

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

О.В. ГРЕК, О.О. ОНОПРІЙЧУК

**НАУКОВІ ОСНОВИ
БЕЗВІДХОДНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
ВІДНОВЛЮВАНОЇ
СИРОВИНИ**

Київ НУХТ 2020

УДК 637.131.8

Рецензенти:

С.П. Циганков, д-р техн. наук (Інститут харчової біотехнології та геноміки Національної академії наук України);

О.А. Савченко, канд. техн. наук, доц. (Національний університет біоресурсів і природокористування України);

В.Г. Мирончук, д-р техн. наук, проф. (Національний університет харчових технологій)

Грек О.В., Онопрійчук О.О. Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини: Підруч. — К.: НУХТ, 2020. — 326 с.

ISBN 978-966-612-236-3

Розглянуто наукові основи безвідходних технологій відновлюваної молочної сировини, наведено характеристику ресурсів різного походження та готових продуктів, параметри сучасних технологічних операцій виробництва, в тому числі концентрування та розділення знежиреного молока, маслянки та сироватки різними способами — баромембранними методами, електродіалізом, сушінням, згущенням. Подано характеристики основних видів високопродуктивного технологічного обладнання для теплового та механічного оброблення. Теоретичні аспекти впровадження безвідходних технологій поєднано з реальними технологічними схемами виробництва таких продуктів, як свіжі та ферментовані напої, молочно-білкові концентрати, казеїн, лактоза, лактулоза, копреципітати та ін.

Для студентів, аспірантів і викладачів закладів вищої освіти, а також фахівців молочної промисловості.

*Затверджено Вченою радою
Національного університету харчових технологій
як підручник для студентів закладів вищої освіти
(протокол № 15 від 30 червня 2016 р.).*

УДК 637.131.8

© О.В. Грек, О.О. Онопрійчук, 2020

ISBN 978-966-612-236-3

© НУХТ, 2020

ВСТУП

Молоко та побічні продукти його перероблення належать до відновлюваної сировини, темпи поновлення якої залежать від багатьох факторів – економічних, технічних, соціальних та ін. Стимулювання ресурсозбереження – ефективний фактор зростання у виробничій сфері. Як правило, на більшості вітчизняних виробництв немає чіткого окреслення функцій ресурсозбереження за підрозділами, що призводить до несистемності та зниження ефективності цієї діяльності. Актуальним є формування організаційних структур управління ресурсозбереженням та забезпечення виконання технологічних рішень на основі використання сучасного обладнання та інновацій.

Безвідходна технологія – ідеальна модель виробництва, що здебільшого реалізується не повною мірою, а лише частково.

Під час створенні безвідходних виробництв доводиться вирішувати низку складних організаційних, технічних, технологічних, економічних, екологічних, інших завдань та дотримуватись взаємопов'язаних принципів. Основний з них – принцип системності, згідно з яким окремих процес або виробництво розглядаються як елемент динамічної системи всього промислового виробництва в регіоні, а на вищому рівні – як елемент еколого-економічної системи в цілому, що, крім матеріального виробництва та іншої господарсько-економічної діяльності людини, включає природне середовище. Отже, принцип системності має враховувати існуючу і зростаючу взаємозалежність виробничих, соціальних і природних процесів.

Іншим принципом впровадження безвідходного виробництва є комплексність використання ресурсів. Цей принцип вимагає максимального використання всіх компонентів сировини і потенціалу енергоресурсів. Практично вся сировина є комплексною, і в середньому понад третину її кількості

становлять елементи, які можуть бути вилучені лише під час глибокого перероблення.

До не менш важливих принципів належить вимога щодо обмеження впливу виробництва на навколишнє природне і соціальне середовище з урахуванням планомірного і цілеспрямованого зростання його обсягів і екологічної безпечності. Цей принцип передусім пов'язаний зі збереженням таких природних і соціальних ресурсів, як повітря, вода, поверхня землі, рекреаційні ресурси, здоров'я населення. Реалізувати цей принцип можна лише в поєднанні з ефективним моніторингом, розвиненим екологічним нормуванням і управлінням природокористуванням.

Загальним принципом створення безвідходного виробництва є раціональність його організації. Визначальними є вимога використання всіх компонентів відновлюваної сировини, максимального зменшення енерго-, матеріало- і трудомісткості виробництва та пошук нових економічно обґрунтованих інноваційних технологій.

На шляху вдосконалення існуючих і розроблення принципово нових безвідходних технологічних процесів необхідно дотримуватись загальних вимог:

- ✓ здійснення виробничих процесів з мінімальною кількістю технологічних стадій, оскільки на кожній з них можливі втрати;
- ✓ застосування безперервних процесів для найбільш ефективного використання сировини та енергії;
- ✓ забезпечення максимальної одиничної потужності агрегатів;
- ✓ інтенсифікація виробничих процесів, їх оптимізація та автоматизація;
- ✓ впровадження процесів, в яких максимально використовується енергія хімічних перетворень.

Знежирене молоко, маслянка та молочна сироватка, що належать до відновлюваних ресурсів молочного виробництва, мають бути використані

повністю і раціонально. Одночасно це уможливить вирішення низки проблем. Проблема екологізації харчових виробництв має два взаємопов'язані аспекти. Перший з них полягає в організації раціонального виробництва, що забезпечує випуск високоякісної, екологічно безпечної продукції з мінімізованими витратами, другий – в ресурсозбережному виробництві, що забезпечує охорону навколишнього середовища, зниження антропогенного навантаження, впровадження ефективних систем очищення відходів. При цьому головним напрямком екологізації виробництва є реалізація мало- і безвідходних ресурсозбережних технологій, що забезпечують дотримання природоохоронних вимог.

Молочна сироватка – один із відновлюваних резервів збільшення обсягів виробництва товарної продукції. Недостатнє використання сироватки у промисловому переробленні у молочній галузі пов'язане з великими втратами цінних харчових речовин, призводить до підвищення витрат сировини, зниження ефективності виробництва та втрати конкурентоспроможності.

Проблема промислового перероблення великих об'ємів сироватки порівняно з іншими побічними продуктами у країнах з розвиненою молочною промисловістю є актуальною, оскільки це стосується не тільки використання всіх компонентів молока для виробництва харчових продуктів і кормів для тварин, а й охорони навколишнього середовища.

Маслянку отримують у процесі виробництва масла на стадіях сколочування або сепарування вершків. Так, під час виробництва 1 т вершкового масла можна отримати до 1,5 т маслянки. Залежно від способу вироблення масла розрізняють такі види маслянки: одержаної способом сколочування вершків на масловиготовлювачах періодичної та безперервної дії, а також способом перетворення високожирних вершків. Зважаючи на харчову та дієтичну цінність маслянки, її використовують повністю для виробництва харчових продуктів.

Крім того, залежно від виду масла розрізняють маслянку, одержану в процесі виробництва солодковершкового та кисловершкового масла.

Маслянка особливо корисна для харчування людей з надлишковою вагою, для яких найважливішим є не калорійність їжі, а її висока біологічна цінність. Крім того, цей продукт відомий не тільки як харчовий, а й як профілактичний засіб, що використовується за диспепсії, захворювань печінки, нирок і кишково-шлункового тракту. Біологічна цінність маслянки зумовлена наявністю речовин антисклеротичної ліпотропної дії. Передусім це фосфоліпіди, що відіграють важливу роль у нормалізації жирового та холестеринового обміну. Високий вміст фосфоліпідів у харчуванні сприяє накопиченню в організмі білка, відсутність їх чи недостатня кількість призводять до відкладання жиру. Добова норма фосфоліпідів – 5 г. Найбільше значення має фосфатидилхолін (лецитин), який бере участь в утворенні складних біологічних структур ядра клітини.

Маслянка – джерело лецитину в найактивнішій формі — у вигляді білково-лецитинового комплексу і може бути рекомендована у великій кількості для щоденного споживання.

У підручнику розглянуто шляхи ресурсозбереження на молокопереробних підприємствах та наведено теоретичне підґрунтя для впровадження інновацій.

Підготовка та перепідготовка висококваліфікованих спеціалістів молочної галузі в ситуації, що склалася конче потрібна. Забезпечення здобувачів відповідною навчальною та науковою сучасною літературою з безвідходних технологій продуктів з відновлюваної сировини актуальне. Підручник написано для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» та освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології зберігання, консервування та переробки молока».

4. БІЛКОВІ, ВУГЛЕВОДНІ ТА ЖИРОВІ КОМПОНЕНТИ У ВИРОБНИЦТВІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

4.1. Білкові добавки

У процесі виробництва молочних продуктів дієтичного харчування використовують різні білкові добавки: копреципітати розчинні та казецити харчові, концентрат сироватковий білковий, отриманий методом ультрафільтрації (КСБ-УФ), концентрат сироватковий білковий (КСБ-УФ/ЭД), вироблений методом ультрафільтрації та електродіалізу, сироватку демінералізовану суху (СД-ЭД), отриману із застосуванням методу електродіалізу, ізолят соєвого білка, суху гуманізовану добавку (СГД-2).

Для збагачення харчових продуктів використовують молочно-білкові концентрати: казецити, казеїнати, що отримують з харчового казеїну.

Казецит характеризується збалансованістю за такими мінеральними речовинами, як калій, натрій, магній при оптимальному співвідношенні кальцію і фосфору, а також містить аніони лимонної кислоти, які сприяють всмоктуванню шару кальцію. Це дає змогу використовувати казецити у виробництві молочних продуктів для лікувального харчування дітей. У звичайний казецит вносять лимоннокислий тризаміщений натрій (2,8 %), лимоннокислий тризаміщений калій (3,2 %), двовуглекислий натрій (5 %). У спеціальний казецит додатково вносять 0,9 % лимоннокислого тризаміщеного магнію.

Фізико-хімічні і мікробіологічні показники казецитів:

Масова частка води/жиру в сухих речовинах, %, не більше	6,0/2,0
Індекс розчинності, см ³ сирого осаду, не більше	0,2
pH розчину	6,6...7,0
Масова частка золи/лактози, %, не більше	7,0/2,0
Вміст солей важких металів, мг л ⁻¹ , не більше	

олова/міді/ свинцю	100/8/ Не допускається
Загальна кількість мікроорганізмів в 1 г, не більше	25 000
Наявність бактерій групи кишкової палички в 1 г продукту	Не допускається
Вміст патогенних мікроорганізмів	Не допускається

Копреципітати розчинні харчові випускають двох видів: середньокальцієві і низькокальцієві.

Копреципітат відрізняється від казеїнатів більш високою харчовою цінністю завдяки тому, що у ньому містяться сірковмісні білки сироватки. Вимоги до якості харчових розчинних копреципітатів, наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Фізико-хімічні показники харчових розчинних копреципітатів

Вміст, %	Харчовий розчинний копреципітат	
	висококальцієвий	низькокальцієвий
Волога	3,0...6,0	3,0...6,0
Білок	70...74	80...87
Лактулоза	3,0...5,0	1,0...4,0
Жир	1,0...2,0	1,0...2,0
Зола	12,0...15,0	4,0...6,0
Кальцій	2,7...3,1	0,5...1

Показник рН для висококальцієвого копреципітату коливається в межах 6,7...7,1, а для низькокальцієвого – 6,5...7,1.

За мікробіологічними показниками загальна кількість бактерій в 1 г продукту повинна бути не більше 50000, вміст бактерій групи кишкової палички в 0,1 г продукту не допускається.

Фізико-хімічні показники сухого розчинного сироваткового білка:

Масова частка, %:

вологи/жира/лактози, не більше	4,0/5,0/5,0
білка, не менше	80,0
Розчинність, см ³ сирого осаду, не більше	0,2
Кислотність, °Т, не більше	18
Вміст солей важких металів, мг/кг, не більше:	
міді/олова/солей свинцю	8,0/50,0/Не допускається
Розмір часточок металевих домішок у найбільшому лінійному вимірі	0,3
Вміст металевих домішок, мг/кг, не більше	3,0
Ступінь чистоти за еталоном, не нижче групи	I

Мікробіологічні показники *сухого розчинного сироваткового білка* збігаються зі значеннями для харчових розчинних копреципітатів.

За фізико-хімічними показниками концентрат сироваткових білків повинен відповідати вимогам, наведеним у табл. 4.2.

