu lielākas daļiņas, virs samitrinātā sausā piena no cikloniem ievada sīkas putekļveidīgas daļiņas un notiek aglomerācija. Sausā piena daļiņu lielums sasniedz 250 μm un vairāk. Vairāpkāpju kaltē iegūta ātri šķīstošā piena struktūra parādīta 140.attēlā.

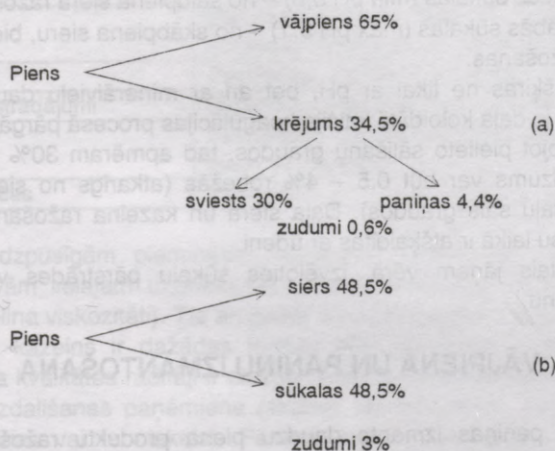
Ja kaltē pilnpienu, tad lielākas gatavā produkta šķīdības nodrošināšanai daļiņām uzsmidzina virsmas aktīvu vielu – lecītīnu, tā palielinot taukus saturošo daļiņu ūdens saistīšanas spējas, izveidojot hidrofilu adsorbcijas slāni.

Tālāk seko kaltēšana līdz 2 – 4 % ūdens, dzesēšana, sijāšana un fasēšana. Biežāk sastopamie piena konservu defekti apkopoti 11.pielikumā.

# IV. PIENA PĀRSTRĀDES BLAKUSPRODUKTU IZMANTOŠANAS IESPĒJAS

## 1. PIENA PĀRSTRĀDES BLAKUSPRODUKTU ĶĪMISKAIS SASTĀVS

Pielietojot tradicionālās piena pārstrādes tehnoloģijas sviesta, siera, biezpiena un kazeīna ražošanā, netiek izmantota visa piena sausna. Daļa tās pāriet blakusproduktos – vājpienā, paniņās, sūkalās, daļa tiek zaudēta pārstrādes procesu laikā (tehnoloģiskie zudumi). 141.attēlā parādīta aptuvena piena sausnas izmantošanas pakāpe sviesta un siera ražošanā.



141.attēls. Aptuvens piena sausnas sadalījums, sviesta (a) un siera (b) ražošanā.

Kopumā var uzskatīt, ka vājpienā un paniņās nokļūst aptuveni 70 %, bet sūkalās 50 % no pilnpiena sausnas.

Vājpienā, paniņās un sūkalās ir visas piena sastāvdaļas, tikai atšķirīgos daudzumos (49.tabula).

49.tabula

Pilnpiena, vājpiena, paniņu un sūkalu sausnas vidējais ķīmiskais sastāvs, %

Sastāvdaļas	Pilnpiens	Vājpiens	Paniņas	Sūkalas
Sausna,	12,3	8,75	9,2	5,2 – 7,0
t.sk.:				
olbaltumvielas	3,2	3,2	3,2	0,8 – 0,9
laktoze	4,8	4,8	4,7	3,8 – 4,7
tauki	3,6	0,05	0,6	0,1 – 0,7
minerālvielas	0,7	0,7	0,7	0,5 – 0,7

Piena cukura un minerālvielu daudzums pilnpienā un visos 3 blakusproduktos ir praktiski vienāds. Olbaltumvielu saturs vājpienā un paniņās arī neatšķiras no pilnpiena. Sūkalās pārgājuši apmēram 30% piena olbaltumvielu un galvenokārt tās ir sūkalu olbaltumvielas. Tauku daudzums visos 3 blakusproduktos ir neliels, pie tam raksturīga īpatnība ir tā, ka pārsvarā tajos ir nokļuvušas sīkākās tauku lodītes.

Bez tabulā redzamām sastāvdaļām, blakusproduktos pāriet vēl fosfolipīdi (sevišķi paniņās), fermenti, vitamīni, skābes u.c. vielas.

Sūkalas kā blakusprodukts rodas ražojot sieru, biezpienu un kazeīnu. Šo produktu tehnoloģijā izmanto dažādus paņēmienus olbaltumvielu izdalīšanai, atšķirīgas iekārtas viena un tā paša produkta ražošanai, tādēļ sūkalu sastāvs, kā redzams tabulā, ir diezgan mainīgs. Atšķirīgs ir arī sūkalu skābums: 15 – 25 °T siera sūkalām, 50 – 85 °T biezpiena sūkalām, līdz 120 °T kazeīna sūkalām.

Var uzskatīt, ka ir 2 būtiski atšķirīgi sūkalu veidi:

- saldās sūkalas (min pH 5,6) – no saldpiena siera ražošanas;
- skābās sūkalas (max pH 5,1) – no skābpiena sieru, biezpiena, kazeīna ražošanas.

Abi sūkalu veidi atšķiras ne tikai ar pH, bet arī ar minerālvielu daudzumu. Skābās sūkalās to ir vairāk, jo daļa koloidālā kalcija koagulācijas procesā pārgājuši sūkalās.

Ja sieru ražojot pielieto sāļšānu graudos, tad apmēram 30% no sūkalām būs sāļas – NaCl daudzums var būt 0,5 – 4% robežās (atkarīgs no siera veida un vai pievieno visu jeb daļu sāls graudos). Daļa siera un kazeīna ražošanā iegūto sūkalu tehnoloģisko procesu laikā ir atšķaidītas ar ūdeni.

Iepriekšminētais jāņem vērā, izvēloties sūkalu pārstrādes veidu un iegūto produktu izmantošanu.

## 2. VĀJPIENA UN PANIŅU IZMANTOŠANA

Vājpienu un paniņas izmanto daudzu piena produktu ražošanai, jo sevišķi pieaugot patērētāju pieprasījumam pēc piena produktiem ar samazinātu tauku saturu, tādēļ šie blakusprodukta tiek pilnībā pārstrādāti.

Gan vājpienu, gan paniņas plaši izmanto vajadzīgā tauku satura noregulēšanai, ražojot visus piena produktus, izņemot sviestu. No vājpiena un/vai paniņām vien ražo piena dzērienus (svaigus, raudzētus), piena konservus, sierus, biezpienu un biezpiena izstrādājumus, desertus, kazeīnu. Izņemot pēdējo, visu pārējo produktu tehnoloģijas apskatītas grāmatas iepriekšējās nodaļās.

### 2.1. Kazeīns

Kazeīns, kā zināms, ir galvenā piena olbaltumviela. No vājpiena izdalīts un izkaltēts kazeīns ir praktiski ūdenī nešķīstošs produkts. Tas nav domāts tiešai lietošanai uzturā. Ražo pārtikas un tehnisko kazeīnu.

Tehnisko kazeīnu izmanto vairākiem mērķiem: polimerizējot ar dažādiem ķīmiskiem savienojumiem iegūst sintētiskās šķiedras, plastmasas izstrādājumus, pielieto arī papīra rūpniecībā, ādu miecēšanā, līmes, krāsvielu un

kosmētikas ražošanai. Pirmiem 2 minētiem mērķiem kazeīna izmantošana pakāpeniski samazinās.

Pārtikas kazeīnu pārsvarā izmanto kazeinātu ražošanai (tehnoloģiju skat. turpmāk), arī dažādās pārtikas nozarēs (skatīt 50.tabulu).

50.tabula

Kazeīna un kazeinātu izmantošanas piemēri dažādos pārtikas produktos

Produkti	Funkcijas
Maizes un miltu konditorejas izstrādājumi	<i>Uzturvērtības palielinātāji, struktūras uzlabotāji, emulgatori</i>
Piena produkti	<i>Emulgatori, stabilizētāji, garšas un aromāta bagātinātāji (sviesta, siera pastām, krēmiem, saldējumam, kausētiem sieriem, dažādiem piena produktiem ar samazinātu tauku saturu u.c.), olbaltumvielu bāze kombinētiem produktiem (piem., kafijas "baltinātājiem")</i>
Dzērieni	<i>Stabilizētāji, putu veidotāji (gāzētiem dzērieniem), emulgatori (liķiera krēmiem), dzidrinātāji (alum, vīnam)</i>
Gaļas produkti	<i>Emulgatori, struktūras uzlabotāji, ūdens saistītāji</i>
Konditorejas izstrādājumi	<i>Struktūras uzlabotāji, putu veidotāji un stabilizētāji</i>
Deserti	<i>Stabilizētāji, putošanās spēju palielinātāji, emulgatori, glazūras veidotāji</i>
Salātu u.c. mērces	<i>Emulgatori</i>

Tik daudzpusīgām pieminētām funkcijām kazeīns un kazeināti ir piemēroti pateicoties savām lielajām uzbriešanas, ūdens saistīšanas spējām (kavē sinerēzes procesus, palielina viskozitāti). Tie arī palīdz emulgēt taukus un veidot putas.

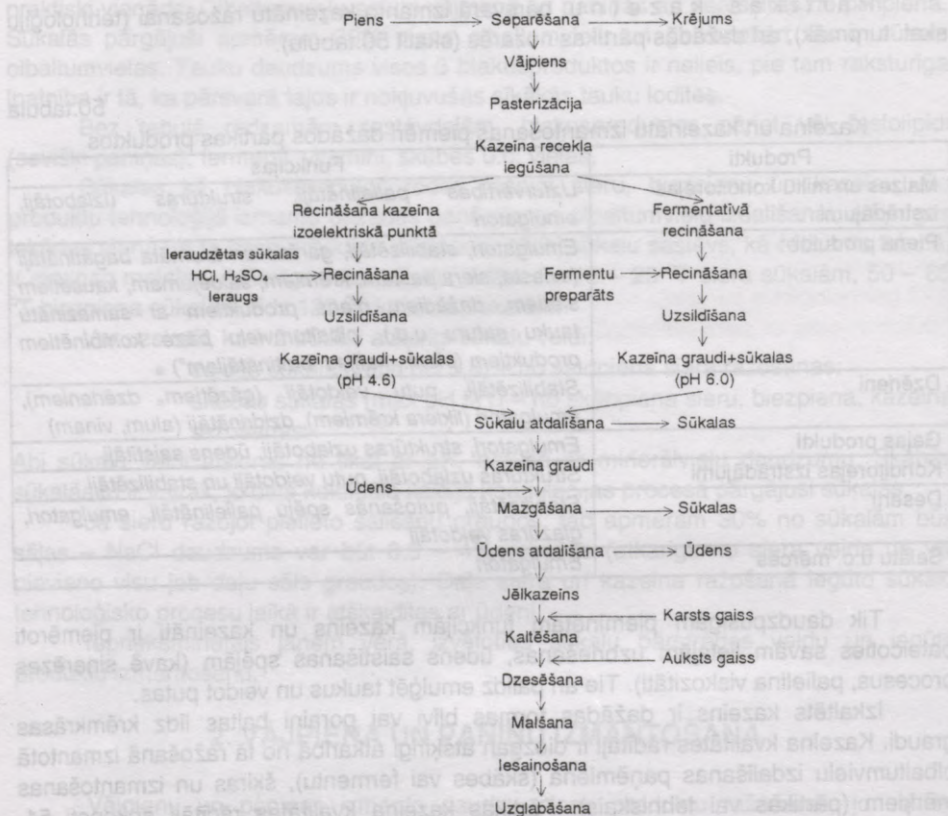
Izkaltēts kazeīns ir dažādas formas blīvi vai poraini baltas līdz krēmkrāsas graudi. Kazeīna kvalitātes rādītāji ir diezgan atšķirīgi atkarībā no tā ražošanā izmantotā olbaltumvielu izdalīšanas paņēmiena (skābes vai fermentu), šķīras un izmantošanas mērķiem (pārtikas vai tehniskais). Pārtikas kazeīna kvalitātes rādītāji apkopoti 51. tabulā.

51.tabula

Pārtikas kazeīna kvalitātes rādītāji

Rādītāji	Kazeīns	
	skābes	fermentu
Olbaltumvielu saturs, %, sausnā, ne mazāk kā	90	84
Kazeīna saturs, %, piena olbaltumvielās, ne mazāk kā	95	95
Tauki sausnā, %, ne vairāk kā	2,25	2,0
Mitrums, %, ne vairāk kā	10	10
Skābums, 0,1m NaOH ml/g, ne vairāk kā	0,27	-
Minerālvielas, %	ne vairāk kā 2,5	ne mazāk kā 7,5
Bezūdens laktoze, %, ne vairāk kā	0,2	1,0
Nogulsnes, mg/25g, ne vairāk kā	22,5	22,5
Mehāniskie piemaisījumi, 25g	nav pieļaujami	

Kazeīna ražošanas vispārīga tehnoloģisko procesu shēma parādīta 142. attēlā.



