



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА РК

AGRO/bilim.kz

**NASEC**  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ  
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

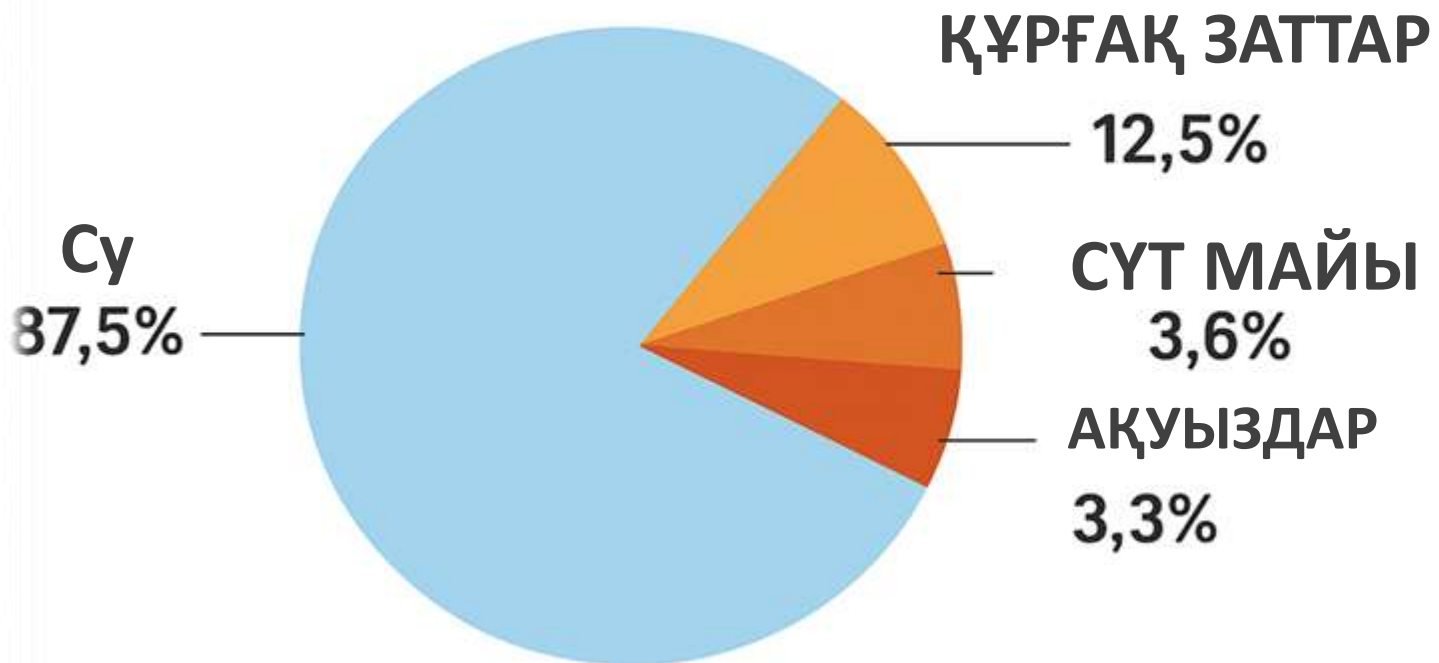


# Сүт шикізаты үшін вакуумды буландыру технологиясын таңдау: критерийлер және салыстырмалы талдау

Дукенбаев Д. К., "8D07101-Технологиялық машиналар  
мен жабдықтар" ББ докторанты



# СҮТТИҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ



# Сүттің негізгі компоненттері

## Су

Сүттің негізгі құрамдас бөлігі болып табылады, орта есеппен оның көлемінің 87,5%-на дейінін құрайды. Су көптеген құрамдас бөліктер үшін еріткіш қызметін атқарады және сүттің сұйық консистенциясын анықтайды. Ол еркін және байланысқан күйде болады, бұл оның физикалық қасиеттеріне, мысалы, қату және қайнау температурасына әсер етеді. Судың жоғары мөлшері сүтті жеңіл сіңірілетін өнім етеді, бірақ сонымен қатар дұрыс сақталмаған жағдайда оның тез бұзылуына әкеледі.

## Құрғақ заттар

Қалған 12,5% құрғақ заттарға тиесілі, олардың құрамына майлар, ақуыздар, көмірсулар, минералды заттар, дәрумендер, ферменттер мен гормондар кіреді. Дәл осы құрамдас бөліктер сүтке оның тағамдық құндылығын және функционалдық қасиеттерін береді. Құрғақ заттардың судың мөлшеріне қатынасы сүттің табиғилығы мен сапасының маңызды көрсеткіші болып табылады.

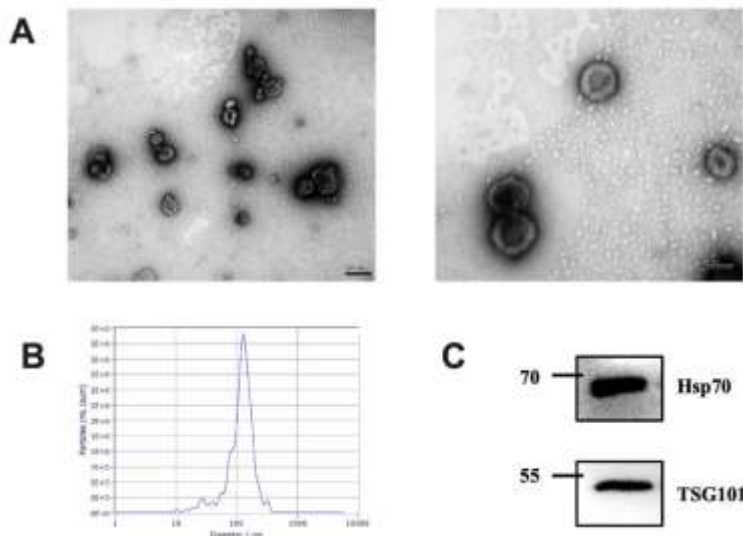


СОДЕРЖАНИЕ МИКРОНУТРИЕНТОВ В КОРОВЬЕМ ЦЕЛЬНОМ МОЛОКЕ (3.3% жирности)

Витамины	Кол-во на литр	Минералы	Кол-во на литр
A (МЕ)	1299,5	Кальций (мг)	1277,3
B1 (мг)	0,39	Хлорин (мг)	1031,36
B2 (мг)	1,67	Медь (мг)	0,1
B3 (мг)	0,87	Йод (мкг)	237,21
B6 (мг)	0,43	Железо (мг)	0,52
B12 (мг)	3,68	Магний (мг)	138,2
Биотин (мкг)	19,6	Марганец (мг)	0,04
C (мг)	9,69	Молибден (мкг)	20,63
D (МЕ)	41,25	Фосфор (мг)	963,28
E (МЕ)	1,54	Калий (мг)	1567,66
Фолаты (мкг)	61,57	Селен (мкг)	15,47
K (мг)	41,25	Натрий (мг)	505,36
Пантотенаты (мг)	3,24	Цинк (мг)	3,92

Источник: Генезис 6,01, ESHA Research, 1997

## Сүт ақуыздары



Сүт ақуыздары, олардың мөлшері шамамен 3,3%-ды құрайды, аминқышқылдардан тұратын күрделі жоғары молекулалы қосылыстар болып табылады. Сүт адам ағзасына қажетті 20 аминқышқылдың барлығын, соның ішінде 8 алмастырылмайтын аминқышқылды қамтиды, бұл сүт ақуыздарын биологиялық жағынан толық құнды етеді. Сүт ақуыздарының негізгі фракциялары — казеиндер (шамамен 80%) және сарысу ақуыздары (шамамен 20%). Казеиндер мицеллалар түзеді, олар сүтке ақ түсті рең береді және ірімшік пен сүзбе өндірісінде коагуляция процесіне қатысады. Альбуминдер мен глобулиндер сияқты сарысу ақуыздары жоғары биологиялық белсенділікке ие. Сүт ақуыздарының құрамы тұрақты емес және мал тұқымына, лактация кезеңіне және жемнің сапасына байланысты өзгереді.