Таблиця 4.2. Фізико-хімічні і мікробіологічні показники концентратів сироваткових білків

Показник	КСБ-УФ	ЕСБ-УФ/ЭД
Масова частка води/лактози/золи, %, не більше	4,0/30,0/6...7	4,0/38,0/3,0
Масова частка азотистих речовин, %, не менше	55,0	55,0
Масова частка лактози, %, не більше		

Індекс розчинності, см ³ сирого осаду, не більше	0,3	0,2
Кислотність відновленого концентрату до масової частки сухих речовин 9,6%, °Т, не більше		28
Вміст солей важких металів, млн ⁻¹ , міді/олова/свинцю	8/50/	Не допускається

Фізико-хімічні показники сухої гуманізованої добавки СГД-2:

Масова частка, %:

вологи, не більше	8,0
Розчинність, см ³ сирого осаду, не більше	0,1
Кислотність відновленої сухої гуманізованої добавки СГД-2, °Т, не більше	16,0
Вміст солей важких металів, мг/кг, не більше: міді/олова/солей свинцю	8,0/50,0/Не допускається
Вміст кальцію у відновленій сухій гуманізованій добавці СГД-2, мг %, не більше	70,0
Розмір часточок металевих домішок у найбільшому лінійному вимірі	0,3
Вміст металевих домішок, мг/кг, не більше	3,0
Ступінь чистоти за еталоном, не нижче групи	I

Мікробіологічні показники сухої гуманізованої добавки аналогічні казецитам та вказані раніше.

Фізико-хімічні та мікробіологічні показники сухої гуманізованої добавки СД-ЕД:

Масова частка води/лактози, %, не більше	5,0/80,0
Масова частка азотистих речовин, %, не менше	17,0

Масова частка мінеральних речовин, %, не більше		
при 70 %-му/90 %-му рівні демінералізації		3,0/1,0
у тому числі кальцію, %, не більше		0,5
Титрована кислотність продукту, відновленого до 6 % сухих речовин, °Т, не більше		25
Індекс розчинності, см ³ сирого осаду, не більше		0,5
Вміст солей важких металів, млн ⁻¹ , міді/олова/свинцю		5,0/40/Не допускається
Загальна кількість мікроорганізмів в 1 г СД-ЭД, не більше		25 000
Наявність бактерій групи кишкової палички та патогенних мікроорганізмів в 1 г продукту		Не допускається

4.2. Вуглеводні компоненти

У промисловості і фармакології знайшли застосування такі продукти переробки лактози: лактітол, лактози-сечовина, складні ефіри кислот жирного ряду і лактулоза.

Молочний цукор у 6,25 раза менш солодкий, ніж сахароза, при вживанні засвоюється на 99...99,7 %, загальна розчинність молочного цукру за 20 °С – 16,1 %.

Молочний цукор може бути виділений не тільки з молочної сироватки, у якій його міститься 4,7...5,2 %, але і з фільтрату, отриманого під час ультрафільтраційної обробки знежиреного молока і сироватки у виробництві молочно-білкових концентратів.

У результаті ультрафільтраційної обробки знежиреного молока і сироватки у фільтрат переходить основна маса лактози, яку можна виділити обробленням

ультрофільтрату методом зворотнього осмосу. Отриманий концентрат містить до 25 % сухих речовин, із яких лактоза становить 80%. Цей концентрат можна використовувати для виділення чистої лактози традиційними методами.

Рафінований молочний цукор отримують способом перекристалізації розчинів цукру-сирцю з одночасним очищенням їх від домішок. У спеціальному реакторі за 90 °С молочний цукор-сирець розчиняють у воді до концентрації 55...60 % і в отриманий розчин вносять освітлювачі. Після цього розчин фільтрують та охолоджують до 10...12 °С протягом 7...10 год. При цьому молочний цукор випадає у вигляді кристалів, які відділяють від меляси на центрифугі і промивають холодною водою. Вологі кристали рафінованого молочного цукру висушують до місткості води 0,5...0,7 %, розмелюють і пакують.

Вимоги до рафінованого дрібнокристалічного молочного цукру:

Вміст, %

лактози (гідрату), не менше	99
вологи/хлоридів/золи/сульфатів/ молочної кислоти, не більше	0,5/0,1/0,3/0,1/0,1
крохмалю та декстринів	Не допускається
Розчинність	Легкорозчинні у воді, малорозчинні у спирті, практично не розчинні в ефірі та хлороформі
Загальний вміст сапрофітних бактерій в 1 г продукту, не більше	1000
Вміст бактерій групи кишкової палички, спор та плісняви в 1 г продукту	Не допускається

Вміст клітин дріжджів в 1 г продукту, не
більше

10

Цукор зберігають у чистих, сухих і вентиляованих приміщеннях за температури не вище як 20 °С і відносної вологості повітря не більше ніж 80 %. Строк зберігання молочного цукру 12 міс., гарантійний – 6 міс.

Лактолактозу отримують на підприємствах молочної промисловості із молочного цукру лужною ізомеризацією лактози в лактолактозу – білу кристалічну речовину, гігроскопічну і добре розчинну у воді. Вона менш солодка, ніж сахароза, але солодша, ніж лактоза. Продуктами гідролітичного розпаду лактолактози є фруктоза і галактоза. Сироп лактолактози містить близько 50 % лактози і 50 % лактулози.

Технологічний процес отримання сиропу лактолактози складається з таких операцій: приготування та рафінації розчину цукру-сирцю, ізомеризація лактози, згущення розчину, первинна кристалізація і виділення лактози, згущення розчину, вторинна кристалізація та виділення лактози, фасування сиропу лактолактози.

Показники якості сиропу лактолактози:

Густина, кг /м ³	1200...1230
Кислотність:	
титрована/активна (розведеного в 10 разів сиропу), °Т/од. рН	2... 2,5/5,4... 6,5
Вміст, %	
вологи/лактози/	51,2...55,1/30,5...34/
золи	1,57...1,98
Вміст солей, мг/кг:	
свинець/мідь/олово	Відсутній/0...5/4,0...5,0

Загальна кількість мікроорганізмів в 1 г продукту	1200....1500
Вміст бактерій групи кишкової палички, дріжджів і патогенних мікроорганізмів	Не допускається

Сироп лактолактозули фасують у фляги із нержавіючої сталі і зберігають у приміщеннях за температури повітря 10...15 °С і відносній вологості не більше як 75 %. Гарантійний строк зберігання – не більше ніж 3 міс.

Лактулоза і лактітол. Лактулоза є продуктом ізомеризації лактози, лактітол – продукт її відновлення. Лактулоза має високу біологічну цінність, будучи найсильнішим пребіотиком біфідобактерій, необхідних для роботи кишечника дітей і дорослих. На її основі створено ряд харчових продуктів нового покоління, що сприяють збереженню здоров'я людини. До продуктів на її основі належать сироп лакто-лактозули, харчова лактулоза та її концентрати, що містять від 30 до 48% лактулози в складі сухих речовин (табл. 4.3).

Таблиця 4.3. Характеристика продуктів на основі лактулози

Продукт	Масова частка сухих речовин. %		
	Всього	У тому числі	
		лактозули	золи
Сироп лакто-лактозули	50,0	32,0	2,8
Лактулоза харчова	50,0	35,0	0,8
Концентрат лактулози	55,0	35,0	0,5
«Лактулак» трьох видів	45,0...50,0	30,0...48,0	0,1...2,0
Концентрат «Лактусан»	55,0	35,0	0,1

Лактулозу і продукти на її основі виробляють з молочного цукру-сирцю вищого гатунку (або з лактози харчової). Процес їх виробництва зводиться до приготування розчину цукру-сирцю, ізомеризації лактози в лактулозу (за

допомогою оброблення 20 %-м розчином лугу до рН 10...11 і витримки за температури 68...72 °С протягом 15...20 хв), потім нейтралізації розчином лимонної кислоти, згущення, кристалізації лактози та її видалення.

Лактітол – цукровий спирт, отриманий із лактози відновленням глюкозного залишку дисахариду. Лактітол добре розчиняється в воді, за солодкістю наближається до глюкози, має чистий, освіжаючий смак, гарні адсорбційні і емульсійні властивості. Використовується як підсолоджувач у виробництві шоколаду, мармеладу, морозива для діабетиків (спирт не підвищує рівень глюкози в крові), має властивості пребіотика. Його виробляють у вигляді сиропу або кристалічного порошку, використовуючи розчини молочного цукру або молочну сироватку.

Лактітол є продуктом відновлення лактози. Він розчиняється в воді краще лактози, солодший на смак і має нижчу енергетичну цінність, ніж лактоза, він не сприяє розвитку карієсу і не бере участь в реакції Майяра. У зв'язку з цим лактітол є дуже перспективним підсолоджувачем.

У молочних продуктах використовують *рафінований цукор*, що являє собою додатково очищену сахарозу у вигляді окремих кристалів.

Показники рафінованого цукру:

Вміст сахарози (в перерахунку на суху речовину), %, не менше	99,9
Вміст редукуючих речовин/вологість, %, не більше	0,03/0,1
Розмір частинок феродомішок у найбільшому лінійному розмірі, мм, не більше	0,3
Віст солей свинцю і миш'яку	Не допускається

Цукор, який використовують у виробництві сухих молочних сумішей, попередньо подрібнюють на дробарці. Розмір частинок основної маси цукрової пудри повинен бути не більше 0,1мм.

Солодові екстракти отримують осолоджуванням кукурудзи (кукурудзяно-солодовий екстракт) чи ячменю (ячмінно-солодовий екстракт). У процесі виробництва солодових екстрактів накопичуються продукти часткового гідролізу крохмалю: декстрини, мальтоза і глюкоза. Найбільше цінна – мальтоза, тому процент її у екстракті – не нижче 60 % у перерахунку на сухі речовини.

Кукурудзяно-солодовий екстракт виробляється із темного (меланоїдинового) і світлого кукурудзяного солоду. Технологічний процес складається із таких операцій: підготовка солоду, підготовка сусла, фільтрація затвору і згущення сусла.

Солод очищують від механічних домішок, піддають дробленню і готують мелаїдино-солодову фракцію. Дроблене зерно змішують з водою і проводять затирання солоду для отримання декстринів і мальтози. Потім солод витримують протягом 20 хв за температури 40...45 °С, освітлюють і оцукрюють за температури 75°С протягом 2 год. Отриманий затвор фільтрують і згущують до концентрації сухих речовин 74...75 %. Після цього концентрат екстракту направляють на розлив у дрібну чи крупну тару.

Ячмінно-солодовий екстракт виробляють із світлого ячмінного солоду. Схема його виробництва аналогічна технології виробництва кукурудзяно-солодового екстракту, за виключенням приготування мелаїдино-солодової фракції і ступінчатого оцукрювання сусла.

У табл. 4.4 наведенні показники якості солодових екстрактів, що використовуються у виробництві дитячих молочних продуктів.

Таблиця 4.4. Показники якості солодових екстрактів

Показники	Солодовий екстракт	
	кукурудзяний	ячмінний
Масова частка сухих речовин, %	74,5	75
Масова частка редукуючих речовин (у перерахунку на мальтозу), %	68	60
Кислотність, см ³ 0,1 н лугу	16,8	12
В'язкість, Па·с	2,28	8,1

Оптимальний режим транспортування солодових екстрактів по трубопроводу забезпечується за температури підігріву солоду до 50 °С під тиском на манометрі насоса $1,9 \cdot 10^5 \dots 2,9 \cdot 10^5$ Па.

Разом з цим оцінюючі якість солодових екстрактів, які використовують у виробництві молочних продуктів, слід зважати на показники кислотності і присутність сторонніх домішок. Кукурудзяно-солодовий екстракт повинен мати кислотність не більше як 12 °Т, оскільки за вищих значеннях цього показника молочний білок суміші під дією високих температур може коагулювати. За наявності у суміші екстрактів сторонніх домішок у кількості 0,3...0,9 % необхідно очищувати їх на капронових ситах. Встановлено, що найповніше видалення сторонніх предметів помітно у процесі фільтрації солоду через капронові сита № 43 з обов'язковим підігрівом до температури не нижче як 50 °С.

Зберігати солодові екстракти слід у чистих приміщеннях за температури 25 °С. Гарантійний строк зберігання 3 міс.

4.3. Вітаміни, мінеральні та біологічно активні речовини

Теоретично збільшити співвідношення кальцію і фосфору можна внесенням у молочну суміш солей кальцію або видалення надлишкової кількості фосфатидів. Однак з підвищенням концентрації солей кальцію погіршується характер зсідання білків і зростає сольове навантаження на організм, тому практично можливе тільки зниження фосфатидів у дитячих молочних продуктах. Це досягається електродіалізним знесолюванням знежиреного молока, оскільки більша частина фосфатидів вноситься саме з ним. Отже, можна знизити вміст фосфатидів у продуктах до 50...55%.

У виробництві молочних продуктів застосовують тризаміщені солі лимоннокислих солей калію і натрію. У препаратах марки ЧДА вміст тризаміщеного лимоннокислого натрію і калію складає 99...99,5 %, а в препаратах марки Ч, відповідно, 98...100 %. Препарати лимоннокислих солей калію і натрію зберігають у закритій тарі протягом 1 року від дня виготовлення.

