

І.М. Дударєв

**«РОСЛИННЕ МОЛОКО»:  
ТЕХНОЛОГІЯ, ВЛАСТИВОСТІ,  
ВИКОРИСТАННЯ**



Міністерство освіти і науки України  
Луцький національний технічний університет

І. М. Дударєв

**«РОСЛИННЕ МОЛОКО»:  
ТЕХНОЛОГІЯ, ВЛАСТИВОСТІ, ВИКОРИСТАННЯ**

Монографія

Луцьк  
Вежа-Друк  
2025

УДК 663.86  
Д 81

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради  
Луцького національного технічного університету  
(протокол № 2 від 23 вересня 2025 року)*

**Рецензенти:**

**Кузьмін О. В.**, доктор технічних наук, професор, Національний університет харчових технологій;

**Прісс О. П.**, доктор технічних наук, професор, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного;

**Ягелюк С. В.**, доктор технічних наук, професор, Луцький національний технічний університет.

**Дударев І. М.**  
Д 81 «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання :  
монографія / І. М. Дударев. – Луцьк : Вежа-Друк, 2025. – 312 с.

ISBN 978-966-940-686-6

Монографію присвячено вивченню сучасних аспектів виробництва та використання різних видів «рослинного молока», зокрема соєвого, рисового, конопляного, кокосового, гречаного, з горіхів кеш'ю, фундука та арахісу. У виданні висвітлено властивості основної рослинної сировини, способи виготовлення рослинних напоїв, їх хімічний склад та функціональні характеристики. Особливу увагу приділено використанню «рослинного молока» у виробництві інших харчових продуктів, а також можливостям перероблення побічних продуктів, що залишаються після його виробництва. Монографія буде корисною для науковців, викладачів, студентів, технологів харчової промисловості та підприємців, зацікавлених у розвитку напрямку виробництва рослинних напоїв.

**УДК 663.86**

ISBN 978-966-940-686-6

© Дударев І. М., 2025  
© Безушко Х. М. (обкладинка), 2025

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 «РОСЛИННЕ МОЛОКО».....	7
1.1 Термін «рослинне молоко».....	7
1.2 Сировина для виготовлення «рослинного молока».....	9
1.3 Технологія виготовлення «рослинного молока».....	11
Список використаних джерел до розділу 1.....	16
2 «МИГДАЛЕВЕ МОЛОКО».....	18
2.1 Мигдаль та його властивості.....	18
2.2 Технологія виготовлення «мигдалевого молока».....	20
2.3 Властивості та хімічний склад «мигдалевого молока».....	25
2.4 Використання «мигдалевого молока».....	31
Список використаних джерел до розділу 2.....	40
3 «СОЄВЕ МОЛОКО».....	44
3.1 Соя та її властивості.....	44
3.2 Технологія виготовлення «соевого молока».....	46
3.3 Властивості та хімічний склад «соевого молока».....	52
3.4 Використання «соевого молока».....	60
Список використаних джерел до розділу 3.....	75
4 «РИСОВЕ МОЛОКО».....	79
4.1 Рис та його властивості.....	79
4.2 Технологія виготовлення «рисового молока».....	82
4.3 Властивості та хімічний склад «рисового молока».....	88
4.4 Використання «рисового молока».....	96
Список використаних джерел до розділу 4.....	105
5 «КОНОПЛЯНЕ МОЛОКО».....	108
5.1 Насіння конопель та його властивості.....	108
5.2 Технологія виготовлення «конопляного молока».....	111
5.3 Властивості та хімічний склад «конопляного молока».....	118
5.4 Використання «конопляного молока».....	122
Список використаних джерел до розділу 5.....	129
6 «КОКОСОВЕ МОЛОКО».....	132
6.1 Кокосовий горіх та його властивості.....	132
6.2 Технологія виготовлення «кокосового молока».....	135
6.3 Властивості та хімічний склад «кокосового молока».....	144
6.4 Використання «кокосового молока».....	149
Список використаних джерел до розділу 6.....	165
7 «ГРЕЧАНЕ МОЛОКО».....	171
7.1 Гречка та її властивості.....	171
7.2 Технологія виготовлення «гречаного молока».....	175
7.3 Властивості та хімічний склад «гречаного молока».....	179
7.4 Використання «гречаного молока».....	185

Список використаних джерел до розділу 7.....	191
8 «МОЛОКО З ГОРІХІВ КЕШ'Ю».....	194
8.1 Плід кеш'ю та його властивості.....	194
8.2 Технологія виготовлення «молока з горіхів кеш'ю».....	201
8.3 Властивості та хімічний склад «молока з горіхів кеш'ю».....	205
8.4 Використання «молока з горіхів кеш'ю».....	209
Список використаних джерел до розділу 8.....	222
9 «ФУНДУКОВЕ МОЛОКО».....	227
9.1 Фундук та його властивості.....	227
9.2 Технологія виготовлення «фундукового молока».....	231
9.3 Властивості та хімічний склад «фундукового молока».....	237
9.4 Використання «фундукового молока».....	243
Список використаних джерел до розділу 9.....	257
10 «АРАХІСОВЕ МОЛОКО».....	261
10.1 Арахіс та його властивості.....	261
10.2 Технологія виготовлення «арахісового молока».....	264
10.3 Властивості та хімічний склад «арахісового молока».....	269
10.4 Використання «арахісового молока».....	273
Список використаних джерел до розділу 10.....	284
11 «ВІВСЯНЕ МОЛОКО».....	287
11.1 Зерно вівса та його властивості.....	287
11.2 Технологія виготовлення «вівсяного молока».....	289
11.3 Властивості та хімічний склад «вівсяного молока».....	291
11.4 Використання «вівсяного молока».....	295
Список використаних джерел до розділу 11.....	304
Висновки.....	308

## ВСТУП

У сучасних умовах глобалізації харчових ринків, зростання обізнаності споживачів щодо здорового харчування, а також активного пошуку альтернативних джерел поживних речовин, усе більшої популярності набувають напої з сировини рослинного походження, що слугують заміниками традиційного коров'ячого молока. Так зване «рослинне молоко» – узагальнена назва групи безалкогольних напоїв, виготовлених із різноманітної рослинної сировини (злаків, бобових, горіхів, насіння), що за своїми органолептичними властивостями, зовнішнім виглядом та частково харчовою цінністю й функціональністю можуть слугувати альтернативою тваринному молоку.

Попри відсутність тваринного білка у складі цих напоїв, термін «рослинне молоко» активно використовують у науковій, технічній та маркетинговій літературі, а також серед споживачів. Згідно з рекомендаціями регулюючих органів, зокрема в межах Європейського Союзу, термін «молоко» у маркуванні дозволено застосовувати лише до продуктів, отриманих з тваринної сировини. Водночас у багатьох країнах світу, зокрема в країнах Азії, використання терміну «plant-based milk» або «non-dairy milk» у споживчому обігу є прийнятним і цілком зрозумілим. У межах цієї монографії термін «рослинне молоко» вживається як загальноновживане позначення безалкогольних рослинних напоїв, що зовні нагадують молоко та можуть виконувати схожі харчові функції. Необхідно зауважити, що у монографії автор дотримується термінології, прийнятої у використаних наукових джерелах, зокрема щодо позначення напоїв із рослинної сировини як «рослинне молоко» відповідного виду. В основному тексті назви таких напоїв подані у лапках (наприклад, «рисове молоко»), тоді як для спрощення сприйняття матеріалу на схемах ці позначення подано без лапок (наприклад, рисове молоко).

Активний розвиток технологій виготовлення «рослинного молока» спричинений не лише сучасними харчовими трендами, але й конкретними запитами ринку: непереносимістю лактози, алергією на молочний білок, етичними переконаннями споживачів (вегетаріанство, веганство), турботою про навколишнє середовище та зменшенням вуглецевого сліду виробництва. На цьому тлі продукти на основі сої, рису, вівса, мигдалю, кокосу, горіхів кеш'ю, фундука, арахісу, конопель, гречки та інших видів рослинної сировини посідають важливе місце у структурі сучасного споживання.

У цій монографії систематизовано результати сучасних наукових досліджень з розроблення технології виготовлення «рослинного молока», дослідження його фізико-хімічних та функціональних властивості, проаналізовано властивості та хімічний склад основної сировини для напоїв. Увагу приділено харчовій цінності напоїв, способам їх збагачення

корисними речовинами, покращенню стабільності емульсій та текстури, а також подовженню терміну зберігання без втрати функціональних характеристик.

У монографії проаналізовано такі види «рослинного молока»:

- «мигдалеве молоко» – легкий, ароматний напій, що містить корисні жири, вітаміни та мінеральні речовини;
- «соєве молоко» – один із найпоширеніших рослинних напоїв, багатий повноцінними рослинними білками;
- «рисове молоко» – легкий, гіпоалергенний напій з приємним смаком, що характеризується відносно низьким вмістом білків;
- «конопляне молоко» – напій з високим вмістом омега-3 та омега-6 жирних кислот, білків та мінеральних речовин;
- «кокосове молоко» – продукт, виготовлений з м'якоті кокоса, з багатим смаком та ароматом;
- «гречане молоко» – джерело антиоксидантів, із характерним смаком та високою харчовою цінністю;
- «молоко з горіхів кеш'ю» – продукт з ніжною текстурою, багатий рослинним білком, корисними жирами та мікронутрієнтами;
- «фундукове молоко» – ароматний напій з м'яким горіховим смаком, що містить багато рослинного білка та мікронутрієнтів;
- «арахісове молоко» – рослинний напій на основі бобової сировини, що вирізняється високим вмістом білків, жирів і поживних речовин;
- «вівсяне молоко» – ніжний напій, багатий на харчові волокна та вуглеводи, із солодкуватим присмаком і хорошими функціональними властивостями.

Окрім цього, у монографії проаналізовано можливості використання «рослинного молока» як інгредієнта у виробництві інших харчових продуктів – йогуртів, сирів, десертів, морозива, випічки, соусів тощо. Такі продукти створюють нові перспективи для харчової промисловості, сприяючи збагаченню асортименту немолочних продуктів та задоволенню потреб різних категорій споживачів.

Монографія призначена для широкого кола читачів – науковців, викладачів, студентів, інженерів, технологів, виробників та підприємців, які зацікавлені у розвитку напрямів інноваційного, функціонального та сталого харчування. Видання може стати джерелом теоретичних знань і практичних рішень у сфері перероблення рослинної сировини та створення нових харчових продуктів.

Системне вивчення властивостей «рослинного молока», розроблення ефективних технологій його виробництва та раціональне використання вторинних продуктів – важливий внесок у формування екологічно збалансованої, етичної та інноваційної продовольчої системи майбутнього.

## 1 «РОСЛИННЕ МОЛОКО»

### 1.1 Термін «рослинне молоко»

Останнє десятиліття спостерігається зростання попиту на такий безалкогольний напій, як «рослинне молоко». Це пов'язано з тенденціями у харчуванні людей, зокрема бажанням споживати більше рослинної їжі та непереносимістю чи алергією на продукти з тваринного молока. Також важливу роль при виборі продуктів харчування та напоїв відіграють етичні та екологічні фактори. У сучасному світі напої вже не вважають лише засобом для втамування спраги, оскільки споживачі очікують від них певної функціональності, що враховує їхні потреби і стиль життя (*Sethi et al., 2016*). Зокрема, напої повинні підвищувати рівень енергії, боротися зі старінням, втомою та стресом, а також мати лікувально-профілактичні властивості. Усе це спричиняє збільшення ринку рослинних напоїв, що подібні за органолептичними властивостями до тваринного молока. Цей інтерес споживачів супроводжується відповідними маркетинговими стратегіями виробників для найкращого продажу таких напоїв. Зокрема, «рослинне молоко» розташовують в супермаркетах поруч з коров'ячим молоком та наносять на пакування маркування, що є впізнаваним споживачами та легким для розуміння для них (*Siddiqui et al., 2023*). Однак маркування напоїв з рослинної сировини термінами, пов'язаними з молочними продуктами, повинно відповідати законодавству країни-виробника та країни, де реалізують продукт. Причому назва таких напоїв, незалежно від виду основної рослинної сировини, з якої їх виготовляють, має чітко вказувати на те, що цей продукт не містить тваринного молока. Відповідно до *The Codex General Standard for the Use of Dairy Terms. Its Nature, Intent and Implications* етикетка, комерційний документ, рекламний матеріал або будь-яка форма презентації товару не може містити тверджень, натяків чи припущень про те, що продукт є молоком, молочним продуктом або комбінованим молочним продуктом, або що він пов'язаний з одним чи декількома з таких продуктів, якщо він не містить тваринного молока. Однак у деяких країнах законодавство та вимоги до маркування дозволяють використовувати у назвах продуктів з рослинної сировини слово «молоко», якщо ці продукти традиційно мають таку назву (наприклад, «кокосове молоко») та за умови, що це не вводить споживача в оману. Водночас у більшості країн таке маркування напоїв з рослинної сировини є дискусійним (*McClements et al., 2019*).

Напої з рослинної сировини мають різний поживний склад, що, як правило, відрізняється від коров'ячого молока, що спричиняє широкі дискусії щодо їх маркування як «рослинне молоко». Ці рослинні альтернативи молоку мають характеристики (смак, аромат, консистенція, текстура, зовнішній вигляд) молока чи молочних продуктів, але не

відповідають визначенню «молоко» або «молочні продукти» і є поживно менш цінними за продукт, який імітують (Sethi et al., 2016). Отже, використання терміну «молоко» щодо альтернатив на рослинній основі тваринному молоку є суперечливим у багатьох країнах (Pointke et al., 2022). У випадку продуктів рослинного походження, що за своїми органолептичними властивостями нагадують молоко тваринного походження, навіть якщо термін «рослинне молоко» широко вживається, коректніше використовувати назву «альтернатива молоку на рослинній основі» (Brusati et al., 2023). Найбільш уживаними сьогодні термінами для позначення напоїв з рослинної сировини є «рослинний замітник молока», «альтернативне молоко», «альтернативний молочний продукт» та «рослинний аналог молока» (Prytul'ska et al., 2021).

За результатами досліджень (Siddiqui et al., 2023) встановлено, що для того, щоб назва напою з рослинної сировини чітко вказувала на те, що цей продукт не містить коров'ячого молока, в маркуванні має бути зазначено «не містить молока» або «немолочний продукт». Доцільність такого маркування підтримали 54% опитаних респондентів (рис. 1.1). Близько 20% опитаних вважають за доцільне вказувати на етикетці, що це «продукт альтернативний молоку», а 12% опитаних – «замітник молока». Лише 10% опитаних підтримали доцільність зазначення на етикетці, що це «рослинне молоко», а 4% – «веганський продукт» (Siddiqui et al., 2023).



**Рисунок 1.1** – Результати опитування щодо маркування рослинних напоїв (Siddiqui et al., 2023)

У монографії автор переважно використовує термін «рослинне молоко» (вівсяне, мигдалеве, соєве, рисове, конопляне, кокосове, гречане, з горіхів кеш'ю, фундукове, арахісове) для позначення безалкогольних напоїв з рослинної сировини, що мають подібні до коров'ячого молока органолептичні властивості.

Важливим є розроблення стандартів для напоїв з рослинної сировини, застосування яких сприятиме формуванню належних практик їх виробництва, а також вимог до їх якісних властивостей та показників безпечності. У науковій праці (*Drewnowski et al., 2021*) запропоновано критерії поживної цінності для рослинних напоїв, що є альтернативами коров'ячому молоку (**таблиця 1.1**).

**Таблиця 1.1** – Критерії поживної цінності «рослинного молока» (*Drewnowski et al., 2021*)

Корисні речовини	Запропоновані стандарти поживних речовин на 100 г напою для різних вікових груп споживачів	
	4–12 років	> 12 років
Енергетична цінність [ккал]	< 85	< 100
Вміст білків [г]	> 2,2	> 2,2
Вміст цукру [г]	< 5,30	< 6,25
Вміст насичених жирів [г]	< 0,75	< 0,75
Натрій Na [мг]	< 120	< 120
Кальцій Ca [мг]	> 15% ДП/200 г	> 15% ДП/200 г
Рибофлавін (вітамін B <sub>2</sub> ) [мг]	> 15% ДП/200 г	> 15% ДП/200 г
Вітамін D [МО]	> 15% ДП/200 г	> 15% ДП/200 г
Вітамін B <sub>12</sub> [мкг]	> 15% ДП/200 г	> 15% ДП/200 г
Вітамін А (еквівалент ретинолу) [мкг]	> 15% ДП/200 г	> 15% ДП/200 г
Вміст клітковини [г]	необов'язково	необов'язково
Вміст вуглеводів [г]	необов'язково	необов'язково
Калій К [мг]	необов'язково	необов'язково

**Примітка:** ДП – добова потреба; МО – міжнародних одиниць.

## 1.2 Сировина для виготовлення «рослинного молока»

Основна рослинна сировина для виготовлення «рослинного молока» (*Besir et al., 2022*):

- 1) злаки – овес, рис, кукурудза;
- 2) бобові – соя, арахіс, люпин, коров'ячий горох;
- 3) горіхи – мигдаль, кокос, фундук, фісташки, волоські горіхи, горіхи кеш'ю;
- 4) насіння – кунжутне, ляне, конопляне, соняшникове;
- 5) псевдозлаки – кіноа, тефу, амарант, гречка.