## Сүт майы

Сүт майы — сүттің ең құнды және жоғары энергиялы құрамдас бөліктерінің бірі, ол орта есеппен 3,6%-ды құрайды. Оның негізін глицерин мен әртүрлі май қышқылдарынан түзілген триглицеридтер құрайды. Сүт майының ерекшелігі — құрамындағы май қышқылдарының әртүрлілігінде: қаныққан және қанықпаған, қысқа және ұзын тізбекті қышқылдар, бұл оған ерекше тағамдық құндылық пен жеңіл сіңірілгіштік береді. Май сүтте майда түйіршіктер (глобулдар) түрінде болады, оларды белокты-лецитинді қабықшалар қоршап тұрады, бұл олардың бірігуіне жол бермейді және май эмульсиясының тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Бұл құрамдас бөлік сүт өнімдерінің дәмін, иісін және консистенциясын қалыптастыруда маңызды рөл атқарады, сондай-ақ сары май, кілегей және басқа да көптеген өнімдерді өндіру үшін негізгі шикізат болып табылады.



## Көмірсулар (Лактоза)

Сүттің негізгі көмірсуы – дисахарид лактоза немесе сүт қанты, оның мөлшері шамамен 4,7%-ды құрайды. Лактоза екі моносахаридтен – галактоза мен глюкозадан тұрады. Ол сүтке сәл тәтті дәм береді және энергияның маңызды көзі болып табылады. Сүт өнеркәсібінде лактоза сүтқышқылды бактериялар үшін негізгі субстрат ретінде маңызды рөл атқарады. Ашыту процесінде бұл бактериялар лактозаны сүт қышқылына дейін ашытады, нәтижесінде сүт ашып, айран, йогурт, қатық және ірімшік сияқты өнімдер түзіледі. Бұл процесс өнімдердің дәмдік қасиеттерін және сіңімділігін жақсатып қана қоймай, олардың сақтау мерзімін де ұзартады. Лактаза жеткіліксіздігі бар адамдар үшін лактоза жайсыздық тудыруы мүмкін, сондықтан лактозасыз сүт өнімдері жасалып шығарылды.



## Минералды заттар

Сүттің құрамында 0,7%-дан 0,8%-ға дейін минералды заттар бар, олар 50-ден астам элементпен ұсынылған. Негізгі макроэлементтерге кальций (Ca), фосфор (P), калий (K), натрий (Na), магний (Mg) және хлор (Cl) жатады. Әсіресе кальций мен фосфор тұздары сүйек тінінің қалыптасуында және ферменттік жүйелердің жұмысында шешуші рөл атқарады. Сонымен қатар сүт микроэлементтерге де бай: темір (Fe), мыс (Cu), марганец (Mn), мырыш (Zn), кобальт (Co), йод (I). Олар микрограммдық мөлшерде кездесіп, ақуыздармен және май түйіршіктерімен байланысады, биологиялық белсенді қосылыстардың, дәрумендер мен гормондардың құрамына кіреді және олардың қызметін белсендіреді. Минералдық құрам адам денсаулығы үшін өте маңызды, бірақ ауыр металдармен немесе басқа элементтердің артық мөлшерімен ластану өнімнің сапасы мен қауіпсіздігін төмендетуі мүмкін.

# Биологиялық белсенді қосылыстар: Ферменттер, Дәрумендер және Гормондар



## Ферменттер

Ферменттер немесе энзимдер – сүттегі биохимиялық реакцияларды жеделдететін ақуыздық табиғаты бар биокатализаторлар. Сүттің құрамында әрқайсысы белгілі бір функцияны атқаратын көптеген ферменттер болады. Мысалы, липаза майларды, протеаза ақуыздарды, ал лактаза лактозаны ыдыратады. Кейбір ферменттер, мысалы, фосфатаза, сүт өнеркәсібінде пастерлеудің тиімділігін көрсеткіш ретінде қолданылады. Ферменттердің белсенділігі сүттің сақтау мерзіміне және сүт өнімдерінің сапасына әсер етуі мүмкін.



## Дәрумендер

Сүт – ағзаға қажетті дәрумендердің дерлік барлығының құнды көзі. Оның құрамында майда еритін дәрумендер (A, D, E) бар, олар көру қабілеті, иммундық жүйе және сүйек саулығы үшін маңызды. Сонымен қатар сүтте суда еритін B тобының дәрумендері (B1, B2, B6, B12), никотин қышқылы (PP) және C дәрумені кездеседі. Бұл дәрумендер зат алмасу процестерінде, энергия алмасуында және ағзаның жалпы саулығын сақтауда негізгі рөл атқарады. Сүттегі дәрумендердің мөлшері маусымға, малдың рационына және оның денсаулығына байланысты өзгеріп отырады.



## Гормондар

Сүттің құрамында аздаған мөлшерде гормондар болады. Олар эндогендік (малдың өз ағзасында түзілетін – тироксин, пролактин, окситоцин, инсулин) және экзогендік (өнімділікті арттыру үшін ветеринарияда қолданылатын гормондық препараттардың қалдықтары) болуы мүмкін. Гормондар жануардың қанынан сүтке өтеді. Олардың сүттегі мөлшері өнімнің қауіпсіздігі мен сапасын қамтамасыз ету мақсатында, әсіресе халықаралық реттеу талаптары тұрғысынан, зерттеулер мен бақылаулардың нысаны болып табылады.

# Сүттің физика-механикалық қасиеттері

## Сүттің беткі керілуі

Сүттің беткі керілуі 10 °C температурада 0,045 Н/м құрайды және температура артқан сайын төмендейді

## Тығыздық

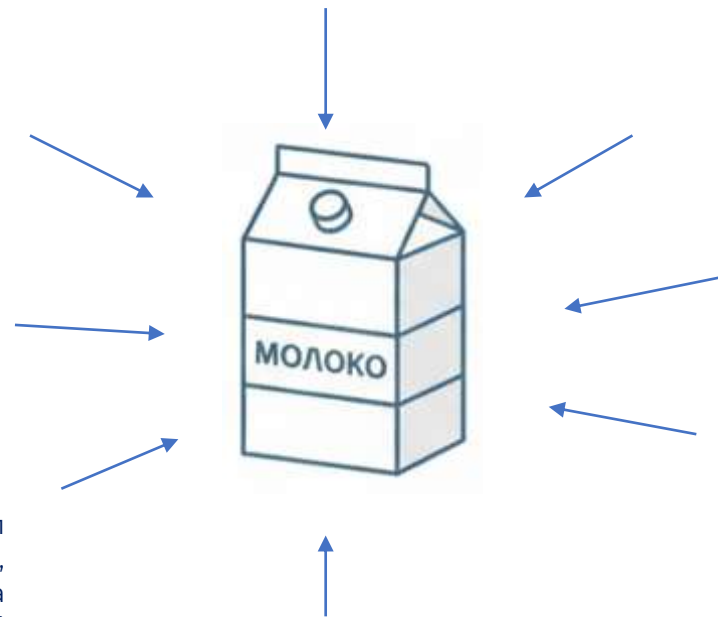
Бұл шаманы 20°C-тағы сүт массасының 4°C-тағы сол көлемдегі судың массасына қатынасы арқылы анықтайды.

## Электрөткізгіштік

Заттың электр тоғын өткізу қасиеті. Ол ерітіндідегі иондар санына, тұтқырлығына, температурасына және басқа да факторларға байланысты. Сүттің меншікті электрөткізгіштігі 0,46 См/м-ге тең

## Температура

Сүттің қайнау температурасы атмосфералық қысымда 100,2 °C-қа тең. Сүттің қату температурасы  $-0,505...-0,555$  °C; оған 1% су қосқанда қату температурасы орта есеппен 0,005 °C-қа жоғарылайды.



## Осмостық қысым

Бұл параметр сүтте еріген тұздар мен лактоза мөлшеріне байланысты. Сүттегі лактоза мөлшерінің артуы оның осмостық қысымын жоғарылатады

## Тұтқырлық

Сүттің динамикалық тұтқырлығы 8 °C температурада  $2,72 \cdot 10^{-3}$  Па·с (сантопуаз) құрайды; сүттің температурасы 80 °C-қа дейін көтерілгенде ол 5,2 есе төмендейді.

## Жылуөткізгіштік

Бір градус температура айырмашылығы кезінде бірлік беттік аудан арқылы жылуды өткізудің қасиеті

## Жылу сыйымдылығы

Сүттің температурасын бір градусқа өзгертуге жұмсалатын жылу мөлшеріне тең.

