

**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

О.А. САВЧЕНКО, О.В. ГРЕК, О.О. КРАСУЛЯ

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Підручник

Київ 2018

УДК 637.131.8
ББК 36.95
С 12

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Національного університету біоресурсів і
природокористування України від 28 грудня
2018 р., протокол № 5*

Рецензенти:

Л. М. Хомічак, д-р техн. наук, професор, член-кореспондент НААН України, заступник директора з наукової роботи Інституту продовольчих ресурсів НААН України

Т. К. Лебська, д-р техн. наук, професор, професор кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю Київського національного торговельно-економічного університету

Л.В. Баль-Прилипка, д-р техн. наук, професор, академік АН вищої освіти України, декан факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України

С 12 Савченко О.А., Грек О.В., Красуля О.О. Сучасні технології молочних продуктів: Підручник. – К.; ЦП «Компринт», 2018.– 218 с.

ISBN 978-966-966-929-728-7

У підручнику наведено характеристику молочної сировини для сучасних молочних продуктів. Представлено способи оброблення як сировини, так і різних складових молочного походження. Особливу увагу приділено опису ефективних пакувальних рішень для збереження якості та безпечності сучасних молочних продуктів. Розглянуто технології питних видів молока, кисломолочних продуктів та замінників незбираного молока. Коротко описані сучасні технології виробництва молочно-білкових концентратів з використанням згущення та сушіння або баромембранного оброблення.

Наведена інформація сприятиме підвищенню рівня освіти та компетенції у студентів та спеціалістів з виробництва сучасних продуктів на молокопереробних підприємствах.

УДК 637.131.8
ББК 36.95

ISBN 978-966-966-929-728-7

© О.А. Савченко, О.В. Грек,
О.О. Красуля, 2018

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ.....	9
1.1. Види молочної сировини.....	9
1.2. Склад і властивості незбираного молока.....	14
1.3. Зміни складу незбираного молока за сезонами року і методи визначення основних показників.....	28
<i>Запитання для самоперевірки до розділу 1.....</i>	<i>39</i>
Розділ 2. АКТУАЛЬНІ СПОСОБИ ОБРОБЛЕННЯ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ.....	41
2.1. Особливості приймання молока на підприємствах.....	41
2.2. Способи очищення та нормалізації молока.....	45
2.3. Особливості термічного оброблення молока на сучасних підприємствах.....	50
2.4. Мембранні способи оброблення молочної сировини.....	67
<i>Запитання для самоперевірки до розділу 2.....</i>	<i>78</i>
Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЇ ПИТНОГО МОЛОКА ТА КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ.....	80
3.1. Питні види молока та комбіновані напої.....	80
3.2. Кисломолочні напої.....	105

3.3. Сучасні технології сиру кисломолочного та виробів з нього.....	121
3.3.1. Механізовані лінії виробництва сиру кисломолочного.....	121
3.3.2. Технології продуктів на основі сиру кисломолочного.....	137
3.3.3. Технології сиру кисломолочного з маслянки та альбуміну з сироватки.....	152
<i>Запитання для самоперевірки до розділу 3.....</i>	<i>156</i>
Розділ 4. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОЛОЧНО-БІЛКОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ.....	158
4.1. Особливості технології спеціалізованих молочно-білкових концентратів.....	158
4.2. Технології комбінованих молочно-білкових концентратів.....	167
<i>Запитання для самоперевірки до розділу 4.....</i>	<i>174</i>
Розділ 5. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАМІННИКІВ НЕЗБИРАНОГО МОЛОКА.....	176
5.1. Кормові суміші рідкі та з проміжною вологістю.....	176
5.2. Сухі замітники незбираного молока.....	192
<i>Запитання для самоперевірки до розділу 5.....</i>	<i>209</i>
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	211
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	214

ВСТУП

Інтенсифікація наукових досліджень і накопичення великого практичного матеріалу сприяють поглибленню теоретичних відомостей щодо інновацій та удосконалення сучасних технологій.

Розробка нових технологій у харчовій промисловості і створення широкої гами якісно нових продуктів із спрямованою зміною хімічного складу і властивостей є важливим напрямком сучасної нутриціології, сприяє збереженню здоров'я населення.

Розвиток досліджень в області гігієни та особливості харчування, розробка нових технологій сприяють розширенню асортименту продуктів, стимулюють пошук нових джерел продовольчої сировини. Актуальним є виробництво продуктів харчування для профілактики поширених аліментарних, тобто пов'язаних з їжею захворювань. Крім того, вирішення проблеми збереження здоров'я та довголіття населення корелює забезпечення адекватним біологічно повноцінним харчуванням всіх вікових та соціальних груп. Важливою умовою для реалізації державних проектів у цій галузі є виробництво спеціальних продуктів харчування на сучасному обладнанні з використанням інгредієнтів як молочного, так і немолочного походження, що задовольняють фізіологічним потребам

організму людини в речовинах та енергії і виконують різні функції.

Пріоритетною проблемою можна вважати створення принципово нових технологій, глибокої комплексної переробки молочної сировини у продукти високої якості, які мають оздоровчий вплив на організм людини, забезпечують профілактику аліментарно-залежних станів і захворювань, сприяють усуненню дефіциту білків, вітамінів, мікро- і макроелементів, інших есенціальних речовин. Цим вимогам відповідають продукти з функціональними інгредієнтами, біологічно активними добавками та інші групи. За допомогою харчової комбінаторики можна послабити негативні впливи зовнішнього середовища завдяки проектуванню і конструюванню харчових продуктів не лише безпечних для людини, але й таких, що захищають його генетичні структури.

Одним із ефективних заходів корекції раціону і профілактики є застосування сучасних молочних продуктів, зокрема, для масового споживання зі зміненим складом, але традиційним смаком. Такі продукти надають додаткову користь здоров'ю завдяки збалансованому та збагаченому складу. відповідності норм добового споживання нутрієнтів.

Сучасна промислова переробка молока являє собою складний комплекс послідовно виконуваних взаємопов'язаних хімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних, біохімічних, біотехнологічних, теплофізичних та інших трудомістких і специфічних технологічних процесів. Ці процеси спрямовані на вироблення молочних продуктів, що містять або всі компоненти молока, або їх частину. При виробництві незбираного питного, пастеризованого і стерилізованого молока, а також кисломолочних напоїв використовуються всі складові компоненти молока. Вироблення питних вершків, сметани, сиру, масла, сиру твердого і кисломолочного та інших молочних продуктів заснована на роздільному

переробленні компонентів молока. Виробництво молочних консервів пов'язано зі збереженням усіх сухих речовин в молоці після видалення з нього вологи.

Підприємства молочної галузі оснащені великою кількістю ліній та окремого обладнання. Раціональна експлуатація технологічного обладнання потребує глибокого знання його особливостей і конструктивних ознак. При використанні сучасного технологічного обладнання важливо зберегти в максимальний ступінь харчової та біологічної цінності компонентів сировини в вироблюваних молочних продуктах.

Поряд зі зменшенням обсягу випуску гострою проблемою є погіршення якісних показників молока, що надходить на переробні підприємства (ступеня чистоти, кислотності, бактеріального обсіменіння). Низька якість сировини призводить до погіршення і втрати специфічних смакоароматичних властивостей готових молочних продуктів: втрачено якість сирів з непастеризованого молока, «вершковість» низкожирних продуктів та інше.

Метою підручника є опис промислової технології і техніки, що застосовуються на сучасних вітчизняних підприємствах молочної галузі. Послідовно викладено основні технологічні процеси перероблення молока – від його доставки і приймання до випуску готової продукції.

Цей підручник є структурованою та методично упорядкованою працею, що містить відомості про сучасні технології молочних продуктів: параметри загальних технологічних операцій виробництва, а також апаратурні схеми, характеристики основних видів сучасного обладнання для теплової та механічної обробки, фасування.

Особливу увагу приділено застосуванню заміників незбираного молока при вирощуванні молодняка сільськогосподарських тварин, що є одним із шляхів поліпшення використання сировинних ресурсів і резервом

отримання та збільшення кількості молока для промислового перероблення. Особливе значення має можливість використання молочної сироватки в деяких рецептурах сучасного асортименту, що дозволяє заощадити еквівалентну кількість знежиреного молока і маслянки для харчових цілей і в той же час отримати продукти високої якості.

Розділи підручника супроводжуються запитаннями для самоперевірки знань.

Підручник написано відповідно до освітньо-кваліфікаційних програм та навчальних планів підготовки бакалаврів та магістрів за спеціальністю «Харчові технології» спеціалізації «Технологія зберігання, консервування та переробки молока» з метою методичного забезпечення дисциплін «Сучасні технології молочних продуктів», «Загальні харчові технології», «Технологія молочних та молоковмісних продуктів».