142.attēls. Kazeīna ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

Kā redzams, kazeīna izdalīšanai no vājpiena izmanto 2 metodes: skābes (biežāk) un fermentu. Ar fermentu palīdzību iegūto recekli pēc uzsildīšanas iztur apmēram 0,5 h, lai veicinātu sūkalu sinerēzi un inaktivētu fermentus.

Sarecinot kazeīnu ar skābi, vājpienam pievieno vai nu HCl (biežāk), sērskābi, citronskābi, etiķskābi, ortofosforskābi vai iepriekš līdz 200 °T ieraudzētas sūkalas jeb arī pienskābes baktēriju ieraugu. HCl darba šķīdumu (apmēram 1 molāru) pievieno 4,5 – 5 %, skābās sūkalas – 25 – 30 % no sarauzējāmā vājpiena daudzuma. Izmantojot sūkalas kazeīna sarecināšanai, racionāli tiek izmantota daļa no uzņēmumā iegūtām sūkalām.

Kad ar jebkuru no metodēm iegūti pietiekami nosusināti (zaudējuši lipīgumu) kazeīna graudi un dzidras sūkalas, seko pēdējo novadīšana.

**Kazeīna graudu skalošana.** Pēc sūkalu novadīšanas starp kazeīna graudiem paliek laktozes, minerālvielu, tauku, skābju piemaisījumi. Lai iegūtu kvalitatīvu kazeīnu, tie pēc iespējas pilnīgi jāatdala. Tam nolūkam kazeīna graudus vairākas reizes skalo ar pasterizētu ūdeni.

Pēc ūdens atdalīšanas iegūto produktu sauc par jēlkažeīnu. Nelieli pārstrādes uzņēmumi parasti tehnoloģisko procesu beidz ar jēlkažeīna iegūšanu, kuru nosūta kaltēšanai citur.

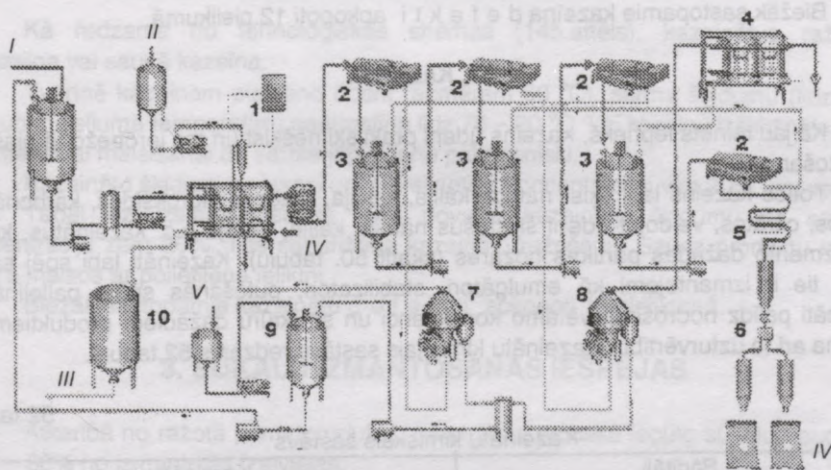
Kazeīna kaltēšana notiek dažādas konstrukcijas kaltēs (lentas tipa, cilindriskās, virstošā slāņa u.c.). Kaltēšanas režīms atkarīgs no kaltes konstrukcijas. Sauso kazeīnu atdzesē, samaj, šķiro pēc graudu lieluma un iesaiņo papīra maisos ar polietilēna ieliktņi.

Kazeīnu ražo periodiskas vai nepārtrauktas darbības iekārtās.

Izmantojot periodiskas darbības iekārtas, vājšpienu sarecina un kazeīna graudus iegūst siera vai biezpiena vannās. Izdalījušās sūkalas aizvada un kazeīna graudus turpat vannā 3 reizes skalo ar ūdeni, katru reizi graudus ar ūdeni maisot 15 – 20 minūtes. Pirmā skalojamā ūdens temperatūra 35 – 40 °C, otrā 20 – 25 °C, bet trešo reizi skalo ar 8 – 10 °C ūdeni, lai kazeīnu vienlaicīgi arī atdzesētu.

Pēc skalošanas kazeinā ir ap 80% ūdens. Lai samazinātu ūdens daudzumu, kazeīnu presē vai centrifugē. Kazeīnu presē mehāniskās vai pneimatiskās presēs, pirms tam ievietojot auduma maisos. Centrifūgējot kazeīnu, to 5 – 6 minūtes pakļauj centrālās spēka iedarbībai.

Skābes kazeīna ražošana nepārtrauktas darbības iekārtās redzama shēmā (skatīt 143.attēlu).

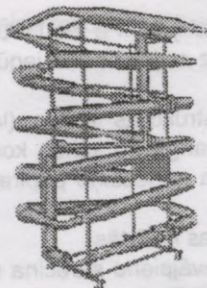


143.attēls. Kazeīna ražošanas tehnoloģiskā shēma.

1 – pH kontrole; 2 – centrifūga – dekantators; 3 – graudu mazgāšanas tvertnes; 4 – plāšņu siltumapmainītājs; 5 – kalte; 6 – maļšana, sijāšana, iesaiņošana; 7 – separātors kazeīna pārslu atdalīšanai no sūkalām; 8 – separātors kazeīna pārslu atdalīšanai no skalošanas ūdens; 9 – kazeīna pārslu izšķīdināšana; 10 – tvertne sūkalām.

I-produkts, II-skābe, III-sūkalas, IV-siltumaģents, V-NaOH šķīdums, VI-kazeīns

Saskaņā ar 143.attēla shēmu uzsildītais vājšpiens un skābe vajadzīgās proporcijās tiek samaisīti (1) un cauruļveida izturētājā vai nepārtrauktas darbības koagulātorā izveidojas kazeīna graudi un sūkalas. Sūkalas no kazeīna graudiem tiek atdalītas dekantatorā (2) – pirmajā no augšējiem trim.



144.attēls. Nepārtrauktas darbības koagulators.

No sūkalām separātorā (7) tiek atdalītas kazeīna pārslas, lai samazinātu olbaltumvielu zudumus un sūkalas aizvada uz tvertni (10).

Kazeīna graudi no dekantatora nokļūst pirmajā skalošanas tvertnē (3). Pēc pirmās skalošanas tvertnes ūdens no kazeīna graudiem tiek atdalīts vidējā dekantatorā. Tālāk seko otrā skalošanas tvertne, nākošais dekantators, trešā skalošanas tvertne un dekantators pirms kaltes.

Ūdens kazeīna graudu skalošanai plūst pretēji graudu plūsmai. Tas ir, tīrais ūdens tiek izmantots skalošanai pēdējā tvertnē, kur nokļūst jau 2 reizes skaloti kazeīna graudi. Tālāk to izmanto skalšanai otrajā un tālāk – pirmajā tvertnē. Pēc trīskārtīgas skalošanas no ūdens separātorā (8) atdala kazeīna pārslas, ūdeni pasterizē (4) un cikls sākas no jauna. Separātoros (7, 8) atdalītās kazeīna pārslas tvertnē (9) apstrādā ar NaOH un iegūto šķīdumu pievieno kazeīna iegūšanai paredzētam vājiņam. Kazeīna graudus pēc pēdējā dekantatora novada uz nepārtrauktas darbības kalni.

Biezāk sastopamie kazeīna d e f e k t i apkopoti 12.pielikumā.

## 2.2. Kazeināti

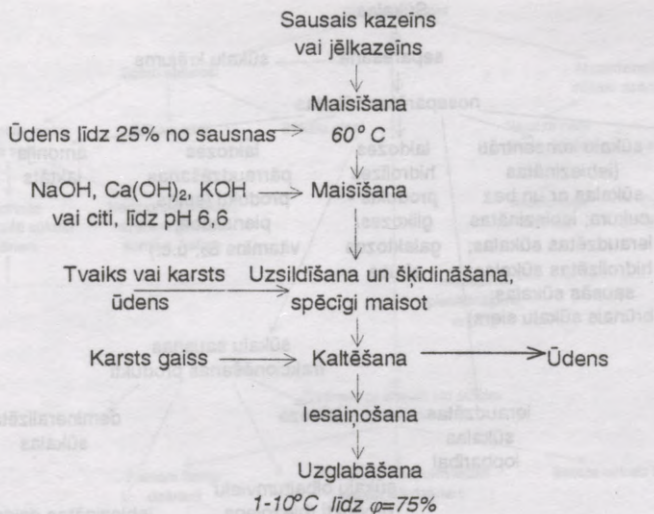
Kā jau minēts iepriekš, kazeīns ūdenī praktiski nešķīst un tas ierobežo tā plašāku izmantošanu.

Toties kazeīns labi šķīst nātrija, kālija, kalcija, magnija hidroksīdos, karbonātos, fosfātos, citrātos, veidojot ūdenī šķīstošus nātrija, kālija, kalcija u.c. kazeinātus, kurus plaši izmanto dažādās pārtikas nozarēs (skatīt 50. tabulu). Kazeināti labi spēj saistīt ūdeni, tie ir izmantojami kā emulgātori, stabilizatori, putošanās spēju palielinātāji. Kazeināti palīdz nodrošināt vēlamu konsistenci un struktūru dažādiem produktiem un palielina arī to uzturvērtību. Kazeinātu ķīmiskais sastāvs redzams 52.tabulā.

52.tabula

Kazeinātu ķīmiskais sastāvs

Rādītāji	Kazeināti
Olbaltumvielu saturs sausnā, %, ne mazāk kā	88
Kazeīna saturs, %, olbaltumvie ās, ne mazāk kā	95
Tauki sausnā, %, ne vairāk kā	2,0
Mitrums, %, ne vairāk kā	8
Bezūdens laktoze, %, ne vairāk kā	1,0
Nogulsnes, mg/25g, ne vairāk kā	22,5
pH	6,0 – 8,0
Mehāniskie piemaisījumi /25g	Nav pieļaujami



145.attēls. Kazeinātu ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

Kā redzams no tehnoloģiskās shēmas (145.attēls), kazeinātus ražo no jēlkazeīna vai sausā kazeīna.

Tvertnē kazeīnam pievieno ūdeni (apmēram 60 °C), sārma šķīdumu (līdz pH ≈ 6,6) un maisījuma temperatūru paaugstina līdz 75 – 80 °C. Lai kazeīnu izšķīdinātu, jābūt ļoti intensīvai maisīšanai un sārms jāpievieno pakāpeniski.

Kazeinātu šķīdumi ir viskozi un, palielinoties koncentrācijai virs 20%, jau veidojas gēls. Tādēļ uz izsmidzināšanas kalti novada kazeinātu šķīdumu ar sausnas koncentrāciju zem 20%. Tas sadārdzina kazeinātu ražošanu. Sauso produktu iesaiņo papīra maisos ar polietilēna ieliktņi.

Biezāk sastopamie kazeinātu d e f e k t i apkopoti 13.pielikumā.

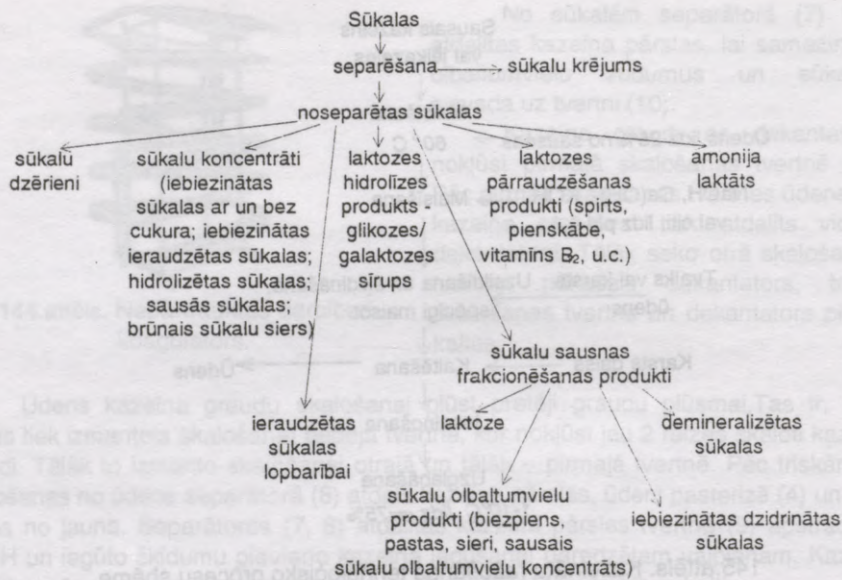
### 3. SŪKALU IZMANTOŠANAS IESPĒJAS

Atkarībā no ražotā pamatprodukta, pārstrādes procesā iegūto sūkalu daudzums ir 65 – 80% no izmantotās izejvielas.