# Сүт сапасының негізгі көрсеткіштері



## Белсенді қышқылдылық (рН)

Сутегі иондарының концентрациясын көрсетеді және сүттің жаңалығын сипаттайды.



## Тығыздық

Ареометр арқылы өлшенеді, құрғақ заттар, әсіресе белоктар мен ҚМСҚ мөлшеріне тәуелді. Толық сүт үшін нормасы 1027–1033 кг/м<sup>3</sup>.



## Микроорганизмдер мен обсеменденуі

Сүттің санитарлық жағдайын сипаттайтын көрсеткіш. Микроорганизмдердің жоғары мөлшері, жинау немесе сақтау барысында гигиеналық талаптардың бұзылғанын көрсетеді, бұл сүттің сапасы мен қауіпсіздігін айтарлықтай төмендетеді.



## Ингибирлеуші заттар

Дезинфекция құралдарының немесе басқа заттардағы микроорганизмдердің өсуін тежейтін антибиотиктердің қалдықтары.

# Сүт өнімдерінің классификациясы

- ішетін сүт және қаймақ;
- қышқыл сүт өнімдері;
- сиыр майы (сары май және қаймақ майы);
- ірімшіктер (ішкі ферменттік және қышқыл сүтті);
- сүт консервілері (қоюлатылған) және құрғақ сүт өнімдері;
- балмұздақ.

# Өңдеу дәрежесі мен түріне байланысты

- Шикі сүт;
- Ішетін сүт;
- Толық сүт;
- Нормаланған сүт;
- Қалпына келтірілген сүт

## Термиялық өңдеу түріне қарай бөлінеді

- Қайнатылған сүт;
- Пастеризацияланған
- Ультрапастеризацияланған
- Стерильденген;

## Сүттегі майдың массалық үлесіне байланысты бөлінеді

- майсызданған (0,1% төмен);
- майсыз (0,3-1%);
- аз майлы (1,2-2,5%);
- классикалық (2,7-4,5%);
- майлы (4,7-4,7%);
- жоғары майлы (7,2% жоғары);

# Қоюлатылған сүт өндірісінің жаһандық және өңірлік үрдістері

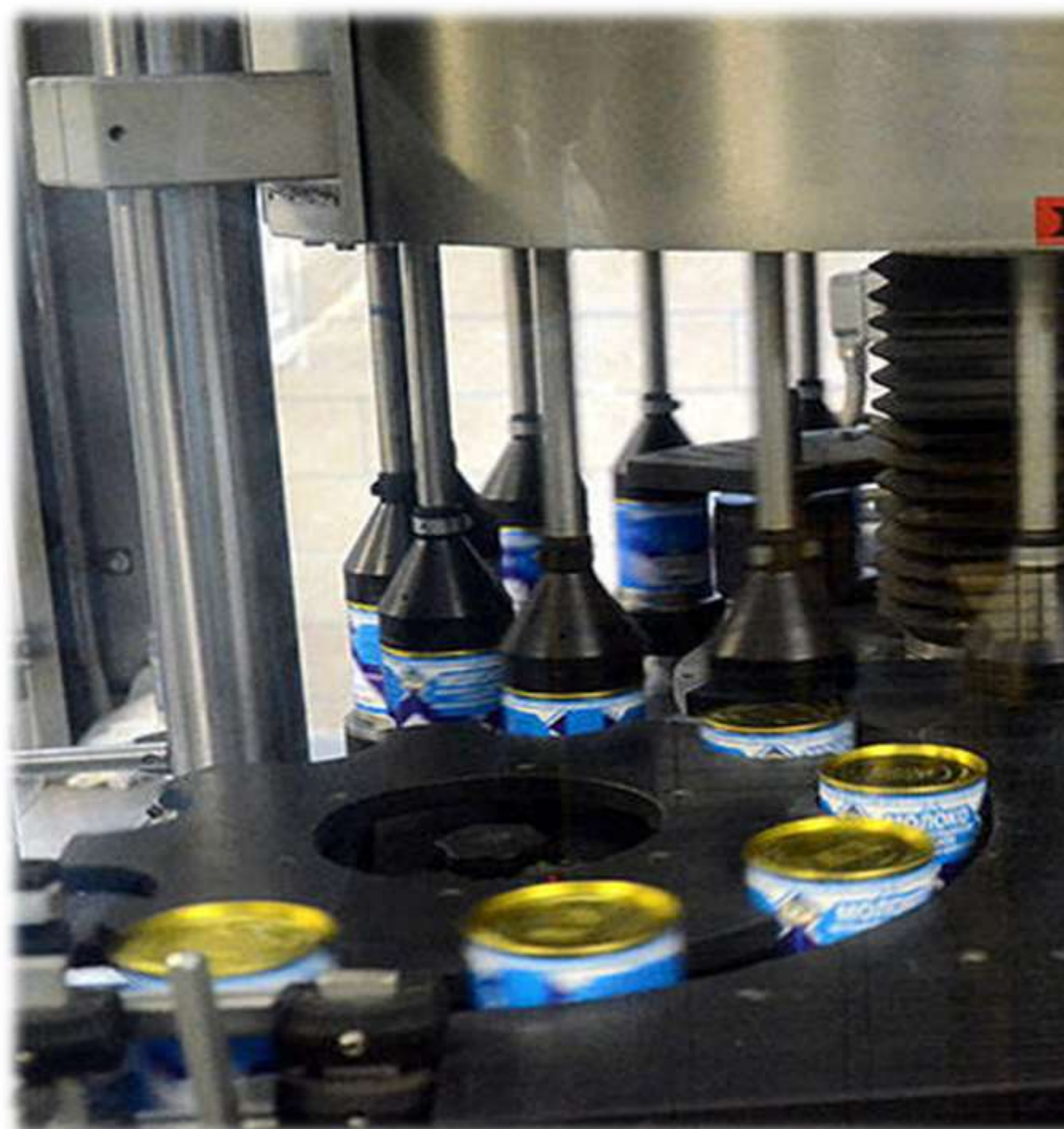
Көрсеткіш	Мәні
Әлемдік нарық көлемі (2024 ж.)	7,5 млрд АҚШ долл.
Әлемдік нарық болжамы (2034 ж.)	11,7 млрд АҚШ долл.
Орташа жылдық өсім қарқыны	4,6%
Нарық көшбасшысы (2024 ж.)	Еуропа — жалпы табыстың 34,3%

## ТМД елдеріндегі сүт өндірісі (қаңтар–маусым 2025 ж.)

Ел	Көлемі, млн т	2024 ж. салыстырғанда өзгеріс
Ресей	16,9	+0,3%
Беларусь	4,6	+0,9%
Қазақстан	1,85	+0,7%
Қырғызстан	0,86	+2,4%
Тәжікстан	0,44	+0,5%
Барлығы ТМД бойынша	31,8	+1,7%

# Қазақстанда сүт өндірісі мен қою сүт сегментінің дамуы





## Қоюландырылған сүт өндірісі

Сүтті қоюландыру процесі — бұл сүттің құрамындағы ылғалдың бір бөлігін (әдетте вакуумда буландыру арқылы) жою, нәтижесінде құрғақ заттардың (ақуыздар, майлар, көмірсулар, тұздар) концентрациясы артады. Қант қосылған қоюландырылған сүт өндірісінде қосымша сахароза енгізіледі, ол осмостық қысымды жоғарылатып, консервілеуші әсер береді.