.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

1.1. Види молочної сировини

Сировиною для виробництва сучасних молочних продуктів є незбиране молоко, вершки, знежирене молоко, маслянка, сироватка, а також, у разі виробництва асортименту продуктів із відновленої сировини, сухі молочні продукти (незбиране та знежирене молоко, сухі маслянка та сироватка). Середній хімічний склад основної молочної сировини наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Хімічний склад основної молочної сировини

Компоненти, масова частка, %	Незбиране молоко	Вершки	Знежире- не молоко	Маслянка	Сироват- ка
Вода	87,5	59,5	91,25	90,9	93,66
Білки	3,2	2,4	3,3	3,3	0,89
Жири	3,6	35,0	0,05	0,5	0,36
Вуглеводи	4,8	2,7	4,7	4,7	4,55
Мінеральні речовини	0,9	0,2	0,7	0,6	0,7

Висока харчова цінність молока зумовлена оптимальним вмістом та співвідношенням у ньому білків, жирів,

вуглеводів, мінеральних речовин. Характеристику молока різних тварин наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Характеристика молока різних тварин

Вид молока	Вміст, %					Кислотність, °Т
	Сухі речовини	Жир	Білок	Лактоза	Зола	
Коров'яче	12,7	3,8	3,5	4,7	0,7	16
Козяче	13,7	4,4	3,3	4,9	0,8	15
Овече	17,9	6,7	5,8	4,6	0,8	25
Кобиляче	10,1	1,0	2,1	6,7	0,3	6
Осляче	10,4	1,6	2,2	6,0	0,5	9
Буйволяче	17,8	7,5	4,5	5,0	0,8	20
Верблюдяче	13,7	4,5	3,5	5,0	0,7	15
Оленяче	36,7	22,5	10,3	2,5	1,4	-

Козяче молоко за складом і властивостями найближче до коров'ячого. Воно має солодкуватий смак і характерний запах. У козиному молоці більше жиру, кальцію, фосфору, молочний жир має вищу дисперсність.

Овече молоко білого кольору з сіруватим відтінком, оскільки не містить каротин, хоча вміст вітаміну А високий.

Кобиляче молоко має солодкий, трохи терпким смак і запах, більш в'язке, білого з блакитним відтінком кольору. Порівняно з коров'ячим молоком воно містить менше жиру, білка, мінеральних речовин. В його білках переважають альбуміни і глобуліни. Молоко багате на вітаміни. Вітамін С у 5...7 разів більше, ніж у коров'ячому молоці. Жир у кобилячому молоці більш диспергований, ніж у коров'ячому.

Осляче молоко за хімічним складом, органолептичними показниками незначно відрізняється від кобилячого. Молоко ослиці у разі зсідання утворює пластівці, має високу

біологічну цінність і належить до лікувальних харчових продуктів.

Буйволяче молоко має приємний смак і запах, в'язкіше, ніж коров'яче, завдяки значному вмісту жиру і СЗМЗ. Для верблюдячого молока характерні солодкуватий смак, в'язка консистенція, підвищений вміст фосфорних і кальцієвих солей.

У процесі сепарування або нормалізації у потоці незбираного молока отримують вершки. У вершки переходить основна маса жиру молока та білково-лецетинові комплекси.

У знежирене молоко переходить основна частина білкових речовин, вуглеводи, мінерали, біологічно активні речовини. Масова частка сухих речовин знежиреного молока – близько 9 %, у тому числі масова частка жиру не вище 0,05%.

Маслянка утворюється у процесі виготовлення вершкового масла. Вміст жиру у маслянці (в середньому 0,5 %) нижче, ніж у незбираному молоці, але вище, ніж у знежиреному молоці. У маслянку переходять фосфатиди і лецитин, які беруть участь у нормалізації жирового та холестеринового обміну в організмі. Маслянка містить білки, лактозу, мінеральні речовини.

Молоко незбиране, що надходить на підприємства молочної промисловості, повинно відповідати вимогам чинної нормативної документації. Стандарт поширюється на незбиране сире коров'яче молоко під час його закупівлі на молочних фермах, у колективних сільськогосподарських підприємствах, приватних господарствах незалежно від форм власності та видів діяльності, підприємствами з переробки молока, підприємствами – покупцями молока та приватними підприємцями для переробки на молочні продукти.

Молоко повинно отримуватись від здорових корів у господарствах, безпечних щодо інфекційних захворювань і за

показниками якості відповідати вимогам стандарту. Після доїння молоко потрібно профільтрувати та охолодити. Воно має бути натуральне незбиране, чисте, без сторонніх присмаків і запахів, не властивих свіжому молоку.

За зовнішнім виглядом і консистенцією молоко повинно бути однорідною рідиною від білого до ясно-жовтого кольору, без осаду та згустків. Не допускається змішувати молоко від здорових і хворих корів та заморожувати, а також наявності у ньому інгібуючих речовин (мийно-дезінфекційних засобів, консервантів, формаліну, соди, аміаку, перекису водню, антибіотиків).

За фізико-хімічними, санітарно-гігієнічними та мікробіологічними показниками якості молоко поділяють на чотири ґатунки: екстра, вищий, перший та другий (табл. 1.3).

Таблиця 1.3. Фізико-хімічні показники молока незбираного

Показники якості	Норма для ґатунків			
	екстра	вищий	перший	другий
Кислотність, °Т	16...17	16...17	≤19	≤20
Ступінь чистоти за еталоном, група	I	I	I	II
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис./см ³	≤100	≤300	≤500	≤3000
Температура, °С	≤6	≤8	≤10	≤10
Масова частка сухих речовин, %	≥12,2	≥11,8	≥11,5	≥10,6
Кількість соматичних клітин, тис./см ³	≤400	≤400	≤600	≤800

Примітка. Молоко, що відповідає вимогам екстра, вищого, першого та другого ґатунків, але з температурою вище як 10 °С, приймається за домовленістю сторін як неохолоджене.

Молоко, що не відповідає вимогам цього стандарту, належить до неґатункового і може використовуватись для переробки згідно з галузевими рекомендаціями, затвердженими у встановленому порядку.

За домовленістю сторін допускається закуповувати молоко густиною ≥ 1026 кг/м³ з температурою 20 °С і кислотністю від 15 до 21 °Т, але свіже незбиране, яке за результатами контрольної проби оцінюється першим або другим ґатунками, якщо воно за органолептичними показниками, чистотою, загальним бактеріальним обсіменінням, кількістю соматичних клітин, масовою часткою сухих речовин відповідає вимогам стандарту.

Санітарно–гігієнічні показники молока незбираного

Токсичні елементи, мг/кг, не більш як:

свинець	0,1 (0,05)
кадмій	0,03 (0,02)
миш'як	0,05
ртуть	0,005
мідь	1,0
цинк	5,0

Мікотоксини, мг/кг, не більш як:

афлатоксин В ₁	0,001
афлатоксин М ₁	0,0005

Антибіотики, од./г, не більш як:

антибіотики тетрациклінової групи	0,01
пеніцилін	0,01
стрептоміцин	0,5

Пестициди, мг/кг, не більш як:

гексахлоран	0,05
ГХЦГ (гама-ізомер)	0,05(0,01)

Нітрати, мг/кг, не більш як

10

Гормональні препарати, мг/кг, не більш як:

діетилстильбестрол	Не допускається
естрадіол-17	0,0002

Радіонукліди Бк/кг, не більш як:

стронцій-90	20
цезій-137	100

Примітка. У дужках наведено гранично допустимі рівні для молока, що використовується для виробництва дитячих і дієтичних продуктів.

Молоко, що використовується для виробництва дитячих харчових продуктів, має бути ґатунків екстра, вищого або першого, але з кількістю соматичних клітин ≤ 500 тис./см³, термостійкістю не нижче другої групи. Молоко всіх ґатунків повинно мати густину не менш як 1027 кг/м³ за температури 20 °С. Масові частки жиру та білка в молоці повинні відповідати базисним нормам, затвердженим Кабінетом Міністрів України у встановленому порядку. Закупівельна ціна на молоко та система оплати під час його закупівлі встановлюються і регулюються відповідними нормативними документами з урахуванням встановлених.

1.2. Склад і властивості незбираного молока

Незбиране молоко – фізіологічна рідина, що утворюється в результаті складних біохімічних процесів, які відбуваються у молочній залозі.

Молоко складається з води та сухих речовин, що включають білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, мікроелементи, гази, вітаміни, ферменти, гормони.

Вода. У молоці міститься 85...89 % води, що виконує різноманітні функції та відіграє важливу роль у біохімічних процесах при виробництві молочних продуктів.

Більша частина води в молоці – 83,5...84,0 % перебуває у вільному стані і може приймати участь у хімічних реакціях. Ця вода являє собою розчин різноманітних органічних та неорганічних речовин. Її можна видалити з молока при згущенні або сушінні. Схема гідратної оболонки білкової молекули наведена на рис. 1.1.

Менша частина води, а саме 3,0...3,5 %, перебуває у зв'язаному стані (адсорбційно-зв'язана вода). Вона утримується силами міжмолекулярного притягіння біля поверхні колоїдних часток (білків, фосфоліпідів, поліцукридів).

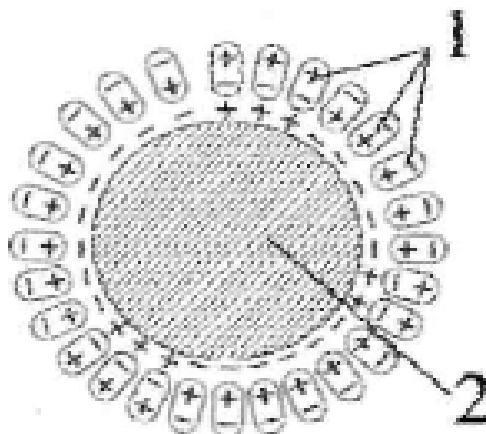


Рис. 1.1. Схема гідратної оболонки білкової молекули:

1 – диполі води; 2 – білок

Гідратація білкових молекул зумовлена наявністю на їхній поверхні полярних груп (гідрофільних центрів). До останніх відносять карбоксильні, амінні, гідроксильні та інші групи. При адсорбуванні диполі води розміщуються декількома шарами біля гідрофільних центрів білкової молекули.

Білки. У коров'ячому молоці білки становлять приблизно чверть загального вмісту сухих речовин молока (в середньому 3,2 %). До складу молока входять три групи білків: казеїн – близько 80 %, сироваткові білки – до 20 %, білки оболонок жирових кульок – близько 1 % усіх білків молока.