У рецептурі «рослинного молока» також використовують добавки, зокрема регулятори кислотності (фосфат калію, цитрат кальцію та карбонат кальцію), стабілізатори (геланову, ксантанову та гуарову камеді, камедь ріжкового дерева, цитрат натрію), емульгатори (лецитин) та загущувачі (каррагінан, геланову та ксантанову камеді). Найбільш поширеними добавками є фосфат калію (регулятор кислотності) та геланова камедь (стабілізатор) (Liechti et al., 2025). Стабілізатори переважно використовують у рослинних заміниках молока на основі кокоса, фундука, мигдалю та сої, тоді як регулятори кислотності – здебільшого в напоях з вівса. Напої на основі рису та вівса містять від трьох до чотирьох добавок, тоді як інші заміники молока – від одного до трьох (Liechti et al., 2025). Понад половину рослинних напоїв збагачені кальцієм до рівня, що дорівнює або перевищує вміст кальцію в коров'ячому молоці (Craig & Fresán, 2021). Основні інгредієнти та добавки, що використовують у виробництві рослинних напоїв, подані в таблиці 1.2.

**Таблиця 1.2** – Основні інгредієнти та добавки, що використовують у виробництві рослинних напоїв (Rachtan-Janicka et al., 2025)

Група речовин	Найменування
Жири	Соняшникова олія, рисова олія, ріпакова олія, лляна олія, конопляна олія, кокосова олія
Підсолоджувачі та цукор	Сахароза, тростинний цукор, фруктоза, виноградний сік або концентрат соку, яблучний сік або концентрат соку, сироп агаві, глюкозний сироп
Загусники, стабілізатори та желуючі агенти	Камедь ріжкового дерева, каррагінан, геланова камедь, ксантанова камедь, інулін, акацієва камедь, пектин, кукурудзяний мальтодекстрин, рисовий крохмаль, тапіоковий крохмаль
Емульгатори	Соевий лецитин, моно- та дигліцериди жирних кислот
Регулятори кислотності	Трикалій фосфат, трикальцій фосфат
Харчові барвники та ароматизатори	Екстракт моркви, куркума, какао, кокос, ванілін

Рецептури рослинних заміників молока, зазвичай, розробляють таким чином, щоб за зовнішнім виглядом, консистенцією, смаковими властивостями та терміном зберігання вони були максимально подібними до коров'ячого молока. Втім, на практиці кожен з таких напоїв має унікальні фізико-хімічні та органолептичні характеристики, що

визначають використана сировина та особливості технологічного процесу (McClements, 2020). Функціональні властивості більшості альтернатив коров'ячого молока, зокрема стабільність у гарячих напоях (чаї, каві), зміна властивостей під час термічного оброблення або здатність до утворення піни також суттєво відрізняються від властивостей традиційного молока. Однак споживачі очікують, що нові рослинні аналоги зможуть повноцінно замінити коров'яче молоко без необхідності зміни кулінарних або побутових звичок (McClements, 2020).

### 1.3 Технологія виготовлення «рослинного молока»

Технологія виготовлення рослинних напоїв залежить від основної сировини. Зокрема, застосовують такі технологічні процеси: очищення, обсмажування, бланшування, замочування, кип'ятіння, фільтрування, гомогенізування, ферментування, термічне оброблення для забезпечення мікробіологічної безпечності, збагачення поживними речовинами тощо (Rachtan-Janicka et al., 2025).

Попереднє оброблення рослинної сировини спрямоване на покращення органолептичних та поживних властивостей кінцевого продукту, а також на зменшення вмісту небажаних компонентів. Сировину очищують від лушпиння (шкаралупи) та замочують у воді протягом 3–18 год (горіхи кеш'ю, сою, овес), а також у лужних розчинах бікарбонату натрію ( $\text{NaHCO}_3$ ) концентрацією 0,2–2,0% (арахіс) за співвідношення сировини до розчину в межах 1:2–1:12. Таке оброблення сприяє пом'якшенню сировини та усуненню характерного бобового чи горіхового присмаку. Бланшування застосовують для відокремлення шкірки (мигдаль) або зменшення інтенсивності стороннього присмаку (арахіс). Знежирення та ферментування сировини (соя, мигдаль, рис, овес) сприяє покращенню біодоступності поживних речовин і зменшенню вмісту антинутриєнтів. Смаження сировини дозволяє посилити ароматичні та смакові характеристики готового продукту (Reyes-Jurado et al., 2021). Під час екстрагування білків доцільним є використання лужного середовища, що сприяє підвищенню їхньої розчинності. Грубі частинки рослинної сировини відокремлюють з суспензії внаслідок фільтрування, декантування або центрифугування. У випадку використання сировини з високим вмістом жиру (арахіс) надлишковий жир може бути відокремлений за допомогою молочного сепаратора. Після відокремлення всіх нерозчинних грубих частинок до продукту можуть додавати вітаміни, мінеральні речовини, підсолоджувачі, ароматизатори, барвники, сіль, олію та стабілізатори. Необхідність збагачення напоїв зумовлена також тим, що водорозчинні вітаміни можуть втрачатися під час замочування або бланшування сировини, а мінеральні речовини – частково втрачаються

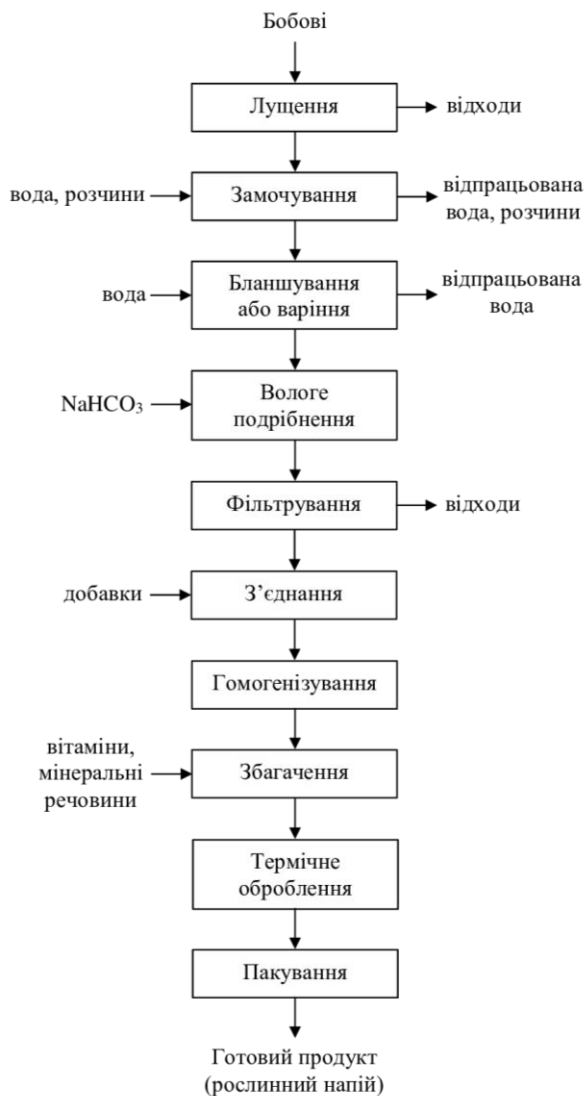
внаслідок декантування. Білки, крохмаль, клітковина та інші компоненти у рослинних напоях можуть утворювати осад, що спричиняє нестабільність продукту. Стабільність напою можна збільшити внаслідок зменшення розміру частинок, додавання гідроколоїдів або емульгаторів. Гомогенізування покращує стабільність напоїв внаслідок зменшення розміру частинок та забезпечення їх рівномірного розподілу. Для цього використовують високошвидкісні змішувачі, колоїдні млини, гомогенізатори високого тиску та мікрофлюїдаїзери (Reyes-Jurado et al., 2021). Термічне оброблення (пастеризування, стерилізування) рослинних напоїв сприяє подовженню терміну їх зберігання внаслідок зменшення кількості мікроорганізмів та інактивування ферментів. Правильне поєднання температури та тривалості процесів дозволяє знищити патогенну мікрофлору та ферменти без утворення агрегацій крапель жиру за високих температур. Для отримання сухих рослинних напоїв їх сушать шляхом розпилювання, а отриманий порошок за потреби відновлюють у воді до готового продукту (Reyes-Jurado et al., 2021).

Узагальнений спосіб виготовлення «рослинного молока» зі злаків (овес, рис, кукурудза) подано на **рис. 1.2**. «Рослинне молоко» зі злаків, зазвичай, виготовляють шляхом подрібнення рослинної сировини, після чого проводять змішування з водою, ферментативний гідроліз та гомогенізування. Сировину перед використанням лущать, замочують та, за необхідності, проводять термічне оброблення (нагрівання, варіння). Також напій в процесі виготовлення фільтрують та, якщо передбачено рецептурою, збагачують корисними речовинами (Xiong et al., 2022).



**Рисунок 1.2** – Узагальнена схема способу виготовлення «рослинного молока» зі злаків (Xiong et al., 2022)

У науковій праці (*Rachtan-Janicka et al., 2025*) запропоновані спрощені схеми виробництва рослинних напоїв з бобових (рис. 1.3), горіхів (рис. 1.4), злаків та псевдозлаків (рис. 1.5).

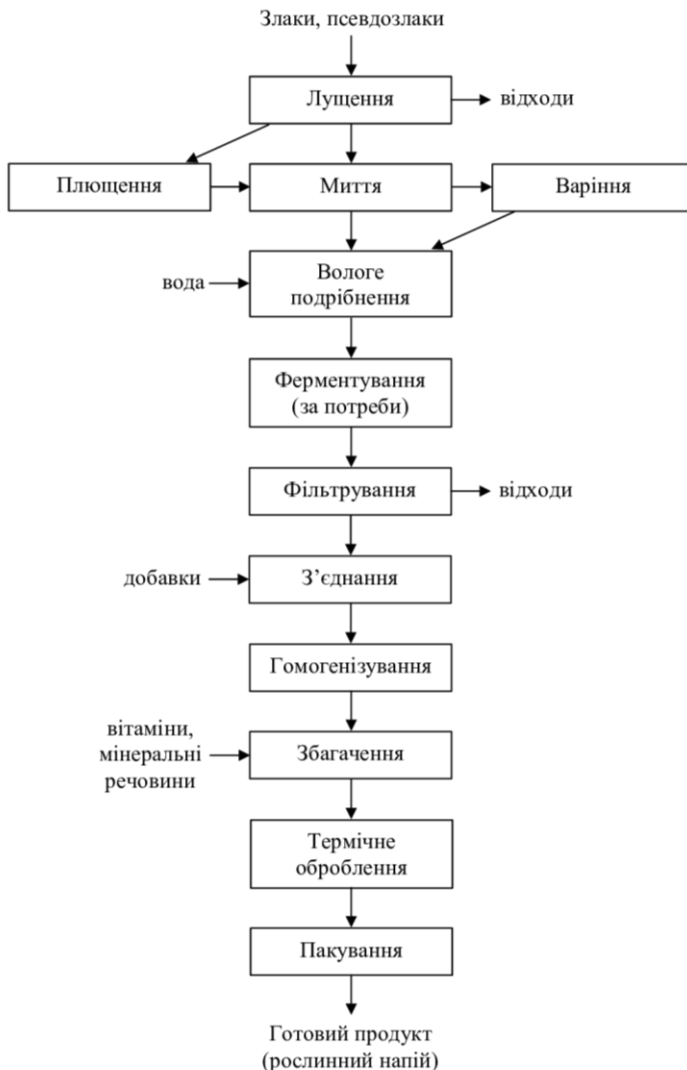


**Рисунок 1.3** – Узагальнена схема виготовлення рослинних напоїв з бобових (*Rachtan-Janicka et al., 2025*)

Основними технологічними операціями під час виготовлення рослинних напоїв з бобових є лущення та замочування сировини у воді чи розчинах, бланшування або варіння сировини з подальшим вологим подрібненням, фільтрування суспензії та додавання добавок відповідно до рецептури, гомогенізування напою, збагачення його нутрієнтами, термічне оброблення напою (пастеризування або стерилізування) та пакування (рис. 1.3).



Рисунок 1.4 – Узагальнена схема виготовлення рослинних напоїв з горіхів (Rachtan-Janicka et al., 2025)



**Рисунок 1.5** – Узагальнена схема виготовлення рослинних напоїв зі злаків та псевдозлаків (Rachtan-Janicka et al., 2025)

Перед приготуванням рослинного напою горіхи очищають від шкаралупи (рис. 1.4), за необхідності бланшують для відокремлення шкірки та обсмажують. Горіхи подрібнюють, переважно, вологим способом з додаванням води. Отриману масу диспергують у воді та

фільтрують. Якщо передбачено рецептурою, додають добавки та гомогенізують. Після збагачення корисними речовинами рослинний напій термічно обробляють (пастеризують чи стерилізують) та пакують у тару.

У випадку використання злаків та псевдозлаків як сировини (рис. 1.5), їх спочатку лушть та за необхідності плющать. Усю сировину миють у воді та, якщо передбачено технологією, варять. Підготовлену сировину подрібнюють вологим способом та за необхідності ферментують. Далі, як і у випадку іншої рослинної сировини, суміш фільтрують, додають добавки, гомогенізують та збагачують корисними речовинами. Готові напої обов'язково проходять термічне оброблення після чого їх розливають у тару.

### Список використаних джерел до розділу 1

Besir, A., Awad, N., Mortas, M., & Yazici, F. (2022). A plant-based milk type: Hemp seed milk. *Akademik Gida*, 20(2), 170-181. doi:10.24323/akademik-gida.1149875.

Brusati, M., Baroni, L., Rizzo, G., Giampieri, F., & Battino, M. (2023). Plant-based milk alternatives in child nutrition. *Foods*, 12(7), 1544. doi:10.3390/foods12071544.

Craig, W. J., & Fresán, U. (2021). International analysis of the nutritional content and a review of health benefits of non-dairy plant-based beverages. *Nutrients*, 13(3), 842. doi:10.3390/nu13030842.

Drewnowski, A., Henry, C.J., & Dwyer, J.T. (2021). Proposed nutrient standards for plant-based beverages intended as milk alternatives. *Frontiers in Nutrition*, 8, 761442. doi:10.3389/fnut.2021.761442.

Liechti, C., Mack, G., Walther, B., & Ammann, J. (2025). Transforming plant-based milk alternatives for better health. *LWT*, 223, 117787. doi:10.1016/j.lwt.2025.117787.

McClements, D.J. (2020). Development of next-generation nutritionally fortified plant-based milk substitutes: Structural design principles. *Foods*, 9(4), 421. doi:10.3390/foods9040421.

McClements, D.J., Newman, E., & McClements, I.F. (2019). Plant-based milks: A review of the science underpinning their design, fabrication, and performance. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18, 2047-2067. doi:10.1111/1541-4337.12505.

Pointke, M., Albrecht, E.H., Geburt, K., Gerken, M., Traulsen, I., & Pawelzik, E. (2022). A comparative analysis of plant-based milk alternatives Part 1: Composition, sensory, and nutritional value. *Sustainability*, 14(13), 7996. doi:10.3390/su14137996.

Prytulska, N., Motuzka, I., Koshelnyk, A., Motuzka, O., Yashchenko, L., Jarossová, M., Krnáčová, P., Wyka, J., Malczyk, E., & Habánová, M. (2021). Consumer preferences on the market of plant-based milk analogues.

*Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 131-142. doi:10.5219/1485.

Rachtan-Janicka, J., Gajewska, D., Szajewska, H., Włodarek, D., Weker, H., Wolnicka, K., Wiśniewska, K., Socha, P., & Hamulka, J. (2025). The role of plant-based beverages in nutrition: An expert opinion. *Nutrients*, 17, 1562. doi:10.3390/nu17091562.

Reyes-Jurado, F., Soto-Reyes, N., Dávila-Rodríguez, M., Lorenzo-Leal, A.C., Jiménez-Munguía, M.T., Mani-López, E., & López-Malo, A. (2021). Plant-based milk alternatives: Types, processes, benefits, and characteristics. *Food Reviews International*, 39(4), 2320-2351. doi:10.1080/87559129.2021.1952421.

Sethi, S., Tyagi, S.K. & Anurag, R.K. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 3408-3423. doi:10.1007/s13197-016-2328-3.

Siddiqui, S.A., Mehany, T., Schulte, H., Pandiselvam, R., Nagdalian, A.A., Golik, A.B., Shah, M.A., Shahba, H.M., & Maqsood, S. (2023). Plant-based milk – Thoughts of researchers and industries on what should be called as «milk». *Food Reviews International*, 40(6), 1703-1730. doi:10.1080/87559129.2023.2228002.