Гліцерофосфат заліза являє собою жовтий або зеленувато-жовтий порошок зі слабким характерним запахом. Сіль практично нерозчинна у воді, розчиняється при нагріванні в розведених азотній, соляній і щавлевій кислотах. Молочнокисле залізо закисне – світло-сірий порошок, при нагріванні розчиняється. Сіль розчинна в воді (в розрахунку на 100 мл): холодній за 10 °С – 2,1 г, гарячій за 100°С – 8,5 г; слабо розчинна в етиловому спирті.

Сірчаноокисле залізо являє собою порошок зелено-блакитного кольору. Сіль розчинна в воді, нерозчинна в спирті і кислотах.

Сахарат окисного заліза випускають у вигляді водного розчину. До складу препарату входить хлорне залізо, карбонат натрію, цукор, розчин їдкою натру, дистильована вода. Вміст заліза в цьому препараті становить 0,22...0,23 %.

Для коректування макро-, мікроелементного складу під час виробництва сухих і рідких молочних продуктів застосовують гідроксид кальцію, лимонну

кислоту, лимоннокислі солі натрію й калію, сірчаноокисле залізо (II), сірчаноокислу мідь, сірчаноокислий цинк.

Органолептичні і фізико-хімічні показники гідроксиду кальцію

Зовнішній вигляд	Сухий білий порошок без виражених шматків. Абсорбує CO ₂ з повітря
Масова частка Ca(OH) ₂ , %, не менше	97,0
Розміри частинок	Не менше 99% частинок повинно проходити через стандартне сито 30 (розмір вічка 0,59 мм)
Розчинність	Допускається наявність нерозчинного в кислоті залишку, але не більше 0,005 %
Масова частка карбонату, %, не більше	1,3
Вміст хлоридів/заліза/сульфатів, млн ⁻¹	25/50/50

Органолептичні і фізико-хімічні показники лимонної кислоти

Зовнішній вигляд, смак і запах	Тверда кристалічна речовина білого кольору або безбарвна. Смак кислий, без сторонніх присмаків і запахів
Масова частка сухих речовин, %, не менше	99,5
Масова частка золи, %, не більше	0,1
Вміст вільної сірчаної кислоти, млн ⁻¹ , не більше	1000
Вміст миш'яку, важких металів, оксолату	Не допускається

Органолептичні і фізико-хімічні показники тризамінного лимоннокислого калію/натрію

Зовнішній вигляд	Білий кристалічний порошок, легкокорозійний у воді
Масова частка сухих речовин, %, не менше	99,5/99...100
Вміст кальцію, млн ⁻¹ , не більше	50/50
Вміст хлоридів, млн ⁻¹ , не більше	30/5
Вміст солей тяжких металів, млн ⁻¹ , не більше	5/5
Вміст заліза, млн ⁻¹ , не більше	1/5
Вміст фосфатів, млн ⁻¹ , не більше	100
Вміст сульфатів, млн ⁻¹ , не більше	50/50

Органолептичні і фізико-хімічні показники сірчаноокислого заліза (II)/сірчаноокислої міді

Зовнішній вигляд, колір	Кристали або порошок з блакитно-зеленим відтінком / блакитний кристалічний порошок, розчинний у воді
Масова частка сухої речовини із включенням кристалічної вологи (FeSO ₄ · 7H ₂ O)/(CuSO ₄ · 5H ₂ O), %, не менше	99,0/99,5

Розчинність	Розчиняється в спирті, у воді розчиняється при нагріванні
Вміст тривалентного заліза / речовин, які не осаджуються сірководнем, млн ⁻¹ , не більше	500/500
Вміст міді/заліза, млн ⁻¹ , не більше	20/1
Вміст хлоридів, млн ⁻¹ , не більше	5/5
Вміст нітратів, млн ⁻¹ , не більше	200/200
Вміст калію, натрію, кальцію, магнію , млн ⁻¹ , не більше	300/3000
Вміст цинку, млн ⁻¹ , не більше	50/50
Вміст миш'яку, млн ⁻¹ , не більше	1/1
Вміст нікелю, млн ⁻¹ , не більше	20/20
Вміст азоту, млн ⁻¹ , не більше	10/10

Органолептичні і фізико-хімічні показники сірчаноокислого цинку

Зовнішній вигляд, колір	Білий кристалічний порошок або кристали, висвічується на сухому повітрі, розчинний в воді, не розчиний в спирті
Масова частка сухої речовини (ZnSO ₄ 7H ₂ O), %, не менше	99,0
pH (5%-ний розчин)	4,4...6,0
Вміст солей амонію/миш'яку/ хлоридів/міді, млн ⁻¹ , не більше	0,5/5,0/5,0/10,0
Вміст солей тяжких металів, млн ⁻¹ , не більше	10,0

Важливою технологічною операцією виробництва молочних продуктів є їх *вітамінізація*.

Не зважаючи на те, що коров'яче молоко цінне джерело вітамінів, у процесі отримання молока, технологічного оброблення і зберігання молочних продуктів вміст вітамінів змінюється. Наприклад, значна кількість вітаміна С руйнується під час сепарування (14...32 %) і гомогенізації молока (45,8 %).

Жиророзчинні вітаміни розчиняють у рослинній олії, а водорозчинні змішують із цукровою пудрою (сухі продукти) або розчиняють у воді чи молоці (рідкі продукти).

Збереження нативних форм вітамінів можна здійснити застосовуючи прогресивніші технологічні процеси: сушіння методом сублимації, розливу молока в асептичних умовах, фасовку і упаковку продуктів, у середовищі інертного газу із застосуванням нових видів пакувального матеріалу, а також розроблення нових рецептур і технологій.

У процесі вітамінізації продуктів харчування синтетичними вітамінами необхідно враховувати дозу вітамінів, що вносяться, а також те як їх надлишок може негативно вплинути на організм. При встановленні дозування слід виходити з добової потреби організму у вітамінах і фізіологічних норм вживання продуктів. Потрібно враховувати хімічні і фізичні властивості вітамінів, їх здатність добре розчинятись у молоці, а також можливість поєднання процесу вітамінізації з основними технологічними процесами виробництва молочних сумішей, створюючи при цьому умови для максимального збереження вітамінів і підвищення якості молочної галузі.

Як правило, жиророзчинні вітаміни (А, D₂, Е) використовуються у вигляді масляних розчинів різної концентрації, а водорозчинні вітаміни (С, РР, групи В, пантотенова кислота) – у вигляді дрібнокристалічних порошків.

Характеристика вітамінних препаратів

Вітамін А

(ретинол ацетат або пальмітат)

Прозора олія від світло- до темно-жовтого кольору, непрогірклого запаху і смаку. Кислотне число не більше як 2,5

(аксерофтол ацетат)

Білі або блідо-жовті кристали, нестійкі до кисню повітря і світла, нерозчинні в воді, а розчинні в спирті, хлороформі та олії. Температура плавлення 53...57 °С. Вміст: ретинолу, пальмітату або аксерофтолу ацетату 34,4, 68,8 і 86 г олії соєвого до 1 л

Вітамін D₂

(ергокальцифероли)

Прозора олії від світло- до темно-жовтого кольору, без прогірклого запаху. Склад: 1,25 або 5 г кристалічного ергокальциферолу і олії рафінованої (соняшникової або соєвої) до 1 л

Вітамін Е (токоферолу ацетат)

Прозора в'язка олія зі слабким запахом, легко окислюється і темніє на світлі. Показник заломлення 1,496...1,4985. Розчиняється в рослинних оліях, 95%-у спирті, ефірі, хлороформі, нерозчинний у воді

Вітамін С (кислота аскорбінова)

Білі кристали з кислим смаком. Розчинний в воді. Температура плавлення 190...193 °С, вміст аскорбінової кислоти не менше 99 %, вологість не більше 0,1 %, кольоровість водного розчину не більше 5 одиниць

Вітамін РР (кислота нікотинова)

Білі кристали, без запаху, температура плавлення 234...238 °С, важкорозчинні в воді і спирті, розчинні в гарячій воді

Вітамін В ₁ (тіаміну бромід)	Білі кристали, гігроскопічні, розчинні в воді і спирті, температура плавлення 248...250 °С. Втрата ваги при висушуванні не більше 5 %
Вітамін В ₂ (рибофлавін)	Помаранчеві кристали гіркового смаку, на світлі нестійкі, слабкорозчинні в воді і спирті, розчинні в лугах, температура плавлення 282°С
Вітамін В ₆ (піридоксину гідрохлорид)	Білі кристали, гіркувато-кислого смаку, розчинні в воді і важкорозчинні в спирті. Температура плавлення 206...208 °С
Пантотенова кислота	Жовта олія, розчинна в воді. Звичайно використовується кальцієва сіль, яка являє собою білий порошок з температурою плавлення 200 °С
Фолієва кислота	Жовті або жовто-помаранчеві кристали, на світлі розкладаються, гігроскопічні, нерозчинні у воді, 95 %-у спирті, легкорозчинні в розчині їдкого лугу

Жиророзчинні вітаміни (А, D₂, Е) зберігають у герметично закритих склянках помаранчевого або темного кольору в захищеному від світла місці за температури не вище 10 °С або в прохолодному місці. Термін зберігання А – 1 рік, D₂ – 2 роки, Е – 1,5 роки.

Водорозчинні вітаміни (С, РР, групи В, пантотенова і фолієва кислоти) зберігають у герметично закритій тарі. Термін зберігання вітамінів 1...2 роки.

Органолептичні і фізико-хімічні показники препарату вітаміну А (ретинолу ацетату)

Зовнішній вигляд	Білі або блідо-жовті кристали з слабким запахом. Надзвичайно нестійкий до кисню повітря й світла
------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------

Розчинність	Практично не розчинний у воді, але розчинний в 95 %-у спирті, хлороформі, ефірі і в жирах
Температура плавлення, °С	53...57

Органолептичні і фізико-хімічні показники препарату вітаміну D₂ (ергокальциферолу)

Форма	0,5 %-й розчин вітаміну в рафінованому соєвій або соняшниковій олії
Зовнішній вигляд	Прозора масляниста рідина від ясно-жовтого до темно-жовтого кольору, без прогірклого запаху і смаку
Масова частка чистого вітаміну в препараті, %, не менше	97
Розчинність	Практично не розчинний у воді, дуже добре розчинний у хлороформі, ефірі, 95 %-у спирті, погано розчинний у рослинних маслах
Температура плавлення, °С	112...118
Питоме обертання (1,5 %-й розчин в абсолютному спирті), град	Від +102 до +108

Органолептичні і фізико-хімічні показники препарату вітаміну E (токоферолу ацетату)

Зовнішній вигляд	Ясно-жовта прозора в'язка масляниста рідина зі слабким запахом. Окислюється на світлі і темніє
------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

Розчинність	Добре розчиняється в 95%-у спирті, в ефірі, ацетоні, хлороформі й рослинних маслах, не розчиняється у воді
Показник заломлення	1,4960...1,4985

Органолептичні і фізико-хімічні показники аскорбінової кислоти (вітаміну С)

Зовнішній вигляд	Однорідний дрібний кристалічний порошок, що не містить грудочок або сторонніх часток
Смак і запах	Кислі, без сторонніх присмаків і запахів
Масова частка чистої аскорбінової кислоти, %, не менше	99
Колір у водяному розчині, відносні одиниці	5
Температура плавлення, °С	190...193
Масова частка золи/води, %, не більше	0,1/0,1
Вміст хлоридів/важких металів/сульфідів	Сліди/не допускається/сліди

Органолептичні і фізико-хімічні показники препарату вітаміну РР (нікотинава кислота)

Зовнішній вигляд	Білий дрібний кристалічний порошок
Розчинність	Розчинний у воді, спирті, гліцерині, злегка розчинний в ефірі й хлороформі
Масова частка нікотинаміду в препараті, %, не менш	99,0

Температура плавлення, °С	128...131
Масова частка води (при висушуванні 0,5 г препарату за 100...105 °С до постійної маси), %, не більше	0,5
Масова частка золи (з 0,5 г 0,1 препарату), %	
Масова частка солей важких металів у препараті, %, не більше	0,001

Органолептичні і фізико-хімічні показники препарату вітаміну В₁ (тіаміну)

Зовнішній вигляд	Білий кристалічний порошок із слабким характерним запахом
Розчинність	Легкорозчинний у воді, погано – в 95 %-у спирті, практично не розчинний в ефірі, ацетоні й хлороформі
Масова частка чистого вітаміну в препараті, %, не менше	98
Масова частка води (при висушуванні 0,5 г препарату за 100...105 °С до постійної маси), %, не менше	5,0
pH (5 %-й розчин)	2,5...3,4
Масова частка золи (з 0,5 г препарату), %, не більше	0,2
Масова частка важких металів у препараті, %, не більше	0,001