! *Основа білкових молекул – амінокислоти, з'єднані між собою пептидними зв'язками.*

Відомо понад 20 амінокислот. Вісімнадцять з них виявлені в молочному білку, в тому числі 8 незамінних. Більша частина з них (метіонін, триптофан, ізолейцин, фенілаланін, валін, лейцин) в білках молока міститься у кількостях, що перевищують їх вміст в білках м'яса, риби і рослинних продуктів.

Особливість білкового складу коров'ячого молока полягає в наступному: в межах 100...170 кДа найбільше зустрічається білків з молекулярною масою 150...156 кДа, які відповідають

молекулярним масам імуноглобулінів. В групу білків з молекулярною масою до 80 кДа входить більшість білків молока, які окрім своєї харчової цінності мають біологічну активність. Лактопероксидаза та лактоферин використовуються для отримання біологічно-активних пептидів.

Однією з характеристик молока є кількість казеїнів та сироваткових білків. Так, вміст сироваткових білків в коров'ячому молоці складає 16 %.

Казеїн – це основний білок молока за кількістю та технологічним значенням. Його вміст у молоці коливається від 2,3 до 2,9 %. Казеїн являє собою комплекс більш ніж 30 фракцій, основні з яких наведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4. Склад і вміст білків у коров'ячому молоці

Білки	Вміст в молоці	
	г/кг	% загального вмісту білків
Казеїн, всього	26,0	79,5
у тому числі:		
α_{s1} -казеїн	10,0	30,6
α_{s2} -казеїн	2,6	8,0
β -казеїн	10,1	30,8
κ -казеїн	3,3	10,1
Сироваткові білки, всього		
у тому числі:		
α -лактоальбумін	6,3	19,3
β -лактоальбумін		
альбумін сироватки	1,2	3,7
кріві	3,2	9,8
імуноглобуліни	0,4	1,2
протеозопептони		
Білки оболонки жирових кульок	0,7	2,1
Загальний вміст білка	0,8	2,4
	0,4	1,2
	32,7	100,0

Індекс S означає, що ця фракція казеїну осаджується під дією іонів кальцію, цифри 1 і 2 показують, що існують

дрібніші, вторинні фракції. Фракції казеїну мають вагу від 19000 до 25000, різноманітний амінокислотний склад. Схематичне зображення субміцели та міцели казеїну і електронна мікрофотографія наведені на рис. 1.2.

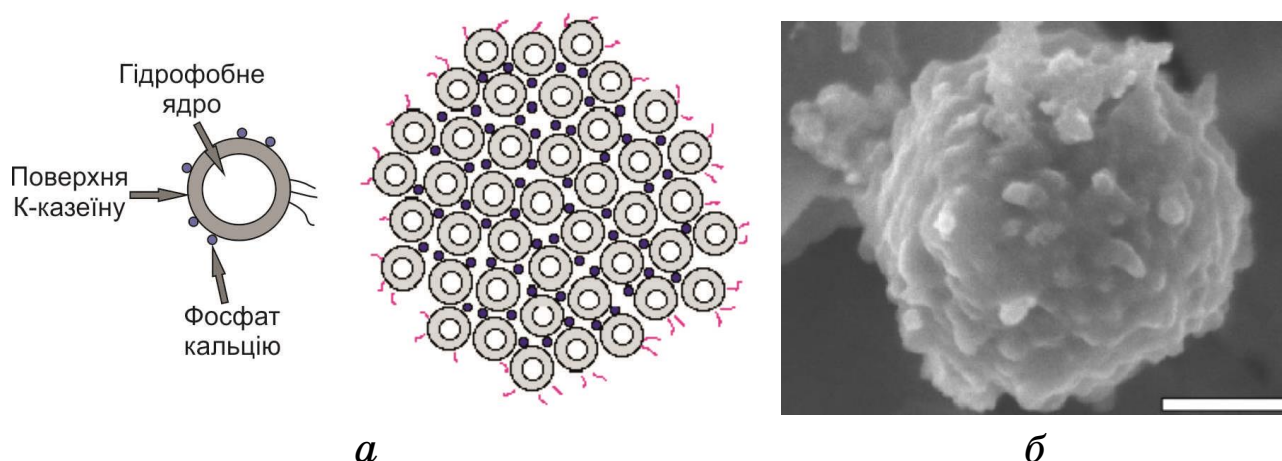


Рис. 1.2. Схематичне зображення субміцели та міцели казеїну¹:
а – схематичне зображення міцели казеїну; *б* – електронна мікрофотографія однієї міцели казеїну, од. шкали – 100 нм

Усі фракції казеїну – фосфопротеїди містять залишки фосфорної кислоти.

Казеїнаткальційфосфатний комплекс (ККФК) – комплекс казеїнату кальцію з колоїдним фосфатом кальцію.

Казеїнат кальцію – комплекс органічного кальцію з казеїном називається. Міцели ККФК являють собою майже сферичні, пористі, сильно гідратовані частки з середнім діаметром близько 100 нм.

Сироваткові білки. Окрім казеїну в молоці містяться так звані сироваткові білки, що залишаються в сироватці після осадження казеїну в ізоелектричній точці. Вони становлять близько 20 % всіх білків молока. До них належать β -лактоглобулін, α -лактоальбумін, імуноглобуліни, альбумін сироватки крові, лактоферин та інші мінорні білки.

¹ Dalglish D.G. A possible structure of the casein micelle based on high-resolution field-emission scanning electron microscopy / D.G. Dalglish, P.A. Spagnuolo H., Douglas Goff // International Dairy Journal. – 2004. – № 14. – P. 1025–1031.

Тривимірне зображення сироваткових білків α -лактоальбуміну та β -лактоглобуліну наведено на рис. 1.3.

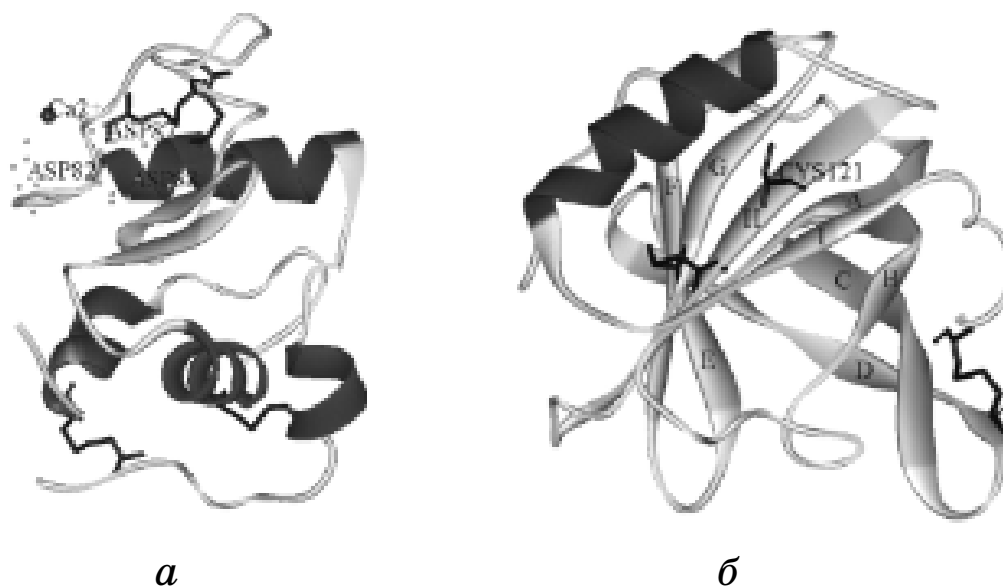


Рис. 1.3. Тривимірне зображення сироваткових білків:
a – α -лактоальбуміну; *б* – β -лактоглобуліну

Сироваткові білки містять більше незамінних амінокислот, ніж казеїн, тому з погляду фізіології харчування їх слід вважати найповноціннішими. В сироваткових білках сірки більше, ніж в казеїні. Технологічне значення має сірка, що утворює вільні сульфгідрильні групи. Наявність сірки в сироваткових білках зумовлена присутністю сірковмісних амінокислот – метіоніну, цистину, цистеїну. Вони впливають на зміну білків у процесі переробки, наприклад на денатурацію та органолептичні показники при тепловій обробці.

Сироваткові білки характеризуються рівномірним розподілом полярних і неполярних амінокислот вздовж поліпептидного ланцюга, низьким вмістом проліну, тому вони мають компакту глобулярну конформацію зі значною

² Chrysina E.D. Crystal structure of apo- and holo-bovine α -lactalbumin at 2.2-Å resolution reveal an effect of calcium on inter-lobe interactions / E.D. Chrysina, K. Brew, K.R. Acharya // J. Biol. Chem. – 2000. – Vol. 275. – P. 37021–37029.

³ Brownlow S. Bovine β -lactoglobulin at 1.8 Å resolution still an enigmatic lipocalin / S. Brownlow [et al.] // Structure. – 1997. – Vol. 5. – P. 481–495.

спіралізацією ланцюгів і середнім діаметром від 15 до 50 нм. Через малий розмір їх кількість в молоці перевищує кількість казеїнових міцел приблизно в 1500 разів.

Жир. Вміст молочного жиру в молоці коливається від 2,8 до 5 %. За хімічним складом він являє собою суміш: три-, ди- та моногліцеридів. Основна частка припадає на тригліцериди – 97 %, які поділяються на тринасичені та динасичені і мононенасичені. На частку ди- і моногліцеридів припадає 1,5 %.

Молочний жир знаходиться в молоці у вигляді жирових кульок діаметром 0,5...10 мкм, оточених ліпідно-білковою оболонкою. Остання має складну структуру і хімічний склад, поверхневу активність і стабілізує емульсію жирових кульок. Структура глобули мембрани молочного жиру наведена на рис. 1.4.