Xiong, Y., Zhang, P., Warner, R.D., Shen, S., & Fang, Z. (2022). Cereal grain-based functional beverages: From cereal grain bioactive phytochemicals to beverage processing technologies, health benefits and product features. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(9), 2404-2431. doi:10.1080/10408398.2020.1853037.

## 2 «МИГДАЛЕВЕ МОЛОКО»

### 2.1 Мигдаль та його властивості

Мигдаль (*P. dulcis* (Mill.) D.A. Webb) – це вид роду *Prunus* та підроду *Amygdalus*, що комерційно вирощують у всьому світі (Martínez-Gómez et al., 2007). Мигдаль є найпоширенішим у світі горіхом за обсягом вирощування – його щорічне виробництво перевищує 3 млн т, причому основними регіонами його вирощування є Каліфорнія, Близький Схід та Середземноморський басейн (Roncero et al., 2020).

Мигдальний плід містить чотири частини: ядро, тверда шкаралупа, зелена зовнішня оболонка (оболонка плоду) та тонка коричнева шкірка на ядрі (насіннева оболонка) (Esfahlan et al., 2010). Основну харчову цінність мають ядра, що використовують для безпосереднього вживання в їжу чи у рецептурі харчових продуктів, а інші частини плоду використовують як корм для тварин або паливо. Мигдаль є не лише смачним, а й поживним продуктом. Його ядро містить до 15,6% білків, вуглеводів 19,7%, а вміст олії становить 35–40% (Aydin, 2003; Chen et al., 2006). Енергетична цінність ядра мигдалю становить близько 600 ккал/100 г. Особливо цінною є мигдалева олія, що містить до 40% олеїнової кислоти (Aydin, 2003), завдяки цьому мигдаль широко використовують як джерело рослинного жиру в раціоні здорового харчування. У складі мигдалю виявлено близько 130 різних поліфенолів, вони переважно представлені танінами та флавоноїдами, у меншій кількості містяться фенольні кислоти, альдегіди, лігнани та стильбени (Bolling, 2017).

Вміст поживних речовин у мигдалі подано в **таблицях 2.1–2.3**. Мигдаль є джерелом вітаміну Е, мангану, магнію, міді, фосфору, клітковини та рибофлавіну.  $\beta$ -ситостерол та кампестерол є домінантними стеролами в мигдалевому ядрі.  $\beta$ -ситостерол переважно міститься у шкірці мигдалевого ядра, тоді як стигмастерол домінує в мезокарпі (середній оболонці плоду) (Roncero et al., 2020). Вміст золи в ядрах мигдалю коливається в межах 2,69–4,56 г/100 г (Ahrens et al., 2005; Li et al., 2015).

В ядрі мигдалю п'ять основних жирних кислот у порядку зменшення їхнього вмісту: олеїнова, лінолева, пальмітинова, стеаринова та пальмітолеїнова (**таблиця 2.2**). У складі ядра мигдалю основним цукром є сахароза (3,6 г/100 г), тоді як вміст глюкози та фруктози – незначний (**таблиця 2.3**). Крохмаль у мигдалі також не є основним вуглеводом, оскільки його вміст 0,74 г/100 г.

Мигдаль багатий на різні амінокислоти, зокрема на незамінні амінокислоти, такі як треонін, валін, метіонін, ізолейцин, лейцин, фенілаланін, лізин і гістидин (Li et al., 2018). Амінокислотний склад мигдалю подано в **таблиці 2.4**. Метіонін та цистеїн є обмежувальними незамінними амінокислотами.

**Таблиця 2.1** – Вміст води, харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів, фенолів, флавоноїдів та фітостеролів у мигдалі (на 100 г) (Chen et al., 2006)

Речовини	Вміст	Речовини	Вміст
Вода [г]	5,25	Вітаміни	
Харчові волокна [г]	11,8	Тіамін [мг]	0,24
Мінеральні речовини		Рибофлавін [мг]	0,81
Кальцій (Ca) [мг]	248	Ніацин [мг]	3,93
Залізо (Fe) [мг]	4,3	Пантотенова кислота [мг]	0,35
Магній (Mg) [мг]	275	Вітамін B <sub>6</sub> [мг]	0,13
Фосфор (P) [мг]	474	Фолат [мкг]	29
Калій (K) [мг]	728	Вітамін А [МО]	5
Натрій (Na) [мг]	1	α-токоферол [мг]	25,87
Цинк (Zn) [мг]	3,36	β-токоферол [мг]	0,43
Мідь (Cu) [мг]	1,11	γ-токоферол [мг]	0,89
Манган (Mn) [мг]	2,54	δ-токоферол [мг]	0,25
Селен (Se) [мкг]	2,8	β-каротин [мкг]	3
Загальний вміст фенолів [мг]	418	Фітостероли [мг]	120
		Стигмастерол [мг]	4
Загальна кількість флавоноїдів [мг]	23,89	Кампестерол [мг]	5
		β-ситостерол [мг]	111

**Таблиця 2.2** – Вміст жирних кислот у мигдалі (Yada et al., 2011)

Жирні кислоти	Вміст
Насичені жирні кислоти (усього) [г/100 г]	3,731
Пальмітинова кислота (C16:0) [г/100 г]	3,044
Стеаринова кислота (C18:0) [г/100 г]	0,658
Мононенасичені жирні кислоти (усього) [г/100 г]	30,889
Пальмітолеїнова кислота (C16:1(n-7)) [г/100 г]	0,243
Олеїнова кислота (C18:1(n-9)) [г/100 г]	30,661
Поліненасичені жирні кислоти (усього) [г/100 г]	12,070
Лінолева кислота (C18:2(n-6)) [г/100 г]	12,061

**Таблиця 2.3** – Вміст цукрів та крохмалю у мигдалі (на 100 г) (Yada et al., 2011)

Речовини	Вміст	Речовини	Вміст
Цукри (усього) [г]	3,89	Лактоза [г]	0,00
Сахароза [г]	3,60	Мальтоза [г]	0,04
Глюкоза (декстроза) [г]	0,12	Галактоза [г]	0,05
Фруктоза [г]	0,09	Крохмаль [г]	0,74

**Таблиця 2.4** – Амінокислотний склад мигдалю (на 100 г білка)  
(Ahrens et al., 2005)

Амінокислоти	Вміст [г]	Амінокислоти	Вміст [г]
Аспарагін	11,93	Валін	3,39
Глутамін	34,55	Метіонін	0,40
Серин	3,41	Цистеїн	0,26
Гліцин	5,83	Ізолейцин	2,88
Гістидин	1,93	Лейцин	6,19
Аргінін	9,40	Фенілаланін	4,38
Треонін	1,95	Тирозин	1,51
Аланін	4,25	Лізин	2,14
Пролін	4,50	Триптофан	1,08

Мигдаль як сировину для напоїв цінують завдяки збалансованому складу білків і жирів, клітковини, вітамінів і мінеральних речовин. Також важливою його перевагою є те, що він не містить лактози (Hasan, 2012).

## 2.2 Технологія виготовлення «мигдалевого молока»

Технологічний процес виробництва «мигдалевого молока» залежить від виду сировини (ядра мигдалю, мигдалева паста). У випадку виробництва з ядра мигдалю (**рис. 2.1**) (*Almond milk processing line*), сировину сушать та очищають від шкаралупи. Для полегшення зняття шкірки ядра бланшують у гарячій воді (90–95°C) протягом 3–5 хв. Потім проводять механічне видалення шкірки. Очищені ядра промивають та дезінфікують, після чого подрібнюють у колоїдному млині. Отриману мигдалеву пасту фільтрують та змішують з водою, цукром та іншими інгредієнтами. Після ретельного перемішування суміш дегазують, гомогенізують, стерилізують та розливають у споживчу тару (пляшки, пакети або банки). Гомогенізування суміші проходить за температури 60–70°C у два етапи: за тиску 20 МПа та 35 МПа. У результаті діаметр частинок мигдалю зменшується до менше ніж 5 мкм. Для покращення смакових характеристик і подовження терміну зберігання застосовують вакуумне дегазування, що дозволяє видалити повітря та сторонні запахи з продукту. Стерилізування «мигдалевого молока» проводять за двома основними схемами (*Almond milk processing line*):

- високотемпературне короткочасне пастеризування за температури 75–80°C протягом 15 с, після чого продукт охолоджують до 4°C та розливають у споживчу тару;

- ультрависокотемпературне стерилізування за температури 135–137°C упродовж 3–5 с або стерилізування прямим впорскуванням пари,

після стерилізування продукт охолоджують до 89°C для гарячого розливання або до 30°C для асептичного фасування.

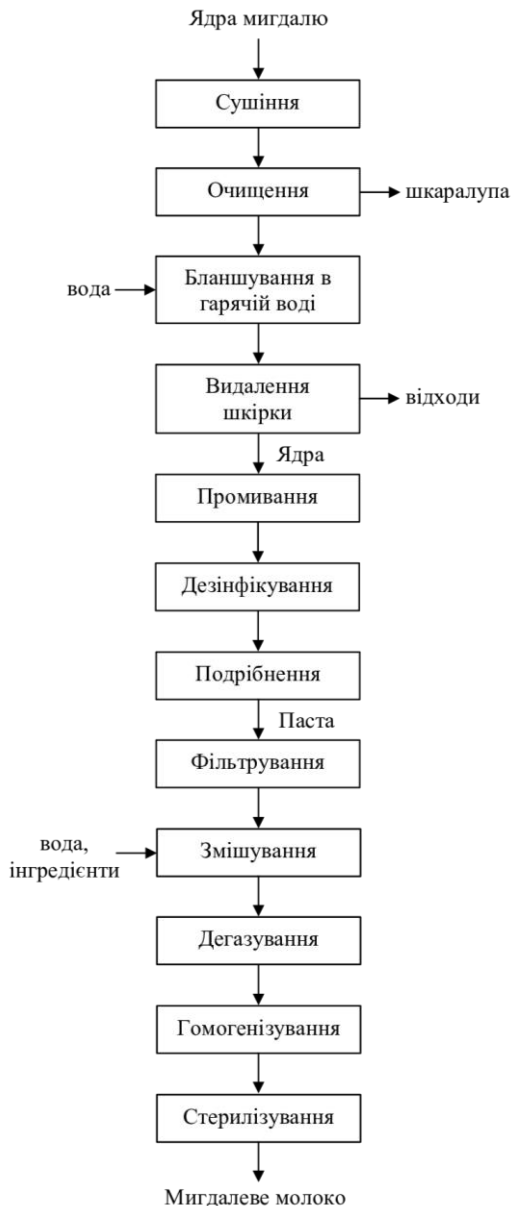


Рисунок 2.1 – Схема способу виготовлення «мигдалевого молока»

Основні способи фасування «мигдалевого молока», що відрізняються температурними режимами (*Almond milk processing line*):

- гаряче розливання за температури 89°C: після розливання у тару продукт піддають повторному стерилізуванню в автоклаві для подовження терміну зберігання; такий спосіб спричиняє погіршення смаку продукту та зменшує його поживну цінність;

- асептичне фасування за температури 30°C: після розливання в асептичні пакування додаткове термічне оброблення не проводять; завдяки короткотривалому нагріванню під час стерилізування цей спосіб дозволяє максимально зберегти смак та поживні речовини продукту;

- холодне розливання за температури 4°C: після фасування у пляшки або картонну тару продукт не потребує повторного стерилізування; цей спосіб забезпечує найкраще збереження природного смаку та поживної цінності продукту; однак продукт має короткий термін придатності та особливі умови зберігання й транспортування.

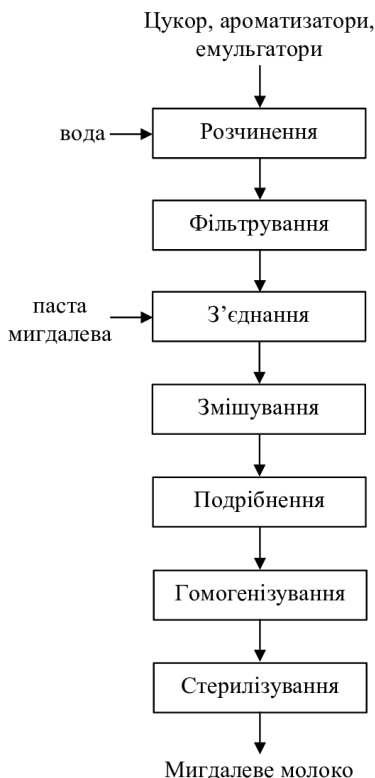
У випадку виробництва напою з мигдалевої пасти (**рис. 2.2**) (*Almond milk processing line*), спочатку розчиняють допоміжні компоненти (цукор, ароматизатори та емульгатори) у воді. Після фільтрування до розчину додають мигдалеву пасту. Компоненти ретельно перемішують до утворення однорідної емульсії. Далі суміш піддають гомогенізуванню та стерилізуванню за ультрависокої температури. Готовий продукт фасують у пляшки, банки або картонні пакування.

У науковій праці (*Makinde & Adebile, 2018*) запропоновано технологію виробництва «мигдалевого молока», відповідно до якої очищені від шкірки ядра мигдалю обробляють парою за температури 85°C упродовж 5–30 хв, після чого ядра одразу охолоджують шляхом занурення в холодну воду. Оброблені ядра змішують з водою у співвідношенні 1:6. Причому частину води додають під час подрібнення ядра для полегшення процесу, а решту води – після подрібнення під час перемішування маси. Отриману суспензію гомогенізують та фільтрують для видалення грубих частинок. Після цього додають 5%-ий цукровий сироп, ретельно перемішують та розливають у стерилізовані скляні пляшки. Також застосовують пастеризування «мигдалевого молока».

У науковій праці (*Kranthi Vanga et al., 2020*) запропоновано спосіб виготовлення «мигдалевого молока», відповідно до якого сушений мигдаль двічі промивають дистильованою водою для видалення пилу. Після цього його замочують у воді на 24 год. Після замочування знімають шкірку, подрібнюють ядра та змішують упродовж 3 хв з водою у співвідношенні 1:9, після чого проводять фільтрування. Зберігають готовий продукт за температури 4°C (**рис. 2.3**).

«Мигдалеве молоко» – це емульсія типу «олія у воді», що є термодинамічно нестабільною системою та має тенденцію до руйнування через низку фізико-хімічних механізмів (*Hasan, 2012*). Від стабільності

емульсії залежить термін придатності продукту, тому для отримання стабільної емульсії з необхідною текстурою проводять гомогенізування напою. Під час гомогенізування зменшується розмір жирових глобул, що запобігає злипанню та коалесценції жиру упродовж зберігання. Білки у складі мигдалю діють як емульгатори, однак, залежно від тиску, що застосовують під час гомогенізування, об'ємна частка крапель жиру може бути занадто високою порівняно з білковою фракцією (Hasan, 2012), тому в рецептурі напою використовують емульгатори, зокрема лецитин. Він сприяє утворенню емульсії та покращує її стабільність, зменшуючи міжфазний натяг «олія-вода» та утворюючи захисний шар навколо крапель жиру, щоб запобігти їх агрегації (Guzey & McClements, 2006).



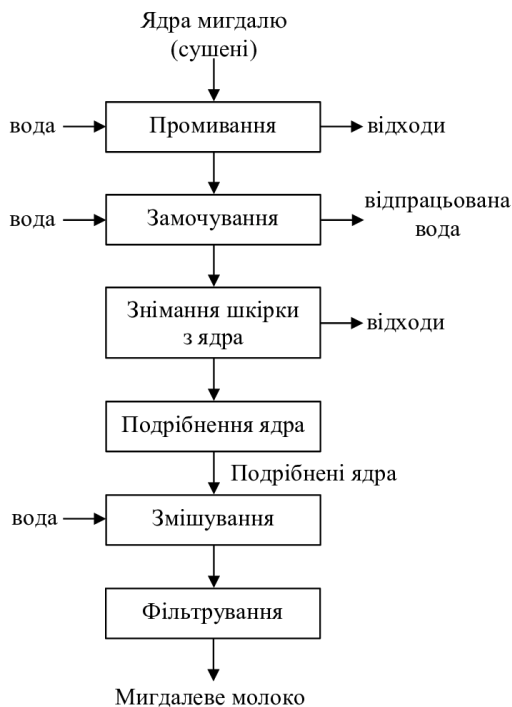
**Рисунок 2.2** – Схема способу виготовлення «мигдалевого молока» з мигдалевої пасти

Отже, однією з ключових проблем у виробництві «мигдалевого молока» є забезпечення фізичної стабільності продукту. Для досягнення стабільності продукту проводять його ультразвукове оброблення

упродовж 4,9 хв та додають стабілізатори (наприклад, лецитин 0,09%, модифікований крохмаль 1,31%, агар 0,15%) (Maghsoudlou et al., 2016).

Для покращення смаку напою до нього додають різні підсолоджувачі, морську сіль, ваніль та какао, а для запобігання окисненню – додають аскорбінову кислоту (Aydar et al., 2020).