Šobrīd Latvijā sūkalas visvairāk izmanto lopbarībai, nelielu daļu iegādājas maizes ražotāji, bet pārējo katrs uzņēmums likvidē atbilstoši savām iespējām, nereti arī papildus noslogojot notekūdeņu attīrīšanas iekārtas. Sūkalu pārstrādei nepieciešami diezgan lieli enerģētiskie resursi un atbilstošas iekārtas.

Ir zināmi vairāki simti produktu, kurus var ražot no sūkalām. Daļa no tiem minēta 146.attēlā.

Šajā grāmatā apskatīti tikai daži sūkalu pārstrādes veidi, dotas atsevišķu produktu ražošanas vispārīgas tehnoloģiskās shēmas, minētas iegūto produktu izmantošanas iespējas. Sikāka un precīzāka informācija jāmeklē attiecīgajā literatūrā.



146.attēls. Daži sūkalu pārstrādes veidi.

**Sūkalu pasterizācija.** Ražošanā iegūtās sūkalas bez apstrādes nevar ilgi uzglabāt. Pamatproduktu ražošanas tehnoloģiskā procesa laikā sūkalās savairojas daudz pienskābes baktēriju, bet savācot un uzglabājot – arī citi mikroorganismi. Bez tam pēc pamatražošanas sūkalu temperatūra aptuveni ir 30 °C, tātad ir piemēroti apstākļi mikroorganismu attīstībai. Sūkalas diezgan ātri zaudē savu vērtību: pārrūgst laktoze, hidrolizējas olbaltumvielas un tauki, pieaug skābums.

Tādēļ ieteicams sūkalas apmēram 1 – 3 stundu laikā pēc to iegūšanas pasterizēt 72±2 °C, izturot 15 s (augstākā temperatūrā denaturēsies sūkalu olbaltumvielas) un atdzēsēt līdz 6±2 °C. Pēc šādas apstrādes sūkalas var uzglabāt līdz 2 diennaktīm.

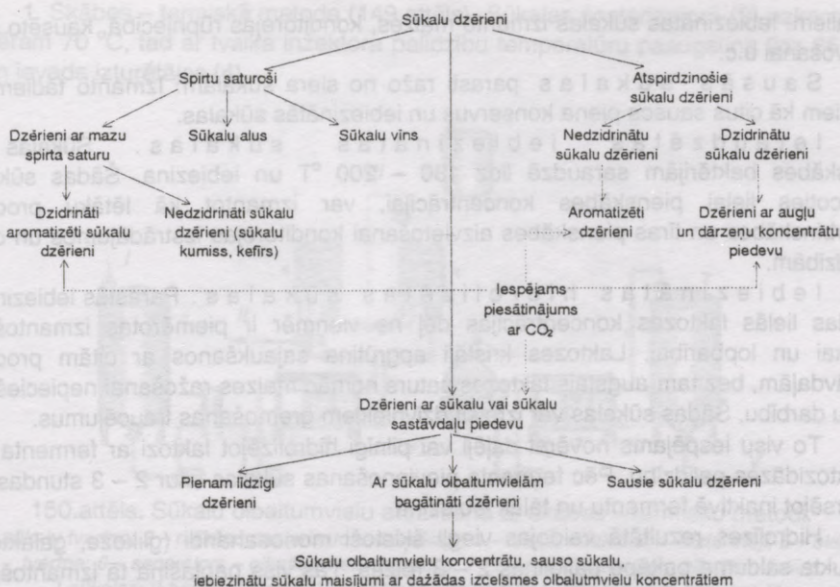
### 3.1. Sūkalu krējums

Jebkurā tālākā sūkalu pārstrādes procesā tauki traucē, tādēļ treknās sūkalas (ja tiek pārstrādāts piļņpiens) separē, iegūstot noseparētas sūkalas ar 0,1% tauku saturu un sūkalu krējumu. Separēšanai parasti izmanto pašattīrošos separātorus, tā vienlaicīgi atdalot arī sūkalās esošās kazeīna pārslas.

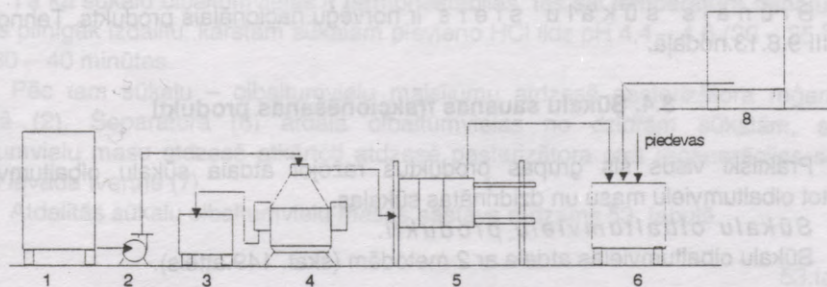
Sūkalu un parastā krējuma garša, aromāts ir diezgan atšķirīgi, tomēr abu maisījumu var labi izmantot sviesta un skābā krējuma ražošanai. Vēl sūkalu krējumu var izmantot dažu sieru (arī kausēto) un sūkalu sviesta gatavošanai.

### 3.2. Sūkalu dzērieni

Dzērienu sortimenta dažādība ir ļoti liela (skat. 147.attēls). To gatavošana ir viens no vienkāršākiem sūkalu pārstrādes veidiem, iespējams izmantot parastas, jebkurā piena pārstrādes uzņēmumā esošas iekārtas (148.attēls).



147.attēls. Sūkalu dzērienu veidi.



148.attēls. Nedzidrīnātu sūkalu dzērienu ražošanas tehnoloģiskā shēma.

1 – sūkalu tvertne; 2 – sūknis; 3 – olbaltumvielu masas tvertne; 4 – pašattīrošais separatoris; 5 – plāksņu pasterizators; 6 – sūkalu dzērienu tvertne; 7 – cukura sirupa tvertne.

Pēc kazeīna pārslu atdalīšanas separatorā, sūkalas pasterizē, atdzesē, pievieno piedevas garšas, aromāta dažādošanai un fasē.

Nedzidrīnātu sūkalu dzērieni ir vērtīgāki par dzidrīnātiem, jo to sastāvā ir sūkalu olbaltumvielas. Lai novērstu dzērienu noslāņošanos dzērienu uzglabāšanas laikā, var pievienot stabilizētājus. Veselīgi un atspirdzinoši ir ar acidofilām un citām pienskābes baktērijām raudzēti sūkalu dzērieni ar dažādu sulu (sevišķi citrusaugļu) piedevu utt.

### 3.3. Sūkalu koncentrāti

Iebiezinātas sūkalas (ar cukuru un bez tā). Līdz 40 vai 60% sausnas iebiezinātas sūkalas ir biezs, viskozs šķīdums ar redzamiem laktozes

kristāliem. Iebiezinātas sūkalas izmanto maizes, konditorejas rūpniecībā, kausēto sieru gatavošanai u.c.

Sausās sūkalas parasti ražo no siera sūkalām. Izmanto tādiem pat mērķiem kā citus sausos piena konservus un iebiezinātas sūkalas.

Ieraudzētas iebiezinātas sūkalas. Sūkalas ar pienskābes baktērijām saraudzē līdz 180 – 200 °T un iebiezina. Šādas sūkalas, pateicoties lielai pienskābes koncentrācijai, var izmantot kā lētāku produktu askorbīnskābes un tīras pienskābes aizvietošanai konditorejas izstrādājumos un citām vajadzībām.

Iebiezinātas hidrolizētas sūkalas. Parastās iebiezinātas sūkalas lielās laktozes koncentrācijas dēļ ne vienmēr ir piemērotas izmantošanai pārtikai un lopbarībai. Laktozes kristāli apgrūtina sajaukšanos ar citām produktu sastāvdaļām, bez tam augstais laktozes saturs nomāc maizes ražošanai nepieciešamo raugu darbību. Šādas sūkalas var izraisīt dzīvniekiem gremošanas traucējumus.

To visu iespējams novērst daļēji vai pilnīgi hidrolizējot laktozi ar fermenta  $\beta$  - galaktozidāzes palīdzību. Pēc fermenta pievienošanas sūkalas iztur 2 – 3 stundas, tad uzkarsējot inaktīvā fermentu un tālāk iebiezina.

Hidrolīzes rezultātā veidojas viegli šķīstoši monosaharīdi (glikoze, galaktoze), produkta salduma pakāpe palielinās 2 – 3 reizes. Tas viss paplašina tā izmantošanas iespējas. Bez tam hidrolīzes produkti paaugstina osmotisko spiedienu un šādas iebiezinātas sūkalas labi uzglabājamās pat istabas temperatūrā.

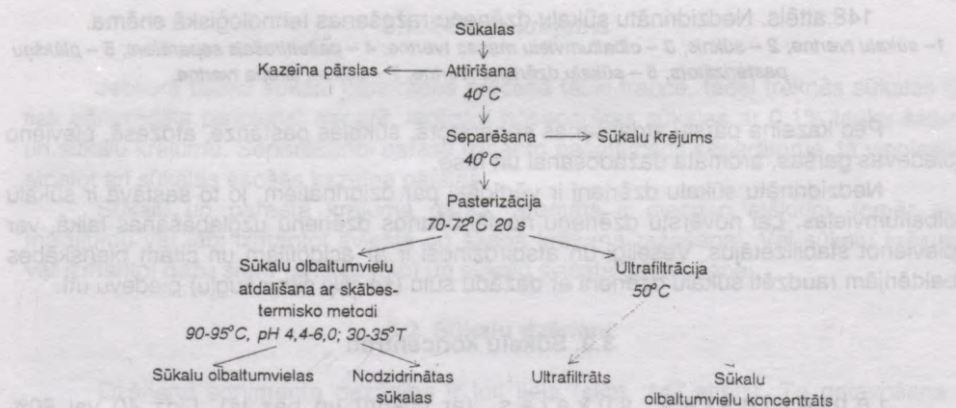
Brūnais sūkalu siers ir norvēģu nacionālais produkts. Tehnoloģiju skat. III 9.8.13.nodaļā.

### 3.4. Sūkalu sausnas fracionēšanas produkti

Praktiski visus šīs grupas produktus ražojot atdala sūkalu olbaltumvielas, iegūstot olbaltumvielu masu un dzidrinātas sūkalas.

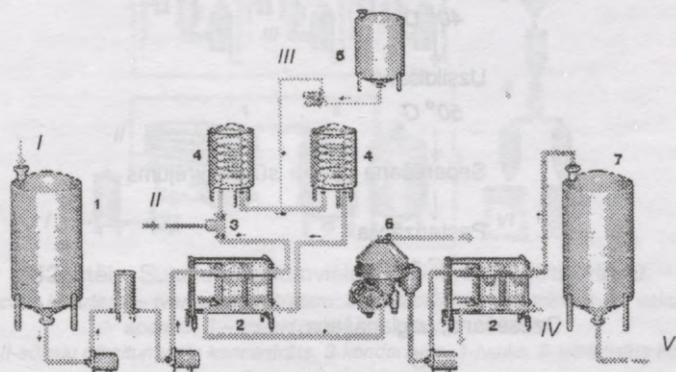
#### *Sūkalu olbaltumvielu produkti.*

Sūkalu olbaltumvielas atdala ar 2 metodēm (skat. 149.attēls).



149.attēls. Sūkalu olbaltumvielu atdališana no sūkalām.

1. Skābes – termiskā metode (149.attēls). Sūkalas pasterizatorā (2) uzkaršē līdz apmēram 70 °C, tad ar tvaika inžektora palīdzību temperatūru paaugstina līdz 85 – 95 °C un ievada izturētājos (4).



150.attēls. Sūkalu olbaltumvielu atdalīšana ar skābes – termisko metodi.

1 – sūkalu tvertne; 2 – plāksņu pasterizators-dzesētājs; 3 – tvaika inžektors; 4 – izturētāji; 5 – skābes tvertne; 6 – separator – olbaltumvielu atdalītājs; 7 - tvertne denaturētām olbaltumvielām.  
I-sūkalas; II-tvaiks;III-skābe;IV-dzesējošā vide;V-sūkalu olbaltumvielu koncentrāts

Tā kā sūkalu olbaltumvielas ir termonestabīlas, tās šai temperatūrā denaturējas. Lai tās pilnīgāk izdalītu, karstām sūkalām pievieno HCl līdz pH 4,4 – 4,6 (30 – 35 °T) un iztur 30 – 40 minūtes.

Pēc tam sūkalu – olbaltumvielu maisījumu atdzesē pasterizatora reģenerācijas sekcijā (2). Separātorā (6) atdala olbaltumvielas no dzidrām sūkalām, sūkalu olbaltumvielu masu atdzesē atkārtoti atdzesē pasterizatora otrā reģenerācijas sekcijā (2) un ievada tvertnē (7).

Atdalītās sūkalu olbaltumvielu masas sastāvs redzams 53. tabulā.