# Қоюландырылған сүт өндірісінің технологиялық сызбасы



Ақуыздардың денатурациясы мен агрегациясы

Тұздық тепе-теңдіктің өзгеруі

Май эмульсиясының модификациясы

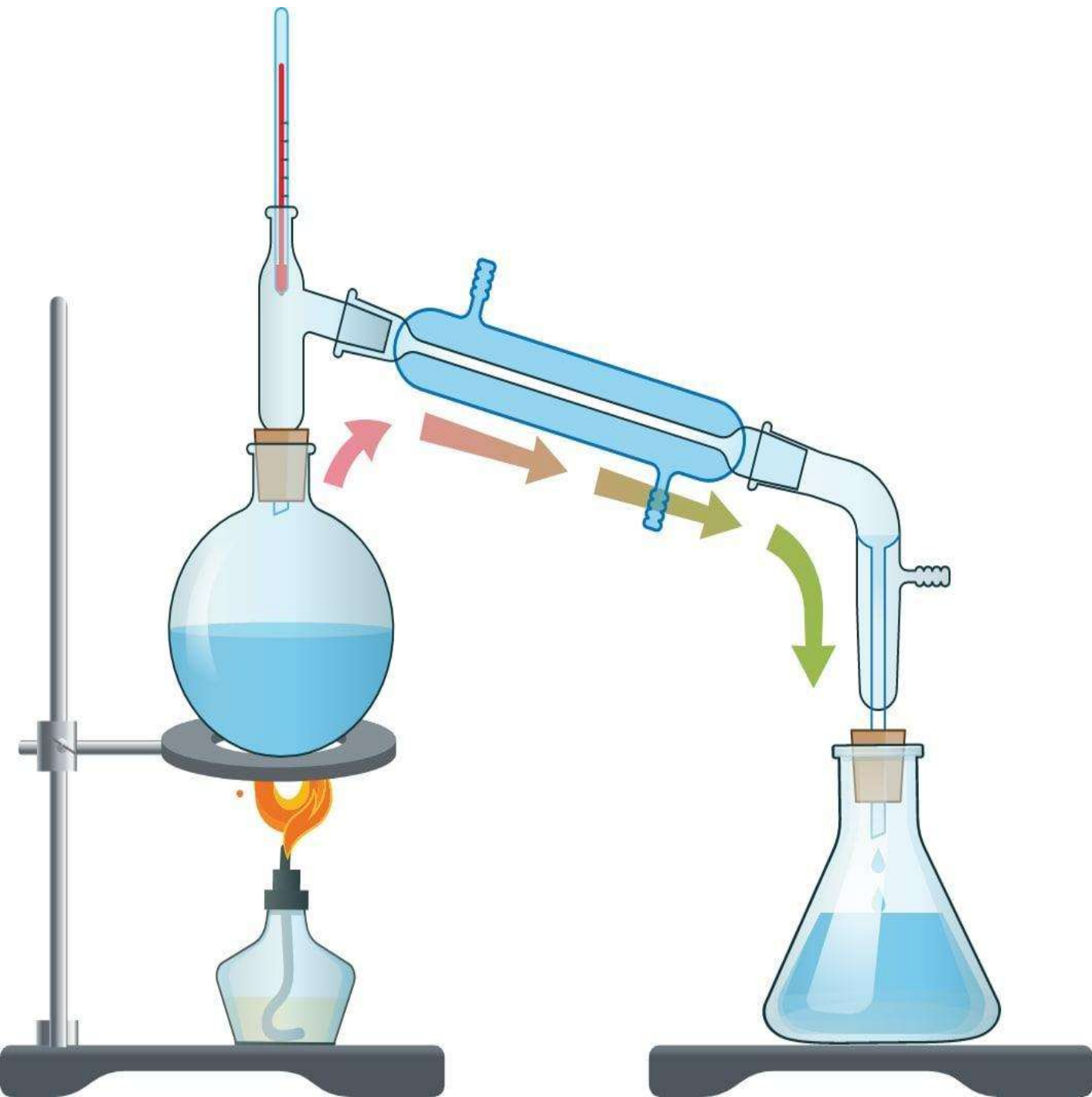
Сүтті қоюландыру кезіндегі физика-химиялық өзгерістер

Майлардың гидролизі

Салқындату кезінде лактозаның кристалдануы

Меланоидин түзілу реакциялары (сақтау кезінде қараю)





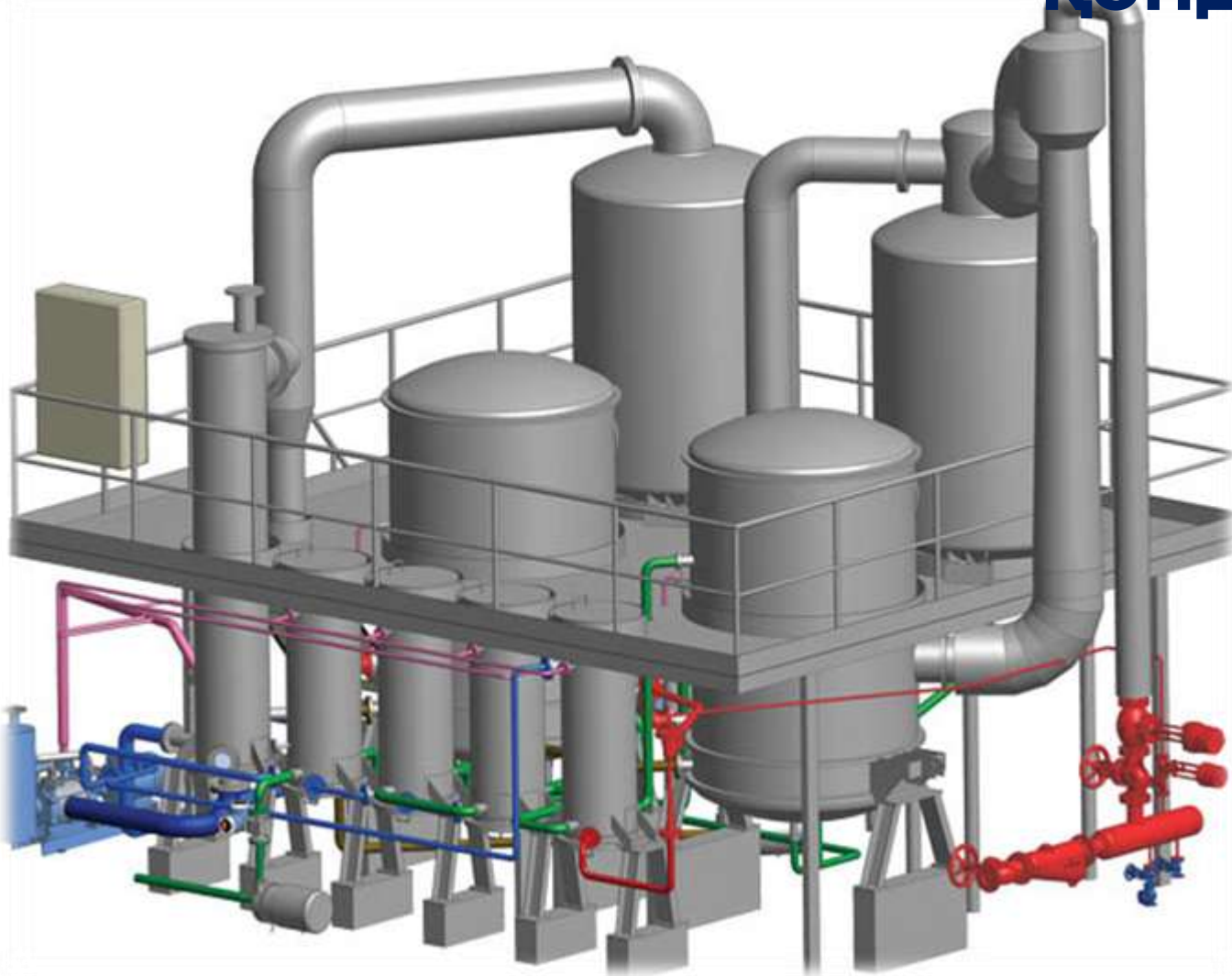
**Буландыру** – еріткішті (көбінесе суды) буға айналдыру арқылы оны жою және еріген заттардың концентрациясын арттыру процесі. Буландыру процесі – бұл сұйық ерітінділерді бөлу әдісі, онда жүйеден еріткіштің бір бөлігі оның булануы есебінен шығарылады. Нәтижесінде құрғақ заттардың мөлшері артып, ерітінді қоюырақ күйге өтеді. Көбінесе еріткіш ретінде су қолданылады.