«Мигдалеве молоко» є дуже поживним середовищем, що сприяє росту мікроорганізмів, які спричиняють його псування (Hasan, 2012). Воно також містить високу концентрацію поліненасичених жирних кислот, що схильні до окислювального та гідролітичного згіркнення, як наслідок – поява сторонніх присмаків у напої (Hasan, 2012). Для інактивування мікроорганізмів «мигдалеве молоко» гомогенізують під надвисоким тиском 350 МПа за температури 85°C (Briviba et al., 2016). Для зниження активності ферментів і мікробного забруднення запропоновано проводити оброблення «мигдалевого молока» в імпульсному електричному полі (напруженість електричного поля 28 кВ/см, частота імпульсів 1 кГц, тривалість імпульсу 40 мкс, тривалість оброблення 200 мкс) або пастеризування за температури 90°C протягом 60 с (Manzoor et al., 2020).



**Рисунок 2.3** – Схема способу виготовлення «мигдалевого молока» з сушеного мигдалю (Kranthi Vanga et al., 2020)

### 2.3 Властивості та хімічний склад «мигдалевого молока»

«Мигдалеве молоко» – це рослинний напій, що має приємний горіховий смак і легку, ніжку текстуру. Він є низькокалорійним, не містить лактози, холестерину та насичених жирів, що робить його популярним серед людей із непереносимістю лактози, веганів та тих, хто дотримується здорового способу життя.

Калорійність «мигдалевого молока» (24 ккал/100 г) дуже мала порівняно з іншими видами «рослинного молока» та молоком коров'ячим (*Pointke et al., 2022*). Аналіз даних **таблиці 2.5** демонструє суттєві відмінності у вмісті основних поживних речовин у коров'ячому та «мигдалевому молоці». Молоко коров'яче характеризується значно більшим вмістом білків 3,70 г/100 г, що перевищує відповідний показник для «мигдалевого молока», який коливається в межах 0,41–2,40 г/100 г. Вміст жирів у коров'ячому молоці становить 3,28 г/100 г, тоді як у «мигдалевому молоці» залежно від рецептури він коливається в межах від 1,10 до 4,96 г/100 г. Вміст золи у мигдалевому напої також залежить від рецептури та коливається в межах 0,21–1,53 г/100 г. Вміст крохмалю в обох продуктах суттєво не відрізняється 0,06–0,07 г/100 г.

**Таблиця 2.5** – Порівняння поживних речовин у молоці коров'ячому та «мигдалевому молоці» [г/100 г]

Продукти	Білки	Жири	Зола	Крохмаль
Молоко коров'яче	3,70 <sup>a</sup>	3,28 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	н.в. <sup>b</sup>
«Мигдалеве молоко»	0,41–2,40 <sup>a</sup> 0,54–1,83 <sup>b</sup>	1,18–4,40 <sup>a</sup> 1,10–4,96 <sup>b</sup>	0,21–0,55 <sup>a</sup> 0,46–1,53 <sup>b</sup>	0,06–0,07 <sup>a</sup>

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (*Jeske et al., 2016*); <sup>b</sup>дані (*Walther et al., 2022*).

Відповідно до даних **таблиці 2.6**, фізичні властивості «мигдалевого молока» суттєво відрізняються від характеристик молока коров'ячого, що має значення при використанні рослинного напою у складі інших продуктів. В'язкість коров'ячого молока становить 3,15 мПа·с, тоді як в'язкість «мигдалевого молока» варіюється у широкому діапазоні – від 3,87 до 26,32 мПа·с (*Jeske et al., 2016*). Така варіативність обумовлена різною рецептурою, ступенем подрібнення мигдалю та використанням стабілізаторів. У деяких зразках в'язкість «мигдалевого молока» перевищує показник молока коров'ячого у 8,4 раза, що впливає на консистенцію напою.

Індекс білизни (*WI*) молока коров'яче – 81,89 (**таблиця 2.6**), натомість для «мигдалевого молока» його значення коливаються в межах 51,57–75,95 (*Jeske et al., 2016*), що вказує на жовтуватий чи сіруватий відтінок напою, що зумовлений наявністю дрібних частинок мигдалю. Індекс

білизни визначають відповідно до системи кольорів CIE  $L^* a^* b^*$  за виразом (Jeske et al., 2016):

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}, \quad (2.1)$$

де  $L^*$  – світлосила продукту;  $a^*$  – співвідношення зеленої та червоної складових кольору продукту;  $b^*$  – співвідношення синьої та жовтої складових кольору продукту.

Коров'яче молоко є стабільною системою, оскільки висота осаду становить 0,60 мм, тоді як у зразках «мигдалевого молока» фіксується осад до 3,93 мм (таблиця 2.6). Це свідчить щодо меншої стабільності емульсії окремих зразків напою, що зумовлює необхідність застосування стабілізаторів у рецептурі або ретельного перемішування напою перед вживанням.

**Таблиця 2.6** – Порівняння фізичних властивостей молока коров'ячого та «мигдалевого молока» (Jeske et al., 2016)

Продукти	В'язкість [мПа·с]	Індекс білизни WI	Висота осаду [мм]
Молоко коров'яче	3,15	81,89	0,60
«Мигдалеве молоко»	3,87–26,32	51,57–75,95	0,00–3,93

**Примітка:** висоту осаду визначали шляхом центрифугування продукту за параметрів: 1000 об/хв протягом 30 хв, потім 3000 об/хв протягом 60 хв за температури 24°C (Jeske et al., 2016).

У коров'ячому молоці основним вуглеводом є лактоза 3,33%. Глікемічний індекс молока коров'ячого 46,93 (таблиця 2.7). Залежно від складу «мигдалевого молока» вміст цукрів у ньому значно коливається: глюкоза – до 0,87 г/100 г; фруктоза – до 0,61 г/100 г; сахароза – 0,16–3,42 г/100 г. Мальтозу не виявлено в жодному із зразків мигдалевого напою, як і в молоці коров'ячому. Глікемічний індекс «мигдалевого молока» змінюється в межах 49,10–64,21 (Jeske et al., 2016), тобто в окремих випадках перевищує показник коров'ячого молока.

Аналізуючи дані таблиці 2.8, можна зробити висновок, що вітамінний склад молока коров'ячого та «мигдалевого молока» суттєво відрізняється, і кожен з цих продуктів має свої переваги. Молоко коров'яче є цінним джерелом вітамінів групи В. Зокрема, в ньому міститься в кілька разів більше біотину (В<sub>7</sub>), тіаміну (В<sub>1</sub>), рибофлавіну (В<sub>2</sub>), вітаміну В<sub>6</sub>, пантотенової та фолієвої кислот. Також коров'яче молоко містить вітамін А (29,2 мкг/100 г), який не виявлено у «мигдалевому молоці». «Мигдалеве молоко» має перевагу перед молоком коров'ячим за вмістом нікотинової кислоти (159,3 мкг/100 г порівняно з 132,4 мкг/100 г у коров'ячому молоці)

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

та особливо за вмістом вітаміну Е. Його концентрація в мигдалевому напої сягає 1101,6 мкг/100 г, що у понад 12 разів більше, ніж у коров'ячому молоці (89,1 мкг/100 г). Однак необхідно зауважити, що «мигдалеве молоко» переважно збагачують вітамінами. Завдяки збагаченню «мигдалеве молоко» може містити вітаміни D<sub>2</sub> (0,4 мкг/100 г) та B<sub>12</sub> (0,2 мкг/100 г), що природно не містяться або містяться у дуже малих кількостях у рослинних продуктах.

**Таблиця 2.7** – Порівняння складу цукрів у молоці коров'ячому та «мигдалевому молоці» [г/100 г] та їхній глікемічний індекс (ГІ)

Речовини/показники	Молоко коров'яче	«Мигдалеве молоко»
Глюкоза	н.в. <sup>a</sup>	0,06–0,87 <sup>a</sup> 0,00–0,01 <sup>b</sup>
Фруктоза	н.в. <sup>a</sup>	0,06–0,61 <sup>a</sup> 0,00–0,004 <sup>b</sup>
Сахароза	н.в. <sup>a</sup>	0,16–3,42 <sup>a</sup> 0,16–2,34 <sup>b</sup>
Мальтоза	н.в. <sup>a</sup>	н.в. <sup>a</sup>
Всього цукрів	3,38 <sup>a</sup>	0,16–4,58 <sup>a</sup>
ГІ	46,93 <sup>a</sup>	49,10–64,21 <sup>a</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; молоко коров'яче містить 3,33% лактози та 0,05% галактози; <sup>a</sup>дані (Jeske et al., 2016); <sup>b</sup>дані (Walther et al., 2022).

**Таблиця 2.8** – Порівняння вмісту вітамінів (середні значення) у молоці коров'ячому та «мигдалевому молоці» [мкг/100 г] (Walther et al., 2022)

Вітаміни	Молоко коров'яче	«Мигдалеве молоко»
Біотин	1,7	0,6
Нікотинова кислота	132,4	159,3
Вітамін B <sub>1</sub>	11,9	6,3
Вітамін B <sub>2</sub>	108,3	54,9*
Вітамін B <sub>6</sub>	20,1	2,7
Вітамін B <sub>12</sub>	0,2	0,2*
Пантотенова кислота	357,9	17,9
Фолієва кислота	3,2	1,9
Вітамін D <sub>2</sub>	н.в.	0,4*
Вітамін Е	89,1	1101,6*
Вітамін А	29,2	н.в.

**Примітка:** \*збагачене вітамінами; н.в. – не виявлено.

Мінеральний склад коров'ячого молока та «мигдалевого молока» суттєво відрізняється. Коров'яче молоко є кращим джерелом кальцію,

калію, фосфору, йоду, селену та цинку (таблиця 2.9). Натомість рослинні напої, зокрема «мигдалеве молоко», мають низький вміст кальцію, але містять багато мікроелементів (*Fructuoso et al., 2021*). Тому рослинні напої збагачують кальцієм та деякими іншими мінеральними речовинами. Водночас «мигдалеве молоко» містить значно більше заліза, міді і мангану, ніж коров'яче молоко.

Дослідження (*Decloedt et al., 2018*) показало (таблиця 2.10), що профіль фітостеролів у «мигдалевому молоці» залежить від попереднього оброблення мигдалю. «Мигдалеве молоко» зі смаженого мигдалю характеризується більшим вмістом  $\beta$ -ситостерол- $\beta$ -D-глюкозиду ( $78 \pm 14$  мг/100 мл), що у шість разів перевищує його кількість у продукті з несмаженого мигдалю ( $13 \pm 2$  мг/100 мл). Вміст  $\beta$ -ситостеролу у двох напоях є подібним, натомість у напої з несмаженого мигдалю суттєво більший вміст стигмастеролу. Також у напої зі смаженого мигдалю більший вміст кампестеролу.

**Таблиця 2.9** – Порівняння вмісту мінеральних речовин (середні значення) у молоці коров'ячому та «мигдалевому молоці» (*Walther et al., 2022*)

Мінеральні речовини	Молоко коров'яче	«Мигдалеве молоко»
Фосфор (P) [мг/кг]	924	434
Натрій (Na) [мг/кг]	381	524
Манган (Mn) [мг/кг]	н.в.	0,39
Магній (Mg) [мг/кг]	100	95
Калій (K) [мг/кг]	1615	342
Залізо (Fe) [мг/кг]	н.в.	1,21
Мідь (Cu) [мг/кг]	н.в.	0,47
Кальцій (Ca) [мг/кг]	1121	656 <sup>a</sup>
Цинк (Zn) [мг/кг]	3,42	1,33
Селен (Se) [мкг/кг]	16,21	1,58
Сірка (S) [мг/кг]	305	68
Йод (I) [мкг/кг]	115,70	3,75
Хлор (Cl) [мг/кг]	980	686

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>містить добавку фосфату кальцію.

Згідно з дослідженням (*Moore et al., 2023*), амінокислотний профіль «мигдалевого молока» суттєво поступається молоку коров'ячому як за кількістю, так і за біологічною цінністю (таблиця 2.11). Молоко коров'яче містить значно більше як незамінних, так і умовно незамінних амінокислот. Зокрема, вміст глутамінової кислоти в ньому становить 776,09 мг/100 г проти 268,74 мг/100 г у «мигдалевому молоці». Подібна різниця спостерігається і для аспарагінової кислоти (255,37 мг/100 г проти

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

96,46 мг/100 г), проліну (273,84 мг/100 г проти 30,86 мг/100 г), лізину (324,31 мг/100 г проти 22,39 мг/100 г) та лейцину (278,32 мг/100 г проти 51,77 мг/100 г). Водночас «мигдалеве молоко» містить дещо більше фенілаланіну (18,20 мг/100 г проти 6,38 мг/100 г) та наближається до коров'ячого за вмістом аргініну й гліцину, що зумовлено природним складом мигдалю. Проте загалом білкова цінність «мигдалевого молока» значно менша, що обмежує його використання як повноцінної білкової альтернативи.

**Таблиця 2.10** – Вміст водорозчинних глікозидних фітостеролів у «мигдалевому молоці» (*Decloedt et al., 2018*)

Продукти	$\beta$ -ситостерол [мг/100 мл]	$\beta$ -ситостерол- $\beta$ -D-глюкозид [мг/100 мл]	Кампестерол [мкг/100 мл]	Стигмастерол [мкг/100 мл]
«Мигдалеве молоко» (зі смаженого мигдалю)	2,6±0,6	78±14	101±30	< 30
«Мигдалеве молоко» (з несмаженого мигдалю)	2,5±0,1	13±2	62±4	1915±109

**Таблиця 2.11** – Порівняння амінокислотного складу молока коров'ячого та «мигдалевого молока» (*Moore et al., 2023*)

Амінокислоти	Вміст [мг/100 г]	
	молоко коров'яче	«мигдалеве молоко»
1	2	3
Гістидин	86,95	23,63
Аргінін	93,53	78,97
Серин	159,31	31,73
Гліцин	51,58	46,09
Аспарагінова кислота	255,37	96,46
Глутамінова кислота	776,09	268,74
Треонін	129,06	21,57
Аланін	100,39	35,84
Пролін	273,84	30,86
Лізін	324,31	22,39
Метіонін	58,79	3,22
Тирозин	130,40	18,10

## Продовження таблиці 2.11

1	2	3
Валін	168,98	29,21
Цистеїн	13,02	5,67
Ізолейцин	136,91	22,33
Лейцин	278,32	51,77
Фенілаланін	6,38	18,20
Триптофан	48,11	7,16

У коров'ячому молоці домінують насичені жирні кислоти (72,10 г на 100 г загальної кількості жирів), серед яких найбільшу частку становлять пальмітинова кислота (34,53 г/100 г), міристинова (12,55 г/100 г) та стеаринова кислота (9,40 г/100 г) (таблиця 2.12). Молоко також містить коротко- (2,00 г/100 г) і середньоланцюгові (10,98 г/100 г) жирні кислоти, яких немає в «мигдалевому молоці». Порівняно з молоком коров'ячим «мигдалеве молоко» характеризується значно нижчим вмістом насичених жирних кислот (9,59 г/100 г) та високим вмістом ненасичених жирних кислот – 90,42 г/100 г, з яких 64,08 г/100 г припадає на мононенасичені жирні кислоти (олеїнова кислота – 62,10 г/100 г), а 26,41 г/100 г – на поліненасичені (переважно лінолева кислота – 26,30 г/100 г).

За дослідженнями (Pandey et al., 2025) вміст омега-3 жирних кислот у молоці коров'ячому становить 0,43 г/100 г, тоді як у «мигдалевому молоці» – лише 0,14 г/100 г. Вміст  $\alpha$ -ліноленової кислоти (основної омега-3 жирної кислоти) в «мигдалевому молоці» становить лише 0,03 г/100 г, що в понад 16 разів менше, ніж у молоці коров'ячому (0,49 г/100 г). Також необхідно зазначити, що і молоко коров'яче, і «мигдалеве молоко» мають високий вміст довголанцюгових жирних кислот, відповідно, 86,88% та 99,78%, що свідчить про їхню значущість у структурі ліпідного складу обох продуктів.

**Таблиця 2.12** – Порівняння складу жирних кислот у молоці коров'ячому та «мигдалевому молоці» (Moore et al., 2023)

Жирні кислоти	Вміст [г/100 г загальної кількості жирних кислот]	
	молоко коров'яче	«мигдалеве молоко»
1	2	3
Міристинова кислота (C14:0)	12,55	0,10
Пальмітинова кислота (C16:0)	34,53	7,04
Пальмітоолеїнова кислота (C16:1(n-7))	0,94	0,54
Маргарінова кислота (C17:0)	0,60	0,03
Стеаринова кислота (C18:0)	9,40	1,99

Продовження таблиці 2.12

1	2	3
Вакценова кислота (C18:1(n-7))	1,93	1,24
Олеїнова кислота (C18:1(n-9))	19,53	62,10
Лінолева кислота (C18:2(n-6))	2,37	26,30
$\alpha$ -ліноленова кислота (C18:3(n-3))	0,49	0,03
Арахінова кислота (C20:0)	0,19	0,14
Бегенова кислота (C22:0)	0,11	0,11
Насичені жирні кислоти	72,10	9,59
Мононенасичені жирні кислоти	24,33	64,08
Поліненасичені жирні кислоти	3,30	26,41
Ненасичені жирні кислоти	27,71	90,42
Коротколанцюгові жирні кислоти	2,00	0,00
Середньоланцюгові жирні кислоти	10,98	0,00
Довголанцюгові жирні кислоти	86,88	99,78

## 2.4 Використання «мигдалевого молока»

«Мигдалеве молоко» дедалі частіше використовують як рослинну альтернативу коров'ячому молоку, особливо серед людей, які дотримуються веганського або безлактозного раціону. Його активно споживають у чистому вигляді, додають до кави, чаю, смузі, каш, мюслів, а також використовують у випічці, десертах та соусах. Завдяки м'якому горіховому смаку та присмній текстурі «мигдалеве молоко» стало популярним серед споживачів, які прагнуть здорового способу життя або мають харчові обмеження.