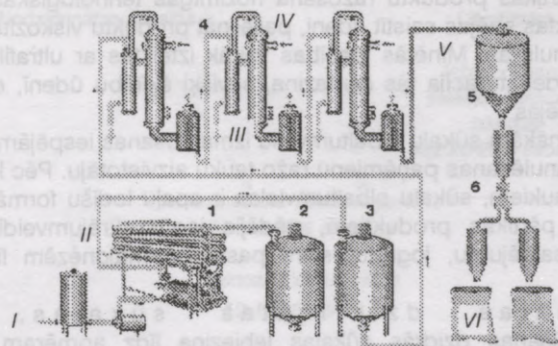
53.tabula.

Albumīna piena, sūkalu olbaltumvielu masas vidējais sastāvs, %

Sastāvdaļas	Daudzums, %
Sausna, tai skaitā:	20,8
olbaltumvielas	15,7
laktoze	3,8
minerālvielas	0,4
tauki	0,09

2. Pilnīgāk un ekonomiskāk sūkalu olbaltumvielas var atdalīt ar ultrafiltrāciju, pie tam neizraisot olbaltumvielu denaturāciju. Ultrafiltrācijas rezultātā iegūst ultrafiltrātu un sūkalu olbaltumvielu koncentrātu. Pēdējo tālāk pārstrādājot (shēmas 151., 152.attēlos) iegūst sauso olbaltumvielu koncentrātu.





152.attēls. Sūkalu olbaltumvielu atdalīšana ar ultrafiltrāciju.

1 – ultrafiltrācijas iekārta; 2 – tvertne ultrafiltrātam; 3 – starptvertne; 4 – trīskorpusu vakuumietvaices aparāts; 5 – izsmidzināšanas kalte; 6 – fasētājs.

I-sūkalas, II-sūkalu olbaltumvielu koncentrāts, 3-kondensāts, 4-tvaiks, 5-iebiezināts koncentrāts, 6-sausais koncentrāts

54.tabula

Ar ultrafiltrācijas metodi atdalītā sausā olbaltumvielu koncentrāta vidējais ķīmiskais sastāvs

Sastāvdaļas	Daudzums,%
Ūdens	4
Olbaltumvielas	81
Laktoze	3,5
Tauki	7,2
Minerālvielas	3,1
Pienskābe	1,2

Ar vienu vai otru metodi atdalītās sūkalu olbaltumvielas ir vērtīgs produkts ar ļoti daudzveidīgu pielietojumu (55.tabula).

55.tabula

Sūkalu olbaltumvielu izmantošanas piemēri

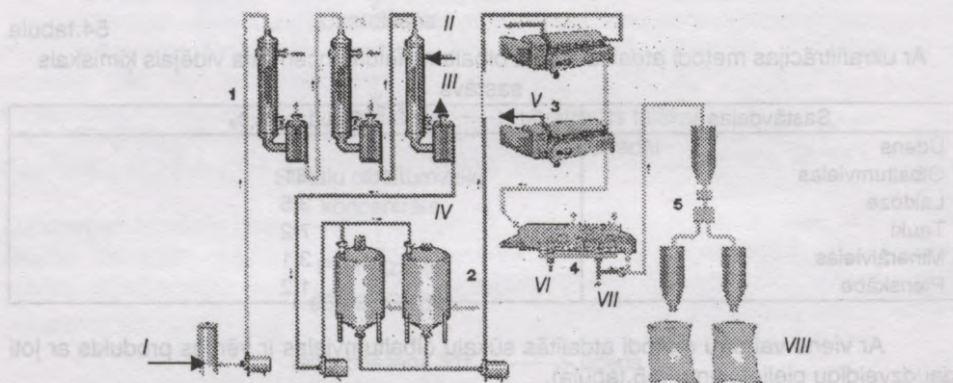
Pārtikas produkti	Funkcijas
Maizes izstrādājumi, miltu konditorejas izstrādājumi	Mīklas īpašību un gaļaproduktu struktūras uzlabošana, olu aizvietošana, uzturvērtības paaugstināšana
Piena produkti	Uzturvērtības paaugstināšana, produktu iznākuma palielināšana, konsistences uzlabošana, stabilizēšana, uzputojamības palielināšana dažādiem produktiem, sevišķi ar samazinātu tauku saturu, olbaltumvielu bāze dažādām pastām, mērcēm, kafijas "baltinātājiem" u.c.
Dzērieni	Uzturvērtības paaugstināšana, stabilizēšana
Sausie pārtikas koncentrāti	Uzturvērtības paaugstināšana, stabilizēšana, emulgēšana, vēlamās konsistences nodrošināšana
Konditorijas izstrādājumi	Olu aizvietošana, uzputojamības palielināšana, uzturvērtības paaugstināšana
Gaļas produkti	Vēlamās konsistences nodrošināšana.

Tām ir vairākas pārtikas produktu ražošanā nozīmīgas tehnoloģiskās īpašības: laba šķīdība ūdenī, izteiktas spējas saistīt ūdeni, palielināt produktu viskozitāti, veidot gelus, putas, stabilizēt emulsijas. Minētās īpašības vairāk izteiktas ar ultrafiltrāciju atdalītām olbaltumvielām, jo denaturācija tās samazina, sevišķi šķīdību ūdenī, emulgēšanas un putu veidošanas spējas.

Viena no jaunākām sūkalu olbaltumvielu izmantošanas iespējām izstrādāta ASV. No tām ar mikrogranulēšanas paņēmieni ražo tauku aizvietotāju. Pēc konsistences tas līdzīgs kulinārijas taukiem, sūkalu olbaltumvielas ir apaļu lodīšu formā. Pievienojot šo tauku aizvietotāju pārtikas produktiem, pēdējie iegūst krējumveidīgu konsistenci. Izmanto desertu, saldējumu, jogurtu, siera pastu un majonēzēm līdzīgu produktu ražošanai.

Iebiezinātas dzidrinātas sūkalas. Pēc sūkalu olbaltumvielu atdalīšanas dzidrās sūkalas iebiezina līdz apmēram 30% sausnas. Izmanto dažādu dzērienu ražošanai.

Piena cukurs (laktoze). Gan dzidro sūkalu, gan ultrafiltrāta sausnas galvenā sastāvdaļa ir piena cukurs (laktoze). Abus šos produktus izmanto sausnas laktozes iegūšanai (skatīt 153., 154. attēlu tehnoloģiskās shēmas).



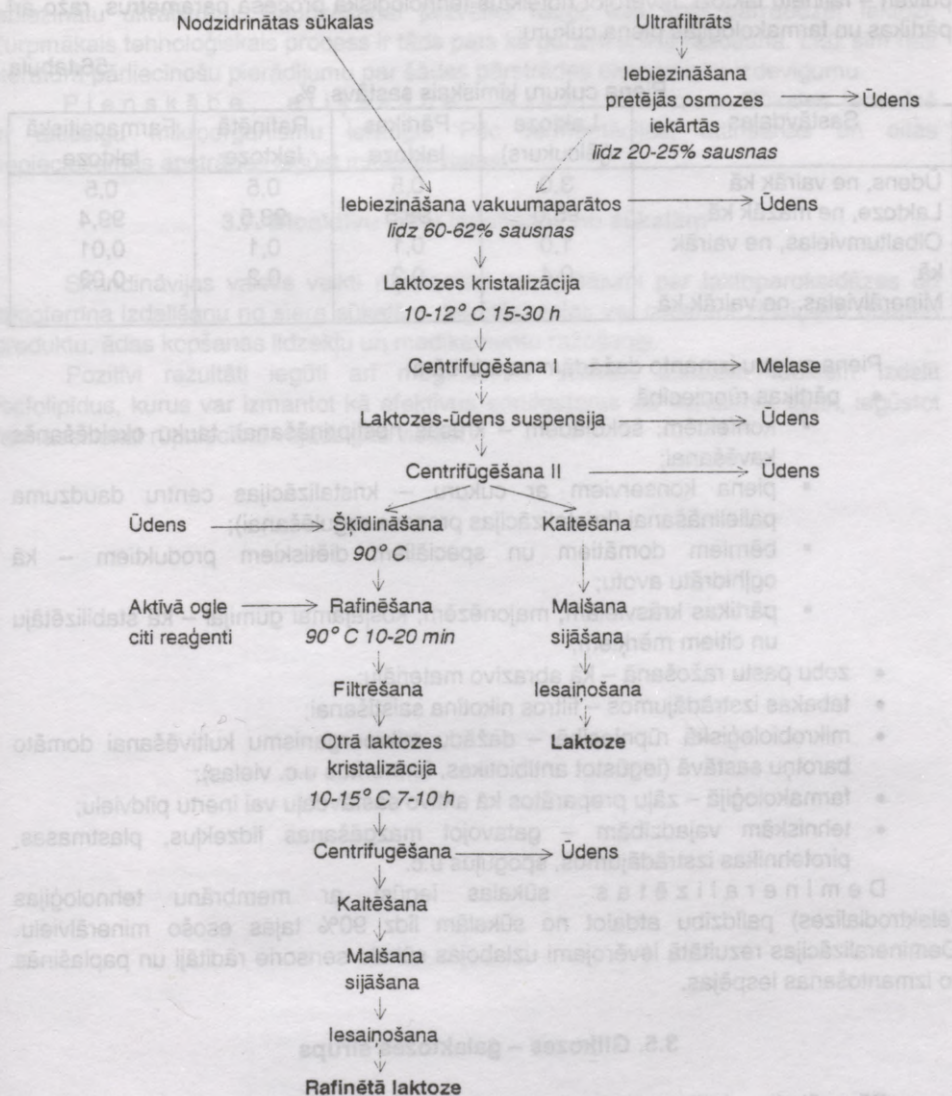
153. attēls. Piena cukura ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

1 – trīspakāpju vakuumpretveici aparāts; 2 – kristalizācijas tvertne; 3 – centrifūga dekantators; 4 – virstoša slāņa kalte; 5 – fasēšana.

I – sūkalas, II – tvaiks, III – kondensāts, IV – iebiezinātas sūkalas, V – melase, VI – karsts gaiss, VII – auksts gaiss, VIII – piena cukurs.

Iebiezinātās sūkalās ir liela laktozes koncentrācija un dzesēšanas laikā sākas tās kristalizācija. Kristalizācijai izmanto dubultsienu tvertnes ar maisītājiem. Maisītājus darbinot tiek nodrošināta vienmērīga dzesēšana un kristalizācija. Izveidojas biezas konsistences masa ar lieliem laktozes kristāliem un starpkristālu šķidrums – melasi. Melasi no kristāliem atdala periodiskas darbības centrifūgās vai nepārtrauktas darbības dekantatoros.

Melasē ir 22,4% sausnas, t.sk., 15,7% laktoze, 3,1% olbaltumvielas, 3,6% minerālvielas. Daļu melases var novirzīt atpakaļ laktozes ražošanai, pievienojot nodzidrinātām sūkalām, daļu izmantot lopbarībai.



154.attēls. Piena cukura ražošanas tehnoloģisko procesu shēma.

Laktozes kristālus skalo ar aukstu ūdeni, lai atdalītu minerālvielas un citus piemaisījumus. Pēc skalojamo ūdeņu novadīšanas (centrifugējot) laktozes kristālus kaltē un tālāk apstrādā saskaņā ar tehnoloģisko shēmu. Iegūst dzeltenīgas nokrāsas pulveri – laktozi (jēlcukuru).

Rafinētās laktozes iegūšanai piena cukura šķīdumam pievieno dažādus reaģentus ar lielām adsorbcijas spējām, lai atdalītu dažādus piemaisījumus, arī krāsvielas. Pēc tālākās apstrādes (skatīt 154. attēla shēmu) iegūst baltu kristāliku

pulveri – rafinētu laktozi. Ievērojot noteiktus tehnoloģiskā procesa parametrus, ražo arī pārtikas un farmakoloģijas piena cukuru.

56.tabula

Piena cukuru ķīmiskais sastāvs, %

Sastāvdaļas	Laktoze (jēlcukurs)	Pārtikas laktoze	Rafinētā laktoze	Farmaceutiskā laktoze
Ūdens, ne vairāk kā	3,0	0,5	0,5	0,5
Laktoze, ne mazāk kā	95,0	98,5	98,5	99,4
Olbaltumvielas, ne vairāk kā	1,0	0,1	0,1	0,01
Minerālvielas, ne vairāk kā	0,4	0,2	0,2	0,03

Piena cukuru izmanto dažādām vajadzībām:

- pārtikas rūpniecībā
  - konfektnēm, šokolādēm – krāsas nostiprināšanai, tauku oksidēšanās kavēšanai;
  - piena konserviem ar cukuru – kristalizācijas centru daudzuma palielināšanai (kristalizācijas procesa regulēšanai);
  - bērniem domātiem un speciāliem diētiskiem produktiem – kā ogļhidrātu avotu;
  - pārtikas krāsvielām, majonēzēm, košļājamajai gumijai – kā stabilizētāju un citiem mērķiem;
- zobu pastu ražošanā – kā abrazīvo materiālu;
- tabakas izstrādājumos – filtros nikotīna saistīšanai;
- mikrobioloģiskā rūpniecībā – dažādu mikroorganismu kultivēšanai domāto barotņu sastāvā (iegūstot antibiotikas, fermentus u.c. vielas);
- farmakoloģijā – zāļu preparātos kā aktīvo sastāvdaļu vai inerti pildvielu;
- tehniskām vajadzībām – gatavojot mazgāšanas līdzekļus, plastmasas, pirotehnikas izstrādājumus, spoguļus u.c.