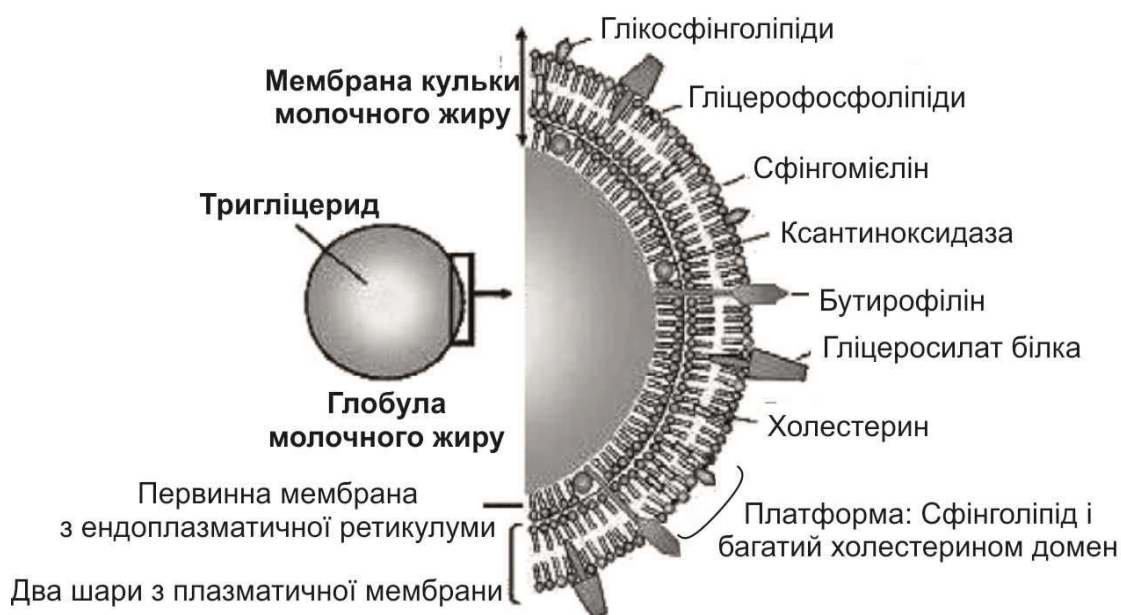


Рис. 1.4. ⁴Структура глобули мембрани молочного жиру

Залежно від температурних умов середовища гліцериди молочного жиру можуть утворювати кристалічні форми, що

⁴ Michalski M.C. Native vs. damaged milk fat globules: Membrane properties affect the viscoelasticity of milk gels / M. C. Michalski, R. Cariou, F. Michel, C. Garnier // Journal of Dairy Science. – 2002. – Vol. 85. – P. 2451-2461.

розрізняються будовою кристалічної решітки, формою кристалів, температурою плавлення.

● *Молочний жир може перебувати в кристалічному і розплавленому станах, температура затвердіння – 18...23 °С, температура плавлення 27...34 °С. Густина молочного жиру за температури 20 °С становить 930...938 кг/м³.*

Малостійкий до впливу високих температур, світлових променів, водяної пари, кисню повітря, розчинів лугів і кислот, молочний жир під їх впливом гідролізується, окислюється і прогіркає. Крім нейтральних жирів у молоці містяться жироподібні речовини – фосфатиди (фосфоліпіди) лецитин, кефалін і стерини – холестерин і ергостерин. Енергетична цінність 1 г молочного жиру становить 9 ккал, засвоюваність – 95 %.

У молочному жирі містяться трансізомери жирних кислот. Їх концентрація складає 1,42...5,22 %. Характеристика молочного жиру наведена в табл. 1.5.

Таблиця 1.5. Характеристика молочного жиру

Число				Температура, °С		Показник заломлювання
омилення	йодне	Рейхер-та-Мейсля	Поленс-кє	плав-лення	затвер-діння	
220...234	28...45	20...32	1,9...5,0	28...33	18...23	1,453... 1,456

В тригліцеридах молочного жиру виявлено більше 40 видів жирних кислот, з яких 57 % складають насичені, 32 % – ненасичені, 11 % – леткі жирні кислоти. З насичених в молочному жирі в найбільшій кількості представлені пальмітинова 22...33 %, стеаринова 9...13 %, міристинова 8...13 % кислоти, з ненасичених – олеїнова 22...32 % і лінолева 3...5 %. Близько 6 % від загального складу жирних кислот у молочному жирі складають низькомолекулярні леткі жирні кислоти (масляна, капронова, каприлова), які є специфічними для молочного жиру. Поліненасичені жирні

кислоти, що володіють високою біологічною активністю, містяться в молочному жирі в порівняно невеликих кількостях: ліноленова, арахідонова і бегенова – близько 2 %. До складу молочного жиру входить понад 100 жирних кислот, основні з яких наведені в табл. 1.6.

Таблиця 1.6. Основні жирні кислоти молочного жиру

Жирні кислоти	Назва	Хімічна формула	Масова частка в молочному жирі, %
Насичені	Масляна	C_3H_7COOH	2,5...5,0
	Капронова	$C_5H_{11}COOH$	1,3...2,2
	Каприлова	$C_7H_{15}COOH$	0,8...2,5
	Капринова	$C_9H_{19}COOH$	1,8...3,8
	Лауринова	$C_{11}H_{23}COOH$	2,0...5,0
	Миристинова	$C_{13}H_{27}COOH$	7,0...11,0
	Пальмітинова	$C_{15}H_{31}COOH$	25,0...35,0
	Стеаринова	$C_{17}H_{35}COOH$	5,5...10,5
	Арахісова	$C_{19}H_{39}COOH$	0,4...1,2
Ненасичені	Миристолейнова	$C_{13}H_{25}COOH$	1,83...1,94
	Пальмитолейнова	$C_{15}H_{29}COOH$	3,0...3,5
	Олейнова	$C_{17}H_{33}COOH$	25,0...45,0
	Лінолева	$C_{17}H_{31}COOH$	2,0...3,0
	Ліноленова	$C_{17}H_{29}COOH$	до 1,8
	Арахідонова	$C_{19}H_{31}COOH$	0,3...1,7

Взимку в молочному жирі збільшується кількість триненасичених і динасичено-мононенасичених тригліцеридів. Влітку їх вміст знижується та збільшується кількість легкоплавких тригліцеридів, що містять ненасичені жирні кислоти. Ненасичені жирні кислоти більш реакційноздатні, ніж насичені, завдяки чому підлягають дії ферментів.

Вуглеводи. Лактоза відноситься до класу олігосахаридів, а саме дисахаридів і може існувати в п'яти ізомерних формах: α , β , γ , δ і ϵ , причому α - і β -форми є основними. Відомі три форми лактози: α -гідрат, α -ангідрид і β -ангідрид. Звичайний молочний цукор, що виробляється на молочних підприємствах, є α -гідратом.

Просторова формула лактози наведена на рис. 1.5. Агрегатний стан лактози у водних розчинах залежить від температури і концентрації. У молочній сировині вона знаходиться у вигляді істинного розчину, в пересичених

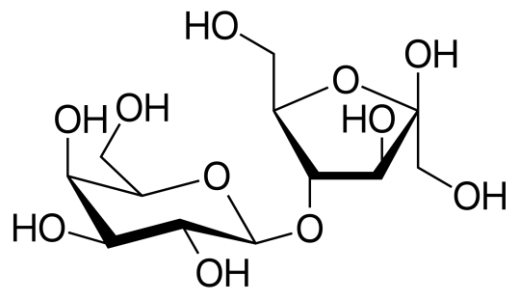


Рис. 1.5. Просторова формула лактози

розчинах – утворює кристали. У сухому молоці і насичених розчинах лактоза перебуває в аморфному стані. Властивості α - і β -форм різні. У присутності білків, мінеральних солей розчинність лактози підвищується. У сірчаному ефірі, етиловому і метиловому спиртах лактоза практично нерозчинна. Лактоза кристалізується з пересичених розчинів за температури нижче 93°C – α -гідратна, вище – β -ангідридна.

При охолодженні розчинів, що містять лактозу, викристалізовується α -форма, як менш розчинна. Рівновага форм в розчині порушується і частина β -форми переходить в α -форму, яка знову викристалізовується.

• *Лактоза відноситься до активних редукуючих вуглеводів. Вона володіє слабкими кислотними властивостями і зв'язує приблизно два моля їдкого натру на один моль цукру.*

Наявність у структурі лактози різних функціональних груп надає їй підвищену хімічну активність. Альдегідна, первинна та вторинна гідроксильні групи лактози зумовлюють реакції приєднання, окиснення, відновлення.

Нагрівання лактози і її водних розчинів викликає значні зміни. Кристали α -гідрату при нагріванні до 87°C починають плавитися, при 100°C поступово втрачають кристалізаційну воду, а при 110°C стають безводними. При 120°C починається процес карамелізації – кристали темніють, а при $170\ldots 180^{\circ}\text{C}$ процес закінчується утворенням ізолактанів.

Термостійкість розчинів лактози залежить від факторів, що наведені на рис. 1.6.



Рис. 1.6. Фактори, від яких залежить термостійкість розчинів лактози

В процесі нагрівання відбувається накопичення кислих сполук, зростання оптичної густини за рахунок надлишку барвних сполук, як результат, зміна кольору. При температурі вище 100 °С розчини лактози набувають коричневого забарвлення. Цей процес розглядають як реакцію взаємодії вуглеводів і нітрогенвмісних сполук з утворенням меланоїдинів. Підвищення температури, лужна реакція середовища, наявність іонів міді та заліза прискорюють цей процес.