Науковці розробили новий ферментований продукт на основі «мигдалевого молока» та інуліну (Bernat et al., 2014). Новий напій з пробіотиками *Lactobacillus reuteri* та *Streptococcus thermophilus* поєднує властивості мигдалю та пробіотиків, що розширює асортимент продуктів для зміцнення здоров'я.

Додавання «мигдалевого молока» до молочних продуктів дозволяє створювати функціональні продукти харчування та задовольняти очікування споживачів, які вимагають продуктів з високою харчовою цінністю. «Мигдалеве молоко» використовують як інноваційну добавку у виробництві пробіотичного йогурту, його вміст у продукті може сягати 25% (Yilmaz-Ersan & Topcuoglu, 2022). Параметри текстури йогуртів з «мигдалевого молока» подані в таблиці 2.13. Твердість – сила, необхідна для досягнення необхідної деформації, є важливим параметром, що характеризує якість йогурту. Що більше значення сили, то твердіший зразок йогурту. Найбільше значення показника твердості має зразок

йогурту К1 (таблиця 2.13), що виготовлений з відновленого молока. Зі збільшенням вмісту «мигдалевого молока» у йогурті значення твердості зменшується. Йогурти з більшим вмістом відновленого молока мають більшу твердість, ніж йогурти з «мигдалевого молока» завдяки більшому вмісту білків та сухих речовин (Yilmaz-Ersan & Topcuoglu, 2022).

**Таблиця 2.13** – Параметри текстури йогуртів з відновленого молока з сухого знежиреного молока та з «мигдалевого молока» (Yilmaz-Ersan & Topcuoglu, 2022)

Показники	К1	К2	К3	К4	К5
Твердість [г]	267,70	197,80	121,83	37,02	11,84
Консистенція [г·с]	5931,8	3882,1	1988,3	244,6	68,7

**Примітка:** К1 – 100% відновлене молоко; К2 – 75% відновлене молоко + 25% «мигдалево молоко»; К3 – 50% відновлене молоко + 50% «мигдалево молоко»; К4 – 25% відновлене молоко + 75% «мигдалево молоко»; К5 – 100% «мигдалево молоко».

Результати оцінювання органолептичних властивостей йогуртів з «мигдалевим молоком» подані в таблиці 2.14. Споживачі очікують від йогурту освіжаючого смаку, однорідної в'язкої гелеподібної консистенції та легкого кислуватого присмаку. Відповідно до результатів оцінювання, додавання «мигдалевого молока» зумовлює появу в йогурті горіхового присмаку, солодкуватих ноток і легкої гіркоти. Однак збільшення частки «мигдалевого молока» спричиняє погіршення текстури йогурту.

**Таблиця 2.14** – Результати оцінювання органолептичних властивостей йогуртів з відновленого молока з сухого знежиреного молока та з «мигдалевого молока» (Yilmaz-Ersan & Topcuoglu, 2022)

Властивості	К1	К2	К3	К4	К5
Колір	5,00	5,00	4,90	4,76	4,32
Зовнішній вигляд	5,00	5,00	4,96	4,10	3,40
Текстура	5,00	5,00	4,80	4,24	3,00
Смак та запах	4,96	4,98	4,84	4,16	3,52

**Примітка:** див. пояснення композицій К1,..., К5 у примітці таблиці 2.13.

Йогурт, виготовлений з «мигдалевого молока», має більшу калорійність порівняно з традиційним йогуртом з молока коров'ячого (таблиця 2.15). Основним чинником такої різниці є більший вміст жирів та вуглеводів у йогурті з «мигдалевого молока». Водночас уміст білків у

йогурті з «мигдалевого молока» є меншим (2,3 г/100 г) порівняно з йогуртом з молока коров'ячого (3,6 г/100 г), що зумовлено природно меншим вмістом білків у сировині рослинного походження.

**Таблиця 2.15** – Харчова та енергетична цінність йогуртів з молока коров'ячого та «мигдалевого молока» (Marlapati et al., 2024)

Продукти	Калорійність [ккал/100 г]	Вміст білків [г/100 г]	Вміст жирів [г/100 г]	Вміст вуглеводів [г/100 г]
Йогурт з молока коров'ячого	86,0±19,0	3,6±0,6	3,9±0,7	9,0±3,8
Йогурт з «мигдалевого молока»	101,6±17,5	2,3±0,8	5,5±1,6	11,5±2,3

Активна кислотність рН має вирішальне значення у контролі якості йогурту, оскільки за цим показником визначають завершення процесу ферментування (Soukoulis et al., 2007). За цим показником також визначають, чи відбулося забруднення бактеріями або ж хімічними речовинами продукту (Marlapati et al., 2024). Значення рН йогуртів з молока коров'ячого та «мигдалевого молока» суттєво не відрізняються (таблиця 2.16) внаслідок додавання регуляторів кислотності (лимонна кислота, яблучна кислота та трикальційцитрат).

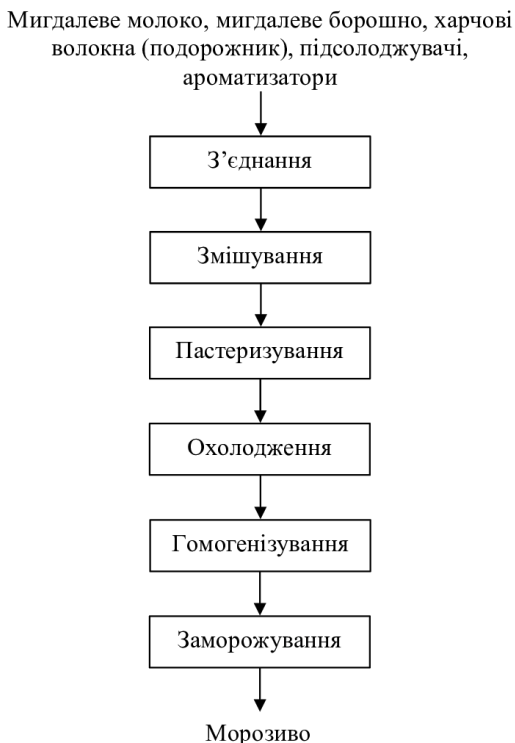
Активність води у молочному та рослинному йогуртах коливається від 0,97 до 0,99, а титрована кислотність (у перерахунку на молочну кислоту) йогурту з молока коров'ячого 0,9%, натомість з «мигдалевого молока» 0,5% (таблиця 2.16) (Marlapati et al., 2024). Йогурт з молока коров'ячого має більше значення індексу білизни порівняно з йогуртом з «мигдалевого молока», що зумовлено кольором сировини, яку використовують у рослинному напої.

**Таблиця 2.16** – Порівняння показників йогуртів з молока коров'ячого та «мигдалевого молока» (Marlapati et al., 2024)

Продукти	Активна кислотність рН	Титрована кислотність* [%]	Індекс білизни WI
Йогурт з молока коров'ячого	4,2±0,2	0,9±0,2	86,5±0,9
Йогурт з «мигдалевого молока»	4,6±0,2	0,5±0,1	76,1±2,3

**Примітка:** \* у перерахунку на молочну кислоту.

Дієтичне морозиво з «рослинного молока» набуває дедалі більшої популярності завдяки своєму незвичному смаку та збагаченню різноманітними ароматами. Таке морозиво передусім споживають вегетаріанці, сироді, люди з непереносністю лактози, а також ті, хто загалом надає перевагу здоровому способу життя (*Leahu et al., 2022*). Використання рослинних замінників молока, зокрема з мигдалю, а також харчових волокон дозволяє отримати морозиво з текстурою, твердістю та густиною, що подібні до традиційного молочного морозива (*Velotto et al., 2021*). Технологічна схема виробництва морозива з «мигдалевого молока» подана на **рис. 2.4**. Для приготування морозива усі рецептурні компоненти («мигдалеве молоко», мигдалеве борошно (3%), харчові волокна (подорожник) (2–10%), сироп агаві (5%), ванілін (1%)) з'єднують та змішують. Суміш пастеризують упродовж 30 с за температури 82°C, після чого її охолоджують до температури 5°C, гомогенізують та заморожують за температури -22°C (*Leahu et al., 2022*).



**Рисунок 2.4** – Схема способу виготовлення морозива з «мигдалевого молока» (*Leahu et al., 2022*)

Фізико-хімічні показники морозива з «мигдалевого молока» з різним вмістом харчових волокон подано в таблиці 2.17. Титрована кислотність зразків «мигдалевого морозива» коливається в межах 0,16–0,17 г/100 г (у перерахунку на молочну кислоту). Незалежно від вмісту у морозиві харчових волокон активна кислотність залишається стабільною (6,1 рН). Вміст розчинних сухих речовин у зразках морозива коливається в межах 23,12–23,46°Brix. Вміст жирів у морозиві становить 2,50–2,61%, що відповідає вмісту жирів у «мигдалевому молоці». Найбільше значення вмісту білків 1,75% зафіксоване у зразку морозива з додаванням 10% харчових волокон. Також встановлено, що значення твердості морозива збільшується з додаванням волокон подорожника (*Leahu et al., 2022*). Щоб досягти бажаної консистенції та високих органолептичних характеристик «мигдалевого морозива», доцільно додавати не більше 6% харчових волокон (подорожника) (*Leahu et al., 2022*).

З метою покращення технологічних і органолептичних характеристик морозива з «рослинного молока» до його рецептури додають стевію (*Stevia rebaudiana*) та насіння чіа (*Salvia hispanica* L.) (*Velotto et al., 2021*). Використання камеді ріжкового дерева та ксантанової камеді як стабілізаторів у суміші для морозива з «мигдалевого молока» зменшує показник збитості морозива та подовжує тривалість його танення. Також додавання стабілізаторів до рецептури морозива з «рослинного молока» покращує мікроструктуру продукту (*Kot et al., 2020*).

**Таблиця 2.17** – Фізико-хімічні показники морозива з «мигдалевого молока» з різним вмістом харчових волокон (*Leahu et al., 2022*)

Композиції морозива	Титрована кислотність*	рН	Розчинні тверді речовини [°Brix]	Вміст жирів [%]	Вміст білків [%]
K1	0,16±0,02	6,2±0,02	23,12±0,01	2,67±0,03	1,09±0,03
K2	0,17±0,01	6,1±0,01	23,26±0,02	2,58±0,03	1,12±0,03
K3	0,17±0,01	6,1±0,02	23,46±0,01	2,50±0,04	1,32±0,02
K4	0,17±0,01	6,1±0,01	23,16±0,01	2,57±0,04	1,46±0,03
K5	0,17±0,01	6,1±0,03	23,13±0,03	2,61±0,02	1,68±0,03
K6	0,17±0,02	6,1±0,02	23,13±0,04	2,53±0,01	1,75±0,02

**Примітка:** \* г молочної кислоти/100 г загальної кількості твердих речовин; K1 – без додавання харчових волокон; K2 – 2% харчових волокон; K3 – 4% харчових волокон; K4 – 6% харчових волокон; K5 – 8% харчових волокон; K6 – 10% харчових волокон.

«Мигдалеве молоко» додають у рецептури багатьох десертів, зокрема заморожених. У заморожених десертах (м'яке морозиво) з мигдалевого молока вміст насичених жирів 6,0–9,8 г/100 г, а натрію 76,3–130,0 мг (*Craig & Brothers, 2022*). Більшість заморожених десертів мають високий

## Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

вміст цукру – понад 10 г (20% від добової норми) на порцію. Відповідно, заморожені десерти, виготовлені на основі «мигдалевого молока», характеризуються високою енергетичною цінністю, що варіюється в межах 202,5–320,0 ккал/100 г (**таблиця 2.18**). Така калорійність зумовлена, насамперед, значним вмістом вуглеводів (27,3–40,8 г/100 г) та жирів (9,3–16,0 г/100 г). Вміст білків у цих десертах відносно низький 2,0–3,8 г/100 г, що пов'язано з їх низьким вмістом у «мигдалевому молоці». Клітковини у заморожених десертах до 2 г/100 г, переважно внаслідок додавання інгредієнтів рослинного походження (наприклад, пектину, сісиліуму або меленого мигдалю).

**Таблиця 2.18** – Поживна та енергетична цінність заморожених десертів (морозива) з «мигдалевого молока» (*Craig & Brothers, 2022*)

Калорійність [ккал/100 г]	Вміст поживних речовин у продукті [г/100 г]			
	білки	жири	вуглеводи	клітковина
202,5–320,0	2,0–3,8	9,3–16,0	27,3–40,8	0,0–2,0

«Мигдалеве молоко» додають до кави (на 100 г кави додають 10 г «мигдалевого молока»), що впливає на її органолептичні властивості. На думку споживачів (*Gorman et al., 2021*), кава з «мигдалевим молоком» дещо поступається за органолептичними показниками традиційній каві з молоком коров'ячим (**таблиця 2.19**). Зокрема, за зовнішнім виглядом кава з молоком коров'ячим оцінена в 6,9 бала, тоді як зразок з «мигдалевим молоком» – у 6,2 бала. Смакові характеристики були оцінені в 6,0 балів для традиційного напою та 5,7 бала для альтернативного. Відчуття у роті (тактильна текстура) також були кращими для кави з молоком коров'ячим.

**Таблиця 2.19** – Результати оцінювання органолептичних показників кави з молоком коров'ячим та «мигдалевим молоком» (за 9-бальною шкалою) (*Gorman et al., 2021*)

Кава з молоком	Зовнішній вигляд	Смак	Відчуття у роті	Загальне враження
Коров'ячим молоком	6,9	6,0	6,2	6,0
«Мигдалевим молоком»	6,2	5,7	5,8	5,7

Веганська кава, приготована на основі «мигдалевого молока» (змішування «Арабіка Еспресо» та мигдалевого молока у співвідношенні об'ємів 1:3), характеризується вищою антиоксидантною активністю та підвищеним вмістом ненасичених жирних кислот порівняно з напоєм на основі молока коров'ячого (*Lee et al., 2025*). Фізичні характеристики

кавових напоїв суттєво змінюються залежно від типу використаного молока (**таблиця 2.20**). Найвищий індекс потемніння зафіксовано у чистому еспресо (МК1) –  $71,84 \pm 0,27$ , тоді як додавання молока спричиняє зменшення значення цього показника: МК2 (кава з молоком коров'ячим) –  $37,85 \pm 0,03$ ; МК3 (кава з «рослинним молоком» з необсмаженого мигдалю) –  $44,24 \pm 0,41$ , МК4 (кава з «рослинним молоком» з обсмаженого мигдалю) –  $49,73 \pm 0,41$  (Lee et al., 2025). Найбільша в'язкість у кави з «рослинним молоком» з необсмаженого мигдалю ( $1,23 \pm 0,03$  мПа·с), натомість найменша – у кави «Арабіка Еспресо».

**Таблиця 2.20** – Фізичні властивості традиційних кавових напоїв та з «мигдалевим молоком» (Lee et al., 2025)

Показники	K1	K2	K3	K4
Індекс потемніння*	$71,84 \pm 0,27$	$37,85 \pm 0,03$	$44,24 \pm 0,41$	$49,73 \pm 0,41$
В'язкість [мПа·с]	$0,88 \pm 0,01$	$1,15 \pm 0,02$	$1,23 \pm 0,03$	$0,92 \pm 0,01$
Розмір частинок [нм]	$293,6 \pm 15,0$	$200,7 \pm 2,4$	$928,7 \pm 11,8$	$947,0 \pm 6,4$

**Примітка:** \*Browning Index (BI); K1 – кава «Арабіка Еспресо»; K2 – кава з молоком коров'ячим; K3 – кава на основі «мигдалевого молока»; K4 – кава на основі «молока» з обсмаженого мигдалю.

Розмір частинок найменший у каві з молоком коров'ячим (200,7 нм), тоді як у зразках з «мигдалевим молоком» цей показник значно більший (928,7 нм для МК3 і 947,0 нм для МК4) (**таблиця 2.20**).