## **Вакуумдық буландыру қондырғысы**

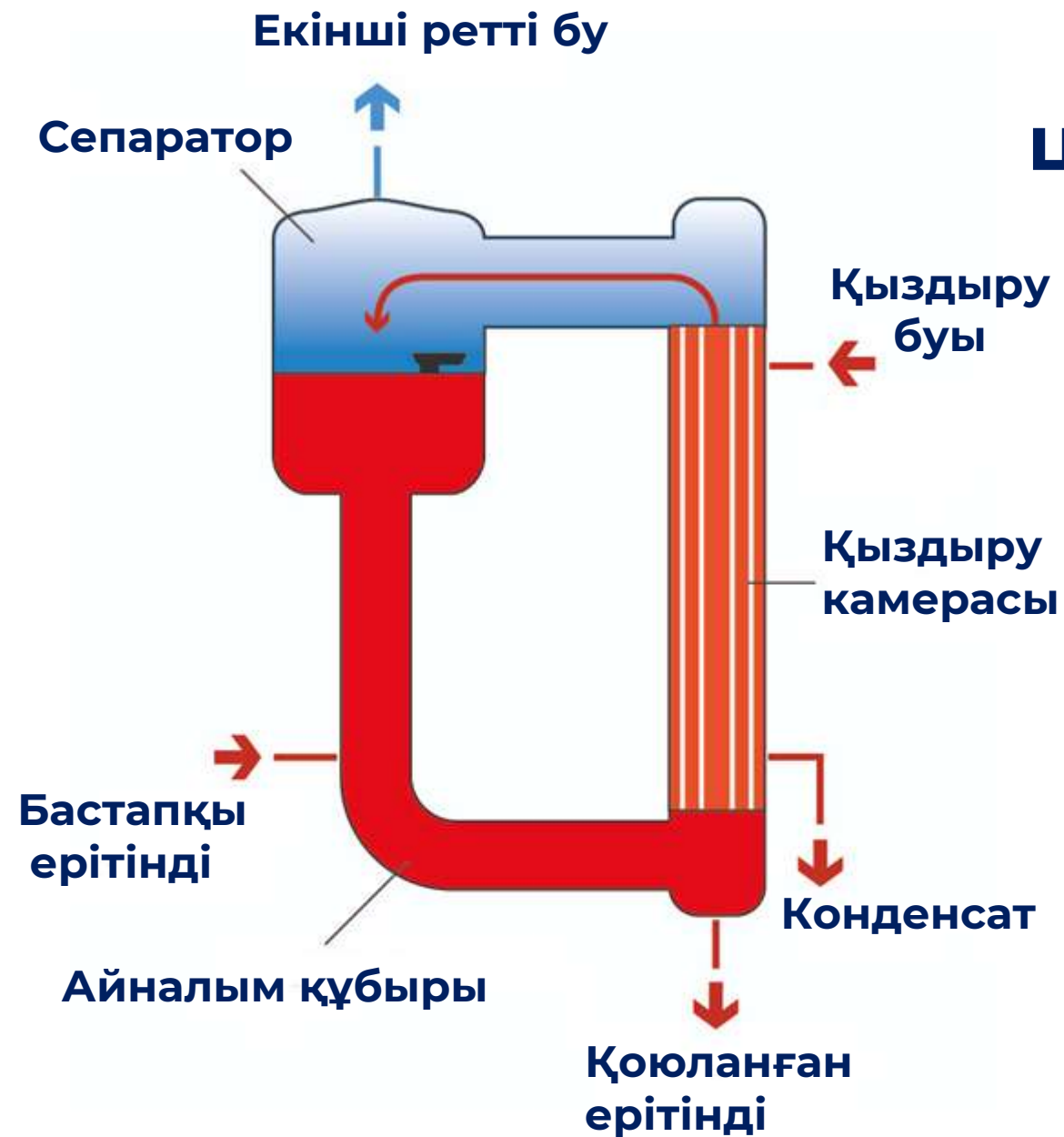
Вакуумдық буландыру қондырғысы – бұл тот баспайтын болаттан жасалған, герметикалық цилиндрлік ыдыс. Ол араластырғыш құрылғысы бар жетекпен, жылу тасығышы жүретін жылу қабықшасымен және вакуумдық сорғымен жабдықталған. Аппарат сұйық тағам өнімдерін төмен қысымда ылғалды жою арқылы қоюлатуға арналған. Қайнау температурасының төмендеуі өнімдерді артық қыздырусыз және сапасын жоғалтпай өңдеуге мүмкіндік береді. Артықшылықтары: дәмін, иісін, дәрумендерін сақтау. Сүт, шырын, спирт және фармацевтика өнеркәсібінде қолданылады.

# Вакуумдық буландыру қондырғыларының жіктелуі



Критерий	Вариант
Корпустар саны	бір корпусты/көп корпусты
Жұмыс режимі	мерзімді әрекетті, үздіксіз әрекетті
Қыздыру бетінің түрі	құбырлы, пластиналы
Қыздыру агенті	Су, су буы, аммиак буы, фреон.
Екінші ретті буды пайдалану	Пайдаланбайтын/ пайдаланатын
Өнімнің қозғалысы	Циркуляциялық/ пленкалық

# Ерітіндінің табиғи циркуляциялы буландыру қондырғысы



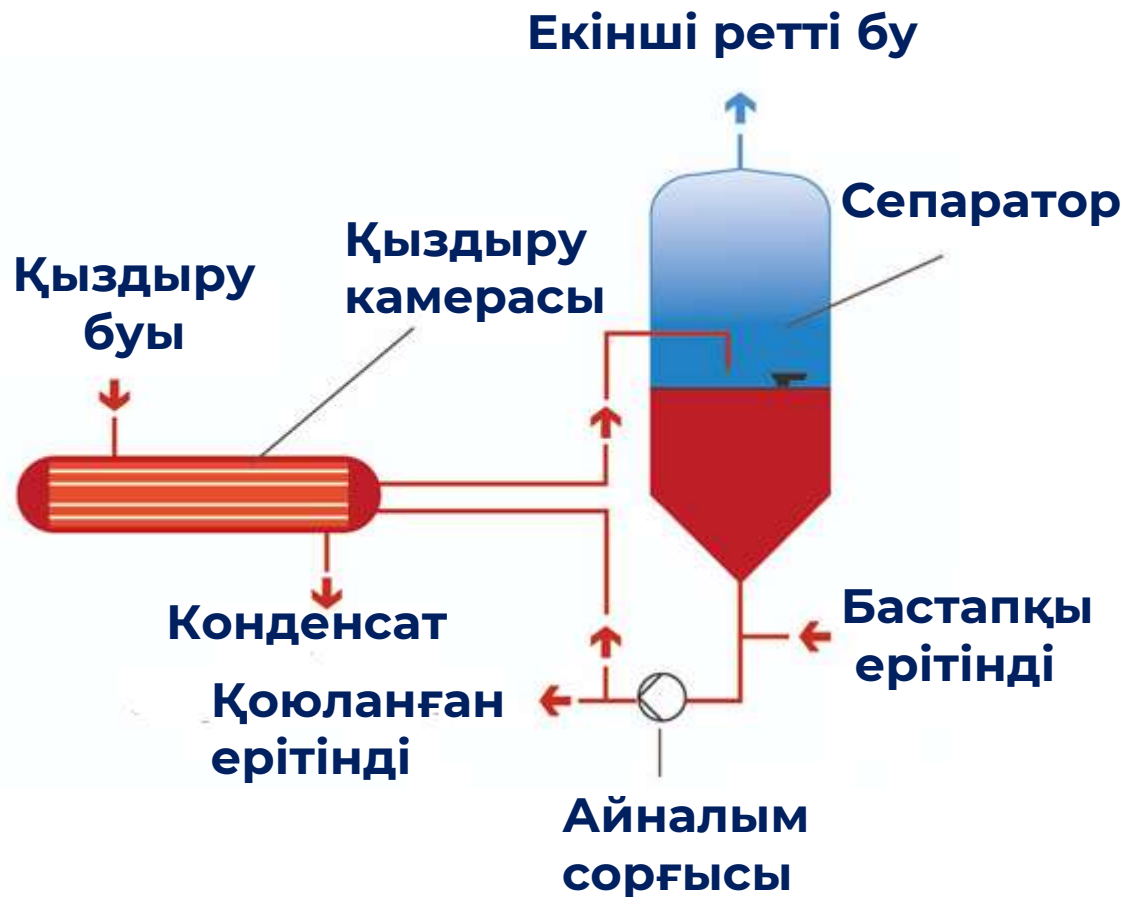
## Артықшылықтары

- Қарапайым және сенімді конструкция
- Циркуляциялық сорғының болмауы → энергия шығыны аз
- Аз концентрациялы ерітінділер үшін қолайлы
- Біркелкі қыздыру, күйіп кету ықтималдығы орташа

## Кемшіліктері

- Жылуөткізгіштік коэффициентінің төмендігі
- Өнімділіктің төмендігі
- Аппараттың өлшемдерінің үлкендігі
- Тұтқыр ерітінділер үшін тиімсіз
- Процесті реттеу режимдерінің шектеулігі