Хімічний гідроліз лактози може бути викликаний дією сильних кислот (наприклад, соляною). Один грам лактози в 100 мл 10 %-вої соляної кислоти за температури 100 °С повністю гідролізується на α -D-глюкозу і β -D-галактозу протягом 1 год. Гідроліз соляною кислотою може протікати і при температурах нижче 10 °С.

Лактоза порівняно легко гідролізується до моносахарів лактазою (β -галактозидазою), просторова формула яких наведена на рис. 1.7.

Зброджування лактози молочнокислими бактеріями може проходити за гліколітичною схемою або гексозомонофосфатним шляхом.

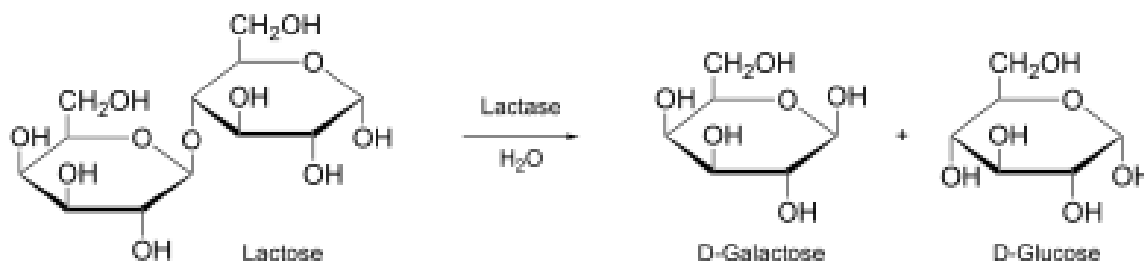


Рис. 1.7. Просторова формула гідролізу лактози

У першому випадку з молекули лактози утворюються дві молекули молочної кислоти, у другому – молочна кислота, вуглекислота, етиловий спирт і оцтова кислота. Процеси широко використовують в молочній промисловості при виробленні всіх кисломолочних продуктів. Енергетична цінність 1 г вуглеводів (лактози) – 3,8 ккал. Засвоюваність молочного цукру становить 99 %.

Мінеральні речовини. У молоці міститься близько 1 % мінеральних речовин – іонів металів, а також солей неорганічних і органічних кислот. Більшу частину з них складають середні і кислі солі фосфорної кислоти. Солі молока та мікроелементи поряд з іншими основними компонентами зумовлюють високу біологічну цінність молока. Надлишок солей тягне за собою порушення колоїдної системи білків, в результаті чого вони випадають в осад. Ця властивість молока використовується для прискорення коагуляції білка у виробництві білкових концентратів. Вміст макроелементів в молоці залежить від породи корів, стадії лактації, середні їх значення наведені в табл. 1.7.

Таблиця 1.7. Макроелементний склад коров'ячого молока

Макроелемент	Na	K	Ca	Mg	P	Cl ⁻	So ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	Цитрати
Вміст, мг/100 г	50	145	120	13	95	100	10	20	175

Мікроелементи присутні в молоці у вигляді іонів і є життєво необхідними речовинами. Вони входять до складу

багатьох ферментів, активізують або інгібують їх дію, можуть бути каталізаторами хімічних перетворень речовин, що викликають різні вади молока, тому концентрація мікроелементів не повинна перевищувати допустимих значень. Середній мікроелементний склад молока представлений в табл. 1.8.

Таблиця 1.8. Мікроелементний склад коров'ячого молока

Мікроелемент	Fe	I	Co	Mn	Cu	Zn	Sn	F	Al
Середній вміст, мкг/100 г	67	4	0,8	6	12	400	13	20	50

Ферменти являють собою специфічні речовини, що каталізують біохімічні реакції. Під дією ферментів молекули білків, жирів і вуглеводів розщеплюються до простих речовин, виділяючи енергію, необхідну для підтримання життєдіяльності живого організму.

У молоці від здорових тварин, які отримують повноцінний раціон, міститься понад 20 ферментів.

• Більша частина **ферментів** утворюється в клітинах молочної залози тварини і потрапляє в молоко з крові тварини (нативні ферменти).

Мікроорганізми молока в процесі своєї життєдіяльності також виділяють багато ферментів (мікробні ферменти), їх нараховують понад 50.

Вітаміни. У молоці містяться всі життєво необхідні вітаміни, деякі в недостатніх кількостях. Вміст вітамінів залежить від сезону року, породи тварин, якості кормів, умов зберігання і обробки молока. Нежирні і маложирні молочно-білкові продукти містять тільки водорозчинні вітаміни, так як жиророзчинні присутні тільки в молочному жирі.

Білоквмісна молочна сировина має високу харчову і біологічну цінність. Вона є збалансованою за найбільш необхідними для організму людини речовинами, які забезпечують ріст, розвиток і життєдіяльність.

Середній вітамінний склад коров'ячого молока

<i>Вітаміни</i>	<i>Середній вміст в 100 см³ молока</i>
<i>Жиророзчинні</i>	
А (ретинол)	0,03 мг
β-каротин (провітамін А)	0,02 мг
D (кальциферол)	0,04 мг
Е (токоферол)	0,1 мг
К (філохінон)	60 мкг/см ³ (сліди)
<i>Водорозчинні</i>	
В ₁ (тіамін)	0,04 мг
В ₂ (рибофлавін)	0,15 мг
В ₄ (холін)	15,0 мг
В ₆ (піридоксин)	0,07 мг
В ₅ (пантотенова кислота)	0,03 мкг/л
В ₈ (інозит)	18,0 мг
В ₁₂ (кобаломін)	0,7 мкг/см ³
В _с (фолієва кислота)	0,1 мкг/см ³
РР (нікотинова кислота)	0,3 мг
Н (біотин)	5,0 мкг/см ³
С (аскорбінова кислота)	2,0 мг

Гази, що містяться в молоці в розчиненому стані, потрапляють у молоко при контакті його з повітрям у процесі отримання та обробки. Їх кількість в 1 л молока становить близько 80 мг, у тому числі вуглекислого газу 40...56 мг, нітрогену 16...24 мг, кисню 4...8 мг. У процесі зберігання молока з розвитком мікрофлори вміст кисню в ньому знижується.

Окрім вищеназваних складових частин у молоці містяться **гормони**.

• Гормони – хімічні стимулятори, які регулюють
• обмін речовин в організмі.

Вміст їх у молоці незначний. Характеристика найвагоміших гормонів молока наведена на рис. 1.8.

Пролактин	Окситоцин	Тироксин
<ul style="list-style-type: none"> • стимулює розвиток молочних залоз • утворення молока 	<ul style="list-style-type: none"> • стимулює відділення молока 	<ul style="list-style-type: none"> • йодвмісний гормон щитоподібної залози

Рис. 1.8. Характеристика найвагоміших гормонів молока

Сторонні речовини негативно впливають на біологічну цінність і технологічні властивості молока. До сторонніх речовин молока належать: антибіотики, пестициди, токсичні елементи, радіонукліди, нітрати, нітроти, мікотоксини, бактеріальні отрути тощо. Такі речовини є токсичними для людини, можуть спричинити отруєння, а також мають віддалений негативний ефект на організм через притаманну їм канцерогенну дію. Вміст сторонніх речовин суворо контролюється та регламентується нормативними документами.

За рахунок вмісту білково-фосфаткальцієвого, ліпідно-лецитинового і вітамінно-мінерального комплексів молоко є незамінним продуктом харчування для всіх вікових груп населення з високою біологічною активністю.

З точки зору раціонального харчування слід вважати перспективною і вторинну молочну сировину, яка володіє невисокою енергетичною цінністю за рахунок зниженого вмісту молочного жиру.

Фізичні характеристики питного молока. Залежність поверхневого натягу незбираного та знежиреного молока від температури за даними Г.А. Кука наведено в табл. 1.9.

Таблиця 1.9. Залежність поверхневого натягу незбираного та знежиреного молока від температури, Н/м

Зразки	t, °C								
	5	10	15	20	30	40	50	60	70
<i>Молоко незбиране</i>									
1	–	0,048	–	0,044	0,043	0,043	–	–	–
2	0,047	0,046	0,045	0,043	0,043	0,043	0,042	0,041	–
3	0,045	0,044	–	0,042	0,042	–	–	–	–
4	–	–	–	0,046	0,046	0,045	0,044	0,042	–
<i>Молоко знежирене</i>									
1	0,052	0,051	0,051	0,049	0,048	0,048	–	–	–
2	0,050	0,050	0,048	0,047	0,045	0,044	0,043	0,039	–
3	0,052	0,050	0,048	0,046	0,046	0,043	0,042	0,041	0,039
4	–	–	–	0,052	0,050	0,049	0,047	0,045	0,042
5	–	–	–	0,051	0,050	0,048	0,046	0,043	0,041

Дані з дослідження теплоємності незбираного молока наведені в табл. 1.10.

Таблиця 1.10. Теплоємність незбираного молока с, Дж/(кг·К)

Масова частка жиру, %	Температура, К								
	283	288	293	298	303	313	323	333	343
2,91	3978	–	4020	–	3957	3942	3946	3951	3955
3,2	3889	3886	3936	3914	3936	3954	3969	3978	3990
3,96	3944	4001	3978	3927	3927	3936	3902	–	–
4,0	3857	–	3875	–	3893	3911	3929	3947	3965
4,2	3764	–	3778	–	3797	3822	3822	3889	3931
4,3	–	3297	–	–	–	3894	–	3844	–

Теплоємність молока з підвищенням температури від 278 К збільшується.