Вміст основних жирних кислот суттєво залежить від виду молока, що додають до кавового напою (**таблиця 2.21**). У каві «Арабіка Еспресо» (K1) рівень жирних кислот є найменшим, зокрема: пальмітинова кислота –  $1,83 \pm 0,06$  мг/мл; стеаринова –  $0,72 \pm 0,04$  мг/мл; олеїнова –  $1,21 \pm 0,03$  мг/мл. Додавання коров'ячого молока до кави (K2) суттєво підвищує вміст жирних кислот, зокрема пальмітинової – до  $11,9 \pm 0,1$  мг/мл, стеаринової – до  $4,37 \pm 0,02$  мг/мл та олеїнової – до  $7,15 \pm 0,07$  мг/мл. Найбільшу концентрацію олеїнової кислоти має кава з «рослинним молоком»: напій K3 –  $13,12 \pm 0,05$  мг/мл; напій K4 –  $16,13 \pm 0,03$  мг/мл. Зразки з «мигдалевим молоком» також містять значну кількість лінолевої кислоти: K3 –  $5,08 \pm 0,03$  мг/мл; K4 –  $5,95 \pm 0,02$  мг/мл. Октадеценова кислота виявлена лише у зразку з «рослинним молоком» з обсмаженого мигдалю K4 на рівні  $0,70 \pm 0,02$  мг/мл.

«Мигдалеве молоко» також використовують для приготування різноманітних десертів. Зокрема, його використовують при приготуванні веганського рисового пудингу (Karimidastjerd et al., 2024). Рисовий пудинг готують шляхом з'єднання «мигдалевого молока» з сипкими

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

інгредієнтами, зокрема цукром (6%) та рисовим борошном (6,5%). Тривалість приготування пудингу 12,5 хв, а температура приготування продукту – 90°C.

**Таблиця 2.21** – Вміст жирних кислот [мг/мл] у традиційних кавових напоїв та з «мигдалевим молоком» (Lee et al., 2025)

Жирні кислоти	Композиції напою			
	K1	K2	K3	K4
Пальмітинова (C16:0)	1,83±0,06	11,9±0,1	1,96±0,02	3,28±0,01
Октадеценава (C17:1)	н.в.	н.в.	н.в.	0,70±0,02
Стеаринова (C18:0)	0,72±0,04	4,37±0,02	1,12±0,01	1,48±0,01
Олеїнова (C18:1(n-9))	1,21±0,03	7,15±0,07	13,12±0,05	16,13±0,03
Лінолева (C18:2(n-6))	н.в.	0,79±0,07	5,08±0,03	5,95±0,02

**Примітка:** див. пояснення композицій K1, ..., K4 у примітці таблиці 2.20; н.в. – не виявлено.

Поживна цінність рисового пудингу з «мигдалевим молоком» та молоком коров'ячим різної жирності подана в **таблиці 2.22**. Зразок з «мигдалевим молоком» має найбільше значення індексу потемніння (11,96±0,02) порівняно з пудингом на основі цільного (5,51±0,29) та знежиреного молока коров'ячого (4,19±0,01).

За вмістом сухих речовин пудинг з «мигдалевим молоком» поступається (14,13±1,27%) пудингам з молоком коров'ячим різної жирності (**таблиця 2.22**). Також у ньому найменший вміст білків (1,15±0,07%) порівняно з пудингами з цільним (5,05±0,48%) і знежиреним молоком (4,76±0,07%). Натомість, вміст жирів у пудингу з «мигдалевим молоком» є дещо більшим (2,38±0,11%) порівняно з пудингами з тваринного молока, а вміст вуглеводів становить 10,16±0,18%, що менший за аналоги з молоком коров'ячим. Рисовий пудинг, виготовлений з «мигдалевого молока», має менший вміст золи – 0,45±0,01%, що свідчить про меншу концентрацію мінеральних речовин порівняно з пудингом із цільного (0,69±0,05%) та знежиреного коров'ячого молока (0,89±0,16%).

Мигдалева макуха – це побічний продукт виробництва «мигдалевого молока», що багатий на клітковину, білок, поліненасичені жирні кислоти та біоактивні сполуки (Duarte et al., 2025). Вміст клітковини у макусі у перерахунку на суху речовину становить 40%, вміст білків – 14%, а вміст жирів – близько 42% (De Angelis et al., 2023). Високий вміст клітковини в

цьому побічному продукті робить його перспективною сировиною для збагачення харчових продуктів клітковиною, зокрема розроблені рецептури сиру з мигдалевою макухою (Antonino et al., 2025). Додавання макухи спричиняє появу виразного мигдалевого смаку у продукті та більш зернистої текстури порівняно з кремовою текстурою традиційного сиру.

**Таблиця 2.22** – Поживна цінність рисового пудингу з «мигдалевим молоком» та коров'ячим молоком (Karimidastjerd et al., 2024)

Показники	Рисовий пудинг		
	з «мигдалевим молоком»	з цільним молоком коров'ячим	зі знежиреним молоком коров'ячим
Індекс потемніння*	11,96±0,02	5,51±0,29	4,19±0,01
Вміст СР [%]	14,13±1,27	22,66±2,27	21,06±1,01
Вміст золи [%]	0,45±0,01	0,69±0,05	0,89±0,16
Вміст білків [%]	1,15 ± 0,07	5,05±0,48	4,76±0,07
Вміст жирів [%]	2,38±0,11	2,06±0,03	1,89±0,02
Вміст вуглеводів [%]	10,16±0,18	14,86±0,49	13,52±0,21

**Примітка:** \*Browning Index (BI); СР – сухі речовини.

Додавання мигдалевої макухи до сиру позитивно впливає на його поживну цінність (таблиця 2.23). Зокрема, у свіжих сирах із знежиреного молока зі вмістом макухи 25% та 50% простежується збільшення вмісту білків (СЗМ25 – до 10,47%) та клітковини (СЗМ50 – до 6,03%) порівняно з комерційним сиром (5,31% білків, 0,20% клітковини). Аналогічна тенденція характерна і для сирів із напівзнежиреного молока (СНМ25, СНМ50). Додавання мигдалевої макухи також знижує вміст жиру в сирі порівняно з комерційним зразком.

У зразках сирів із додаванням мигдалевої макухи спостерігається тенденція до збільшення вологості порівняно з комерційним сиром (67,0%) (таблиця 2.23). Водночас, вміст золи у зразках з мигдалевою макухою більший (до 1,01%) порівняно з комерційним сиром (0,60%). Це свідчить про збагачення продуктів мінеральними речовинами завдяки використанню макухи.

Мигдалеву макуху також додають у формі порошку до харчових продуктів, що дозволяє підвищити їхню харчову цінність та забезпечити сталий підхід до зменшення харчових відходів. Зокрема, додавання порошку мигдалевої макухи до борошна сприяє покращенню органолептичних властивостей та поживної цінності хлібобулочних виробів, подовжує термін придатності продукту та зменшує використання менш корисних жирів (Duarte et al., 2024).

**Таблиця 2.23** – Поживна цінність мигдалевої макухи та сиру з її додаванням порівняно з комерційним сиrom (значення усіх показників у [%]) (Antonino et al., 2025)

Показники	ММ	КС	СЗМ25	СЗМ50	СНМ25	СНМ50
Вологість	60,14	67,0	76,11	70,92	80,12	72,17
Вміст білків	6,28	5,31	10,47	9,58	6,99	6,95
Вміст жирів	18,62	25,0	6,94	12,33	8,19	13,24
Вміст вуглеводів	н.в.	1,92	1,98	1,25	1,47	0,94
Вміст клітковини	13,47	0,20	3,56	6,03	3,26	6,11
Вміст золи	1,36	0,60	0,92	0,98	0,89	1,01

**Примітка:** ММ – мигдалева макуха; КС – комерційний сир (без макухи); СЗМ25 – свіжий сир із знежиреного молока коров'ячого + 25% мигдалевої макухи; СЗМ50 – свіжий сир із знежиреного молока коров'ячого + 50% мигдалевої макухи; СНМ25 – свіжий сир із напівзнежиреного молока коров'ячого + 25% мигдалевої макухи; СНМ50 – свіжий сир із напівзнежиреного молока коров'ячого + 50% мигдалевої макухи; н.в. – не виявлено.

## Список використаних джерел до розділу 2

Ahrens, S., Venkatachalam, M., Mistry, A.M., Lapsley, K., & Sathe, S.K. (2005). Almond (*Prunus dulcis* L.) protein quality. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60(3), 123-128. doi:10.1007/s11130-005-6840-2.

Almond milk processing line. Shanghai Beyond Machinery. URL: <https://fruitprocessingmachine.com/portfolio-items/almond-milk-processing-line/>

Antonino, C., Natrella, G., Caponio, G.R., Zago, L., Difonzo, G., & Faccia, M. (2025). Reuse of UHT milk close to expiring and almond okara in the production of fresh cheese. *Food Frontiers*, 6, 2052-2064. doi:10.1002/fft2.70045.

Aydar, E.F., Tutuncu, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70, 103975. doi:10.1016/j.jff.2020.103975.

Aydin, C. (2003). Physical properties of almond nut and kernel. *Journal of Food Engineering*, 60(3), 315-320. doi:10.1016/S0260-8774(03)00053-0.

Bernat, N., Cháfer, M., Chiralt, A., & González-Martínez, C. (2014). Development of a non-dairy probiotic fermented product based on almond milk and inulin. *Food Science and Technology International*, 21(6), 440-453. doi:10.1177/1082013214543705.

Bolling, B.W. (2017). Almond polyphenols: Methods of analysis, contribution to food quality, and health promotion. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(3), 346-368. doi:10.1111/1541-4337.12260.

Briviba, K., Gräf, V., Walz, E., Guamis, B., & Butz, P. (2016). Ultra high pressure homogenization of almond milk: Physico-chemical and physiological effects. *Food Chemistry*, 192, 82-89. doi:10.1016/j.foodchem.2015.06.063.

Chen, C.-Y., Lapsley, K., & Blumberg, J. (2006). A nutrition and health perspective on almonds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(14), 2245-2250. doi:10.1002/jsfa.2659.

Craig, W.J., & Brothers, C.J. (2022). Nutritional content of non-dairy frozen desserts. *Nutrients*, 14(19), 4150. doi:10.3390/nu14194150.

De Angelis, D., Pasqualone, A., Squeo, G., & Summo, C. (2023). Almond okara as a valuable ingredient in biscuit preparation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103, 1676-1683. doi:10.1002/jsfa.12286.

Decloedt, A.I., Van Landschoot, A., Watson, H., Vanderputten, D., & Vanhaecke, L. (2018). Plant-based beverages as good sources of free and glycosidic plant sterols. *Nutrients*, 10(1), 21. doi:10.3390/nu10010021.

Duarte, S., Harasym, J., Sánchez-García, J., Kelaidi, M., Betoret, E., & Betoret, N. (2024). Suitability of almond bagasse powder as a wheat flour substitute in biscuit formulation. *Journal of Food Quality*, 2024, 7152554. doi:10.1155/2024/7152554.

Duarte, S., Sánchez-García, J., Harasym, J., & Betoret, N. (2025). Enrichment of rice flour with almond bagasse powder: The impact on the physicochemical and functional properties of gluten-free bread. *Foods*, 14(13), 2382. doi:10.3390/foods14132382.

Esfahlan, A.J., Jamei, R., & Esfahlan, R.J. (2010). The importance of almond (*Prunus amygdalus* L.) and its by-products. *Food Chemistry*, 120(2), 349-360. doi:10.1016/j.foodchem.2009.09.063.

Fructuoso, I., Romão, B., Han, H., Raposo, A., Ariza-Montes, A., Araya-Castillo, L., & Zandonadi, R.P. (2021). An overview on nutritional aspects of plant-based beverages used as substitutes for cow's milk. *Nutrients*, 13(8), 2650. doi:10.3390/nu13082650.

Gorman, M., Knowles, S., Falkeisen, A., Barker, S., Moss, R., & McSweeney, M. B. (2021). Consumer perception of milk and plant-based alternatives added to coffee. *Beverages*, 7(4), 80. doi:10.3390/beverages7040080.

Guzey, D., & McClements, D.J. (2006). Formation, stability and properties of multilayer emulsions for application in the food industry. *Advances in Colloid and Interface Science*, 128-130, 227-248. doi:10.1016/j.cis.2006.11.021.

Hasan, N.A. (2012). Almond milk production and study of quality characteristics. *Journal of Academia*, 2(1), 1-8.

Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E.K. (2016). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk

substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), 26-33. doi:10.1007/s11130-016-0583-0.

Karimidashterd, A., Gulsunoglu-Konuskan, Z., Olum, E., & Toker, O.S. (2024). Evaluation of rheological, textural, and sensory characteristics of optimized vegan rice puddings prepared by various plant-based milks. *Food Science & Nutrition*, 12, 1779-1791. doi:10.1002/fsn3.3872.

Kot, A., Kamińska-Dwórznička, A., & Barańska, A. (2020). Study of the properties of vegan ice cream based on almond drink. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 600, 21-30. doi:10.22630/ZPPNR.2020.600.3.

Kranthi Vanga, S., Wang, J., Orsat, V., & Raghavan, V. (2020). Effect of pulsed ultrasound, a green food processing technique, on the secondary structure and in-vitro digestibility of almond milk protein. *Food Research International*, 137, 109523. doi:10.1016/j.foodres.2020.109523.

Lee, W., Ahn, H., Yim, J., Kim, Y., & Lee, K.-G. (2025). Physicochemical properties and sensory attributes of nut-based milk coffee. *Scientific Reports*, 15, 24238. doi:10.1038/s41598-025-07554-w.

Leahu, A., Ropciuc, S., & Ghinea, C. (2022). Plant-based milks: Alternatives to the manufacture and characterization of ice cream. *Applied Sciences*, 12(3), 1754. doi:10.3390/app12031754.

Li, S., Chu, S., Lu, J., Wang, P., & Ma, M. (2018). Molecular and structural properties of three major protein components from almond kernel. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(3), e13536. doi:10.1111/jfpp.13536.

Li, S., Geng, F., Wang, P., Lu, J., & Ma, M. (2015). Proteome analysis of the almond kernel (*Prunus dulcis*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(10), 3351-3357. doi:10.1002/jsfa.7514.

Maghsoudlou, Y., Alami, M., Mashkour, M., & Shahraki, M.H. (2016). Optimization of ultrasound-assisted stabilization and formulation of almond milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40, 828-839. doi:10.1111/jfpp.12661.

Makinde, F.M., & Adebile, T.V. (2018). Influence of processing treatments on quality of vegetable milk from almond (*Terminalia catappa*) kernels. *Acta Scientific Nutritional Health*, 2(6), 37-42.

Manzoor, M. F., Zeng, X., Ahmad, N., Ahmed, Z., Rehman, A., Aadil, R. M., Roobab, U., Siddique, R., & Rahaman, A. (2020). Effect of pulsed electric field and thermal treatments on the bioactive compounds, enzymes, microbial, and physical stability of almond milk during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44, e14541. doi:10.1111/jfpp.14541.

Marlapati, L., Basha, R.F.S., Navarre, A., Kinchla, A.J., & Nolden, A.A. (2024). Comparison of physical and compositional attributes between commercial plant-based and dairy yogurts. *Foods*, 13(7), 984. doi:10.3390/foods13070984.

Martínez-Gómez, P., Sánchez-Pérez, R., Dicenta, F., Howad, W., Arús, P., & Gradziel, T.M. (2007). Almond. In: C. Kole (eds), *Fruits and Nuts. Genome*

*Mapping and Molecular Breeding in Plants*, Vol. 4. Springer, Berlin, Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-34533-6\_11.

Moore, S.S., Costa, A., Pozza, M., Vameralli, T., Niero, G., Censi, S., & De Marchi, M. (2023). How animal milk and plant-based alternatives diverge in terms of fatty acid, amino acid, and mineral composition. *npj Science of Food*, 7, 50. doi:10.1038/s41538-023-00227-w.

Pandey, A., Kamran, F., Choudhury, M., Li, L., Rahman, M. S., & Hussain, M.A. (2025). Omega-3 fatty acid fortification of plant-based beverages to enhance their nutritional profile. *Foods*, 14(9), 1602. doi:10.3390/foods14091602.

Pointke, M., Albrecht, E.H., Geburt, K., Gerken, M., Traulsen, I., & Pawelzik, E. (2022). A comparative analysis of plant-based milk alternatives Part 1: Composition, sensory, and nutritional value. *Sustainability*, 14(13), 7996. doi:10.3390/su14137996.

Roncero, J.M., Álvarez-Ortí, M., Pardo-Giménez, A., Rabadán, A., & Pardo, J.E. (2020). Review about non-lipid components and minor fat-soluble bioactive compounds of almond kernel. *Foods*, 9(11), 1646. doi:10.3390/foods9111646.

Soukoulis, C., Panagiotidis, P., Koureli, R., & Tzia, C. (2007). Industrial yogurt manufacture: Monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2641-2654. doi:10.3168/jds.2006-802.

Velotto, S., Parafati, L., Ariano, A., Palmeri, R., Pesce, F., Planeta, D., Alfeo, V., & Todaro, A. (2021). Use of stevia and chia seeds for the formulation of traditional and vegan artisanal ice cream. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 26, 100441. doi:10.1016/j.ijgfs.2021.100441.