**Органолептичні і фізико-хімічні показники препарату вітаміну В₂
(рибофлавіну)**

Зовнішній вигляд	Жовто-оранжевий кристалічний порошок із слабким запахом і гірким смаком, на світлі нестійкий
Розчинність	Практично нерозчинний в 95%-му спирті, ефірі, ацетоні,, бензолі або хлороформі
Масова частка чистого вітаміну в препараті, %.	98...102
Питоме обертання, град	110 ...130
Масова частка води (при висушуванні 0,5 г препарату при 100...105 °С до постійної маси), %, не більше	1,5
Масова частка золи (з 0,5 г препарату), %, не більше	0,2
Масова частка солей важких металів у препараті, % не більше	0,001

**Органолептичні і фізико-хімічні показники препарату вітаміну В₃
(пантотенату кальцію)**

Зовнішній вигляд	Білий кристалічний порошок, без запаху
Розчинність	Легко розчинний у воді, мало розчинний в 95 %-м спирті, хлороформі
Питоме обертання (5 %-й водний розчин), град	+25... +28

Масова частка чистого вітаміну в препараті, %	90,0....110,0
Масова частка води, %, не більше	5,0
Масова частка кальцію, %	8,2....8,6
Вміст солей важких металів у препараті, млн ⁻¹ , не більше	20
Масова частка азоту, %	5,7....6,0

Органолептичні і фізико-хімічні показники препарату вітаміну В₆ (піридоксину гідрохлориду)

Зовнішній вигляд	Білий дрібнокристалічний порошок, без запаху, з гірким кислим смаком
Масова частка чистого вітаміну в препараті, %	99,0
Розчинність	Легко розчинний у воді, важко розчиняється в 95 %-у спирті, не розчинний в ефірі
Температура плавлення, °С	203...206
Масова частка води (при висушуванні за 100-105 °С), %, не більше	0,5
Масова частка золи (з 0,5 г препарату), %, не більше	0,1
Масова частка солей важких металів у препараті, %, не більше	0,001

Органолептичні і фізико-хімічні показники препарату вітаміну В₁₂ (цианокоболаміну)

Зовнішній вигляд	Білий дрібнокристалічний порошок, без запаху, з гірким кислим смаком
Масова частка чистого вітаміну в препараті, %.	99,0
Розчинність	Легко розчинний у воді, важко розчиняється в 95 %-у спирті, не розчинний в ефірі
Температура плавлення, °С	203...206
Масова частка води (при висушуванні за 100...105 °С), %, не більше	0,5
Масова частка золи (з 0,5 г препарату), %, не більше	0,1
Масова частка солей важких металів у препараті, %. не більше	0,001

Сучасні молочні продукти містять комплекси вітамінів або полівітамінні примікси. Примікси являють собою суміші вітамінів, взятих у співвідношеннях, що відповідають потребам людей з урахуванням вікових категорій. Більшість вітамінів у приміксах містяться у вигляді водорозчинних форм. Вносять примікси перед пастеризацією чи стерилізацією у вигляді розчину. Використання вітамінних приміксів має ряд переваг: спрощення технологічних розрахунків і процесу зважування вітамінів, рівномірність розподілу вітамінів за всією масою продукту, точне дозування вітамінів.

Біологічно активні речовини. З молочнокислих культур, призначених для отримання кисломолочних продуктів, використовують здебільшого ацидофільні бактерії.

Біфідобактерії і кисломолочні бактерії характеризуються повною апатогенністю. Продукуючи в кишківнику оцтову і молочні кислоти, біфідобактерії створюють кислу реакцію в кишківнику і заважають розмноженню стафілококів патогенних серотипів, кишкової палички, сальмонел і т. п.

Фермент *лізоцим* – дуже важливий компонент у харчуванні. Біологічна роль лізоциму остаточно не встановлена, але більшість дослідників, зважаючи на бактеріальні властивості лізоциму, відносять його до факторів неспецифічного імунітету.

Препарат лізоциму – аморфний порошок або пориста маса білого кольору, важкорозчинна в воді. Водні розчини лізоциму безбарвні, опалесцируючі. В нейтральних і кислих розчинах лізоцим витримує короткочасне кипіння без денатурації: за 50 хв активність падає лише на 40 %. У лужному середовищі він менш стійкий, хоча при рН 12 і кімнатній температурі активність протягом декількох годин залишається без змін. Перед застосуванням лізоцим розчиняють в ізотонічному розчині хлориду натрію

Препарат випускають у вигляді стерильного порошку у флаконах по 50, 100 і 150 мг для приготування розчинів і зберігають у сухому, захищеному від світла місці за температури не вище 20 °С.

Лізоцим застосовують як добавку до молока під час виробництва кисломолочних сумішей з метою надання продукту великих захисних властивостей. За даними науковців, продукт, збагачений лізоцимом, не тільки характеризується антимікробною та противірусною дією, але й здійснює вплив на засвоєння молочного білка, сприяє формуванню фізіологічно нормальної мікрофлори, підвищує захисні функції організму.

За допомогою лізоциму, внесеного в молоко перед сквашуванням, і підбору штамів молочнокислих бактерій з урахуванням стійкості до ферменту можна цілеспрямовано змінювати властивості кисломолочного продукту. Лізоцим вносять у молоко у вигляді лізоцимної добавки, яку готують із білків курячих яєць, попередньо підданих гідролізу розчином соляної кислоти, з наступним внесенням ферменту пепсину. Це забезпечує максимальне накопичення лізоциму в гідролізаті і одночасно сприяє глибшому протеолізу білка. В 1 мл гідролізату міститься 900...1000 мкг лізоциму. Лізоцимну добавку зберігають протягом 5...8 днів за температури 5...8 °С.

Характерна реакція на лізоцим – лізис суспензії мікробів *Micrococcus lysodeiticus*, який інтенсивно проходить за рН 5 – 8 і концентрації лізоцима 1 мкг/мл і вище, – використовується для кількісного визначення лізоциму.

Загальна характеристика і фізико-хімічні показники яєчного лізоциму

Ізоелектрична точка	11
Оптимальні умови дії:	
рН	5,0...7,0
температура, °С	60
Термостабільність сухого компоненту протягом 30 хв у середовищі, °С:	
нейтральному/кислому	до 160/100
Доза на 1 л продукту, мг:	
рідкого/кисломолочного відновленого	25/50...100

Біологічно активні добавки (БАД) використовуються для збагачення готових молочних продуктів. Види БАД: БАД-1Л – з лізоцимом; БАД-1Б – з біфідобактеріями; БАД-2 – з лізоцимом і біфідобактеріями.

Смак і запах біологічно активних добавок: БАД-1Л – чистий солонуватий з присмаком і запахом пастеризації; БАД-1Б і БАД-2 – чистий кисломолочний з присмаком пастеризації. Консистенція продуктів: дрібний сухий порошок, допускаються невеликі грудочки. Колір – білий з кремовим відтінком.

За фізико-хімічними показниками БАД повинні відповідати вимогам наведеним у табл. 4.5.

Таблиця 4.5. Фізико-хімічні показники БАД

Показники	Добавки		
	БАД-1Л	БАД-1Б	БАД-2
Масова частка вологи/лізоциму, %	4,0/1	4,0/–	4,0/1
pH відновленої суміші	6,5...7,0	5...6	5...6
Індекс розчинності, см ³ сирого осаду		0,1	
Кількість мікроорганізмів. КУО в 1 г	–	1·10 ⁷	1·10 ⁷

Послідовність технологічних операцій виробництва БАД наступна: приймання молока, підігрівання, отримання знежиреного молока, пастеризація, охолодження, хімічне оброблення, згущення, пастеризація або стерилізація, внесення лізоциму або (і) біомаси бактерій, заквашування, сквашування, сушіння, пакування, маркування, зберігання.

У знежирене молоко вносять тризамінні лимонікислі солі натрію і калію, проводять його хімічне оброблення, згущують у вакуум-апараті до масової частки сухих речовин 18...22 %. Згущене знежирене молоко подають у ферментери, де його пастеризують за температури 93...97 °С з витримкою 18...22 хв. або стерилізують за температури 110...114 °С з витримкою 15 хв.

Для БАД-1Л згущене знежирене молоко охолоджують до температури 65...75 °С, вносять розчин лізоциму. Його розчин розраховують залежно від масової частки сухих речовин у суміші: 18 % – 1,88 г/кг, 22% – 2,3 г/кг. Наважку розчиняють у воді за температури 30...40 °С і вносять з перемішуванням, яке триває 1...3 хв.

Підготовка біомаси біфідобактерій здійснюється двома етапами:

- ✓ на гідролізатно-молочному середовищі;
- ✓ на знежиреному молоці за температури 36...38 °С з витримкою 19...21 год.

Для виробництва БАД-1Б і БАД-2 згущене знежирене молоко охолоджують до температури 36...38 °С, вносять 2...3 % біомаси біфідобактерій, сквашують 13...16 год до кислотності 65...75 °Т. Після сквашування у БАД-2 вносять лізоцим. Підготовані суміші подають на сушіння до розпилювальної сушарки. Для продукту БАД-1Л температура повітря на вході становить 175...180 °С, на виході 85...95 °С. При сушінні продуктів БАД-1Б і БАД-2 температура повітря на вході становить 150...165 °С, на виході 65...75 °С. Готові сухі суміші фасують у пакети по 5 г та зберігають за температури 1...10 °С і відносній вологості повітря 75 % не більше як 6 міс.

4.4. Жирові добавки

Для виробництва продуктів з модифікованим жировим складом на основі молочної сировини використовують жирові композиції, замінники молочного жиру, олії (соняшникову, кукурудзяну, арахісову, бавовняну, оливкову, гірчичну, ріпакову, пальмову, кокосову, пальмоядрову) або їх купажі; олеїн та стеарин пальмові та ін. Дозволяється вносити ароматизатори (харчові природні та ідентичні природним), барвники (аннато та β-каротин), емульгатори, стабілізатори, консерванти, регулятори кислотності, антиоксиданти.

4.4.1. Характеристика молочного жиру

Молоко і вершки є прикладом емульсії «жир у воді». Молочний жир існує у вигляді невеликих кульок або крапель із діаметром 0,1...20 мкм, диспергованих у молочній плазмі. Ці емульсії стабілізовані присутністю дуже тонкої оболонки товщиною близько 5...10 нм. Молочний жир складається з тригліцеридів (як домінуючих компонентів), ди- і моногліцеридів, жирних кислот, стероїдів, каротиноїдів (що зумовлюють жовтий колір молочного жиру), жиророзчинних вітамінів та інших компонентів.

Оболонка молочного жиру складається з фосфоліпідів, ліпопротеїдів, цереброзидів, білків, нуклеїнових кислот, ферментів, слідів металів і зв'язаної води. Кульки молочного жиру є найлегшими зі складових молока (густина за температури 15,5 °C становить 930 кг/м³) і мають тенденцію до спливання на поверхні. Молочний жир є сумішшю різних ефірів жирних кислот – тригліцеридів, які складаються зі спирту (гліцерину) і різних жирних кислот.

Молекули жирних кислот складаються з вуглеводного ланцюга і карбоксильної групи. В насичених жирних кислотах вуглеводні атоми об'єднані в ланцюг простими зв'язками, в той час, як в ненасичених жирних кислотах у вуглеводному ланцюзі присутні і подвійні зв'язки.

Кожна молекула гліцерину може приєднувати три молекули жирної кислоти, а кислоти не обов'язково є однаковими, чим і зумовлена велика різноманітність гліцеридів у молочному жирі.

Молочний жир міститься 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 емульсією жирових кульок. Залежно від температурних умов середовища гліцериди молочного жиру можуть утворювати кристалічні форми, що розрізняються будовою кристалічної решітки, формою кристалів, температурою плавлення.

Тригліцериди молочного жиру (МЖ) містять широкий спектр жирних кислот, що відрізняються за молекулярною масою, за ступенем ненасиченості, просторовою структурою та іншими ознаками. Всі інші рослинні і тваринні жири й олії значно поступаються МЖ за складом жирних кислот.

Жирнокислотний склад МЖ визначає його харчову цінність, фізичні властивості і, зокрема, здатність тверднути в разі зниження температури нижче від точки плавлення. У свою чергу, ступінь твердіння МЖ визначає характер структури вершкового масла, його реологічні показники – міцність структури, пластичність, термостійкість і інші. Показником, що характеризує вміст у жирі ненасичених кислот, є йодне число.

У молочному жирі містяться транс-ізомери жирних кислот. У досліджених зразках їх концентрація становить 1,42...5,22 %. Їх максимальна кількість у маслі спостерігається в літній період, при споживанні тваринами зеленого корму, багатого ненасиченими жирними кислотами. Характеристика молочного жиру наведена в табл. 4.6.