# Мәжбүрлі циркуляциялы буландыру қондырғылары



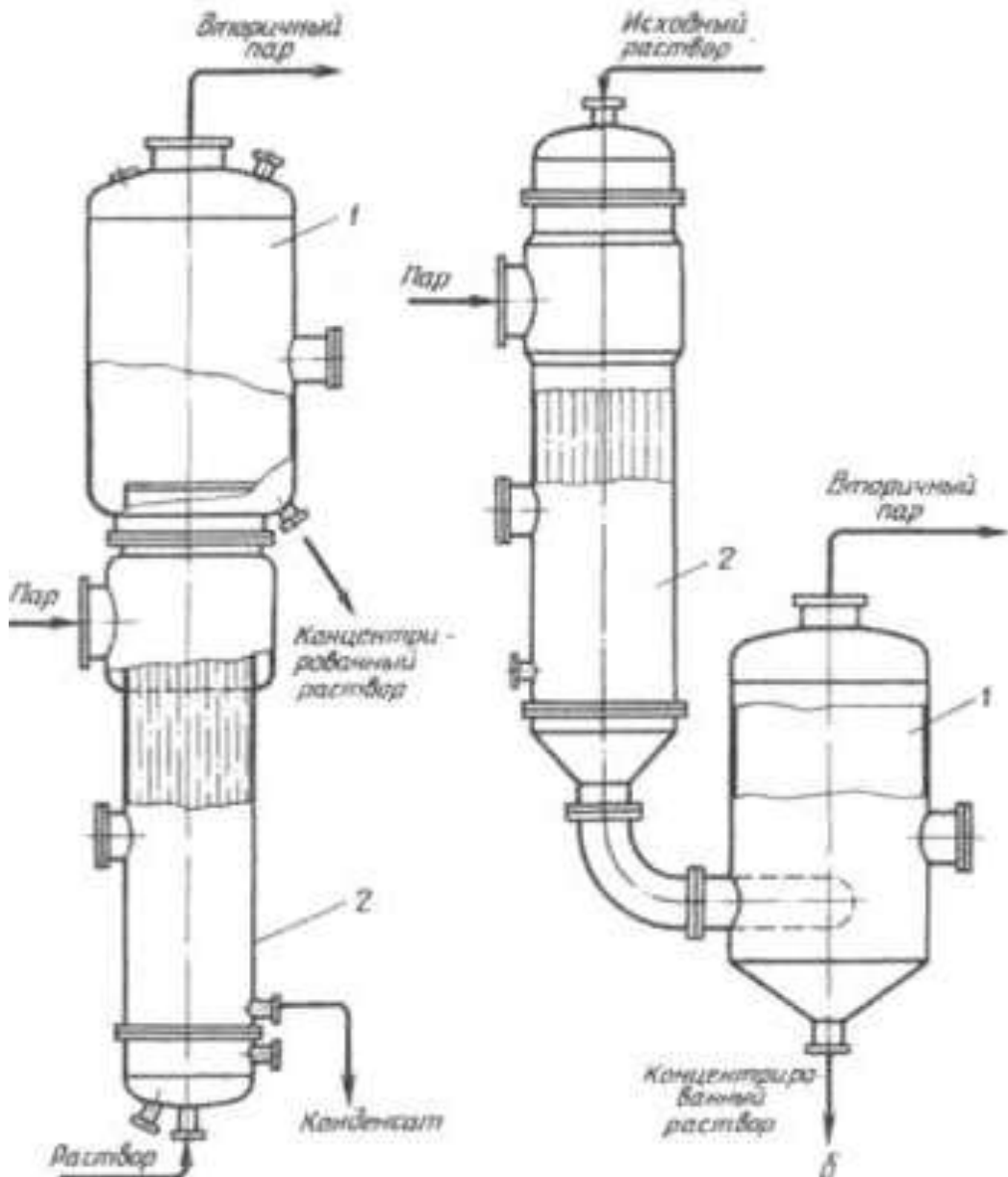
## Артықшылықтары:

- Жылу- және массалмасудың интенсивті жүруі
- Тұтқыр және кристалданатын ерітінділерді буландыру мүмкіндігі
- Біркелкі қыздыру, жергілікті қызып кетуді болдырмау
- Өнімділіктің жоғары болуы
- Үлкен жүктемелерде сенімді жұмыс істеуі

## Кемшіліктері:

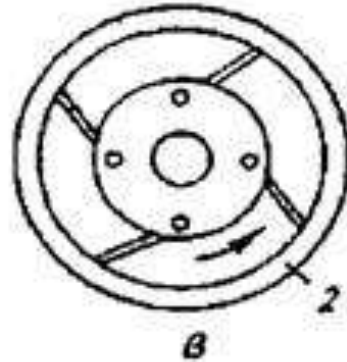
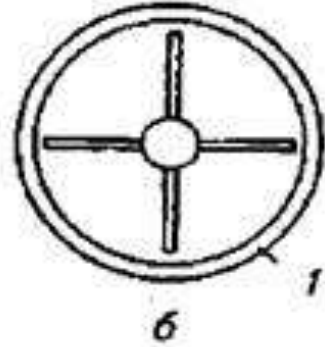
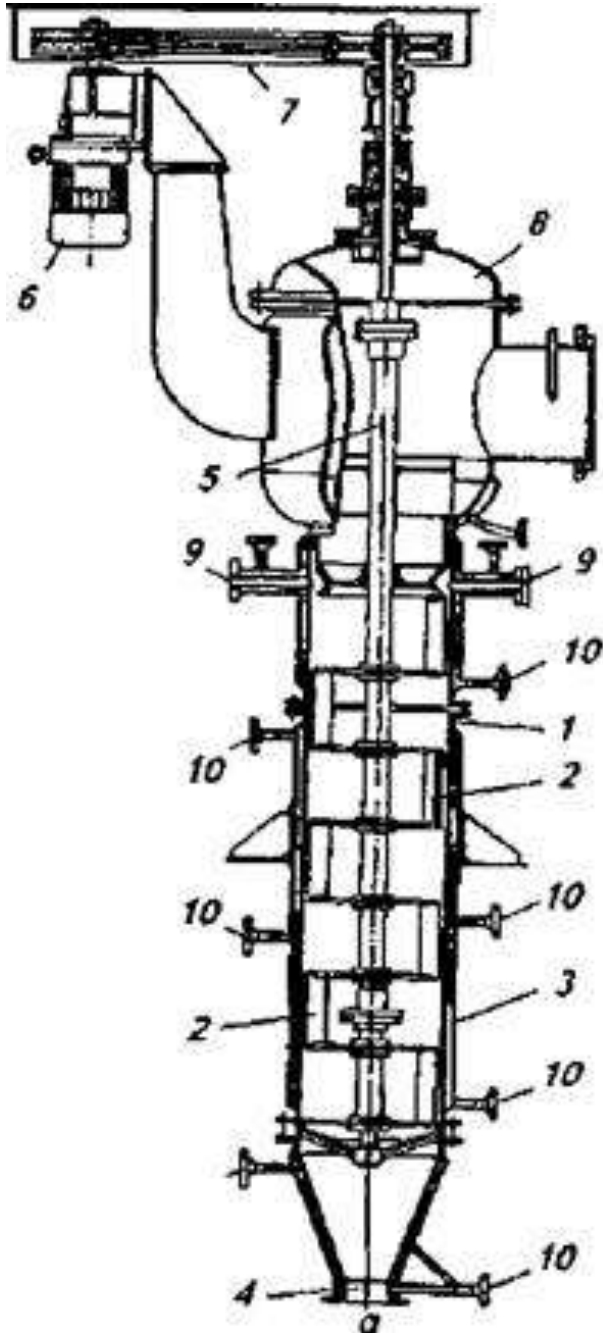
- Құрылысының күрделілігі (сорғылар, құбыржолдар)
- Циркуляциялық сорғылардың жұмысына байланысты энергия шығынының көптігі
- Капиталдық шығындардың артуы
- Сорғыларды тұрақты түрде күтіп ұстау және жөндеу қажеттілігі