Walther, B., Guggisberg, D., Badertscher, R., Egger, L., Portmann, R., Dubois, S., Haldimann, M., Kopf-Bolan, K., Rhyn, P., Zoller, O., Veraguth, R. & Rezzi, S. (2022). Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. *Frontiers in Nutrition*, 9, 988707. doi:10.3389/fnut.2022.988707.

Yada, S., Lapsley, K., & Huang, G. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4-5), 469-480. doi:10.1016/j.jfca.2011.01.007.

Yilmaz-Ersan, L., & Topcuoglu, E. (2022). Evaluation of instrumental and sensory measurements using multivariate analysis in probiotic yogurt enriched with almond milk. *Journal of Food Science and Technology*, 59, 133-143. doi:10.1007/s13197-021-04994-w.

## 3 «СОЄВЕ МОЛОКО»

## 3.1 Соя та її властивості

Соя (*Glycine max* (L.) Merrill.) – це одна з найважливіших олійних культур у світі (Pratap et al., 2012) та основне джерело рослинного білка (Grassini et al., 2021). Сою використовують для виробництва харчових продуктів (сиру тофу, олії, «соевого молока»), харчових добавок (соевого лецитину, барвників), а її популярність у світі постійно зростає (Kudelka et al., 2021). Протягом століть соєві продукти були важливою частиною раціону в азійських країнах і сьогодні слугують альтернативою м'ясу, молочним та зерновим продуктам. Сою належить до генетично модифікованих (ГМ) «біотехнологічних» культур (Chen et al., 2012).

Соя – це цінна культура не лише завдяки високому вмісту білків (37–48%), а й олії (16–21%), вітамінів, флавоноїдів, вміст яких залежить від сорту та агрономічних заходів під час вирощування (Bagale, 2021). Поживна та енергетична цінність бобів сої подана в таблиці 3.1. З чотирьох основних груп білків соя містить дві: альбуміни та глобуліни (Qin et al., 2022). Основний тип білка в сої – глобулін. Соевий білок може спричиняти алергічні реакції у чутливих людей і входить до вісімки основних алергенних харчових продуктів (O'Keefe et al., 2015).

**Таблиця 3.1** – Поживна та енергетична цінність сої (Chen et al., 2012)

Білки [г/100 г]	Жири [г/100 г]	Вуглеводи [г/100 г]	Вода [г/100 г]	Цукри [г/100 г]	Калорійність [ккал/100 г]
36,5	19,9	30,2	8,5	7,3	466,0

Амінокислотний склад соєвого білка наближений до тваринного, зокрема за вмістом незамінних амінокислот – фенілаланіну, метіоніну, треоніну, валіну, ізолейцину, лейцину, триптофану та лізину. Вміст незамінних амінокислот у бобах звичайної та генетично модифікованої сої є порівнянним із незначними відмінностями (таблиця 3.2).

Жирнокислотний склад соєвих бобів представлений як насиченими, так і ненасиченими жирними кислотами (таблиця 3.3). Вміст пальмітинової кислоти коливається в межах 11,5–12,4%, а стеаринової кислоти – 2,7–3,7%. До мононенасичених жирних кислот належить олеїнова кислота, частка якої становить 21,9–26,6%. Найбільшу частку серед жирних кислот займає ліолева кислота – 49,6–52,9%, що є поліненасиченою та незамінною для організму людини. Вміст  $\alpha$ -ліноленової кислоти, також поліненасиченої омега-3 жирної кислоти, становить 9,1–10,8%. Такий жирнокислотний профіль бобів сої визначає їх високу харчову цінність, зокрема завдяки значній кількості корисних поліненасичених жирних кислот.

**Таблиця 3.2** – Вміст незамінних амінокислот у бобах звичайної та генетично модифікованої сої (*Kudelka et al., 2021*)

Амінокислоти	Вміст амінокислоти [г/100 г]	
	звичайна соя	генетично модифікована соя
Фенілаланін	1,929±0,029	1,831±0,091
Лейцин	2,841±0,059	2,762±0,133
Ізолейцин	1,709±0,066	1,662±0,080
Метіонін	0,000	0,633±0,014
Валін	1,734±0,122	1,696±0,102
Лізин	2,363±0,039	2,288±0,126
Треонін	1,382±0,076	1,332±0,056
Гістидин	1,151±0,029	1,149±0,067

**Таблиця 3.3** – Вміст жирних кислот у бобах сої (*Lee & Choung, 2011*)

Жирні кислоти	Вміст [%]
Пальмітинової кислоти (C16:0)	11,5–12,4
Стеаринова кислота (C18:0)	2,7–3,7
Олеїнова кислота (C18:1(n-9))	21,9–26,6
Лінолева кислота (C18:2(n-6))	49,6–52,9
$\alpha$ -ліноленова кислота (C18:3(n-3))	9,1–10,8

Вуглеводний склад соєвих бобів представлений різними типами вуглеводів та харчових волокон (**таблиця 3.4**). Загальний вміст харчових волокон коливається в межах від 22,1 до 31,9% від сухої маси, при цьому сира клітковина становить 4,0–8,0%, а нейтрально-детергентна клітковина – 11,3–24,9%. Вміст крохмалю у сої досить низький і становить від 0,2 до 1,0%. Серед олігосахаридів виявлені рафіноза (0,1–1,4%), стахіоза (1,2–6,9%) та сахароза (1,1–7,4%). Також у соєвих бобах містяться прості цукри: мальтоза (0,3–0,5%), глюкоза (0,03–2,4%), фруктоза (0,03–2,5%).

**Таблиця 3.4** – Вуглеводний склад та вміст харчових волокон у соєвих бобах (*Medic et al., 2014*)

Вуглеводи	Вміст [% від сухої маси]	Вуглеводи	Вміст [% від сухої маси]
Харчові волокна	22,1–31,9	Рафіноза	0,1–1,4
Сира клітковина	4,0–8,0	Сахароза	1,1–7,4
Нейтрально-детергентна клітковина	11,3–24,9	Мальтоза	0,3–0,5
Крохмаль	0,2–1,0	Глюкоза	0,03–2,4
Стахіоза	1,2–6,9	Фруктоза	0,03–2,5

## Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

Соя містить значну кількість ізофлавонів – 0,05–0,50% у перерахунку на суху масу, а вміст сапонінів залежить від генотипу рослин й коливається в межах 11,0–35,6 мг/г (*O'Keefe et al., 2015*). Соя містить чотири типи токоферолів:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - та  $\delta$ -токоферолі (**таблиця 3.5**). Серед них домінує  $\gamma$ -токоферол із середнім вмістом 162 ppm СР.  $\alpha$ -токоферол міститься у кількості 11–53 ppm СР,  $\delta$ -токоферол – 25–73 ppm СР. Вміст  $\beta$ -токоферолу зафіксований на рівні 13 ppm СР. Загальний вміст токоферолів у сої становить у середньому 241 ppm СР. Ці дані підкреслюють значення сої як джерела природних антиоксидантів.

**Таблиця 3.5** – Вміст токоферолів у бобах сої (*Medic et al., 2014*)

Токоферол	Вміст [ppm сухої речовини]	
	середнє значення	межі
$\alpha$ -токоферол	26	11–53
$\beta$ -токоферол	-	13
$\gamma$ -токоферол	162	145–191
$\delta$ -токоферол	49	25–73
Всього	241	198–278

Соеві боби містять значну кількість важливих мінеральних речовин (**таблиця 3.6**). Зокрема, вміст кальцію становить 300,4 мг/100 г, магнію – 258,2 мг/100 г, заліза – 16,4 мг/100 г та фосфору – 695,2 мг/100 г. Водночас кількість натрію і цинку є значно меншою, відповідно, 3,0 мг та 2,7 мг на 100 г бобів. Вміст вітамінів у бобах сої становить: вітамін А – 1 мг/100 г; вітамін В<sub>6</sub> – 0,4 мг/100 г; вітамін С – 6,0 мг/100 г; вітамін К – 47 мг/100 г (*Chen et al., 2012*).

**Таблиця 3.6** – Вміст мінеральних речовин у бобах сої (*Etiosa et al., 2017*)

Мінеральні речовини	Вміст [мг/100 г]	Мінеральні речовини	Вміст [мг/100 г]
Кальцій (Ca)	300,4	Натрій (Na)	3,0
Магній (Mg)	258,2	Цинк (Zn)	2,7
Залізо (Fe)	16,4	Фосфор (P)	695,2

### 3.2 Технологія виготовлення «соевого молока»

«Соеве молоко» – це водний екстракт із цілих соєвих бобів, що за зовнішнім виглядом та складом нагадує молоко коров'яче (*Giri & Mangaraj, 2012*). Виробництво «соевого молока» передбачає кілька послідовних технологічних етапів (**рис. 3.1**): лущення та бланшування

бобів, їх замочування та подрібнення, відокремлення (фільтрування) рідкої фракції від твердих залишків (соевої пульпи), термічне оброблення, змішування з рецептурними компонентами та збагачення, фасування й стерилізування (Han et al., 2021). Замочування бобів сої відбувається у 1%-му розчині гідрокарбонату натрію ( $\text{NaHCO}_3$ ) за співвідношення 1:3 (боби : вода) (Giri & Mangaraj, 2012). Термічне оброблення передбачає кип'ятіння рідкої фракції упродовж 15–20 хв. Попри ефективність високотемпературного оброблення, воно може зумовлювати низку небажаних хімічних змін, зокрема руйнування амінокислот і вітамінів, реакцію потемніння продукту, а також формування характерного «вареного» присмаку (Giri & Mangaraj, 2012). Для отримання соєвих напоїв з високою поживною цінністю, тривалим терміном зберігання та стабільною колоїдною структурою, науковці розробили альтернативні способи оброблення продукту: ультрависокотискове гомогенізування, високотискове оброблення та імпульсне електричне оброблення. Залежно від виробника, окремі стадії технологічного процесу можуть зазнавати змін або бути адаптовані відповідно до специфіки виробництва.

Неприємний присмак соєвого напою зумовлює дія ферменту ліпоксигенази, що каталізує окиснення ненасичених жирних кислот із утворенням летких сполук, що мають «трав'янистий» чи «бобовий» аромат (Bollegala & Rajapakse, 2015). Ефективне інактивування ліпоксигенази у процесі приготування «соєвого молока» можливе внаслідок бланшування соєвих бобів у гарячій воді або подрібнення за температури 80°C (Lv et al., 2011).

Подрібнення соєвих бобів може відбуватися у кілька способів (Giri & Mangaraj, 2012):

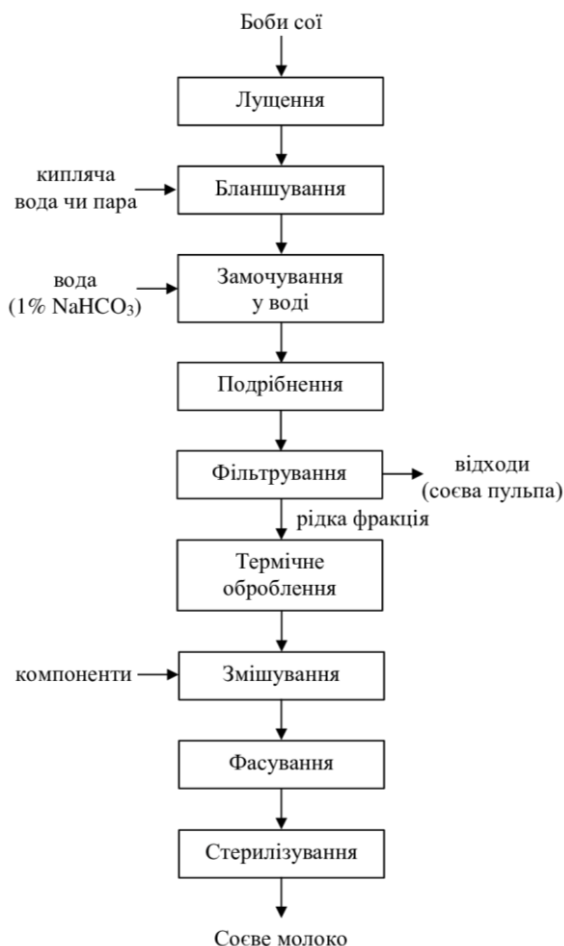
- холодне подрібнення – проходить подрібнення замочених соєвих бобів з водою у кам'яному млині; отриману масу варять, фільтрують та пресують для підвищення виходу соєвого напою; як результат – приємна текстура напою та високий вихід, однак напій має прогірклий запах;

- гаряче подрібнення – проходить подрібнення соєвих бобів (замочених або сухих, з лушпинням чи без) у гарячій воді з додаванням гідрокарбонату натрію, що ефективно інактивує ліпоксигеназу та зменшує прогірклий присмак; після екстрагування лужність напою нейтралізують кислотою; як результат – напій не має виражених сторонніх запахів, але може мати крейдоподібну текстуру;

- гаряче бланшування – проходить бланшування соєвих бобів у киплячій воді або лужному розчині для повної інактивації ліпоксигенази; бланшовані боби подрібнюють у воді у колоїдному млині, а отриману суспензію гомогенізують під високим тиском; як результат – напій має виражений присмак смаженого горіха;

- безповітряне холодне подрібнення – проходить за умови виключення кисню з реакційного середовища, що унеможливує дію

ліпоксигенази; не потребує використання хімічних реагентів, а ключовою умовою для досягнення приємної консистенції є уникнення нагрівання соєвих бобів понад 50°C.



**Рисунок 3.1** – Схема способу виготовлення «соєвого молока»

У процесі виробництва «соєвого молока» утворюється соєва пульпа (відходи), що містить (у перерахунку на суху речовину) харчові волокна (42,4–58,1%), білки (15,2–33,4%), жири (8,3–10,9%), мінеральні речовини, вітаміни та 355 мг/г загальних ізофлавонів (Han et al., 2021). Тому важливим є упровадження у виробництво ефективних техніко-

технологічних рішень, щоб дозволили зменшити втрати поживних речовин при виробництві напою, зокрема спрямованих на підвищення екстрагування білків і біоактивних сполук із соєвих бобів та їх ефективне перенесення до складу соєвого напою.

Для отримання функціонального напою «соєве молоко» збагачують натуральними та біологічно активними інгредієнтами, зокрема екстрактом женьшеню, рослинним колагеном та лютеїном, також у рецептуру додають вітамінами (А, D, В<sub>12</sub>) і мінеральні речовини (Са) (Han et al., 2021). Ферментування соєвого напою також є ефективним способом підвищення його харчової цінності, оскільки внаслідок цього процесу відбувається біоконверсія ізофлавонів у більш активні форми та збільшується вміст фенольних кислот, вітамінів та біоактивних пептидів (Han et al., 2021).

Для виробництва ферментованого «соєвого напою» соєві боби замочують у воді (співвідношення 1:5 (боби : вода)) на 16 год за температури 25–28°C для набухання та пом'якшення структури (рис. 3.2). Замочені боби бланшують протягом 15 хв у киплячій воді, що допомагає знизити активність ферментів та полегшує подальше лущення. Очищені від оболонки боби подрібнюють із додаванням води у співвідношенні 1:3 (боби : вода) до утворення однорідної суспензії. Отриману масу фільтрують, щоб відокремити соєвий напій від твердого залишку (пульпи). Далі рідину кип'яють протягом 5 хв за температури 100°C, щоб забезпечити мікробіологічну стабільність, після чого напій охолоджують. В охолоджене «соєве молоко» вносять йогуртову закваску (інокулювання) у концентрації 1–4% та інкубують за температури 30–42°C протягом 18 год для проведення ферментування. У результаті отримують ферментований соєвий напій, збагачений корисними біоактивними речовинами (Hati et al., 2020; Saini & Morya, 2021). Для ферментування соєвого молока використовують різні бактерії, зокрема *Bifidobacteria*, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus Plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus paracasei*, *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus casei* (Saini & Morya, 2021). Науковці запропонували також ферментувати «соєве молоко» комбучею (Peng et al., 2023). Ферментування спричиняє утворення унікальних ароматичних сполук (2,5-диметилбензальдегід, ліналоол). Використання різноманітних молочнокислих бактерій може також покращити насиченість смаку «соєвого молока», ферментованого комбучею.

*Arthrospira platensis* (спіруліна) – це прісноводна ціанобактерія, що має високу біологічну та харчову цінність. Вона може використовуватись як природна добавка у виробництві ферментованих соєвих напоїв, що сприятиме покращенню процесів ферментування молочнокислих бактерій та підвищуватиме їх життєздатність у продукті (Martelli et al., 2020).

Ще один спосіб виробництва «соєвого молока» передбачає термічне оброблення (обсмажування) соєвих бобів за температури 110°C протягом

40–60 хв або ж за температури 120°C протягом 20 хв у конвекційній печі (рис. 3.3) (Navicha et al., 2018). Далі соєві боби замочують у воді у співвідношенні 1:3 (боби : вода) за температури 25°C упродовж 18 год.