Demineralizētas sūkalas iegūst ar membrānu tehnoloģijas (elektrodialīzes) palīdzību atdalot no sūkalām līdz 90% tajās esošo minerālvielu. Demineralizācijas rezultātā ievērojami uzlabojas sūkalu sensorie rādītāji un paplašinās to izmantošanas iespējas.

### 3.5. Glikozes – galaktozes sīrups

Pēc sūkalu olbaltumvielu un minerālvielu atdalīšanas palikušajā šķīdumā ar skābes vai fermenta  $\beta$  – galaktozidāzes palīdzību hidrolizē laktozi. Glikozi un galaktozi saturošo šķīdumu vakumaparātos iebiezina līdz 55 – 70% sausnas saturam un iegūst sīrupu, kuru var izmantot dažādu produktu saldināšanai.

### 3.6. Laktozes pārraudzēšanas produkti

Spirts. Laktozes saturs sūkalās ir neliels, tādēļ lietderīgāk kā izejvielu izmantot dzidrinātas iebiezinātas sūkalas vai vēl labāk – ar pretējās osmozes palīdzību

iebiezinātu ultrafiltrātu. Raudzēšanai jāizvēlas raugi, kas spēj pārraudzēt laktozi. Turpmākais tehnoloģiskais process ir tāds pats kā parasti spirta ražošanā. Līdz šim nav literatūrā pārlicinošu pierādījumu par šādas pārstrādes ekonomisko izdevīgumu.

**Pienskābe, etiķskābe, B<sub>12</sub> vitamīns.** Sūkalas ieraudzē ar attiecīgu mikroorganismu ieraugu. Pēc fermentācijas, attīrīšanas un citas nepieciešamās apstrādes iegūst minētās vielas.

### 3.7. Bioaktīvu vielu izdalīšana no sūkalām

Skandināvijas valstīs veikti rūpnieciski izmēģinājumi par laktoperoksidāzes un laktoferrīna izdalīšanu no siera sūkalām. Iegūtās vielas var izmantot zīdaiņiem domātu produktu, ādas kopšanas līdzekļu un medikamentu ražošanai.

Pozitīvi rezultāti iegūti arī mēģinot no sūkalās esošiem taukiem izdalīt fosfolipīdus, kurus var izmantot kā efektīvus emulgatorus vai frakcionēt tālāk, iegūstot farmaceitiskai rūpniecībai vajadzīgas vielas.



## Biezāk sastopamie piena defekti un to cēloņi

Defekts	Cēloņi
1	2
	<i>Garšas un smaržas defekti</i>
Barības piegārša	Nekvalitatīva barība vai palielināts kāda barības līdzekļa īpatsvars.
Govju mītnes smaka	Nepietiekama ventilācija; nepareiza barošanas organizācija; piens valējā traukā ilgāku laiku uzglabāts mītnē; silts piens uzglabāts slēgtā traukā.
Govju smaka	Govij gremošanas traucējumi vai cita slimība; nepietiekama telpu ventilācija
Netīra garša	Sanitāro noteikumu neievērošana; pūšanu izraisošo baktēriju attīstība; neatdzēsēta piena uzglabāšana
Skāba garša	Sanitāro noteikumu neievērošana, dažādas skābes radošu mikroorganismu attīstība; nepietiekami atdzēsēts piens
Sāļa garša	Govju slimības (mastīts, tuberkuloze); vecpiena vai jaunpiena piejaukums; piena ķīmiskā sastāva izmaiņas dažu barības līdzekļu ietekmē
Rūgta garša	Jaunpiena, vecpiena piejaukums; daži barības līdzekļi (kāpostu vai biešu lapas, turnepsis, vērmēles, lupīna, vīķi u.c.); nekvalitatīva barība; govju slimības (mastīts, aknu, žultspūšļa, vielmaiņas traucējumi u.c.); dažu medikamentu lietošana; tauku, retāk arī olbaltumvielu hidrofīze, tauku oksidēšanās, ko izraisa vai veicina: pārāk intensīva vai ilgstoša mehāniska iedarbība, gaisa iekļūšana pienā; nepasterizēta piena uzglabāšana ilgāk par 48 h; silta un atdzēsēta piena sajaukšana u.c.
Rūgtena garša	Tauku hidrofīze augstāk minēto iemeslu dēļ; tauku oksidēšanās, ko veicina palielināts skābekļa saturs pienā; metāla jonu klātbūtne, piem., ūdens ar paaugstinātu dzelzs saturu u.c. apstākļi; neraksturīgas mikrofloras savairošanās
Sasmakusi, pelējuma, puvuma garša un aromāts	Neraksturīgas mikrofloras (zarnu grupas, pūšanas, sviestskābes baktērijas u.c.) savairošanās, neatdzēsēta piena uzglabāšana noslēgtā tarā; nekvalitatīva barība, ūdens, pakaiši, nepietiekama telpu ventilācija, nepietiekami atdzēsēts piens; sanitāro noteikumu neievērošana
Ķīmikāliju garša un aromāts	Nepareiza medikamentu lietošana, piena viltošana, nepietiekami izskaloti trauki, iekārtas pēc mazgāšanas un dezinfekcijas; piena uzglabāšana vai transportēšana kopā ar vielām, kurām ir specifisks aromāts; nekvalitatīvs ūdens
"Saulēs" garša	Īpatnējo saldo garšu izraisa gaismas iedarbība, tādēļ dots šāds nosaukums
	<i>Konsistences defekti</i>
Nevien dabīga, ar olbaltumvielu pārslām	Barība (bojāta, purvainās vietās iegūta u.c.); govju slimības (mastīts, gremošanas traucējumi); daļēja piena sasaldāšana; nepietiekami atdzēsēta piena ilgstoša uzglabāšana; govju organisma pārkaršana.

1	2
Palielināta viskozitāte, stāipīga	Jaunpiena vai vecpiena piejaukums; slimības (mastīts, gremošanas traucējumi u.c.); bojāta barība; neraksturīgas mikrofloras savairošanās
Putojoša	Vecpiena piejaukums; nekvalitatīva barība, slimības (mastīts, gremošanas traucējumi); gāzes radošu mikroorganismu attīstība; daļēja piena sasaldšana
Smilšaina	Nepietiekams kalcija saturs barībā, vielmaiņas traucējumi; tesmeņa piena kanālu iekaisums
Ūdeņaina	Barība ar palielinātu ūdens saturu, bojāta, nesabalansēta barība; iedzimtība; slimības (mastīts, gremošanas traucējumi u.c.); piena viltošana; sasaluša piena nepareiza atlaidzināšana
Izteikti dzeltena krāsa	<i>Krāsas defekti</i>
Brūngana krāsa	Jaunpiena piejaukums, barība (burkāni, kukurūza, pieneņu u.c.); medikamenti; slimības (mastīts, dzeltenā kaite u.c.)
Zilgana nokrāsa	Attiecīgu pigmentu veidojoši mikroorganismi
Sarkani – rozā nokrāsa	Attiecīgu pigmentu veidojoši mikroorganismi; barība (viķi, lucerna u.c.); slimības (mastīts, piena dziedzeru tuberkuloze u.c.); piena viltošana, pielejot ūdeni vai nosmejot krējumu
	Barība (burkāni, sarkanās bietes u.c.); attiecīgu pigmentu veidojoši mikroorganismi; medikamenti; asiņu piejaukums; slimības (mastīts u.c.)

## Pasterizēta, sterilizēta, UHT piena un pasterizēta saldā krējuma defekti

## Konsistences defekti

Nosaukums	Cēlonis	Novēršanas iespējas
Pārslveidīga	Zema piena termostabilitāte; <i>B.cereus</i> , <i>B.circulans</i> , <i>B.coagulans</i> attīstība nepietiekamas piena termiskās apstrādes rezultātā.	Atlasīt termoizturīgu pienu; stingri ievērot termiskās apstrādes režīmus
Sabiezēšana (recekļa veidošanās)	<i>B.cereus</i> un <i>B.subtilis</i> attīstība pienā; fermentatīvo un fizikāli-ķīmisko procesu norise produktu uzglabāšanas laikā	Rūpīgi atlasīt izejvielu; samazināt nepasterizēta piena uzglabāšanas ilgumu.

## Garšas defekti

Barības	Nav ievēroti piena ieguves un uzglabāšanas noteikumi	Ievērot pareizu dzīvnieku ēdināšanas noteikumus un nodrošināt atbilstošus piena uzglabāšanas apstākļus
Rūgta	Nav ievēroti dzīvnieku ēdināšanas noteikumi; ilgstoša piena uzglabāšana;  nepietiekamas termiskās apstrādes temperatūras; lipofītisko un proteofītisko fermentu darbība	Dzīvnieku ēdināšanas režīmu stingra ievērošana; nepieļaut ilgstošu piena uzglabāšanu pirms iesaiņošanas; termiskās apstrādes režīmu stingra ievērošana
Neraksturīga, sveša	Sodas klātbūtne pienā;  mazgāšanas un dezinfekcijas līdzekļu iekļūšana	Pārbaudīt inhibitoru (sodas) klātbūtni pienā; rūpīgi sekot iekārtu mazgāšanai
Piedegusi	Zema piena termostabilitāte; pārsniegti piena termiskās apstrādes režīmi; piena piedegšana uz plākšņu siltummaiņa virsmas	Atlasīt termoizturīgu pienu; ievērot termiskās apstrādes režīmus.
Iesala	Dzīvnieku ēdināšanas noteikumu pārkāpšana; piena uzglabāšanas režīmu neievērošana; pēc pasterizācijas saglabājusies mikroflora pienā	Ievērot pareizus dzīvnieka ēdināšanas noteikumus; nepieļaut ilgstošu nepasterizēta piena (krējuma) uzglabāšanu
Skāba	Pēc pasterizācijas saglabājusies mikroflora pienā	Stingri ievērot piena produkta ražošanas tehnoloģiju
"Saulēs"	Sēra saturošo savienojumu un dažu aminoskābju oksidācija gaismas ietekmē	Izslēgt piena, krējuma saskarsmi ar gaisu

## Skābpiena dzērienu defekti

## Konsistences defekti

Nosaukums	Cēlonis	Novēršanas iespējas
Sidra ar sūkalu izdalīšanās	Izmantots piens ar blīvumu zemāku par 1027 kg/m <sup>3</sup> ; nepietiekama piena termiskā apstrāde;  nekvalitatīvs ieraugs, kefira ieraugā samazināts etiķskābes baktēriju daudzums; pārkāpti produkta dzesēšanas un maisīšanas režīmi; pārāk strauja produktu pārsūknešana ilgstoša produkta uzglabāšana paaugstinātā temperatūrā (uzņēmumā vai realizācijas vietā);	Izmantot pienu ar atbilstošu blīvumu;  ievērot termiskās apstrādes režīmus skābpiena dzērienu ražošanā 85-87°C, 10-15 min vai 92-95°C, 2-8 min; izmantot atbilstošu ieraugu;  ievērot produktu dzesēšanas un maisīšanas režīmus; produkta plūsmas ātrums cauruļvados nedrīkst pārsniegt 0,6m/s, sūknī 0,01 m/s; ievērot produktu realizācijas temperatūras
Pārslveidīga	Zema piena termoizturība; ierauga pievienošana nelielam piena daudzumam	Atlasīt piemērotu pienu; ieraugu pievienot visam piena daudzumam nevis atsevišķām piena porcijām
Viskoza	Strauja etiķskābes baktēriju attīstība kefira, <i>Str. thermophilus</i> - jogurta, <i>Lb. acidophilus</i> - acidofilo produktu ražošanā	Izmantot piemērotu ieraugu
Uzbriešana, gāzu veidošanās	Citas mikrofloras iekļūšana pienā pēc pasterizācijas; strauja aromātveidojošo mikroorganismu attīstība, t.skaitā raugu, produktu raudzēšanas un nogatavināšanas laikā	Ievērot higiēnas prasības piena produktu ražošanas laikā; ievērot produktu raudzēšanas un nogatavināšanas režīmus

## Garšas defekti

Raugu	Zema raudzēšanas temperatūra; intensīva raugu attīstība; spēcīga kefira, kumisa, acidofilā rauga piena maisīšana	Ievērot tehnoloģiskā procesa parametrus
Skāba	Intensīva pienskābes baktēriju attīstība ( <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lb. bulgaricus</i> , <i>Lb. acidophilus</i> ); produkta raudzēšana paaugstinātos režīmos	Samazināt raudzēšanas temperatūru vai mainīt ieraugu sastāvu;  ievērot produktu raudzēšanas režīmus