# Пленкалық буландыру қондырғылары



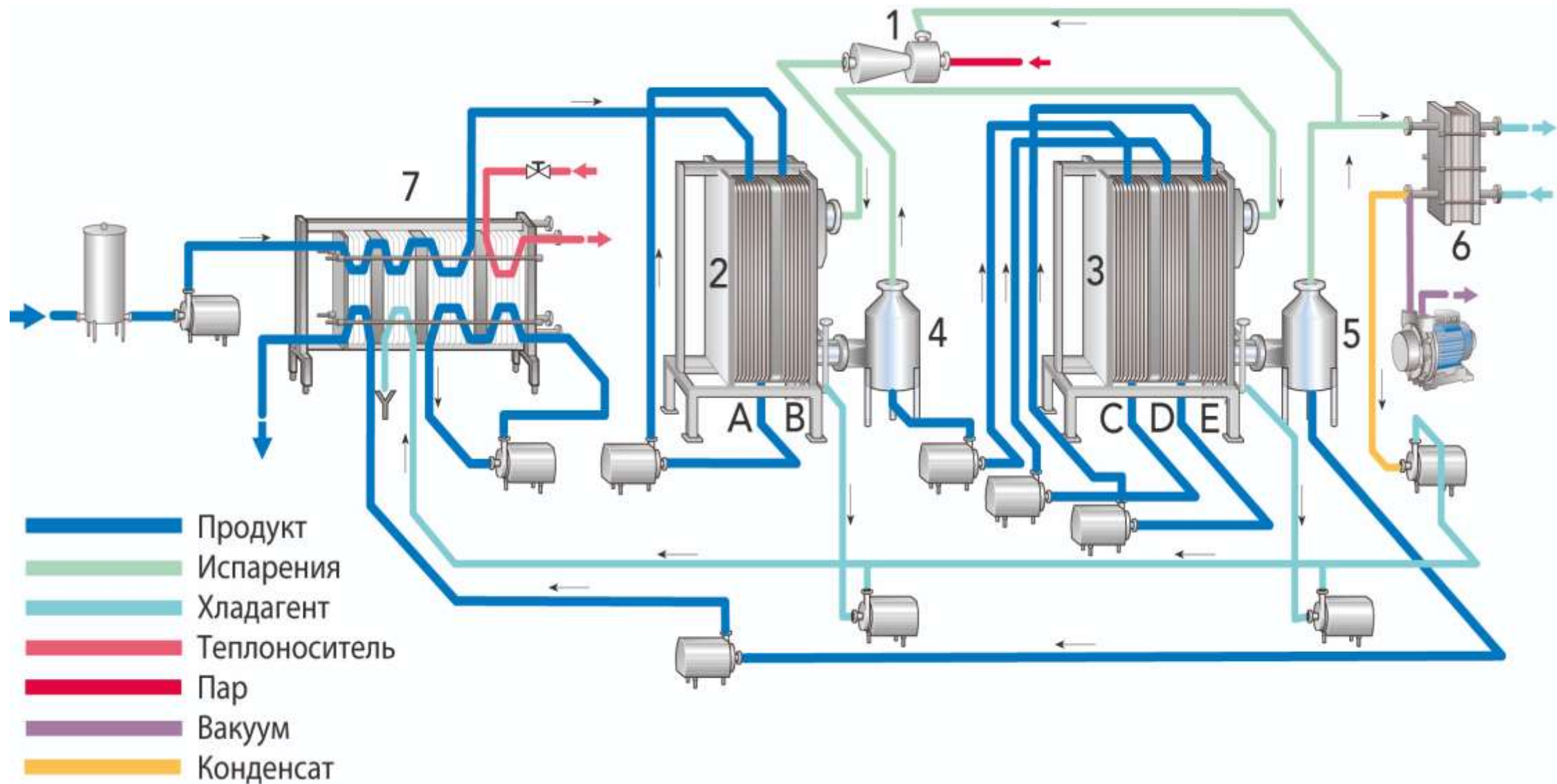
- Термосезімтал ерітінділерді қоюландыруға арналған.
- Булану процесі сұйықтың жұқа пленкасы түрінде құбырлардың ішкі бетінде (5–9 м) жүреді..
- Пленканың турбуленттенуі нәтижесінде жылуөткізгіштік коэффициенттері жоғарылайды.
- Екінші реттік бу сепараторда тамшылардан тазартылады (тамшыұстағыш, бөлгіш).
- Түрлері: жоғары бағытталған және төмен бағытталған пленкалы, бір осьті немесе сыртқа шығарылған қыздыру камерасымен.
- Артықшылықтары: өнімнің қыздыру уақытының қысқалығы, сапасы мен дәрумендерінің сақталуы, жылу алмасудың жоғары қарқындылығы, термолабильді өнімдермен жұмыс істеу мүмкіндігі, үздіксіз процесс, ықшамдылық.
- Кемшіліктері: күрделі құрылым мен қызмет көрсету, жабдықтың жоғары құны, өнімнің тұтқырлығына байланысты шектеулер, шикізатты алдын ала тазартуды талап ету, режимді дәл бақылау қажеттілігі.

# Роторлы-плёнкалық буландыру қондырғылары

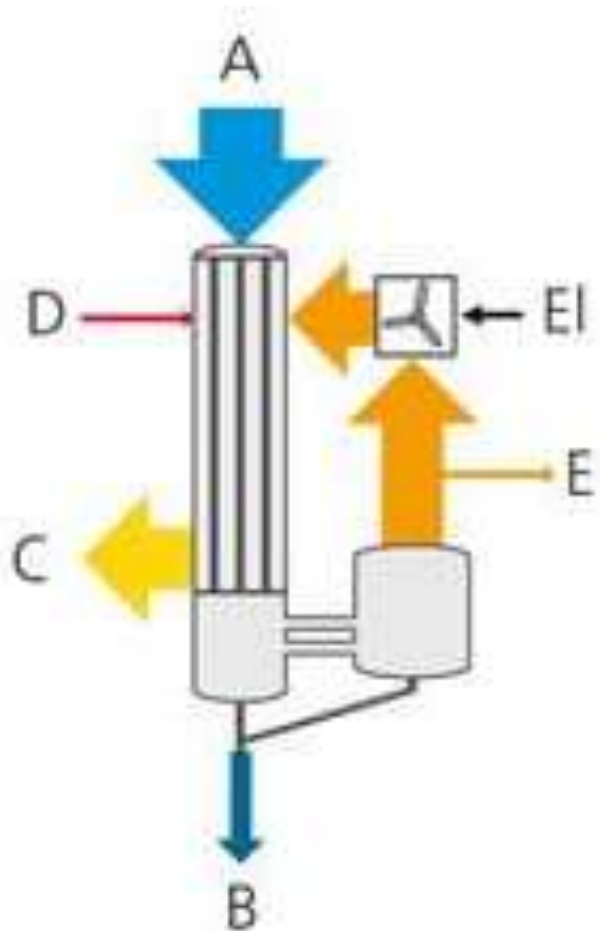


- Азық-түлік ерітінділерін, суспензияларды, тұтқыр және термосезімтал өнімдерді қоюландыру үшін қолданылады..
- Корпусы цилиндрлі немесе конусты пішінде болады және қыздырылатын қабықшамен жабдықталған.
- Ішінде өнімді жұқа пленка түрінде таратуға арналған қырғыштармен (немесе қалақшалармен) жабдықталған ротор айналады.
- Артықшылықтары: өнімнің қыздыру уақытының өте қысқалығы (секундтар), термосезімтал заттардың минималды бұзылуы, жылу және масса алмасудың жоғары тиімділігі, жоғары тұтқыр өнімдерді қоюландыру мүмкіндігі, ротордың әсерінен пленканың біркелкі таралуы, процестің үздіксіздігі.
- Кемшіліктері: күрделі әрі қымбат құрылымы, роторды күтіп ұстау мен жөндеуге кететін шығындардың жоғарылығы, өңдеу көлемінің шектеулілігі (көбінесе орта және шағын партиялар үшін), бастапқы шикізат сапасына қатаң талаптар, айналу жылдамдығы мен вакуумды дәл реттеу қажеттілігі.