Таблиця 4.6. Фізико-хімічні показники молочного жиру

Найменування	Значення
Число	
омилення	220...234
йодне	28...45
Рейхерта-Мейсля	20...32
Поленске	1,9... 5,0
Температура, °С	
плавлення	28... 33
затвердіння	18...23
Показник заломлення	1,453... 1,456

Жири є важливою складовою продуктів тваринного походження. У вершковому маслі їх частка може перевищувати 80 %. Саме тому для збереження якості продукту, важливо знати, які процеси відбуваються в жирах під час зберігання. Знання процесів, що відбуваються в жиромісних продуктах протягом зберігання, дасть змогу розробити оптимальні режими для максимального збереження якості і харчової цінності цих продуктів. Жири легко піддаються дії ферменту ліпази, світла, кисню, розчинів кислот і лугів. Види зміни якості жирів наведені на рис. 4.1.

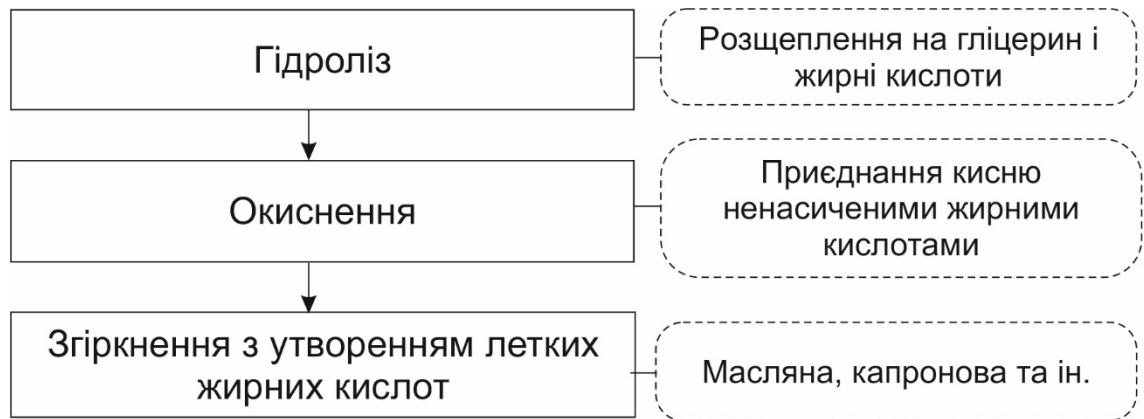


Рис. 4.1. Види псування жирів

Ці зміни впливають на формування таких важливих показників якості, як колір, смак і запах продуктів, особливо тих, що містять високий вміст жиру. Глибина і швидкість зміни складу і властивостей ліпідів у цих процесах відіграють головну роль.

Процеси зміни ліпідів відбуваються внаслідок хімічних, біологічних і ферментативних перетворень, що часто проходять паралельно, але приводять, як правило, до утворення одних і тих самих проміжних і кінцевих продуктів (перекисів, вільних жирних кислот, альдегідів, кетонів, продуктів полімеризації та ін.). Здатність жирів реагувати з киснем залежить від ступеня ненасиченості

жирних кислот, наявності супутніх речовин, що є активаторами чи інгібіторами окиснення, слідів важких металів, тепла, світла та ін. Під час зберігання деяких продуктів здатність ліпідів вступати в реакцію посилюється через уповільнення біохімічних процесів, руйнування структури клітин і появи внаслідок цього нових реагентів. Різноманітність реакцій взаємодії ліпідів з іншими складовими клітин упродовж зберігання продуктів зростає, бо продукти ферментативного розкладу ліпідів реагують з ними досить специфічно.

Швидкість процесів гідролізу й окиснення ліпідів визначається активністю ліполітичних ферментів, що значною мірою залежить від температури – інтенсивність гідролізу зменшується зі зниженням температури зберігання. Якість і кількість НЕЖК, що накопичуються в процесі гідролізу ліпідів, істотно впливають на швидкість і глибину їх подальшого окиснення. Чим вища швидкість накопичення і міра їх ненасиченості, тим інтенсивніше проходить процес окиснення і окиснювальне псування такого жиру пришвидшується.

4.4.2. Замінники молочного жиру

На ринку пропонуються різноманітні за фізико-хімічними показниками, хімічним складом рослинні олії та замінники молочного жиру для виробництва продуктів з модифікованим жировим складом. Такі жири за своїми фізико-хімічними показниками повинні бути наближені до молочного жиру та змішуватись з ним у різних пропорціях без значної зміни цих показників.

Виробництво ЗМЖ у світі отримало широке розповсюдження, серед виробників харчових жирів, лідируюче положення займають такі компанії, як ААК (Данія-Швеція), Lodens Croklaan (Нідерланди), Cargill Inc. (США), Fuji-Oil (Японія), Intercontinental Special Fats (Малайзія) і ін.

Замінник молочного жиру за консистенцією за температури 20...35 °С повинен бути близький до молочного жиру – містити за цих температур приблизно таку саму кількість твердої фази. Температура плавлення і твердість

замінника можуть бути трохи вищі, ніж молочного жиру, а масова частка твердої фази за 5...15 °С на 5...10 % нижче. У цьому разі замінник перевершує молочний жир за пластичністю при низьких температурах і водночас має достатню твердість для надійного формування отриманого продукту.

Замінники молочного жиру за компонентним складом можна розділити на три групи:

1 група – це суміші кокосового, пальмоядрового жирів та їх фракцій, що практично не містять транс-ізомерів. У зв'язку з поганою сумісністю пальмового та кокосового жирів, такі жири можуть бути використані ефективно тільки в сумішах із значним вмістом молочного жиру;

2 група – суміші кокосового, пальмоядрового жирів з гідратованими рослинними оліями. Ці жири містять від 16 до 26 % і більше транс-ізомерів олеїнової кислоти. За своїми структурно-механічними характеристиками та пластичністю ці жири краще підходять для виробництва спредів, однак за вмістом транс-ізомерів є непридатними для виробництва продукції за новим стандартом;

3 група – аналоги молочного жиру найвищої якості, виготовлені на основі переетерифікованих жирів [68]. Такі жири містять 6...7 % транс-ізомерів, відрізняються підвищеною пластичністю та сумісністю з молочним жиром. Переетерифікація сумішей високоплавких жирів з рідкими рослинними оліями забезпечує найбільший ступінь перетворення важкозасвоюваних організмом високоплавких гліцеридів у низькоплавкі і, відповідно, найбільше підвищення харчової цінності жирових сумішей.

Замінники молочного жиру та функціональні суміші виробляються на основі рослинних, тваринних, риб'ячих жирів, які значно дешевші, тому їх застосування як аналогів молочного жиру дає змогу знизити собівартість продукції. Основна сировина для отримання замінника молочного жиру (ЗМЖ) – соняшникова, кокосова, рапсова та інші рослинні олії, які мають високу

концентрацію поліненасичених жирних кислот у складі тригліцеридів і практично не містять транс-ізомерів. Для «отвердіння» рідких жирів з метою наближення їх фізіологічних властивостей до властивостей молочного жиру здійснюють модифікування гідрогенізацією, під час якої відбувається часткове насичення ненасиченими жирними кислотами та їх транс-ізомеризація.

Залежно від жирнокислотного складу ЗМЖ отримуються на основі натуральних і модифікованих рослинних олій і риб'ячих жирів. Основні групи ЗМЖ:

- зі зниженим вмістом насичених жирних кислот (не більше 30 %), отримані на основі гідрованих рослинних олій;
- зі зниженим вмістом транс-ізомерів, отримані на основі гідрованих рослинних жирів та їх сумішей з натуральними рослинними оліями;
- зі зниженим вмістом насичених жирних кислот (не більше 30 %) і транс-ізомерів, отримані на основі гідрованих рослинних олій та їх сумішей з натуральними оліями;
- з низьким вмістом транс-ізомерів (не більше 8 %), отримані на основі гідрованих та (або) переетерифікованих рослинних жирів;
- на основі натуральних рослинних жирів, що містять не більше 5 % транс-ізомерів;
- на основі гідрованих рибних жирів.

Перші три групи ЗМЖ призначені для заміни молочного жиру в продуктах з модифікованим жировим складом, а три останні — для заміни молочного жиру в спредах, топлених сумішах, інших продуктах та їх аналогах.

Серед ЗМЖ найпоширеніші «Ефко», «Еколакт», «Делікон», «Акобленд», а серед функціональних сумішей – «Премікс», «Альболак» та ін.

Пальмовий олеїн використовується як рідкий компонент жирової основи для маргаринової продукції, як високостабільний жир для обсмажування та як салатна олія.

Стеаринова фракція знаходить застосування як компонента жирової основи кулінарних жирів, у виробництві мила, миючих та косметичних засобів. Пальмовий стеарин є незамінним для таких продуктів, як розпушувачі, маргарини для листового тіста.

Специфічність складу пальмової олії та її фракцій обмежує можливість широкого її застосування. Підвищений вміст високоплавких тригліцеридів і малий вміст низкоплавких створюють проблеми у використанні олії у виробництві спредів.

Пальмова олія в сумішах з більшістю інших жирів проявляє так звану властивість посткристалізації – затвердіння під час зберігання. В результаті, наприклад, маргарин з вмістом пальмової олії понад 20 % спочатку надмірно м'який, а потім твердне. Сповільненій кристалізації пальмової олії сприяє нерівномірне співвідношення симетричних і несиметричних динасичених тригліцеридів. Зазначені проблеми можуть бути вирішені застосуванням спеціальних режимів перемішування та стерилізації.

Також одним із прийомів, що дає змогу змінити характер кристалізації пальмової олії, є гідропереетерифікація або переетерифікація її в суміші з іншими жирами. Гідрогенізована або переетерифікована пальмова олія кристалізується значно швидше, ніж звичайна.

Збільшення обсягів використання кокосової олії в рецептурах на молочній основі дасть можливість забезпечити в складі жирової фази збалансованого співвідношення жирних кислот і тригліцеридів зниженням вмісту стеаринової кислоти і підвищенням частки лінолевої, ліноленової за рахунок збільшення введення таких олій, як соєва, рапсова і соняшникова.

Як показала практика, проектування бінарних і багатокомпонентних композицій з метою регулювання їх жирнокислотного складу доцільно проводити в два етапи: визначення оптимальних співвідношень інгредієнтів і оцінювання коефіцієнта ефективності ліпідної складової спроектованої

композиції. При цьому не враховуються такі функціонально-технологічні характеристики ліпідної складової як форма її зв'язку з окремими компонентами продукту з модифікованим жирним складом, агрегатний стан, теплофізичні характеристики, органолептичні показники та ін. Жирно-кислотний склад пальмової олії, пальмового стеарину і пальмового олеїну наведені в табл. 4.7.

Таблиця 4.7. Жирнокислотний склад пальмової олії та продуктів її фракціонування

Жирна кислота		Діапазон значень, %		
		Пальмова олія	Пальмовий стеарин	Пальмовий олеїн
C12:0	Лауринова	0,1...0,4	0,1...0,3	0,2...0,4
C14:0	Міристинова	0,5...2,0	1,1...1,7	0,9...1,2
C16:0	Пальмітинова	39,0...46,8	49,8...68,1	38,3...42,9
C16:1	Пальмітолеїнова	Не більше 0,6	0,05...0,1	0,1...0,3
C18:0	Стеаринова	3,5...6,0	3,9...5,6	3,7...4,8
C18:1	Олеїнова	36,7...43,0	20,4...34,4	39,8...43,9
C18:1 транс	Олеїнова	Не більше 1	–	–
C18:2	Лінолева	6,5...12,0	5,0...8,9	10,4...12,7
C18:3	Ліноленова	Не більше 0,5	0,1...0,5	0,1...0,6
C20:0	Арахінова	Не більше 1,0	0,3...0,6	0,2...0,6

У порівнянні з пальмовою олією пальмовий олеїн містить більшу кількість олеїнової та лінолевої кислоти, у зв'язку з чим продукт відрізняється нижчою температурою плавлення. Цю низькоплавку фракцію доцільно використовувати під час розроблення нових продуктів з модифікованим жирним складом із поліпшеною пластичністю.

Важливим фактором у створенні збалансованих жирових комплексів є вміст трансізомеризованих жирних кислот, тому підбір оптимальної кількості внесених у жирову основу гідрованих жирів є доцільним.

Високоплавка фракція пальмової олії – пальмовий стеарин – характеризується підвищеним вмістом пальмітинової і стеаринової кислот. Температура плавлення пальмового стеарину становить 47 °С. Використання його в рецептурній композиції жирових основ дає змогу отримувати продукти цільового призначення, які характеризуються підвищеною твердістю.