## Skābā krējuma defekti

## Konsistences defekti

Nosaukums	Cēlonis	Novēršanas iespējas
1	2	3
Šķidra, vāja	Zems olbaltumvielu saturs pienā; krējuma atšķaidīšana ar ūdeni; nav ievēroti krējuma pasterizācijas un homogenizācijas režīmi; nekvalitatīvs ieraugs;  strauja un ātra skābā krējuma maisīšana, pārsūknēšana un pildīšana; nepietiekama krējuma nogatavināšana (mazāk kā 1 h); skābā krējuma uzglabāšana paaugstinātā temperatūrā.	Izmantot pienu ar atbilstošu blīvumu; nepieļaut krējuma falsifikāciju; ievērot tehnoloģiskā procesa režīmus;  izvēlēties ieraugus, kurā ir pietiekams <i>L. cremoris</i> pienskābes baktēriju īpatsvars; samazināt mehāniskās iedarbības efektivitāti uz skābo krējumu; novirzīt krējumu uz fasēšanu ar paštecī; ievērot skābā krējuma nogatavināšanas režīmus; ievērot skābā krējuma uzglabāšanas temperatūras
Nevienādīga	Neefektīva homogenizācija; liels pievienotā ierauga daudzums.	Homogenizācijas režīmu ievērošana; ierauga daudzuma samazināšana
Rupja, graudaina	Paaugstināts piena vai krējuma skābums; zema krējuma termostabilitāte; krējuma homogenizācija pirms pasterizācijas; paaugstinātas krējuma raudzēšanas temperatūras; intensīva un ilgstoša skābā krējuma maisīšana.	Krējuma skābuma pārbaude;  ievērot krējuma ražošanas procesa režīmus
Sūkalu izdalīšanās	Zems beztauku sausnas saturs krējumā;  produkta uzglabāšana paaugstinātās temperatūrās	Krējuma ieguvei neizmantojot pienu piena ar beztauku sausnas saturu mazāku kā 8,5 % un olbaltumvielu saturu zemāku kā 3%; uzglabāt skābo krējumu temperatūrās zemākās par 8 °C

## Garšas defekti

Pārskābusi	Termoizturīgo pienskābes baktēriju attīstība skābā krējuma ražošanas laikā; liels pievienotā ierauga daudzums; paaugstināta produkta raudzēšanas temperatūra; produkta pārraudzēšana, produkta lēna dzesēšana.	Rūpīga iekārtu mazgāšana un dezinfekcija; termiskās apstrādes režīmu ievērošana;  ievērot pievienojamā ierauga daudzumu; raudzēšanas procesu ievērošana;  uzturēt piemērotus produktu raudzēšanas un uzglabāšanas apstākļus
Barības, netīra	Skābbarības un skābsiena izbarošana dzīvniekiem; krējuma atkārtota piesārņošanās ar mikroorganismiem; krējuma transportēšana un uzglabāšana nepiemērotos apstākļos	Ievērot ēdināšanas un dzīvnieku turēšanas apstākļus; ievērot pasterizācijas režīmus;  ievērot skābā krējuma uzglabāšanas un transportēšanas apstākļus, atbilstoši pārtikas rūpniecības prasībām



## Biezpiena defekti

## Konsistences defekti

Nosaukums	Cēlonis	Novēršanas iespējas
1	2	3
Irdena	Zemas pasterizācijas temperatūras; paaugstināta raudzēšanas temperatūra; izmantots ieraugs ar zemu aktivitāti; biezpiena presēšana paaugstinātā temperatūrā	Biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa parametru ievērošana.
Smērīga	Pazemināta raudzēšanas temperatūra; recekļa pārraudzēšana; nepietiekama recekļa atsildīšana	Biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa parametru ievērošana
Drupena	Paaugstinātas recekļa atsildīšanas temperatūras; ilgstoša biezpiena presēšana; zems biezpiena skābums	Biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa parametru ievērošana
Gumijota	Recekļa ātra nobīvēšanās fermentu preparāta darbības ietekmē; paaugstinātas pievienotā fermenta devas; nepietiekams skābuma pieaugums raudzēšanas laikā	Biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa parametru ievērošana; samazināt pievienojamā fermentu preparāta daudzumu

## Garšas defekti

Skāba	Recekļa pārraudzēšana; ilgstoša biezpiena presēšana; nepietiekama biezpiena atdzesēšana	Biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa parametru ievērošana
Neizteikta, tukša	Skābuma pieauguma kavēšana recekļa veidošanās laikā	Samazināt pievienojamā fermentu preparāta daudzumu; masas pašpresēšanu sākt, kad sasniegts 70-75 °T skābums
Netīra	Nepietiekami mazgātas un dezinficētas iekārtas; produkts glabāts nevēdinātās telpās	Ievērot sanitārijas un higiēnas prasības
Rūgta	Vecpiena izmantošana biezpiena ražošanā; pārkāptas dzīvnieku ēdināšanas prasības; pievienotas paaugstinātas fermentu preparāta devas; intensīva proteolītisko baktēriju attīstība biezpiena uzglabāšanas laikā	Kontrolēt piena kvalitāti; samazināt pievienojamā fermentu preparāta daudzumu; ievērot ražošanas procesa sanitārijas prasības

5. pielikuma turpinājums

1	2	3
Sarūgtējusi	Nepietiekama iekārtu mazgāšana; zemi pasterizācijas režīmi; ilgstoša biezpiena uzglabāšana; tauku sadalīšanās pelējumu, baktēriju vai fermentu darbības rezultātā.	Biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa ievērošana
Puvuma, amonjaka	Olbaltumvielu hidrolīze proteolītisko baktēriju darbības rezultātā	Pasterizācijas režīmu ievērošana; sanitārijas un higiēnas prasību ievērošana biezpiena ražošanā
Raugu	Nepietiekami atdzesēta biezpiena uzglabāšana; ilgstoša biezpiena uzglabāšana paaugstinātā gaisa relatīvā mitrumā	Uzglabāt biezpienu atbilstošos apstākļos

<p>procesu pārmaiņu ieviešana</p> <p>Biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa pārmaiņu ieviešana</p>	<p>receptas pārskatīšana; nepietiekama receptas atbilstība</p> <p>Pasūtītā recepta atbilstības pārbaude;</p> <p>temperatūras; ilgstoša biezpiena ražošana; zema biezpiena skābums</p>	<p>Uzdevi</p>
<p>Biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa pārmaiņu ieviešana;</p> <p>kontrolēt biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa pārmaiņu ieviešanu;</p> <p>kontrolēt biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa pārmaiņu ieviešanu;</p>	<p>Recepta ir nepilnīga</p> <p>farmantu preparāta dabiskais raksturs</p> <p>farmantu preparāta dabiskais raksturs</p> <p>farmantu preparāta dabiskais raksturs</p> <p>farmantu preparāta dabiskais raksturs</p>	<p>Uzdevi</p>

Ģeogrāfiskie ieraksti

<p>Biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa pārmaiņu ieviešana</p>	<p>Recepta pārskatīšana; ilgstoša biezpiena ražošana; nepietiekama atdzesēšana</p>	<p>Ģeogrāfiskie ieraksti</p>
<p>kontrolēt biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa pārmaiņu ieviešanu; kontrolēt biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa pārmaiņu ieviešanu; kontrolēt biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa pārmaiņu ieviešanu;</p>	<p>Recepta pārskatīšana; nepietiekama atdzesēšana; nepietiekama atdzesēšana; nepietiekama atdzesēšana; nepietiekama atdzesēšana;</p>	<p>Uzdevi</p>
<p>kontrolēt biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa pārmaiņu ieviešanu; kontrolēt biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa pārmaiņu ieviešanu; kontrolēt biezpiena ražošanas tehnoloģiskā procesa pārmaiņu ieviešanu;</p>	<p>Recepta pārskatīšana; nepietiekama atdzesēšana; nepietiekama atdzesēšana; nepietiekama atdzesēšana; nepietiekama atdzesēšana;</p>	<p>Uzdevi</p>

## Saldējuma defekti

## Konsistences defekti

Nosaukums	Cēlonis	Novēršanas iespējas
Rupja (sniegveida)	Nepietiekama saldējuma masas fizikālā nogatavināšana; nav ievēroti homogenizācijas un frīzēšanas režīmi; Straujas temperatūru maiņas saldējuma nocietināšanas procesā	Ievērot saldējuma ražošanas tehnoloģiskā procesa parametrus
Graudaina	Zemi homogenizācijas režīmi; homogenizācija izslēgta no saldējuma ražošanas tehnoloģiskā cikla	Ievērot saldējuma ražošanas tehnoloģiskā procesa operācijas un parametrus
Bīva	Paaugstināts tauku un kopējās sausas saturs produktā; nepietiekams uzputojums	Ievērot saldējuma receptūras; stingri kontrolēt frīzēšanas procesu
Pārslveidīga	Zems saldējuma sausas saturs; nav ievēroti homogenizācijas režīmi; liels gaisa saturs saldējumā	Ievērot saldējuma receptūras; Stingri kontrolēt frīzēšanas procesu

## Garšas defekti

Smilšaina	Laktozes kristalizācija; straujas temperatūru svārstības saldējuma uzglabāšanas laikā	Samazināt beztauku sausas saturu saldējumā; stingri ievērot saldējuma uzglabāšanas režīmus
Neraksturīga	Nekvalitatīvu izejvielu izmantošana; sanitārijas un higiēnas prasību neievērošana ražošanas procesā	Izejvielu kvalitātes stingra pārbaude; sanitārijas un higiēnas prasību ievērošana
Skāba	Augsts augļu-ogu produktu saturs saldējuma	Ievērot saldējuma receptūras

## Sviesta defekti

## Konsistences defekti

Nosaukums	Cēlonis	Novēršanas iespējas
1	2	3
Virsmas sadzeltējums	Izraisa pelējumi un aerobās baktērijas	Sekot sviesta iesaiņošanas procesam, iesaiņojamam materiālam būvi jāpiegū sviesta virsmai; sekot sviesta uzglabāšanas režīmiem un ilgumam
Sviesta pelēšana	Nepareiza sviesta uzglabāšana;	Ievērot sviesta uzglabāšanas prasības
Drupena	Taukskābju ķīmiskā sastāva izmaiņas	Pagarināt sviesta mehānisko apstrādi
Miksta	Nepietiekama tauku nocietināšanās	Pielietot diferencētus krējuma nogatavināšanas režīmus
Irdena, slāņaina	Paaugstināts gaisa saturs produktā; zemas sviesta apstrādes temperatūras	Ievērot sviesta kuļšanas iekārtas ekspluatācijas noteikumus

## Garšas defekti

Neizteikta	Pavasari gatavots sviests, kad pienā ir samazinās gaistošo mazmolekulāro taukskābju saturs; paaugstināti pastērizācijas režīmi vai nepietiekams aromātveidojošo vielu daudzums ieraugā skābkrējuma sviesta ražošanā	Ievērot sviesta ražošanas tehnoloģiskā procesa režīmus; izmantot atbilstošu ieraugu
Piedegusi garša	Nav ievēroti pastērizācijas režīmi; pastērizēts krējums ar plazmas skābumu virs 27 °T	Pastērizācijas režīmu ievērošana; stingri kontrolēt krējuma plazmas skābumu
Sveša, neraksturīga garša	Nepiemēroti piena vai krējuma transportēšanas apstākļi	Ievērot piena un tā produktu transportēšanas prasības
Netīra garša	Palikušās mikrofloras ( <i>Pseudomonas</i> , <i>Alcaligenes</i> ) attīstība	Ievērot termiskās apstrādes režīmus;
Puvuma garša	Proteolītisko baktēriju attīstība; nepietiekama krējuma termiskā apstrāde	Ievērot krējuma termiskās apstrādes režīmus
Skāba garša	Augsts plazmas skābums krējumā; nepietiekama pastērizācijas temperatūra; nepiemēroti sviesta uzglabāšanas apstākļi	Stingri kontrolēt krējuma kvalitāti; ievērot krējuma termiskās apstrādes režīmus; ievērot sviesta uzglabāšanas režīmus.
Tauku	Ilgstoša sviesta apstrāde monolītas masas iegūšanai; sviesta uzglabāšana paaugstinātās temperatūrās	Kontrolēt sviesta graudu apstrādes procesu; ievērot sviesta uzglabāšanas apstākļus.
Zivju	Lecitīna sadalīšanās	Ievērot krējuma termiskās apstrādes režīmus; ievērot sviesta uzglabāšanas režīmus un ilgumu