# Көп корпуслы буландыру қондырғылары

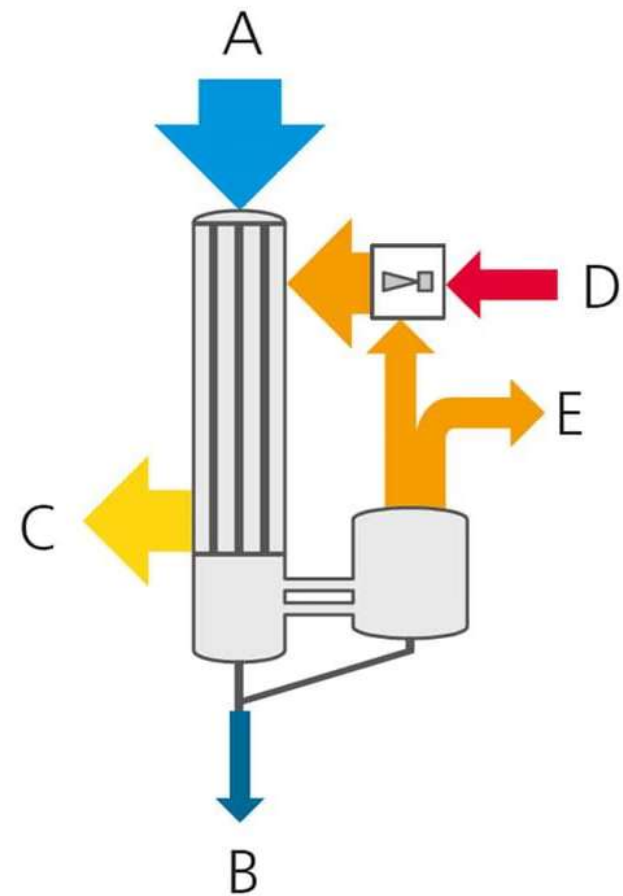


## Екінші реттік буды механикалық компрессиялау (MVR)



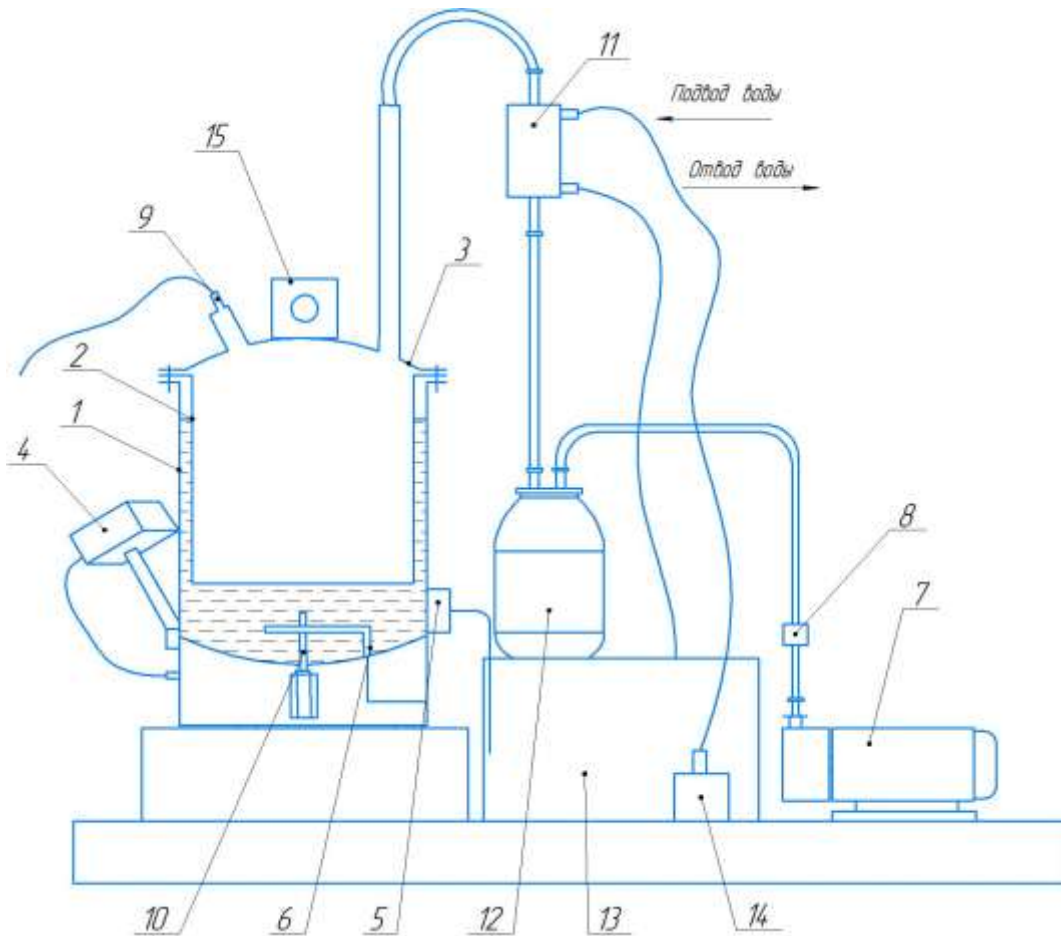
**A** Өнім / **B** Концентрат / **C** Конденсат / **D** Қыздыру буы / **E** бу / **EI** Электр энергиясы

## Екінші реттік буды термокомпрессиялау (TVR)



**A** Өнім / **B** Концентрат / **C** Конденсат / **D** Қыздыру буы / **E** Бу

## Сұйық азық-түлік өнімдерін қоюландыру мен пастерлеуге арналған аз өнімді қондырғы



### Негізгі сипаттамалары

Қаптама материалы	AISI 430 1,5 мм
Қыздыру температурасы, °С	0-150
Мотор -редуктордың айналу жылдамдығы (жиілік түрлендіргішімен), айн / мин	28
Көлемі, л	30
Жұмыс көлемі	20
Кернеуі, V	220
Ішкі ыдыстың металл қалыңдығы, мм	AISI 304 (3 мм)
ТЭН, кВт 220В	2,5
Қыздыру тәсілі	ТЭН-ді

Қондырғының сызбасы:

1 – жылуалмасу қабаты; 2 – шикізатқа арналған ыдыс; 3 – қақпақ; 4 – электрондық басқару блогы; 5 – электромагниттік клапан; 6 – термоэлектрлі қыздырғыш; 7 – вакуумдық сорғы; 8 – қысым датчигі; 9 және 10 – температура датчиктері; 11 – конденсатор; 12 – конденсатқа арналған ыдыс; 13 – ыдыс; 14 – сорғы.

Технология	Салыстырмалы құны	Энергетикалық тиімділігі	Ұсынылатын орталар	Шекті жұмыс тұтқырлығы / құрғақ заттар	Жабысуға бейімділік	Жуу және техникалық қызмет көрсетуілуі
Табиғи циркуляция	Орташа	Төмен	Жеңіл ерітінділер (Сүт және т.б.)	20-35% дейін құрғақ заттар (құрамына байланысты)	Орташа	Жақсы ыңғайлы
Мәжбүрлі циркуляция	Орташа	Орташа	Орташа тұтқыр ерітінділер (орташа концентрациядағы сарысу)	~50% дейін (конструкциясына байланысты)	Орташа	Жақсы /орташа
Төмен бағытталған пленкалы	Жоғары	Жоғары	Жеңіл ерітінділер (Сүт және т.б.)	40-45% дейін құрғақ заттар (құрамына байланысты)	Төмен егер шикізат дұрыс берілсе. Орташа шикізат дұрыс берілмесе	Күрделі
Роторлы-плёнкалық	Жоғары	Жоғары	Жоғары тұтқыр ерітінділер (жоғары қант өнімдер, сироптар,)	40-55% дейін құрғақ заттар (құрамына байланысты)	Төмен егер шикізат дұрыс берілсе. Орташа шикізат дұрыс берілмесе	Күрделі
Көп корпуслы буландыру қондырғылары	Жоғары	Жоғары	Орташа және жоғары тұтқыр	Негізгі технологияға байланысты	Негізгі техникаға байланысты	Күрделі (механикалық түйіндер)
Термокомпрессиялау (TVR)	Жоғары	Төмен	Үйлесіміне байланысты	Үйлесіміне байланысты	Тікелей әсер етпейді	Білікті қызметті қажет етеді
Механикалық компрессиялау (MVR)	Жоғары	Төмен	Үйлесіміне байланысты	Үйлесіміне байланысты	Тікелей әсер етпейді	Білікті қызметті қажет етеді
Аз өнімді қондырғы	Төмен	Төмен	Өте тұтқыр	80% + дейін жоғары құрғақ заттар	Орташа	Жақсы ыңғайлы