1.3. Зміни складу незбираного молока за сезонами року і методи визначення основних показників

Найбільший вплив на технологічні властивості молока мають сезонні зміни його хімічного складу. Сезонні зміни

зумовлені періодом лактації, раціонами годування, умовами утримання корів.

Навесні у молоці зменшується масова частка жиру, сухих речовин, загального білка та казеїну.

Для молочного коров'ячого жиру літнього сезону характерна присутність розгалужених ізо- і антиізо-насичених жирних кислот з парним і непарним числом атомів вуглецю від $C_{13:0}$ до $C_{18:0}$ – 8 кислот (0,1...0,7 %). Вміст 7 мононенасичених жирних кислот від $C_{10:1}$ і до $C_{17:1}$ знаходиться в межах 0,1...1,1 %.

Характерна присутність у великій кількості $C_{18:1}$ ω -9 (олеїнової) кислоти на рівні 23,8 %. Також виявлено невелику кількість $C_{18:1}$ ω -7 вакценової кислоти – 2,6 % і $C_{20:1}$ ω -9 11-ейкозенової – 0,4 % кислоти. Вміст $C_{18:3}$ ω -3 і ω -6 (α і γ -ліноленова) кислоти становить усього лише 0,5...0,7 %. Сумарний вміст насичених жирних кислот становить – 64,78 %, мононенасичених – 29,33 %, ненасичених жирних кислот – 5,71 %.

Найвищий вміст лактози спостерігається весною та влітку. Показники складу незбираного молока за сезонами року наведені в табл. 1.11.

Таблиця 1.11. Показники складу незбираного молока за сезонами року

Показники, масова частка, %	Сезони року			
	зима	весна	літо	осінь
Загальний білок	2,94	2,79	2,82	3,01
Казеїн	2,21	2,03	2,13	2,30
Сироваткові білки	0,73	0,76	0,76	0,71
Лактоза	4,41	4,53	4,59	4,45
Жир	3,74	3,47	3,53	3,75
Сухі речовини	11,83	11,60	11,71	11,91
Мінеральні речовини	0,72	0,71	0,70	0,69

Найвищий вміст казеїнів восени (76,32 %), найнижчий – навесні (72,40 %), сироваткових білків у незбираному молоці більше весною та літом (27,6 та 26,16 % відповідно).

У Технологічному інституті молока і м'яса досліджено динаміку складу білків молока за сезонами року. Фракційний склад білків молока за сезонами року, % від загальної кількості представлений в табл. 1.12.

Таблиця 1.12. Фракційний склад білків молока за сезонами року, % від загальної кількості

Сезон року	α -казеїн	β -казеїн	κ -казеїн	Імуноглобуліни сироватковий альбумін	β -лакто-глобулін	α -лакто-глобулін
Зима	40,75	25,61	8,15	4,58	14,91	6,00
Весна	39,28	25,25	7,87	6,36	15,50	7,51
Літо	41,16	24,69	7,99	4,81	14,23	7,00
Осінь	43,59	23,98	8,85	3,35	14,53	5,80

Властивості молока характеризуються певними фізико-хімічними, органолептичними та технологічними показниками. Вони можуть змінюватись під впливом різних факторів (стадії лактації, хвороби тварин, умов утримання та годівлі тощо), а також при фальсифікації молока, тому їх визначення дозволяє оцінити натуральність, якість молока й придатність його до переробки в різні молочні продукти.

Кислотність молока. Титровану кислотність вимірюють в градусах Тернера. Під градусами Тернера розуміють кількість мілілітрів 0,1 н. розчину лугу, що витрачається на нейтралізацію 100 см³ молока.

● *Кислотність молока зумовлена головним чином наявністю в ньому кислих солей і білків і характеризується титрованою та активною кислотністю.*

Титрована кислотність свіжого молока в середньому становить 16...18 °Т. Титрована кислотність молока окремих

тварин може коливатися в досить широких межах. Вона залежить від раціонів годівлі, породи, віку, індивідуальних особливостей тварини, лактаційного періоду та ін. У перші дні після розтелення кислотність молока (молозива) дуже висока (до 50 °Т) за рахунок більшого вмісту білків і солей. Стародійне молоко (отримане в кінці лактації) має низьку кислотність (до 10 °Т). Молоко від корів, які хворіють на мастит, має також низьку титровану кислотність.

Активна кислотність, або водневий показник (рН), виражається концентрацією водневих іонів. Водневий показник свіжого натурального молока, що визначається потенціометричним методом з використанням рН – метра, в середньому дорівнює 6,6...6,7.

● **Водневий показник** – від’ємний десятковий логарифм концентрації іонів водню, що містяться в розчині.

Зміна рН відбувається через зміну концентрації окремих складових частин молока або внаслідок зсуву фазової рівноваги. Величина його змінюється при розбавленні молока (підвищується) або концентруванні (знижується), при термічній обробці (незначне зниження). Найсуттєвіше впливають на зміни рН молока процеси обміну речовин молочнокислих бактерій.

Для вимірювання активної кислотності існує багато різноманітних рН-метрів: портативний, водонепроникний та ін. Вимірювач активної кислотності рН-150МИ, що наведений на рис. 1.9, призначений для вимірювання значень рН (концентрації іонів водню) та температури молока і молочних продуктів.



Рис. 1.9. Вимірювач активної кислотності рН-150МИ

- У виробничих умовах вимірювання **pH** потрібно проводити в тих випадках, коли концентрація водневих іонів має вирішальний вплив на якість і вихід молочних продуктів.

Від величини pH залежать й інші виробничі показники: колоїдний стан білків молока та стабільність полідисперсної системи молока; умови розвитку корисної та шкідливої мікрофлори та її вплив на процеси сквашування та дозрівання; стан рівноваги між іонним і колоїдним фосфатом кальцію та зумовлена цим термостійкість білкових речовин; активність ферментів; швидкість утворення типових компонентів смаку і запаху окремих молочних продуктів; очищувально-дезинфікуюча властивість миючих і дезинфікуючих засобів. Отже, показник pH слугує для молока показником якості і фактором керування технологічними процесами.

Технічні характеристики модифікації pH-150МИ наведено в табл. 1.13.

Таблиця 1.13. Характеристика вимірювача активної кислотності pH-150МИ

Вимірювана величина	Одиниці вимірювання	Діапазон вимірювання	Похибка приладу	Дискретність
pH	–	- 2...+16	± 0,01	0,01
T	°C	- 5...+60	± 0,5	0,1

Густина молока, являє собою масу в одиниці об'єму при 20 °C (кг/м³), що визначається ареометричним методом. Густина залежить від температури молока та його складових частин. Через непостійність складу молока вона коливається в межах від 1026 до 1032 кг/м³. Густина молока змінюється протягом лактаційного періоду і під впливом інших факторів. У перші дні після отелення (молозиво) густина досягає 1400 кг/м³. Ареометр для визначення густини молока показаний на рис. 1.10.



Рис. 1.10. Ареометр для визначення густини молока

Густина молока від хворих тварин нижче густини нормального молока. При додаванні до молока води густина його зменшується (10 % додавання води знижує густину в середньому на 3 кг/м^3). Зняття вершків або розведення знежиреним молоком спричиняє підвищенню густини.

В'язкість молока – це властивість рідини чинити опір при переміщенні однієї її частини відносно іншої. Вміст лактози та іонів, а також сироваткових білків незначно впливає на в'язкість молока в нативному стані. В середньому в'язкість молока при 20°C дорівнює $1,8 \text{ мПа}\cdot\text{с}$, в'язкість молозива досягає $25 \text{ мПа}\cdot\text{с}$.

● *На в'язкість молока впливають наявність емульгованих і колоїдно-розчинних часток, концентрація жиру, розмір жирових кульок і розподілення їх за розмірами, наявність агломератів жирових кульок, вміст казеїну та його стан (гідратація, розмір міцел), стан сироваткових білків, обробка молока після доїння, нагрів молока, час лактації та ін.*

У процесі нагрівання в'язкість молока знижується; підвищення може відмічатися в тому разі, якщо температура перевищує точку коагуляції сироваткових білків. Найсильніший вплив на в'язкість молока має молочний жир.

Визначення вязкості молока проводять з використанням різноманітних віскозиметрів – Брукфільда та Гепплера. Зображення приладів наведено на рис. 1.11 та 1.12.

Принцип дії віскозиметрів Гепплера, оснащених вимірювальними балами VISCO BALL, полягає в наступному. В циліндричну трубку вносять рідину для випробування, потім вимірюють, за який час пройде кулька між двома відмітками.



**Рис. 1.11. Віскозиметр
Брукфільда**



**Рис. 1.12. Віскозиметр
Гепплера**

Відповідно до принципу Гепплера, в'язкість робочого зразка пропорційна часу падіння. Додаткові дані можна отримати при перевертанні трубки та зворотному ходу кульки. Результати вимірів абсолютної динамічної в'язкості перераховуються в стандартні міжнародні одиниці паскаль-секунд (сантипуаз). В стандартній комплектації є шість кульок та контрольний термометр (від -1 до +26 °C).

Ротаційний віскозиметр Брукфільда DV-E – цифровий прилад із рідкокристалічним дисплеєм і відображенням поточного значення в'язкості (сР або мПа·с), крутного моменту (%), швидкості (об/хв), типу вимірювального пристрою. Разноманітні моделі віскозиметрів Брукфільда призначені для вирішення широкого спектру завдань, пов'язаних з вимірюванням в'язкості середовищ: для низької (серія LV), середньої (серія RV) і високої (серія HA/HB) в'язкості. Кожен віскозиметр постачається з набором шпинделів для робочого діапазону в'язкості, 4 шпинделя для серії LV та 6 шпинделей для серії RV/HA/HB. Всі шпинделі вироблені з нержавіючої сталі.