## 8. pielikums

Orientējošā tabula normalizēta piena maisījuma sastādīšanai sieru ražošanā

Pieņemta piena tauku saturs, %	Siers ar tauku saturu sausnā 20 %		Siers ar tauku saturu sausnā 30 %		Siers ar tauku saturu sausnā 40 %		Siers ar tauku saturu sausnā 45 %		Siers ar tauku saturu sausnā 50 %	
	Tauku saturs maisījumā, %	Vājiena daudzums maisījumā, %	Tauku saturs maisījumā, %	Vājiena daudzums maisījumā, %	Tauku saturs maisījumā, %	Vājiena daudzums maisījumā, %	Tauku saturs maisījumā, %	Vājiena daudzums maisījumā, %	Tauku saturs maisījumā, %	Vājiena daudzums maisījumā, %
3,0	0,95	69,5	1,30	57,6	2,00	33,9	2,40	20,3	2,95	1,7
3,1	0,95	70,5	1,30	59,0	2,05	34,4	2,45	21,3	3,00	3,3
3,2	0,95	71,4	1,35	58,7	2,10	34,9	2,50	22,2	3,05	4,8
3,3	1,00	70,8	1,35	60,0	2,15	35,4	2,55	23,1	3,10	6,2
3,4	1,00	71,6	1,35	61,2	2,20	35,8	2,60	23,9	3,15	7,5
3,5	1,05	71,0	1,40	60,7	2,25	36,2	2,65	24,6	3,20	8,7
3,6	1,05	71,8	1,40	62,0	2,30	36,6	2,70	25,3	3,25	9,9
3,7	1,05	72,6	1,45	61,6	2,35	37,0	2,75	26,0	3,30	11,0
3,8	1,10	72,0	1,45	62,7	2,35	38,7	2,80	26,7	3,35	12,0
3,9	1,10	72,7	1,50	62,3	2,40	39,0	2,85	27,3	3,40	13,0
4,0	1,10	73,4	1,50	63,3	2,45	39,2	2,90	27,8	3,45	13,9
4,1	1,10	74,1	1,55	63,0	2,50	39,5	2,95	28,4	3,50	14,8
4,2	1,15	73,5	1,55	63,9	2,55	39,6	3,00	28,9	3,50	16,9
4,3	1,15	74,1	1,60	63,5	2,60	40,0	3,05	29,4	3,55	17,6
4,4	1,15	74,7	1,65	63,2	2,65	40,2	3,10	29,9	3,60	18,4
4,5	1,20	74,2	1,70	62,9	2,70	40,4	3,15	30,3	3,65	19,1
4,6	1,20	74,7	1,70	63,7	2,75	40,7	3,20	30,8	3,70	19,8
4,7	1,20	75,3	1,75	63,4	2,80	40,9	3,30	30,1	3,75	20,4
4,8	1,20	75,8	1,80	63,2	2,85	41,1	3,35	30,5	3,80	21,1
4,9	1,25	75,3	1,85	62,9	2,90	41,2	3,40	30,9	3,90	20,6
5,0	1,25	75,7	1,90	62,6	2,95	41,4	3,45	31,3	3,95	21,2

Sāls šķīduma koncentrācijas noteikšana pēc blīvuma

Sāls šķīduma blīvums, kg/m <sup>3</sup>		Sāls šķīduma koncentrācija, %	Nātrija hlorīda daudzums sāls šķīdumā 20 °C temperatūrā, kg/m <sup>3</sup>
20 °C	10 °C		
1071	1076	10	107,1
1078	1083	11	118,6
1086	1090	12	130,3
1093	1099	13	142,1
1101	1105	14	154,1
1109	1113	15	166,4
1116	1121	16	178,6
1124	1128	17	191,1
1132	1137	18	203,8
1140	1144	19	216,6
1148	1154	20	229,6
1156	1162	21	242,8
1164	1170	22	256,1
1172	1176	23	269,6
1180	1186	24	283,2
1189	1195	25	297,3

## Biezāk sastopamie saldpiena sieru defekti

Garšas un aromāta defekti		
Defekts	Cēloņi	Pasākumi defektu nepieļaušanai un novēršanai
1	2	3
Rūgta vai rūgtena garša	Pienā savairojusies nevēlama mikroflora (psihrofilās bakt., mikrokoki, sviestsk. bakt. u.c.), kura izraisa tauku, olbaltumvielu hidrofilu, veidojot sieram neraksturīgus hidrofilus produktus	Lopbarības kvalitātes kontrole, stingra izejvielas atlase. Jāierobežo piena uzglabāšanas laiks zemās temperatūrās. Pasterizācijas režīma kontrole (temperatūra bijusi par zemu)
	Tauku hidrolīze un oksidēšanās, aktivizējoties lipāzēm un palielinoties gaisa skābekļa daudzumam pienā	Iespējami jāsamazina skābekļa iekļūšana pienā (nepārvadāt pienu nepilnās cisternās, nobīvēt cauruļvadus utt.)
	Kavēts pienskābais process sieru graudu apstrādes laikā: inhibitoru, ar mastītu slimu govju piena klātbūtne; nekvalitatīvs ieraugs	Stingra izejvielas atlase Piena nogatavināšana Ierauga sastāva un kvalitātes kontrole, tā pavairošanas apstākļu pārbaude Ierauga aktivizēšana
	Kavēti procesi sieru nogatavināšanas laikā – siera uzkrājas savienojumi, kuri netiek sadalīti tālāk: zema nogatavināšanas temperatūra, sieriēm pārāk liels skābums, pārsālīti sieri	Ievērot un stingri kontrolēt katram sieram noteiktos tehnoloģiskos režīmus: piena skābumu, ierauga devas, graudu apstrādi, sāļšanu, nogatavināšanas temperatūras
	Nekvalitatīvi NaCl, CaCl <sub>2</sub> , recināšanas fermenti vai palielināti šo vielu daudzumi	Pārbaudīt kvalitāti, ievērot pievienojamos daudzumus
	Augsta piena pasterizācijas temperatūra – sūkalu olbaltumvielu klātbūtne sierā	Cietiem un puscietiem sieriēm nepaaugstināt pasterizācijas temperatūru virs optimālās
	Lopbarība ar rūgtu garšu	Lopbarības kvalitātes kontrole
	Neraksturīgas mikrofloras iekļūšana pienā pēc pasterizācijas vai siera ražošanas procesā	Sanitāro noteikumu ievērošana tehnoloģiskā procesa un iekārtu mazgāšanas laikā
Skāba un pārāk skāba garša un aromāts (izņemot Krievijas, Čedaras un līdzīgus siera)	Pārgatavināts piens, pārāk liels ierauga daudzums. Ierauga sastāvā dominē skābes veidotājas baktērijas un trūkst aromātveidotājas.	Stingra izejvielas atlase Ierauga sastāva un kvalitātes kontrole Jāsamazina pievienojamā ierauga daudzums. Ievērot noteikto piena skābumu pirms recināšanas katram noteiktam sieru veidam
	Nepietiekami regulēts pienskābais process visā siera ražošanas laikā	Ievērot katra siera veida ražošanai nepieciešamo tehnoloģisko režīmu un stingru tā kontroli
	Siera pēc presēšanas palielināts mitrums, tātad arī laktozes daudzums	Pievienot ūdeni siera graudu apstrādes laikā un sekot sūkalu sinerēzes gaitai
	Pietiekami nenogatavināti sieri (sākumā skābums pieaug, vēlāk tas samazinās): zemas nogatavināšanas temperatūras. Sieriēm, kurus realizē bez nogatavināšanas, papildu cēlonis – nepietiekami strauja atdzesēšana pēc pašpresēšanas un uzglabāšanas virs 6 – 8 °C	Ievērot sieru nogatavināšanas un dzesēšanas temperatūras

## 10. pielikuma turpinājums

1	2	3
Neizteikta vai vāji izteikta garša un aromāts	Kavēti mikrobioloģiskie un fermentatīvie procesi visā sieru ražošanas laikā: inhibitoru klātbūtne, ar mastītu slimu govju piena klātbūtne, bakteriofāga darbība, neaktīvs ieraugs	Stingra izejvielas atlase. Ierauga kvalitātes kontrole, pievienojamā daudzuma palielināšana Piena nogatavināšana Graudu apstrādes laikā jāveic pasākumi pienskābās rūgšanas intensificēšanai
	Mazs ūdens (tātad arī laktozes) saturs sieros, zemas sieru nogatavināšanas temperatūras	Graudu apstrādes laikā jāsamazina sūkalu sinerēzes intensitāte Jāievēro siera šķirnei noteiktās nogatavināšanas temperatūras
	Pārāk skāba sieru masa arī kavē fermentatīvos procesus, tāpat sieru pārsālīšana	Piena skābumam pirms recināšanas jāatbilst siera šķirnei. Jāveic pie iepriekšējā defekta minētie pasākumi skābuma samazināšanai Jāievēro sāļšanas režīms Šī defekta novēršanai dažreiz palīdz ilgāka sieru nogatavināšana
Neraksturīga garša un aromāts	Novirzes attiecīgā siera tehnoloģijā	Precīzi ievērot noteiktā siera tehnoloģiskā procesa parametrus
Barības piegārša	Nekvalitatīva barība vai kāda barības līdzekļa pārāk liels īpatsvars Nav ievērots barošanas režīms: piens adsorbē barības aromātu slaukšanas laikā	Lopbarības kvalitātes kontrole, atlase Barību ar izteiktu aromātu izbarot tikai pēc slaukšanas
Sasmakums	Neraksturīgās mikrofloras (zarnu grupas, sviestskābes baktēriju, virsmas mikrofloras u.c.) savairošanās	Stingra izejvielas atlase. Veikt pasākumus sviestskābo baktēriju darbības nomākšanai. Aktivizēt pienskābo rūgšanu (piena nogatavināšana, ierauga daudzuma ievērošana, graudu apstrādes režīma ievērošana, nepieļaut sieru atdzišanu presēšanas laikā). Rūpīga sieru apkopšana nogatavināšanas laikā
Puvuma garša un aromāts	Augstāk minētie (iespējas savairoties pūšanas u.c. neraksturīgai mikroflorai)	Augstāk minētie
Amonjaka vai pārāk izteikta amonjaka garša, aromāts	Cietiem sieriem – nepareizas kopšanas rezultātā uz virsmas izveidojusies gļeme	Pareiza siera apkopšana, nogatavināšanas telpu temperatūras un mitruma režīma ievērošana
	Sieriem, kuri nogatavinās virsmas mikrofloras ietekmē, pārāk intensīvas gļemes attīstības rezultātā intensīva olbaltumvielu hidrolīze	Augstāk minētie
	Sieriem pārāk liels ūdens saturs	Nepietiekama sūkalu sinerēzes kontrole – sinerēze jāveicina ar iespējamām paņēmieniem
Tauku piegārša	Sviestskābes baktēriju klātbūtne	Rūpīga izejvielas atlase. Veikt pasākumus sviestskābes baktēriju darbības nomākšanai
	Gaismas un gaisa skābekļa ietekmē notikušas tauku pārvērtības	Novērst tiešas gaismas nokļūšanu uz sieriem. Piena slaukšanas, sūknēšanas un transportēšanas laikā censties kavēt gaisa iekļūšanu pienā

1	2	3
	Kavēta pienskābā rūgšana	Regulēt un kontrolēt pienskābo procesu graudu apstrādes laikā ar iepriekš minētiem paņēmieniem
Biezpiena garša	Pienam paaugstināts skābums, pārāk intensīvs pienskābais process graudu apstrādes laikā. Zemas nogatavināšanas temperatūras	Tie paši, kas skābas garšas gadījumā
Ķīmikāliju piegarša, aromāts	Pārāk daudz pienam pievienots salpetris, $\text{CaCl}_2$	Ievērot noteiktas devas
	Pārāk lielas mazgāšanas un dezinfekcijas līdzekļu devas, iekārtas mazgājot, vai nepietiekama skalošana pēc tam	Rūpīgi kontrolēt iekārtu mazgāšanu un dezinficēšanu
	Sieru uzglabāšana vai transportēšana kopā ar ķīmikālijām	Ķīmikālijas ar izteiktu aromātu neturēt sieru tuvumā