Температура плавлення жирової фази визначає легкоплавкість продукту, яка характеризується повнотою розплавлення жиру за температури тіла людини. Цей показник повинен знаходитися в інтервалі температур до 36 °С. Застосування в жировій композиції високоплавких жирів, що не розплавляються за температури 35...36 °С, погіршує якісні показники готового продукту, надаючи йому салистого присмаку.

Твердість жирової основи, що визначається за 15 °С, коригується вмістом твердої фази і характеризує одну з найважливіших властивостей твердих жирів і олій – здатність набувати бажаної структури за даної температури. Чим вищий вміст твердої фракції в певному жирі, тим вища його твердість.

Вміст твердої фази в інтервалі температур від 5 до 35 °С визначає пластичність жирової продукції, яка характеризує здатність жиру під впливом механічної дії змінювати форму без розриву, тобто здатність зберігати форму після зняття напруги.

Жир з хорошою пластичністю не змінює в широкому температурному інтервалі співвідношення вмісту твердих і рідких гліцеридів. Так, високі пружньопластичні властивості вершкового масла визначаються складом його твердої фракції, яка неоднорідна і переходить у рідкий стан в широкому інтервалі температур. У зв'язку з цим вершкове масло легко деформується під механічним впливом.

Замінники молочного жиру «Союз-50», «Союз-52», «Союз-53», «Союз-54» і «Союз-55» мають чистий смак і запах без сторонніх присмаків, однорідну, щільну, пластичну консистенцію (за температури 10...15 °С) і колір від білого до жовтого, однорідний у всій масі, а в розплавленому стані – прозорий. Температура плавлення може впливати на основні стадії технологічного процесу (зсідання молока, синерезис молочної сироватки, формування, дозрівання і формування смаку продукту). Кількість твердого жиру в різних заміниках молочного жиру за різних температур наведена в табл. 4.8.

Таблиця 4.8. Вміст твердого жиру в заміниках «Союз» за різних температур

Замінник молочного жиру	Вміст твердого жиру, %, залежно від температури, °С					
	15	20	25	30	35	40
«Союз-50»	32	22	13	7	Сліди	0
«Союз-52»	38	27	15	9	1	0
«Союз-53»	37	29	18	10	3	Сліди
«Союз-54»	40	31	19	12	5	Сліди
«Союз-55»	35	28	19	11	6	Сліди

З підвищенням температури кількість твердої фракції знижувалася у всіх заміниках молочного жиру. Якщо за температури 15 °С цей показник заміників молочного жиру варіював від 32 % («Союз-50») до 40 % («Союз-54»), то за температури 35 °С він становив для жиру «Союз-50» – 0 %, а для жиру «Союз-54» – 5 %. За температури 40 °С вміст твердого жиру в досліджуваних зразках практично був відсутній. Температури плавлення та кристалізації заміників молочного жиру наведені в табл. 4.9.

Таблиця 4.9. Температури плавлення та кристалізації замінників молочного жиру

Замінник молочного жиру	Температура плавлення, °С	Температура кристалізації, °С
«Союз-50»	31,5	27,5
«Союз-52»	35,3	29,0
«Союз-53»	35,5	29,0
«Союз-54»	36,5	31,0
«Союз-55»	37,0	33,0

Як правило, в процесі виробництва жири піддаються рафінуванню, дезодоруванню, фракціонуванню і гідрогенізації, в наслідок чого їх кристалізація є одним з важливих процесів у технології перероблення. Вміст твердої фази жиру та його гліцеридний склад впливають на властивості продукту та його якість. Це пов'язано зі здатністю тригліцеридів кристалізуватися в різних поліморфних модифікаціях.

Усі різновиди представлених жирів за вмістом жирних кислот істотно відрізнялися від молочного жиру. У всіх зразках знизився відносний вміст насичених жирних кислот і відповідно збільшився вміст ненасичених. Із насичених жирних кислот у жирах «Союз» в основному були присутні міристинова, пальметинова і стеаринова кислоти, а інші або були відсутні, або перебували в незначних кількостях. Загальна сума насичених жирних кислот у порівняно з їхнім вмістом в молочному жирі зменшилася в жирі «Союз-52» на 28,7 %, в жирі «Союз-54» – на 24,1 % і в жирі «Союз-55» – на 28,5 %.

Відповідно, у жирах «Союз» збільшився відносний вміст ненасичених жирних кислот, особливо олеїнової і лінолевої. Аналіз жирнокислотного складу жирів свідчить про наближення його гіпотетично до ідеального жиру.

4.4.3. Характеристика емульгаторів

Функціональні суміші характеризуються оптимальним співвідношенням біологічної цінності, технологічних характеристик і вартості. Суміші містять природні антиоксиданти: лецитин, ізофлавіони, вітаміни з антиоксидантними властивостями, вітаміни групи В, мікроелементи, клітковину. Функціонально-технологічні властивості сумішей – здатність до емульгування і вологозв'язування.

Емульгатори – це речовини, які додають у харчові продукти для створення та збереження однорідної емульсії з двох і більше речовин, що не змішуються. Вони відповідають за взаємний розподіл двох фаз, що змішуються, за консистенцію харчового продукту, його пластичні властивості, в'язкість і відчуття повноти смаку. У молочній промисловості емульгатори використовуються у виробництві продуктів, що містять різні фази (спреди, морозиво та ін.).

Основні технологічні функції емульгаторів у харчових системах:

- диспергування (емульгування та піноутворення);
- змочування і зв'язування;
- солюбілізація;
- модифікація кристалів;
- комплексоутворення з крохмалем;
- зміна в'язкості;
- взаємодія з білками.

Найпопулярнішими харчовими емульгаторами є моно- і дигліцериди жирних кислот (Е 471), ефіри гліцерину, жирних і органічних кислот (Е 472), лецитини, фосфатиди (Е 322), амонійні солі фосфатиду (Е 442), полісорбати, твіни (Е 432...Е 436), ефіри сорбітану, ефіри полігліцерину і переетерифікованих рицинолової кислоти (Е 473), стеаролактат натрію (Е 481), стеаролактат калію (Е 482) [82-84].

Типовими і традиційними емульгаторами є білки тваринного походження: курячого яйця, природний лецитин і сапоніни. Проте все більше в промисловості використовуються синтетичні емульгатори. Характеристику емульгаторів для молочно-жирових продуктів наведено в табл. 4.10.

Таблиця 4.10. Характеристика емульгаторів

Емульгатор	Властивості
Dimodan HP	Отримання стійкої емульсії типу вода/жир. Підвищує термостабільність масла
Dimodan S-T PEL/B	Отримання стійкої емульсії типу вода/жир, особливо за недостатньої інтенсивності емульгування
Dimodan P PEL/B	Те саме
Dimodan UP/B	«– «
Dimodan U/J	Запобігає синерезису у збитих продуктах. Стабілізує емульсію і забезпечує стійку дисперсію води
Grindsted PS 301	Гарантує отримання стійкої емульсії типу вода/жир. Поліпшує пластичність жиру і підвищує його термостабільність. Зменшує розбризування під час смаження
Grindsted PGE 20	У комплексі з емульгаторами DIMODAN дає змогу отримати стабільнішу емульсію і запобігти виділенню вологи. Поліпшує збивання. Зменшує розбризування під час відкритого смаження
Grindsted PGPR 90	Те саме, але ще й зв'язує вологу і поліпшує смакові властивості продуктів

Споживчий ринок продуктів олієжирового напрямку, що постійно розвивається, потребує створення широкого асортименту різноманітної продукції високої якості, покращеного смаку і текстури, що неможливо без використання різноманітних інгредієнтів, у цьому разі, емульгаторів і ароматизаторів.

Крім вище зазначеного до функцій емульгаторів належать:

- створення якісних стійких емульсій;
- управління процесами кристалізації жирів;
- агломерація жирів;
- контроль в'язкості;
- стабілізація, що запобігає розшаруванню;
- забезпечення пастичних властивостей;
- контроль за збереженням аромату.

Останнім часом, як емульгатори широко використовують фосфоліпіди. У сучасному виробництві комбінація емульгаторів, що включає фосфоліпіди, за оцінками зарубіжних спеціалістів, вважається найкращою.

Фосфоліпіди належать до неіоногенних поверхнево-активних речовин. Залежно від переважання використаних фосфоліпідів тих чи інших функціональних груп, рН середовища і співвідношення масових часток водної і жирової фаз, фосфоліпіди спричиняють утворення емульсії прямого (жир-вода) чи зворотного (вода-жир) типів.

Широко використовуються рослинні фосфоліпіди у вигляді виділеного із рослинних олій фосфоліпідного комплексу під торговою назвою «лецитин», а також їхні різноманітні модифікації.

До групи *емульгаторів та стабілізаторів* входять речовини, додавання яких у харчовий продукт з модифікованим жировим складом забезпечує можливість утворення та збереження однорідної дисперсії двох або більше незмішуваних речовин.

Під терміном «*емульгатор*» розуміють хімічну речовину, розчинення або диспергування якої може утворювати та стабілізувати емульсію. Це досягається завдяки здатності емульгатора концентруватися на поверхні розподілу фаз і знижувати міжфазний поверхневий натяг. Така здатність пов'язана з поверхнево-активними властивостями.

Як харчові емульгатори використовуються такі речовини, як камеді, сапоніни, лецитин і т.д. За хімічною природою молекули класичних емульгаторів, які є поверхнево-активними речовинами, мають дифільну будову, тобто містять полярні гідрофільні та неполярні гідрофобні групи атомів, які зв'язані через сполучну ланку, але відокремлені один від одного і розміщені на протилежних кінцях молекули. Перші (гідрофільні) забезпечують розчинність у воді, другі (гідрофобні) – в неполярних розчинниках.

Ефективними стабілізаторами структури в низькожирних емульсіях є гідроколоїди, які у воді диспергують, набухають або розчиняються та утворюють в'язкі розчини, псевдодраглі або драглі. Гідроколоїди з хімічною структурою в основному є полісахаридами. Фізико-хімічні властивості водних розчинів полісахаридів повинні відповідати вимогам до харчових продуктів, для стабілізації яких вони використовуються [98].

Асортимент стабілізаторів структури широкий: крохмаль, целюлоза та їхні похідні, пектини, камеді, альгінати, карагінан, агар та ін.

Серед поліпшувачів структури, тобто стабілізаторів і емульгаторів, широко застосовують ЕСТЕР-П, ЕСТЕР-А (торговельна назва), моногліцериди дистильовані, полігліцерол полірицинолеат, тригліцерид стеринової кислоти та ін. Добираючи ароматизатори для продуктів з модифікованим жировим складом, потрібно враховувати їх емульсійну природу.

4.4.4. Характеристика олій

Під час виробництва продуктів з модифікованим жировим складом використовують велику кількість олій та їх композицій, які підбираються виробником з урахуванням їхніх якісних показників, вартості і доступності. Найчастіше для комбінування з молочним жиром використовують соняшникову, кукурудзяну, кокосову, пальмоядрову й пальмову олії та багато інших.

У рослинні олії та їх композиції повинні відповідати вимогам ДСТУ 4599:2006 «Жири рослинні та їх композиції для застосування під час виробництва спредів і сумішей жирових».

Органолептичні показники рослинних жирів

Смак і запах	Нейтральні. Дозволено незначний присмак рослинних жирів
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, щільна у всій масі, у розтопленому стані – прозора, без осаду.
Колір	Від білого до світло-жовтого, однорідний у всій масі

Фізико–хімічні показники рослинних жирів

Масова частка жиру, %, не менше ніж	99,7
Масова частка вологи і летких речовин, %, не більше ніж	0,3
Відношення поліненасичених жирних кислот до насичених, не менше ніж	1:5
Вміст лінолевої та ліноленової кислот, %, не менше ніж	10,0
Масова частка транс-ізомерів, %, не більше ніж	9,0
Кислотне число, мг КОН, не більше ніж	0,56
Пероксидне число, ммоль/кг, не більше ніж	3
Масова частка твердих тригліцеридів, %, за температури 20 °С	15...35
Температура плавлення, °С	27...36

Кукурудзяна, соняшникова олії, як джерела лінолевої кислоти, відповідно до міжнародних рекомендацій, включають у склад сумішей для недоношених дітей і дітей з малою вагою.

Порівняльні показники жирнокислотного складу олій, що свідчать про їх відмінності, наведені в табл. 4.11.