За допомогою віскозиметра Брукфільда можна визначити такі показники: вязкість (сПз або мПа·с), температуру (°С або °F), швидкість зсуву/напруження зсуву, % крутний момент, швидкість обертів.

Перед прийманням молока-сировини в ньому визначають якісні показники згідно з ДСТУ. Сучасним способом є використання аналізаторів молока, які дають можливість визначити одночасно кілька показників.

Відомо про інфрачервоний аналізатор для молочних продуктів TANGO-R Bruker (рис. 1.13), що призначений для контролю якості пастоподібних і твердих молочних продуктів.

Призначений для аналізу йогуртів (у тому числі з наповнювачами), сирів твердих і плавлених, сухого молока, сметани, сиру кисломолочного та інших молочних продуктів.

За допомогою інфрачервоного аналізатора для молочних продуктів TANGO-R Bruker можна визначати наступні показники: масову частку білку, жиру, казеїну, сухого знежиреного молочного зали-

шку, лактози, вміст води, солей, активну кислотність, температуру замерзання, сечовину, транс-ізомери, насичені і ненасичені жирні кислоти.

Аналізатор Екомілк використовують для визначення якісних показників не тільки незбираного молока, а й консервованого або пастеризованого. Додавання барвників, хімічні реакції з рідиною виключені.



Рис. 1.13. Інфрачервоний аналізатор для молочних продуктів TANGO-R Bruker

Широко впроваджені аналізатори молока **Екомілк Горизон** (рис. 1.14), який має наступні переваги перед аналогами:



Рис. 1.14. Аналізатор молока Екомілк Горизон

- точний моніторинг на суб-клінічний мастит з гібридною технологією;
- швидкий і економічний аналіз: менше 0,05 євро за тест і 45 с час аналізу;
- простота у використанні і обслуговуванні;
- надійну і міцну конструкцію;
- цифровий режим повторного калібрування для кінцевого користувача;

- друк та зберігання даних вимірювань;
- USB або RS232 інтерфейс: підключення до ваг, клавіатура, pen drive, RS232 принтер, комп'ютер;

GSM/GPRS - для передачі даних по електронній пошті, SMS, FTP, віддалене управління.

Технічні характеристики аналізатора Екомілк Горизон наведені в табл. 1.14.

Таблиця 1.14. Технічні характеристики аналізатора Екомілк Горизон

Параметри вимірювання	Діапазон вимірювань	Максимально допустима абсолютна похибка
1	2	3
Вміст жиру	0,5...12 %	± 0,1 %
Вміст СЗМЗ	6...12 %	± 0,1 %
Густина	1026...1033 кг/м ³	± 0,0005 кг/м ³
Вміст білку	2...6 %	± 0,2 %
Вміст лактози	0,05...7 %	± 0,2 %
Додана вода	0...60 %	± 5,0 %
Точка замерзання	-1,0...0 °C	± 0,015 °C
Температура проби	0...60 °C	± 5 °C

1	2	3
Кількість соматичних клітин	60000...1600000/ 8200000 млн/мл	$\pm 5 \%$
Провідність	2...20 мСм/см	$\pm 1,0$ мСм/см
Модуль для обробки даних	онлайн передача даних, зберігання даних, даних для друку і генерації звітів, для збору молока і розрахунку вартості для оплати	
Моніторинг здоров'я тварин на ацидоз і кетоз	Виявлення на основі ультразвукового аналізу молока	

Екомілк працює за принципом УЗД сканування. Ультразвукові коливання проходять через рідину, при цьому значення вихідних сигналів змінюється. Прилад сам реєструє їх і встановлює відповідність з тими чи іншими параметрами молока. Для дослідження зразка молока потрібно витратити 1...2 хвилини.

Аналізатор молока і соматичних клітин **CombiScope FTIR 600/300 High Performance** (виробництво Delta Instruments, Нідерланди) – являє собою комбінацію двох високоточних і високошвидкісних аналізаторів для експрес-аналізу молока: ІЧ-Фур'є спектрометра LactoScope FTIR 600/300 HP/CP для комплексного аналізу молока і аналізатора соматичних клітин SomaScope LFC 600/300 HP/CP, що працює за методом флуоресцентної проточної цитометрії.



Рис. 1.15. Аналізатор молока CombiScope FTIR

Аналізатор CombiScope FTIR дозволяє зі швидкістю до 600 зразків за годину:

- проводити хімічний аналіз молока за такими параметрами: масова частка жиру, білку, лактози, сухих речовин;
- додаткові параметри: казеїн, сечовина, лимонна кислота, вільні жирні кислоти, істинний протеїн, вуглеводи, непротеїновий нітроген, меланін, рН та ін.;
- визначати кількість доданої води за «точкою замерзання» відразу двома способами: за електропровідністю і за ІЧ-спектрами, що значно збільшує точність даного дослідження;
- встановлювати кількість соматичних клітин в непастеризованому молоці.

Технічні характеристики аналізатора CombiScore FTIR

Параметр *Діапазон вимірювання*

Блок LactoScope FTIR

Жир	0...20 %
Білок	0...10 %
Сухі речовини	0...50 %
Лактоза	0...20 %
Об'єм проби	8 мл
Температура проби	40 °C
Продуктивність	80...120 проб/год
Точність (відносне стандартне відхилення, RSD)	Cv < 0,25 %

Блок SomaScore

Метод визначення	Флуоресцентний проточний цитометричного аналіз - фарбування DAPI
Рідинна система	Пробовідбірник, який використовує циклічне сприскування фіксованого обсягу; фарбування за допомогою змішання при кімнатній температурі в склянках, що промиваються
Продуктивність	до 300 або до 600 проб/год
Діапазон вимірювань	0...10 ⁷ клітин/мл, клітини рахуються в абсолютному об'ємі
Температура проби	40 °C

Точність (відносне стандартне відхилення, RSD)	$< 6 \%$ (для 10^5 клітин/мл) $< 4 \%$ (для $3 \cdot 10^5$ клітин/мл) $< 3 \%$ (для від $0,5 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^6$ клітин/мл)
Правильність	$C_v < 10 \%$
Об'єм проби	2 мл
Стан проби	Заморожена або консервована
Точка замерзання (добавлена вода)	0...4 %
Габаритні розміри	41×206×44 см

Аналізатор пропонується в наступних модифікаціях: CombiScore FTIR 300 Нр – до 300 зразків/год; CombiScore FTIR 600 Нр – до 600 зразків/год.

Також існують лабораторні прилади для визначення окремих показників молока. Цифровий рефрактометр ручний АТАГО (Японія) призначений для контролю вмісту сухих речовин у молоці (рис. 1.16).



Рис. 1.16. Рефрактометр ручний АТАГО

Тривалість вимірювання становить 3 с. Прилад має захист класу IP65, що уможливорює промивання платформи для зразка під проточною водою, а також має вбудовану функцію автоматичної температурної компенсації. Калібрування приладу виконується дистильованою або водопровідною водою.

Рефрактометр оснащений функцією ELI (втручання зовнішнього світла). Діапазон вимірювання від 0 до 53 %, точність – 0,1 %, похибка $\pm 0,2 \%$.

Запитання для самоперевірки до розділу 1

1. Наведіть склад молока незбираного.

2. Охарактеризуйте білковий склад молока.
3. Які вимоги до молока-сировини існують згідно нормативної документації?
4. Наведіть вуглеводний склад молока.
5. Охарактеризуйте зміни складу незбираного молока за сезонами року.
6. Наведіть фактори, від яких залежить термостійкість розчинів лактози.
7. Які властивості має молочна сировина?
8. Охарактеризуйте жирно-кислотний склад молока.
9. Яке призначення інфрачервоного аналізатора для молочних продуктів?
10. Охарактеризуйте способи визначення в'язкості молока.
11. Наведіть вимоги до молока-сировини згідно ДСТУ.
12. Охарактеризуйте найвагоміші гормони коров'ячого молока.
13. Наведіть приклади обладнання для експрес аналізу молока-сировини.
14. Для визначень яких показників використовують рефрактометр?

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Б

Білки

молока 15

сироваткові 17

Білковий модуль 159

Біокефір з рослинним
жиром 114

В

Вітаміни молока 25

Водневий показник молока 31

Вода в молоці 14

Вуглеводи молока 21

В'язкість молока 33

Г

Гази молока 26

Гідродинамічне оброблення
молока 59

Гідроліз лактози 23

Гормони молока 26

Гомогенізація молока 83, 111

Густина молока 32

Е

Електродіаліз 68, 77

Ж

Жир молочний 19

З

Заморожування молока 65

Замінник незбираного молока
з ферментованої сироватки
192

з трав'яним соком 199

«Біо-ЗНМ» 194

овечого молока 197

Зворотній осмос 76

Й

Йогурт соєвий 120

К

Казеїн 16

Казеїнаткальційфосфатний
комплекс 17

КВІВ-оброблення молока 57

Кефір соєвий 119

Кислотність молока 30

Коагулятор 123

Концентрат

вуглеводний «Лакт-ОН» 164

збагачувач 173
 молочний білково-
 харчовий біфідогенний
 «Лактобел-ЕД» 162
 сироватковий концентрат-
 яєчно-сироватковий 171
 рідкий сироватковий 190

Л
 Лактоза 22
 Лінія
 з сепараторами для
 відділення сироватки від
 білкового згустку 132
 «ОВРАМ» 121
 «Оліт Про» 130
 Я9-ОПТ 127