## Konsistences defekti

Cieta	Pārāk intensīva sūkalu sinerēze. Paaugstināta otrās uzsildīšanas temperatūra. Ilga graudu apstrāde	Jāveic visi iespējamie sūkalu sinerēzes regulēšanas pasākumi. Ūdens un sāls pievienošana siera graudiem. Stingri jāievēro visi tehnoloģiskā procesa parametri
	Zemo nogatavināšanas temperatūru un lielā sāls satura dēļ kavēta olbaltumvielu hidrolīze	Jāievēro nogatavināšanas un sāļšanas režīmi
Drupena	Piens ar paaugstinātu skābumu, pārāk intensīva pienskābā procesa rezultātā no olbaltumvielām atšķēlies daudz kalcija	Tie paši, kas skābas garšas gadījumā. Ūdens un sāls pievienošana siera graudiem
Gumijota	Kavēts pienskābais process, tā rezultātā siera masā paliek par daudz ar olbaltumvielām saistīta kalcija	Stingra izejvielas atlase. Veikt iepriekš vairākkārt minētos pasākumus pienskābās rūgšanas aktivizēšanai, sākot no piena nogatavināšanas
Plaisas sierā	Biežāk defekts ir sieriem ar augstu siera masas apstrādes temperatūru. Paaugstināts siera skābums, pārāk intensīvs pienskābais process graudu apstrādes laikā un masa nav saistīga (kalcijš daudz atdalījies)	Tie paši, kas skābas garšas gadījumā Vēl – nepieļaut krasas temperatūras svārstības, sieru pārvietojot
	Pārāk sausi graudi	Kavēt sūkalu sinerēzi
	Sviestskābes baktēriju klātbūtne, arī citu gāzu radošu baktēriju klātbūtne – gāzēm uzkrājoties pārskābētā masā, rodas plaisas, nevis "acis"	Stingra izejvielas atlase. Sanitāro noteikumu ievērošana
Smērīga, biežpienveidīga	Sieriem nepiemērots piens, nenogatavināts piens. Sieriem pēc preses paaugstināts ūdens saturs (tātad arī laktozes saturs). Augstas nogatavināšanas temperatūras	Sk., kā rīkoties līdzīgu cēloņu gadījumā

1	2	3
Pārāk mīksta	Sieram nepiemērots, nenogatavināts piens. Sieriem pēc preses paaugstināts ūdens saturs. Augstas nogatavināšanas temperatūras	Sk., kā rīkoties līdzīgu cēloņu gadījumā. Veicināt sūkalu sinerēzi
Mīkstiemi sieriem centrā biežpienveidīgs kodols	Nepilnīga nogatavināšana. Nepietiekama gļemes vai pelējuma attīstība uz siera virsmas	Pienskābā procesa regulēšana Nogatavināšanas režīmu ievērošana Pareiza sieru apkopšana Nogatavināšanas paildzināšana

## Acojuma defekti

Nav acojuma	Aromātveidotāju baktēriju (maziem sieriem) vai propionskābes baktēriju (lieliem sieriem) vāja attīstība. Nenogatavināts piens. Mazaktīvs un izmainīta sastāva ieraugs. Zemas nogatavināšanas temperatūras	Ierauga kontrole. Piena nogatavināšana, ierauga aktivizēšana Siera nogatavināšanas režīmu ievērošana
Rets, sīks acojums	Pienam paaugstināts skābums. Pārskābēts, pārsālīts siers. Zemas sieru sāļšanas un nogatavināšanas temperatūras	Sk., kā rīkoties līdzīgu cēloņu gadījumā
Sietveida, sūkļveida acojums	Nekvalitatīvs piens – piesārņots ar gāzes radošām baktērijām. Inficēšanās ar zarnu grupas baktērijām tehnoloģiskā procesa laikā	Izejvielas stingra atlase. Pasterizācijas režīma ievērošana. Sanitāro noteikumu ievērošana
Agrā uzpūšanās	Zarnu grupas baktēriju darbība	Sk. "Sūkļveida acojums"
Vēlā uzpūšanās	Sviestskābes baktēriju darbība	Izejvielu stingra atlase. Sviestskābes baktēriju darbības kavēšana
Neregulāras formas acojums sieriem, kuri veidoti no slāņa	Graudus ar sūkalām novadot uz slāņa veidošanas iekārtu, maisījumā iekļuvjis gaiss, siera graudi atdzisuši. Sūkalas novadītas, pirms siera slānis ir zem spiediena. Telpā zema temperatūra	Siera slāņa veidošanas noteikumu un apstākļu ievērošana

## Siera masas un krāsas defekti

Bāla krāsa	Sieri gatavoti no ziemas perioda piena. Pārāk skābi vai pārsālīti sieri	Ziemā – krāsvielu pievienošana. Tehnoloģisko režīmu ievērošana.
Nevienmērīga krāsa (balti plankumi)	Iepresētas sūkalas: nevienmērīga siera graudu nosusināšana; paaugstināts spiediens presēšanas sākumā, pavirša sāļšana	Nepieļaut siera graudu piciņu veidošanos apstrādes laikā Presēšanas un sāļšanas režīmu ievērošana
Balta siera virskārta	Pārāk augsta sāļjuma koncentrācija vai siers apbērts ar sāli, tādēļ siera virskārta zaudē daudz ūdens	Jāievēro sāļšanas noteikumi

## Ārējā izskata defekti

Deformēti, nevienādi sieri	Pavirša sieru veidošana un presēšana. Nepietiekama sieru apgrozīšana nogatavināšanas laikā. Augsta nogatavināšanas temperatūra	Rūpīgs darbs un tehnoloģisko režīmu ievērošana
----------------------------	--	--

1	2	3
Birstošs parafins	Sieri nepietiekami apžāvēti, nav izveidota siera miza. Parafinēts auksts siers. Zema parafinēšanas temperatūra. Parafinēti sieri uzglabāti telpā, kuras relatīvais gaisa mitrums virs 85%	Tehnoloģisko režīmu ievērošana
Plaisas siera virskārtā	Pārāk intensīva siera apžāvēšana. Nogatavināšanas telpā mazs gaisa mitrums, caurvēji. Pārāk sausi graudi (tiem nav lipīguma). Mazs presēšanas spiediens	Tehnoloģisko režīmu ievērošana. Uzmanīga siera pārvietošana pēc presēšanas, sāļšanas
Zemzīvas pelējums	Nepietiekami nobīvēta siera virskārta	Ievērot vajadzīgo presēšanas spiedienu. Pareiza sieru apkopšana nogatavināšanas laikā
Sapelējuši sieri	Pavirša sieru apkopšana	Pareiza siera apkopšana
Krāsaini plankumi uz sieriem	Paaugstināts gaisa mitrums nogatavināšanas telpā. Pavirša nogatavināšanas telpu tīrīšana	Nogatavināšanas telpu, konteineru, dēlīšu rūpīga mazgāšana un dezinfekcija
Pārāk intensīva virsmas mikrofloras attīstība attiecīgiem sieriem	Kavēta pienskābā procesa attīstība	Sk. iepriekš minētos pasākumus pienskābās rūgšanas aktivizēšanai
	Nekvalitatīvs sāļjums	Sāļjuma kvalitātes pārbaude. Sāļjuma pasterizācija vai nomaīņa
	Palielināts ūdens saturs sieros pēc preses	Jāveicina sūkalu sinerēze
	Nav ievēroti nogatavināšanas režīmi – temperatūra un gaisa relatīvais mitrums	Uzturēt kamerā siera šķirnei atbilstošu režīmu
	Pavirša siera apkopšana nogatavināšanas laikā	Nogatavināšanas telpu, konteineru, dēlīšu mazgāšana un dezinfekcija. Jāuzlabo nogatavināšanas telpu ventilācija

Biežāk sastopamie piena konservu defekti

Defekts 1	Cēloņi 2
	<i>Iebiezināti konservi</i>
Produkta noslāņošanās	Pārāk maza viskozitāte iebiezinātiem konserviem ar cukuru; nepietiekami efektīva homogenizācija
Iebiezinātu konservu ar cukuru sabiezēšana	Izejvielai izmainīts ķīmiskais sastāvs; nav ievēroti normalizēta maisījuma termiskās apstrādes režīmi; paaugstināta gatavā produkta uzglabāšanas temperatūra
Miltaina vai smilšaina konsistence iebiezinātiem konserviem ar cukuru	Nav ievērots iebiezināta produkta dzesēšanas režīms
Pārslu, piciņu vai gēla veidošanās iebiezinātā sterilizētā pienā.	Termoneizturīga piena pārstrāde; sporas veidojošo mikroorganismu attīstība, ja produkts vienlaicīgi iegūst skābu vai rūgtu garšu.
Rūgtena garša	Pārāk ilgi uzglabājot nepasterizētu pienu vai nenovēršot pasterizēta piena inficēšanos ar mikrofloru, notikusi tauku hidrolīze lipāzes ietekmē.
Netīra garša	Notikusi daļēja olbaltumvielu hidrolīze nepietiekami pasterizētā pienā
Uzglabāšanas laikā paliek tumšāka produkta krāsa.	Produktu uzglabājot temperatūrā virs 20 – 25 °C, veidojas melanoīdīni
Taras uzpūšanās (bombāža)	Produkts inficēts ar osmofiliem raugiem vai sporas veidojošiem mikroorganismiem
Neistā bombāža	Termiska produkta izplešanās un saraušanās, krasi svārstoties temperatūrai uzglabāšanas laikā
Pelēšana un "pogu" veidošanās	Produkts inficēts ar pelējumiem
	<i>Sausie konservi</i>
Piedegušas daļiņas	Nav ievērots kaltēšanas režīms
Tauku piegārša vai rūgtena garša	Vajadzīgo tehnoloģisko procesu parametru neievērošana homogenizācijas vai termiskās apstrādes laikā, tādēļ daļa tauku lodīšu zaudējušas apvalciņus un izveidojušies "brīvie" tauki; šādi tauki vieglāk oksidējas, sevišķi, ja netiek ievērots attiecīgais produkta uzglabāšanas režīms vai nav kvalitatīvs iesaņojums
Sasmakusi, netīra piegārša	Sākusies produkta bojāšanās (olbaltumvielu hidrolīze u.c.), jo produktam uzglabāšanas laikā palielinājies mitrums vai ir fasēts nepietiekami atdzesēts produkts
Palēnināta, samazināta šķīdība	Palielināts "brīvo" tauku daudzums; produktam uzglabāšanas laikā palielinājies mitrums; pārāk augsta kaltēšanas un uzglabāšanas temperatūra



## Biežāk sastopamie kazeīna defekti

Defekts	Cēloņi
Palielināts tauku saturs	Nepilnīgi noseparēti tauki
Paaugstināts skābums	Nepietiekams graudu mazgāšanas ilgums vai ūdens daudzums šai operācijai
Palielināts minerālvielu daudzums skābes kazeīnam	Nepietiekams reaģenta daudzums kazeīna koagulācijai un nepilnīga graudu mazgāšana
Pazemināts minerālvielu daudzums fermentu kazeīnam	Pārstrādāts piens ar paaugstinātu (virs 22 °T) skābumu
Palielināts mitrums	Nepietiekami izkaltēts produkts vai tas uzglabāts telpās ar paaugstinātu mitrumu
Brūngana nokrāsa	Kaltēšana paaugstinātā temperatūrā vai pārāk ilgstoša produkta atrašanās kaltē

## Biežāk sastopamie kazeinātu defekti

Defekts	Cēlonis
Pazemināts olbaltumvielu saturs	Kazeīna šķīdināšana pie pārāk augsta pH (virs 7,2) vai ražošanā izmantots kazeīns ar palielinātu tauku, minerālvielu un laktozes saturu
Brūngana nokrāsa	Ilgstoša (virs 1 h) šķīduma izturēšana vai kaltēšana augstās temperatūrās

# LITERATŪRA

1. Cheesemaking: from science to quality assurance/ edited by Andre Eck & Jean-Claude Gillis.; translated by Gaelle Davies. - 2<sup>nd</sup> ed., revised and enlarged.-Londres [etc.]: Intercept, 2000.- XXXI, 831 p.
2. Dairy Technology: principles of milk properties and processes/ P.Walstra, T.J.Geurts, A.Noomen [et al.]. - New York; Basel: Marcel Dekker, 1999. - XV, 727 p.
3. Spreer, Edgar. Technologie der Milchverarbeitung/ Edgar Spreer. - 7. Aufl., neubearb. und aktualisierte. - Hamburg: Behr's, 1995. - 571 S.
4. Dairy processing handbook.-Lund: Tetra Pak Processing Systems AB, 1995. - 436 p.
5. Milk Quality/ edited by F.Harding. - London: Blackie Academic and Professional, 1995. - XII, 166 p.
6. Milk and Milk Products: Technology, Chemistry and Microbiology/ A.H.Varnam, J.R.Sutherland. - London: Chapman & Hall, 1994. - 451 p.
7. Dairy science and technology // edited by Y.H.Hui. - [ New York etc.]: VCH, 1993. - Vol. 1,2, 3.
8. Alais, Charles . Food biochemistry/Charles Alais and Guy Linden. - New York etc. : Ellis Horwood, 1991. - 222 p.

**Lilita Ozola, Inga Ciproviča**

## **PIENA PĀRSTRĀDES TEHNOLOĢIJA**

Pasūtījuma Nr 101. Tirāža 300 eks.

Iespīests ŪZZI tipogrāfijā

Dobeles ielā 43, Jelgavā. Tālrunis/fakss: 3022120

n-  
es

a,

l.,

o.

al,

n,

-

:



LATVIJAS NACIONĀLA BIBLIOTEKA



0302018489

**OBLIGĀTAIS  
EKSEMPĻĀRS**

3. —

2002-4

L 83