Таблиця 4.11. Порівняльні показники жирнокислотного складу рослинних олій

Жирні кислоти	Число атомів	Склад жирних кислот олій, %		
		кокосова	кукурудзяна	соняшникова
Каприлова	C ₈	5,4...9,5	Сліди	Сліди
Капринова	C ₁₀	4,5...10	–	–
Лауринова	C ₁₂	44...52	Сліди	–
Міристинова	C ₁₄	13...19	До 2,5	Сліди
Пальмітинова	C ₁₆	5,7...10	4,9...18,7	5,5...7,5
Стеаринова	C ₁₈	1...3,7	До 6,2	3,6...5,1
Арахінова	C ₂₀	0,2...1,5	0,3...2,1	до 0,5
Ерукова	C ₂₂	–	0,1...0,7	до 1
Пальмітолеїнова	C _{16:1}	До 1,3	0,2...3	Сліди
Олеїнова	C _{18:1}	5...8,2	23...49	18...35
Лінолева	C _{18:2}	1...2,6	48...56	54...72
Ліноленова	C _{18:3}	–	0,5...0,8	–

Молочний жир представлений широким спектром низько-, середньо- і високомолекулярних жирних кислот від C₄ до C₁₈.

Аналіз жирнокислотного складу природних і модифікованих жирів і олій, а також молочного жиру, наведено в табл. 4.12.

Таблиця 4.12. Жирнокислотний склад природних і модифікованих жирів і олій

Продукт	Жирні кислоти		
	насичені	мононенасичені	поліненасичені
Молочний жир	67,7	28,6	3,7
Соняшникова олія	10,1	26,8	63,1
Соєва олія	14,7	20,9	61,2
Ріпакова олія	7,0	59,1	33,9
Низькоерукова			
Оливкова олія	12,5	70,9	16,6
Гідрований жир	13,0	82,0	5,0
Переестерефікований жир	27,0	50,0	23,0

Наведені дані дають можливість дійти висновку, що в природі немає жирів і олій, які повністю відповідають вимогам «гіпотетично ідеального жиру». Рідкі рослинні олії багаті на поліненасичені жирні кислоти, при цьому в їх складі бракує насичених жирних кислот, кількість яких у молочному жирі досить велика. Отже, проблема створення нових видів жирових продуктів з використанням композицій молочного жиру з рослинними оліями є актуальною.

При коригуванні оптимального співвідношення молочний жир:олія, важливо враховувати не тільки структурно-реологічні характеристики продукту, що виробляється, але і медико-біологічні вимоги щодо споживання есенціальних кислот.

Відомо, що гідрогенізовані жири мають меншу харчову цінність, ніж вихідні рослинні жири. Під час оброблення можлива цис-транс-ізомеризація ненасичених жирних кислот, в результаті лінолева і ліноленова кислоти стають фізіологічно неактивними. Якщо транс-цис або цис-транс-лінолева кислота має

знижену біологічну активність, то транс-транс-лінолева зовсім втрачає її і не перетворюється в арахідонову, що може порушити структуру біомембран і синтез простагландинів.

Рослинні олії – основне джерело есенціальних поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) ω -6 (лінолева, γ -ліноленова, арахідонова) і ω -3 (α -ліноленова, ейкозопентаєнова, докозагексаєнова). Їхнє фізіологічне значення полягає в тому, що вони необхідні для росту та обміну речовин в організмі людини, еластичності судин. ПНЖК відіграють важливу роль у синтезі простагландинів, вони стимулюють захисні функції організму і підвищують його опірність до впливу радіації, що дуже актуально для населення України.

Згідно з класичною теорією збалансованого харчування потреба в жирах становить 80...100 г на добу, що задовольняється за рахунок вживання тваринних і рослинних жирів. Харчова цінність жирів визначається їх енергетичною цінністю та фізіологічною дією (табл. 4.13).

Таблиця 4.13. Енергетична цінність і засвоюваність різних видів жиру

Жир	Енергетична цінність, ккал/г	Засвоюваність, %
Молочний жир	9,23	93...98
Кокосова олія	8,93	94
Бавовняна олія	9,37	95...98
Соняшникова олія	9,43	95...98

Рекомендований вміст жирів у раціоні людини – 30...33 %, у тому числі безпосередньо у вигляді жирів 45...50 г.

Основна характеристика олій наведена в табл. 4.14.

Таблиця 4.14. Характеристика олій

Олії	Показники						
	Густина (за 15 °С), г/см ³	Показник заломлен ня (за 20 °С)	В'яз- кість, (за 20 °С), сп	Темпе- ратура замер- зання, °С	Титр ЖК, °С	Йод-не число, %	Число омилен- ня, мг КОН/г
Бавовнян а	0,918...	1,472...	59,2...	5...6	30...	90...117	189...
	0,932	1,476	73,4		37		199
Арахісо- ва	0,911...	1,468...	75,9...	(-2,5)	26...	82...92	187...
	0,929	1,472	81,2	...3	32		197
Соєва	0,921...	1,474...	53,2...	(-15)	20...	120...14	170...
	0,924	1,478	65,9	...(-18)	21	1	195
Оливко- ва	0,914...	1,466...	71,3...	0...(-6)	18...	72...89,	185...
	0,918	1,471	87,4		25	9	200
Кокосо- ва	0,925...	1,448...	27,3 (30)	23...26	20...	7...10,5	196...
	0,926	1,475			24		264
Пальмо- ядрова	0,925...	1,449...	...	19...24	20...	12...20	240...
	0,935	1,452			28		257
Ріпакова	0,911...	1,472...	...	0 ...	11...	91...180	171...
	0,918	1,476		(-10)	15		180

Рослинні жири – це енергетичний і структурно-пластичний матеріал для людини. В результаті окиснення в організмі 1 г жиру виділяється 9 ккал.

Запитання для самоконтролю

1. Показники якості білкових компонентів (казецити, копреципітати, концентрат сироваткових білків, суха гуманізована добавка).
2. Характеристика вуглеводних компонентів, вимоги до їхньої якості.
3. Характеристика вітамінних препаратів. Органолептичні і фізико-хімічні показники вітамінних препаратів.
4. Загальна характеристика і фізико-хімічні показники яєчного лізоциму.
5. Сухі біологічно активні добавки: особливість виробництва та фізико-хімічні показники.
6. Дайте характеристику молочного жиру.
7. На які групи поділяються замінники молочного жиру?
8. Які властивості мають замінники молочного жиру «Союз»?
9. Назвіть основні технологічні функції емульгаторів у харчових системах?
10. Характеристика рослинних олій, їхні органолептичні та фізико-хімічні показники.

ТЛУМАЧНИЙ СЛОВНИК

Ацидофілін – кисломолочний продукт, який виробляють сквашуванням пастеризованого молока чистими культурами ацидофільної молочнокислої палички, лактококів з додаванням закваски, виготовленої на кефірних грибках.

Біопродукт – молочний продукт, що містить пробіотики, корисну дію яких на організм споживача підтверджено клінічними дослідженнями. Готовий продукт у кінці терміну придатності повинен містити пробіотики в кількості не меншій як 10⁷ КУО/г.

Біфідопродукт – біопродукт, який у кінці строку придатності містить біфідобактерії у кількості не меншій ніж 10⁶ КУО/г.

Варенець – кисломолочний продукт, який виробляють сквашуванням пряженого чи стерилізованого молока чистими культурами термофільного молочнокислого стрептокока, з додаванням чи без додавання молочнокислої палички.

Вершки – жирова емульсія, яку одержують з молока сепаруванням, відстоюванням або іншим способом.

Визрівання – процес, протягом якого відбуваються фізико-хімічні перетворювання з формуванням структури, аромату, смаку та інших показників, характерних для певного виду продукту.

Відновлений молочний продукт – молочний продукт, який виробляють із концентрованого, згущеного, сухого молочного продукту (або молока) та підготовленої води.

Групове упакування – упакування однакових пакувальних одиниць або неупакованої штучної продукції у групову упаковку.

Демінералізація – видалення мінеральних солей із сироватки.

Загортання продукції – пакування, у процесі якого штучна продукція з усіх боків обгортається пакувальним матеріалом з наступним закріпленням країв.

Закваска, заквашувальний препарат – одно- або багатокомпонентні або симбіотичні комбінації мікроорганізмів, що їх використовують під час виробництва кисломолочних продуктів.

Збагачений молочний; збагачений молоковмісний продукт – продукт, до якого додатково внесено дієтичні добавки та/або мікроорганізми для надання йому спеціальних та/або дієтичних властивостей, що підтверджено клінічними дослідженнями.

Збагачення – процес додавання до молока та продуктів його перероблення вітамінів, мінеральних речовин, пребіотиків, білка, харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, фосфоліпідів, пробіотиків або інших дієтичних добавок.

Згущення (випарювання) – процес, що здійснюється під час виробництва згущених молочних та молоковмісних продуктів шляхом видаленням вологи в умовах розрідженого повітря.

Зсідання – процес коагуляції білка в молоці під дією молокозсідальних ферментних препаратів та інших речовин і факторів.

Йогурт – кисломолочний продукт з підвищеним вмістом сухих речовин, який виробляють сквашуванням молока культурами термофільних молочнокислих стрептококів і болгарської молочнокислої палички.

Казеїн – білок молока, висушений після його коагуляції та відокремлення інших складових молока.

Казеїнати – сухий молочний продукт, який виробляють із казеїну, обробленого лугом.

Кефір – кисломолочний продукт змішаного молочнокислого та спиртового бродіння, який виробляють сквашуванням молока закваскою, виготовленою на кефірних грибках, без додавання чистих культур молочнокислих бактерій і дріждів. Вміст дріжджів у готовому продукті в кінці терміну придатності не менший як 10^3 КУО в 1 г продукту.

Кисломолочний продукт – молочний продукт, який виробляють ферментацією молока або маслянки, вершків, сироватки, знежиреного молока спеціальними мікроорганізмами. Готовий продукт у кінці терміну придатності повинен містити життєздатні клітини мікроорганізмів у кількості, не меншій як 10^6 колонієутворювальних одиниць в 1 г продукту (далі КУО/г);

Кисломолочний продукт термізований – кисломолочний продукт, підданий після сквашування термічній обробці (термізації), що суттєво зменшує кількість заквашувальної мікрофлори;

Консерви молочні, консерви молоковісні – сконцентровані продукти, які в результаті спеціального оброблення і пакування, тривалий час зберігають свої властивості.

Концентрати білкові молочні – молочні продукти, виготовлені з продуктів перероблення коров'ячого молока (знежиреного молока, маслянки, сироватки) коагуляцією білка з додаванням або без додавання харчових добавок та кухонної солі.

Кумис – кисломолочний продукт змішаного бродіння, який виробляють сквашуванням кобилячого чи коров'ячого молока симбіотичною закваскою, яка містить дріжджі, болгарську та ацидофільну термофільні молочнокислі палички. Вміст дріжджів у готовому продукті в кінці терміну придатності не менший як 10^4 КУО в 1 г продукту.

Лоток – дерев'яний картонний або пластмасовий ящик без кришки, висотою не більше ніж 150 мм з фіксаторами, що виступають, або з фіксаторами іншої конструкції.

Маслянка (сколотини) – продукт перероблення молока, що являє собою плазму вершків, отриману під час перероблення вершків на масло.

Маслянка дієтична – кисломолочний напій, одержаний сквашуванням натуральної свіжої маслянки (отриманої при виробництві солодковершкового

масла із пастеризованих вершків) сумішшю заквасок молочнокислих стрептококів і ацидофільної палички слизових рас.

Маслянка суха – сухий молочний продукт, що виробляють сушінням маслянки або суміші маслянки і знежиреного молока, у якій переважає масова частка маслянки.

Молоко – продукт нормальної фізіологічної секреції молочних залоз молочних тварин, одержаний за одне чи кілька доїнь, і призначений для подальшого перероблення.

Молоко відновлене – молоко, одержане із сконцентрованого (згущеного або сухого) молока та підготовленої води, у співвідношенні, необхідному для відновлення відповідної масової частки сухих речовин.

Молоко знежирене – продукт перероблення молока, що отримують після відокремлення вершків від молока, із масовою часткою жиру не більше ніж 0,05 %.

Молоко сухе – сухі молочні продукти, отримані згущуванням та наступним сушінням до значень масової частки сухих речовин у сухому продукті не менше ніж 95 %.

Молоковмісний згущений продукт – молоковмісний продукт з/без цукру, одержаний ультрафільтрацією або випарюванням вологи у вакуум-випарних апаратах.

Молоковмісний продукт – продукт, який містить білки та/або жири немолочного походження, але в якому молочні складові становлять суттєву частку у кінцевому продукті та визначають його властивості. У готовому молоковмісному продукті масова частка молочних компонентів має становити не менше як 25 відсотків.

Молоковмісний сухий продукт – сипкий молоковмісний продукт, у якому масова частка сухих речовин не менше ніж 90 %.

Молоко-сировина – молоко без вилучення та/або додавання до нього будь-яких речовин та/або певних складових, піддане попередньому фізичному очищенню від механічних домішок, охолодженню та призначене для подальшого перероблення.

Молочна продукція – продукція, до якої належать молочні та молоковмісні продукти, а також продукти перероблення молока – вершки, сироватка, маслянка, знежирене молоко.