М
 Маслянка 11
 Мінеральні речовини молока 24
 Молоко
 незбиране 9, 18
 знежирене 11
 пастеризоване 80
 регенероване 177
 солодове 96
 соєве 99
 ультрапастеризоване 85

Н
 Нанофільтрація 74
 Напій
 діабетичного призначення
 118
 для геродієтичного
 харчування 104
 соєвий пастеризований 101

кисломолочний 105
 Нормалізація молока 79, 110

О
 Оброблення молока
 ІЧ випромінюванням 61
 мембранне 67
 механокавітаційне 60
 мікрохвильове 61

П
 Паста
 сиркова закусочна Особлива
 148
 овочево-сиркова 137
 Поверхневий натяг молока 28
 Приймання молока 41
 Продукт
 Геролакт 115
 комбінований з біфідо-
 генними властивостями
 «БУК-СОМ» 167
 сирковий Фермерський 144
 сухий молочний
 «Белакт» 203
 сухий молочний
 «Провілакт» 205

С
 Сир кисломолочний
 альбумінний 153
 дитячий 142
 «Кавказький» 138
 з фруктами 151
 Збагачений 140
 молочно-рослинний 144
 пікантний 151
 Столовий 152

Сироватка

збагачена 186

концентрована 188

Суміш кормова

Ацидобіфілін 184

T

Теплоємність молока 28

Термічне оброблення 50

Термостійкість молока 90

Тиндалізація 60

Ф

Ферменти молока 25

У

Ультрафільтрація 71

Х

Харчові капсули з білків
молока 158

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Гаврилов Г.Б.* Справочник по переработке молочной сыворотки. Технологии, процессы и аппараты, мембранное оборудование / Г.Б. Гаврилов, А.Ю. Просеков, Э.Ф. Кравченко и др. – СПб.: Профессия, 2015. – 176 с.
2. *Головкина М.В.* Ультрафильтрация в технологии молочных продуктов / М.В. Головкина, Г.С. Анисимов, В.А. Везирян // Переработка молока. – 2012. – № 8 (154). – С. 16.
3. *Горбатова К.К.* Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 352 с.
4. *Гордезиани В.С.* Производство заменителей цельного молока. – М.: Агропромиздат, 1993. – 272 с.
5. *Грек О.В., Скорченко Т.А.* Технологія комбінованих продуктів на молочній основі: підруч. – К.: НУХТ, 2012. – 362 с.
6. *Грек О.В.* Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки / О.В. Грек, Г.Є. Поліщук, О.О. Онопрійчук. – Київ: НУХТ, 2011. – 210 с.
7. *Грек О.В., Красуля О.О.* Молокопереробка. Інновації: підруч. – К.: НУХТ, 2017. – 390 с.
8. *Грек О.В., Скорченко Т.А.* Технологія сиру кисломолочного та сиркових виробів. – К.: НУХТ, 2009. – 235 с.
9. *Гунькова П. И., Горбатова К. К.* Биотехнологические свойства белков молока. – С.Пб.: Профессия, 2015. – 216 с.

10. *Евдокимов И.А.* Мембранные технологии в молочном производстве / И.А. Евдокимов, В.С. Сомов, В.А. Михнева и др. // Молочная пром-сть. – 2013. – № 9. – С. 15.

11. *Евдокимов И.А.* Электродиализ молочной сыворотки: монография / И.А. Евдокимов, Н.Я. Дыкало, А.В. Пермьяков. – Георгиевск: ГТИ (филиал) СевКавГТУ, 2009.

12. *Кочубей-Литвиненко О. В., Ющенко Н.М.* Технологія отримання та первинного оброблення молока: підруч. – К.: Нац. ун-т харч. технологій, 2013. – 211 с.

13. *Крусь Г.Н., Храмцов А.Г., Волокитина З. В., Карнычев С.В.* Технология молока и молочных продуктов / Под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: «КолосС», 2004. – 455 с.

14. *Крусь Г.Н., Храмцов А.Г.* Технология молока и молочных продуктов. – М.: КолосС, 2006. – 455 с.

15. *Мирончук В.Г.* Мембранні процеси в технології комплексної переробки молочної сироватки: монографія / В.Г. Мирончук, Ю.Г. Змієвський. – К.,: НУХТ, 2013. – 153 с.

16. *Пакувальна система Tetra Brik Aseptic* краще рішення для торгових мереж // Молокопереробка. – 2006. – № 9. – С. 12–14.

17. *Савченко О.А., Грек О.В., Красуля О.О.* Актуальні питання технологій молочно-білкових концентратів: теорія і практика. Монографія. – К.: ЦП «Компринт», 2015. – 293 с.

18. *Синельников Б.М.* Лактоза и ее производные / Б.М. Синельников, А.Г. Храмцов, И.А. Эвдокимов и др. – СПб.: Профессия, 2007. – 768 с.

19. *Скалка В., Савчук О.* Аналіз вмісту білкових фракцій у молоці різних видів свійських тварин // Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. – 2011. – № 58. – С. 49–51.

20. *Тамим А.И., Робинсон Р.К.* Йогурты и другие кисломолочные продукты / Пер. с англ.; под науч. ред. Л.А. Забодаловой. – С.Пб: Профессия, 2003. – 664 с.

21. *Технологія* молока і молочних продуктів: підруч. / Г.Є. Поліщук, О.В. Грек, Т.А. Скорченко та ін. – К.: НУХТ, 2013. – 502 с.
22. *Твердохлеб* Г.В. Химия и физика молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Р.И. Раманаускас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 360 с.
23. *Тихомирова* Н.А. Технология продуктов лечебно-профилактического назначения на молочной основе: учебное пособие. – СПб.: Троицкий Мост, 2010. – 448 с.
24. *Тихомирова* Н.А. Технология продуктов функционального питания. – М.: Франтера, 2007. – 246 с.
25. *Тёпел* А. Химия и физика молока / Пер. с англ. С.А. Фильчаковой. – С.Пб.: Профессия, 2012. – 850 с.
26. *Тулбатаева* Т.Ч., *Чоманов* У.Ч., *Артамонов* А.Ф. Исследование жирнокислотного состава коровьего молока // Изв. Нац. акад. наук Респ. Казахстан. – 2013. – № 6. – С. 37-41.
27. *Храмцов* А.Г. Феномен молочной мыворотки. – С.Пб.: Профессия, 2011. – 802 с.
28. *Скарбовічук* О.М. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів: довідник / О.М. Скарбовічук, О.В. Кочубей-Литвиненко, О.А. Чернюшок та ін. – К.: НУХТ, 2012. – 311 с.
29. *Advances in Fermented Foods and Beverage* / J. Csapy, Й. Varga-Visi / Woodhead Publishing. 2015. – 586 p.
30. *Brownlow* S. Bovine β -lactoglobulin at 18Å resolution still an enigmatic lipocalin / S. Brownlow[et al.] // *Structure*. – 1997. – Vol. 5. – P. 481–495.
31. *Chrysina* E.D. Crystal structure of apo- and holo-bovine α -lactalbumin at 2.2-Å resolution reveal an effect of calcium on inter-lobe interactions / E.D. Chrysina, K. Brew, K.R. Acharya // *J. Biol. Chem.* – 2000. – Vol. 275. – P. 37021–37029.

32. *Dairy processing. Handbook* / Gusta Bylund // Tetra Pak Processing Systems AB S-221 86 Lund, Sweden, 2004. – 436 p.

33. *Dalgleish D.G.* A possible structure of the casein micelle based on high-resolution field-emission scanning electron microscopy / D.G. Dalgleish, P.A. Spagnuolo, H.D. Goff // *International Dairy Journal*. – 2004. – № 14. – P. 1025–1031.

34. *Encyclopedia of Dairy Sciences 2nd Edition* / John W. Fuquay, Patrick F. Fox Professor, Paul L. H. McSweeney Dr. // Academic Press. – 2011. – 4170 p.

35. *НАССР. Практические рекомендации* / С. Мортимор, К. Уоллес. Пер. с англ. 3-го перераб изд. / СПб.: Профессия, 2014. – 520 с.

36. *Michalski M.C.* Native vs. damaged milk fat globules: Membrane properties affect the viscoelasticity of milk gels / M. C. Michalski, R. Cariou, F. Michel, C. Garnier // *Journal of Dairy Science*. – 2002. – Vol. 85. – P. 2451-2461.

37. *Innovations in Food Packaging (Second Edition)* / Joe P. Kerry // Academic Press. – 2014. – 624 p.

38. *Functional and speciality beverage technology* / Edited by: P. Paquin. 1st Edition / Woodhead Publishing. – 2009. – 512 p.

39. *Milk Proteins, Second Edition: From Expression to Food (Food Science and Technology)* / Mike Boland, Harjinder Singh, Abby Thompson // San Diego.: Academic Press Inc. – 2014. – 622 p.

40. *Open Innovation in the Food and Beverage Industry* / M. Acosta, D. Coronado, E. Ferr6ndiz // Woodhead Publishing. – 2013. – 448 p.

41. *Trends in Packaging of Food, Beverages and Other Fast-Moving Consumer Goods (FMCG): Markets, Materials and Technologies* / Neil Farmer. Elsevier Science. – 2013. – 344 p.

42. <http://www.tekmash.ua/catalog>.

43. <http://www.donido.com/rus/1.php>.

44. <http://www.obram.ru/>.
45. <http://www.ekokom.com/Home.aspx>.
46. <http://www.tetrapak.com/>.
47. <http://www.proinfo.com.ua/>.

Навчальне видання

Савченко Олександр Аркадійович

Грек Олена Вікторівна

Красуля Олена Олександрівна

**СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОЛОЧНИХ
ПРОДУКТІВ**