Молочна сироватка – це плазма молока, яку одержують термомеханічним обробленням молочного згустку під час виробництва сирів, сиру кисломолочного, казеїну.

Молочна сировина – молоко, яке піддавалось попередній фізичній обробці (фільтрації, охолодженню), а також будь-які молочні продукти, що містять виключно складові молока і можуть бути використані у виробництві іншої продукції.

Молочний напій, молоковмісний напій – продукт з комбінованим складом сировини, який містить харчові добавки, наповнювачі та має рідку консистенцію.

Молочний продукт – продукт, одержаний із молока, який може містити інгредієнти, в тому числі харчові добавки, необхідні для його виробництва, за умови, що ці добавки, ні частково, ні повністю не замінюють складників молока (молочний жир, молочний білок, лактозу тощо).

Молочний продукт рекомбінований – молочний продукт, який виробляють із окремих складових молока та підготовленої питної води.

Молочний цукор – сухий молочний продукт, що складається виключно із лактози.

Молочні консерви – сконцентровані молочні продукти, які в результаті спеціального оброблення і пакування тривалий час зберігають свої властивості

Молочні консерви згущені – молочні продукти, сконцентровані видаленням вологи випарюванням у вакуум-випарних апаратах.

Молочні консерви стерилізовані – згущені молочні консерви піддані тепловому оброблянню, яке забезпечує відповідність продукту вимогам промислової стерильності.

Напої ацидофільні – кисломолочні продукти, які виробляють сквашуванням пастеризованого молока спеціальними заквасками, до складу яких обов'язково входить ацидофільна паличка.

Незбиране молоко – це молоко, хімічний склад та стан компонентів якого не зазнали змін.

Незрілий або свіжий сир – сир, який може бути реалізований відразу ж після виготовлення.

Нормалізація – доведення хімічного складу молочних сумішей до регламентованого значення масової частки жиру і (або) білка, і (або) сухих речовин.

Одиниця пакувальна – виріб, одержаний у результаті об'єднання пакувальної продукції з упаковкою.

Охолодження – процес зниження температури продукту до вимог технологічних процесів.

Очищення молока – відокремлення від молока механічних домішок та (або) мікроорганізмів.

Партія молочної продукції – будь-яка визначена кількість продукції одного найменування, виробленої протягом одного технологічного процесу виробництва, однієї дати вироблення, одним підприємством та супроводжується одним документом установленої форми, що підтверджує відповідність продукції встановленим вимогам.

Пастеризація – процес теплового оброблення молока за температури, що приводить до зменшення кількості мікроорганізмів у молоці.

Пастеризоване молоко – це молоко, оброблене за температур від 65 до 99 °С з відповідним витриманням.

Питне молоко – молочні продукти, вироблені із сирого молока, підданого нормалізації, тепловому обробленню з подальшим охолодженням.

Піддон – транспортна тара, засіб пакування, що має жорстку площадку, стандартні розміри і достатнє місце для створення укрупненої вантажної одиниці, й виготовляється з деревини, пластмас, металів.

Пребіотики – харчові неперетравні добавки, які поліпшують здоров'я споживача вибіркоким стимулюванням росту та активності корисної мікрофлори кишечника.

Пресування – ущільнювання молочного згустку під дією зовнішнього навантажування.

Пробіотики – живі мікроорганізми, які забезпечують корисну дію на організм споживача, нормалізуючи склад та функції мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

Продукт безлактозний – продукт, у якому лактоза відсутня або розщеплена на глюкозу та галактозу.

Продукт молочний низьколактозний – молочний продукт для дієтичного споживання, у якому вміст лактози частково зменшено за рахунок її видалення або гідролізу до глюкози та галактози.

Продукти перероблення молока – знежирене молоко, маслянка (сколотини), сироватка молочна, продукти мембранного оброблення або інші, що отримують під час виготовлення молочних продуктів.

Рекомбінований молочний продукт – молочний продукт, який виробляють із окремих складників молока та підготовленої води.

Рецептура – технологічний документ, що містить унормований перелік усіх видів сировини, компонентів (у тому числі харчових добавок) для виробництва встановленої кількості готового продукту.

Ряжанка – кисломолочний продукт, який виробляють сквашуванням пряженого молока культурами термофільного молочнокислого стрептокока.

Самопресування – ущільнення сирної маси (молочного згустку) під дією власної ваги.

Сепарування – процес розділення молока на вершки та знежирене молоко.

Сир – молочний білковий продукт, отриманий з використанням заквашувальних культур та молокозсідальних ферментів.

Сир кисломолочний – білковий продукт, що містить переважно казеїн і який виробляють сквашуванням молока заквашувальними препаратами із застосуванням способів кислотної або кислотно-сичужної коагуляції білка.

Сир кисломолочний зернистий – сир кисломолочний зернистої консистенції, одержаний із знежиреного молока, з додаванням до розсипчастого сирного зерна вершків і кухонної солі, без застосування стабілізаторів консистенції та теплового оброблення.

Сире молоко – молоко, що не піддавали тепловій обробці за температури понад 45 °С.

Сиркові вироби – молочні продукти, які виробляють із кисломолочного сиру з додаванням вершків, вершкового масла, наповнювачів та інших компонентів.

Сирний продукт – молокозмісний продукт, вироблений за відповідною технологією виробництва сиру із частковою заміною молочного білка та (або) молочного жиру.

Сироватка молочна – продукт перероблення молока, який отримують під час виробництва сирів, сиру кисломолочного, казеїну і який переважно містить воду, лактозу та мінеральні солі.

Сироватка молочна підсирна – плазма молока, яку отримують термомеханічним обробленням молочного згустку під час виробництва сирів.

Сироватка молочна суха – сухий молочний продукт, який виробляють згущуванням та подальшим сушінням сироватки молочної.

Сквашування – процес, впродовж якого змінюється кислотність молока і утворюється молочний згусток.

Складові молока – молочний жир, білки, лактоза, вітаміни, солі, вода тощо.

Спред – харчовий жировий продукт (емульсія типу «вода в жирі»), який складається з молочного та рослинного жиру з масовою часткою загального жиру від 50 до 85 % і в якому частка молочного жиру не менша ніж 25 % від загального жиру, із щільною або м'якою консистенцією з (без) додаванням харчових добавок, наповнювачів та вітамінів.

Стерилізація – процес теплового оброблення продукту за температури понад 100 °С з витримуванням для повного знищення мікроорганізмів та спор.

Строк придатності – проміжок часу, визначений виробником харчового продукту, протягом якого, у разі дотримання відповідних умов зберігання, транспортування, харчовий продукт зберігає відповідність показникам безпеки та якості.

Сушіння – технологічний процес, що ґрунтується на видаленні вологи з продукту до мінімального вмісту.

Тара багатооборотна – транспортна тара, показники міцності якої розраховані на її багаторазове застосування. Призначена для багаторазового використання в процесі доставки продукції, може бути інвентарною, коли вона належить конкретному підприємству і підлягає поверненню йому.

Термічне оброблення (термізація) – теплове оброблення шляхом нагрівання продукту за температури від 60 до 68 °С з витримуванням до 30 с.

Технологічна інструкція – документ, який встановлює порядок виконання окремого технологічного процесу, або технологічного процесу виробництва групи однорідної продукції, або продукції конкретного найменування, що містить перелік і послідовність виконання технологічних операцій, які забезпечують випуск безпечної та якісної продукції.

Традиційні молочні продукти – масло, сири, а також кисломолочні продукти, вироблені із застосуванням заквасок на чистих культурах молочнокислих бактерій (ацидофілін, простокваша, ряжанка, сметана, сир кисломолочний) та із застосуванням заквасок на кефірних грибках (кефір).

Упаковка асептична – герметична, біостійка, волого-, паро-, газонепроникна упаковка, здебільшого, для харчових продуктів з довготривалим терміном зберігання.

Фальсифіковані продукти – продукти, які навмисне змінені (підроблені) та/або, які мають приховані властивості та якість, інформація про які є свідомо (явно) неповною або недостовірною.

Ферментація – зміна стану та складу молока під дією бактерій та (або) ферментних препаратів.

Ферментні препарати – білкові речовини, які необхідні для здійснення біохімічних процесів, що мають місце під час виготовлення молочної продукції.

Фільтрування – процес очищення молока від механічних домішок через фільтри.

Фляга – транспортна багатооборотна тара циліндричної форми з циліндричною горловиною, діаметр якої менше діаметра корпусу, з пристроєм для перенесення і з кришкою.

Формування – сукупність технологічних операцій, які спрямовані на отримання із сирного зерна чи сирного пласту головки сиру заданої форми і розмірів.

Функціональний продукт – молочний або молоковмісний продукт, який пропонується для профілактики або пом'якшення перебігу хвороби людини, і корисна дія якого на організм споживача повинна бути підтверджена клінічними дослідженнями.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ТЕОРЕТИЧНЕ ПІДҐРУНТЯ	
РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В МОЛОЧНІЙ ГАЛУЗІ	7
1.1. Управління ресурсозбереженням на молокопереробних підприємствах	8
1.2. Завдання та принципи ресурсозбережних заходів на молочних підприємствах	11
1.3. Впровадження ресурсозбереження в молочну галузь	14
1.4. Тенденції виробництва молочних продуктів із відновлюваної сировини	18
1.4.1. Перспективні шляхи перероблення знежиреного молока, молочної сироватки та маслянки	25
1.4.2. Класичний асортимент продукції з відновлюваної молочної сировини	33
1.4.3. Особливості технології продуктів із маслянки	37
1.5. Ресурси молочної сировини.....	43
1.5.1. Особливості хімічного складу молока	46
1.5.2. Властивості знежиреного молока, молочної сироватки та маслянки як сировини	51
1.6. Екологічні аспекти безвідходного перероблення відновлюваної молочної сировини.....	58
<i>Запитання для самоконтролю</i>	61
2. ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ МОЛОЧНИХ РЕСУРСІВ РОЗДІЛЕННЯМ І КОНЦЕНТРУВАННЯМ	62
2.1. Методи мембранного оброблення молочної сировини.....	67
2.2. Загальний підхід до отримання молочно-білкових концентратів.....	81
2.2.1. Отримання концентрату сироваткового білкового	85
2.3. Технології молочних концентратів, отриманих методом згущення та сушіння	90
2.3.1. Принципи консервування.....	93
2.3.2. Технології згущених консервів із відновлюваної сировини.....	104

2.3.3. Технологія сухих консервів із відновлюваної сировини.....	118
2.4. Особливості виробництва сухих молочно-білкових концентратів.....	131
2.5. Технологія вуглеводних складових відновлюваної молочної сировини.....	137
<i>Запитання для самоконтролю</i>	147
3. ТЕХНОЛОГІЇ НЕЗБИРАНОМОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВІДНОВЛЮВАНОЇ СИРОВИНИ	149
3.1. Технологія напоїв з молочної сироватки	151
3.2. Напої з маслянки	163
3.3. Напої зі знежиреного молока	173
3.4. Особливості виробництва сиру кисломолочного	183
3.4.1. Технологія сиру кисломолочного зі знежиреного молока	185
3.5. Технологія сиркових виробів	201
3.6. Технологія м'яких сирів зі знежиреного молока, молочної сироватки, маслянки	210
3.7. Технологія білкових концентратів із сироватки та маслянки	221
3.7.1. Технологія концентратів казеїну	229
3.8. Технологія кормів для відгодівлі тварин.....	249
<i>Запитання для самоконтролю</i>	260
4. БІЛКОВІ, ВУГЛЕВОДНІ ТА ЖИРОВІ КОМПОНЕНТИ У ВИРОБНИЦТВІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	263
4.1. Білкові добавки.....	263
4.2. Вуглеводні компоненти	266
4.3. Вітаміни, мінеральні та біологічно активні речовини.....	271
4.4. Жирові добавки	284
4.4.1. Характеристика молочного жиру	284
4.4.2. Замінники молочного жиру	287
4.4.3. Характеристика емульгаторів	294
4.4.4. Характеристика олій	298
<i>Запитання для самоконтролю</i>	302
ТЛУМАЧНИЙ СЛОВНИК	303
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	312
ЛІТЕРАТУРА	316

Навчальне видання

Грек Олена Вікторівна
Онопрійчук Олена Олександрівна

НАУКОВІ ОСНОВИ
БЕЗВІДХОДНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
ВІДНОВЛЮВАНОЇ
СИРОВИНИ

Підручник

Редактор *Т.І. Заболотна*
Художнє оформлення *Є.В. Чурія*
Комп'ютерна верстка *М.О. Каленкової*

Підп. до друку 00.00.2019 р. Формат 60×84/16.
Обл.-вид.арк. 19,53. Ум. друк. арк. 19,06.
Гарнітура Schoolbook АС. Друк цифровий.
Наклад 000 прим. Вид. № 14/16. Зам. №

НУХТ 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.2004 р.