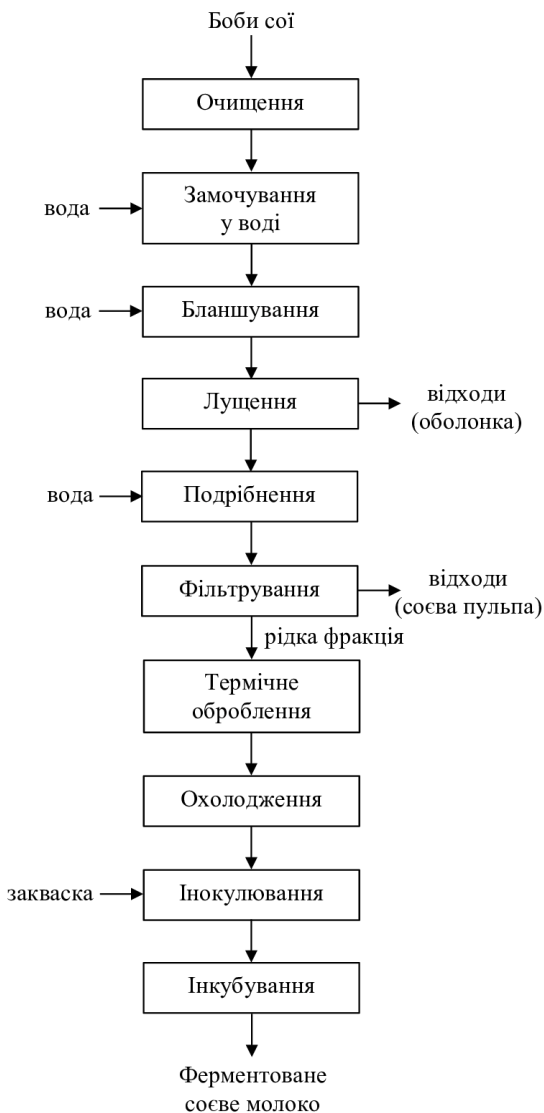
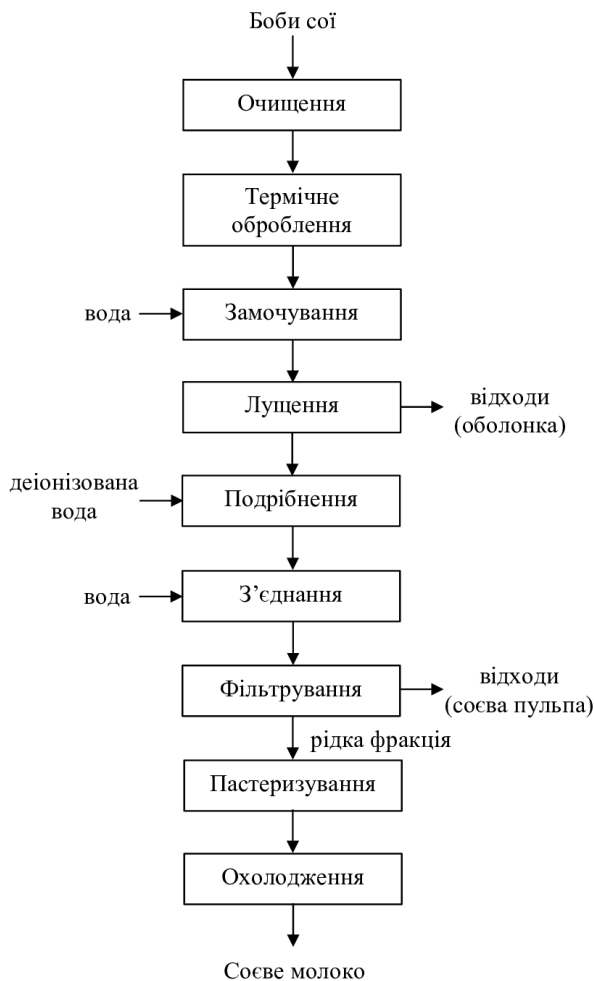


Рисунок 3.2 – Схема способу виготовлення ферментованого «соєвого молока»



**Рисунок 3.3** – Схема способу виготовлення «соевого молока» з обсмажених бобів

Після замочування боби промивають та луцять вологим способом. До гідратованих бобів додають деіонізовану воду у співвідношенні, щоб її кількість у п'ять разів перевищувала початкову масу бобів. Боби подрібнюють, після чого додають воду з температурою 25°C, доводячи об'єм до співвідношення 1:10 (боби : об'єм суспензії). Отриману масу фільтрують, щоб відокремити рідину – соєвий напій. Напій пастеризують за температури 100°C протягом 20 хв, після чого поступово охолоджують.

Після охолодження до напою додають сахарозу (2%) для покращення смаку. Обсмажування соєвих бобів дозволяє інактивувати інгібітори трипсину, а також покращити стабільність і термін зберігання продукту. Внаслідок обсмажування бобів відбувається також інактивування ферменту ліпоксигенази, що є головним чинником формування небажаного присмаку у соєвому напої. Отже, обсмажування соєвих бобів покращує органолептичні характеристики соєвого напою, зокрема зменшується інтенсивність «трав'янистого» та «бобового» присмаків, підвищується солодкість та в'язкість.

Рослинні напої можуть бути сприятливим середовищем для росту патогенних мікроорганізмів, зокрема *Listeria monocytogenes* та *Salmonella spp.* Термічне оброблення підвищує мікробіологічну безпечність напоїв, зокрема пастеризування напоїв за температури 62,8–65,6°C протягом 30 хв або за температури 71,7°C упродовж 15 с дозволяє зменшити мікробне навантаження без істотних змін у поживних чи органолептичних характеристиках продукту (Giugliano et al., 2023). Найбільш поширеним способом термічного оброблення напоїв є ультрависокотемпературне оброблення, під час якого проходить нагрівання продукту до температури 138–145°C протягом 1–10 с, що забезпечує стерильність продукту та мінімальні органолептичні зміни (Giugliano et al., 2023).

Науковці дослідили можливість виготовлення «соєвого молока» із пророщених соєвих бобів. У результаті короткочасного пророщування відбуваються значні біохімічні зміни, що мають безпосередній вплив на якість соєвих бобів та, відповідно, напою з них. «Соєве молоко» з пророщених бобів має менший вміст фітинової кислоти та інгібіторів трипсину, а також збільшений загальний вміст фенольних сполук. Оптимальна тривалість пророщування соєвих бобів – 28 год за температури 25°C. Напій з таких бобів має більший вміст білків, менше вуглеводів і кращі фізико-хімічні характеристики порівняно з традиційним соєвим напоєм (Jiang et al., 2013).

### 3.3 Властивості та хімічний склад «соєвого молока»

Окремі зразки «соєвого молока» за вмістом білків не поступаються коров'ячому молоку, що містить у середньому 3,70 г білків на 100 г (Jeske et al., 2016). У «соєвому молоці» вміст білків коливається в межах від 2,61 до 3,70 г/100 г (таблиця 3.7). За вмістом жирів коров'яче молоко (3,28 г/100 г) значно переважає соєвий напій (1,48–2,11 г/100 г). Щодо вуглеводів, то коров'яче молоко також містить їх у більшій кількості (4,9 г/100 г), ніж соєвий напій (1,55–1,80 г/100 г). Вміст білків, жирів та вуглеводів у «соєвому молоці» вказує на меншу енергетичну цінність цього напою порівняно з коров'ячим молоком.

**Таблиця 3.7** – Порівняння поживних речовин у молоці коров'ячому та «соєвому молоці» [г/100 г]

Продукти	Білки	Жири	Зола	Вуглеводи
Молоко коров'яче	3,70 <sup>a</sup>	3,28 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	4,9 <sup>c</sup>
«Соєве молоко»	2,61–3,70 <sup>a</sup> 2,8 <sup>b</sup>	1,48–2,11 <sup>a</sup> 2,0 <sup>b</sup>	0,29–0,99 <sup>a</sup> 0,27 <sup>b</sup>	1,8 <sup>b</sup> 1,55 <sup>c</sup>

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (Jeske et al., 2016); <sup>b</sup>дані (Giri & Mangaraj, 2012); <sup>c</sup>дані (Moore et al., 2023).

Вміст мінеральних речовин у коров'ячому молоці (0,621 г/100 г) більший порівняно з соєвим напоєм (0,27–0,99 г/100 г) (таблиця 3.7). Вміст води у соєвому напої становить 93 г/100 г, а клітковини – 1,3 г/100 г та ізофлавонів – 8,8 мг/100 г (Giri & Mangaraj, 2012).

У складі жирних кислот у коров'ячому молоці значно переважають насичені жирні кислоти (72,10 г/100 г), натомість у «соєвому молоці» переважають ненасичені жирні кислоти (84,22 г/100 г) (таблиця 3.8). Серед насичених жирних кислот у «соєвому молоці» найбільший вміст мають пальмітинова (10,80 г/100 г) та стеаринова (4,35 г/100 г) кислоти, а з-поміж поліненасичених жирних кислот – лінолева кислота (53,0 г/100 г) та  $\alpha$ -ліноленова кислота (7,38 г/100 г) (Moore et al., 2023). Серед мононенасичених жирних кислот найбільший вміст у «соєвому молоці» має олеїнова кислота (22,42 г/100 г) (таблиця 3.8). Отже, соєвий напій є джерелом незамінних жирних кислот. «Соєве молоко» також не містить холестерину (Han et al., 2021).

**Таблиця 3.8** – Порівняння складу жирних кислот у молоці коров'ячому та «соєвому молоці» (Moore et al., 2023)

Жирні кислоти	Вміст [г/100 г загальної кількості жирних кислот]	
	молоко коров'яче	«соєве молоко»
1	2	3
Міристинова кислота (C14:0)	12,55	0,14
Пальмітинова кислота (C16:0)	34,53	10,80
Пальмітолеїнова кислота (C16:1(n-7))	0,94	0,12
Маргарінова кислота (C17:0)	0,60	0,12
Стеаринова кислота (C18:0)	9,40	4,35
Вакценова кислота (C18:1(n-7))	1,93	1,27
Олеїнова кислота (C18:1(n-9))	19,53	22,42
Лінолева кислота (C18:2(n-6))	2,37	53,00
$\alpha$ -ліноленова кислота (C18:3(n-3))	0,49	7,38
Неонова кислота (C19:1)	0,16	0,02

Продовження таблиці 3.8

1	2	3
Арахінова кислота (C20:0)	0,19	0,39
Гадолейнова кислота (C20:1(n-9))	0,27	0,04
Бегенова кислота (C22:0)	0,11	0,36
Лігноцеринова кислота (C24:0)	0,00	0,01
Насичені жирні кислоти	72,10	15,78
Мононенасичені жирні кислоти	24,33	24,09
Поліненасичені жирні кислоти	3,30	60,81
Ненасичені жирні кислоти	27,71	84,22
Коротколанцюгові жирні кислоти	2,00	0,00
Середньоланцюгові жирні кислоти	10,98	0,00

Соеві напої можна класифіковані на п'ять груп (*Olias et al., 2023*):

- оригінальні соєві напої – це напої, позначені лише як «соевий напій» без додаткових характеристик;
- збагачені соєві напої – це напої, до складу яких додано кальцій у кількості не менше ніж 7,5% від референтної добової норми;
- соєві напої без цукру – це напої з маркуванням «без додавання цукру»;
- низькокалорійні соєві напої – це напої, що містять жирів не більше ніж 1,5 г/100 мл та мають на 30% меншу енергетичну цінність порівняно з оригінальним продуктом;
- ароматизовані соєві напої – це напої з додаванням ароматизаторів (шоколад, ваніль, карамель, капучино, горіхи, кориця, лимон).

У **таблиці 3.9** подана характеристика поживної цінності окремих груп соєвих напоїв (середні значення за даними виробників). Вміст білків досить стабільний у всіх групах соєвих напоїв і становить 3,2–3,6 г/100 мл (**таблиця 3.9**), з максимальним значенням в ароматизованому напої (3,6 г/100 мл), що близький до середнього вмісту білків у коров'ячому молоці. Вміст жирів у напоях також коливається незначно: від 1,8 г/100 мл (у збагаченому напої) до 2,1 г/100 мл (в ароматизованому напої). Найбільша різниця спостерігається у вмісті вуглеводів, де ароматизовані соєві напої мають найбільший вміст (6,8 г/100 мл), а продукт без цукру – найменший (1,3 г/100 мл).

Вміст клітковини є однаковим (0,6 г/100 мл) у більшості груп соєвих напоїв, за винятком ароматизованого напою, де він становить 0,9 г/100 мл (**таблиця 3.9**). Вміст солі у соєвих напоях коливається від 0,08 г/100 мл (у напоях без цукру) до 0,12 г/100 мл (в ароматизованих напоях). Вміст кальцію в соєвих напоях – 108–133 мг/100 мл, що відповідає показнику для коров'ячого молока. Вітамінний склад у всіх групах соєвих напоїв є відносно стабільним. Вміст вітаміну А коливається від 100 до 120 мкг/100 мл, вітаміну D – у межах 0,79–1,17 мкг/100 мл, вітаміну B<sub>12</sub> – у межах

0,38–0,39 мкг/100 мл, а вміст вітаміну В<sub>2</sub> у всіх напоях однаковий (0,21 мг/100 г) (Ollas et al., 2023). Отже, різні групи «соевого молока» мають схожий базовий поживний склад.

**Таблиця 3.9** – Поживна цінність (середні значення) різних груп соєвих напоїв (на 100 мл) (Ollas et al., 2023)

Показники	Групи соєвих напоїв			
	оригінальні	збагачені	без цукру	ароматизовані
Вміст білків [г]	3,4	3,2	3,2	3,6
Вміст жирів [г]	1,9	1,8	1,9	2,1
Вміст вуглеводів [г]	2,5	3,6	1,3	6,8
Вміст клітковини [г]	0,6	0,6	0,6	0,9
Вміст солі [г]	0,11	0,10	0,08	0,12
Кальцій (Ca) [мг]	133	123	108	126
Вітамін А [мкг]	120	118	100	120
Вітамін D [мкг]	0,79	0,82	1,17	0,79
Рибофлавін [мг]	0,21	0,21	0,21	0,21
Вітамін В <sub>12</sub> [мкг]	0,38	0,38	0,38	0,39

Поживна цінність соєвих напоїв залежно від складу інгредієнтів подана у **таблиці 3.10**. Найбільший вміст білків (4,50–4,83 г/100 мл) у соєвих напоях, що містять лише воду, соєві боби та токоферол. Натомість рецептури з додаванням цукру, соків або ароматизаторів мають значно менший вміст білків (1,32–3,80 г/100 мл). Найбільший вміст жирів у напої, що збагачений кокосовою олією (до 3,68 г/100 мл), а найменший (0,65 г/100 мл) – у соєвому напої з добавками (загусники, есенція, сік). Вміст вуглеводів у напоях коливається найбільше – від 1,44 до 12,38 г/100 мл (*Fructuoso et al., 2021*). Отже, поживна цінність соєвих напоїв суттєво залежить від складу напоїв, зокрема вмісту доданих жирів, цукру та соків. Загальний вміст цукрів у «соєвому молоці» коливається в межах 0,36–3,09 г/100 г, що залежить від рецептури продукту (наявності доданих цукрів, соків тощо) (**таблиця 3.11**). Якщо порівнювати вміст цукрів у соєвих напоях з їх вмістом у коров'ячому молоці, то в останньому він більший. У соєвих напоях містяться (на 100 г): сахароза (до 2,88 г), фруктоза (до 1,27 г/), мальтоза (до 0,66 г) та глюкоза (до 0,52 г). Натомість у коров'ячому молоці переважно міститься лактоза 3,33% (*Jeske et al.,*

2016). Глікемічний індекс деяких соєвих напоїв може сягати значення 61,50, що значно вище, ніж у коров'ячого молока (46,93).

**Таблиця 3.10** – Склад інгредієнтів та поживна цінність соєвих напоїв (г/100 мл) (*Fructuoso et al., 2021*)

Інгредієнти соєвого напою	Білки	Жири	Вуглеводи
1	2	3	4
Вода, соєві боби	4,50	2,31	1,44
Вода, соєві боби, токоферол	4,83	2,83	1,53
Вода, соєві боби, камедь акації/аравійська камедь (3,00%), нейтральна композиція загусників (гуарова камедь та карбоксиметилцелюлоза) (1,00%), есенція ванілі (0,20%), токоферол, аскорбінова кислота, яблучний сік	1,32	0,65	12,38
Вода, соєві боби, цукор	2,57	1,23	10,27
Соєве молоко (97,20%) (вода, соєві боби), кокосова олія, цукор, вода, сіль, моногліцериди жирних кислот, гідрокарбонат натрію	3,16	3,68	2,63
Органічне соєве молоко (вода, соєві боби), карбонат кальцію, камедь ріжкового дерева, морська сіль, натуральні ароматизатори, геланова камедь, вітамін А, ергокальциферол (вітамін D <sub>2</sub> ), рибофлавін (вітамін B <sub>2</sub> ), ціанокобаламін (вітамін B <sub>12</sub> )	2,92	1,67	1,67
Соєве молоко (вода, соєві боби), тростинний цукор, вітамінно-мінеральна суміш (кальцію карбонат, вітамін А, вітамін D <sub>2</sub> , рибофлавін B <sub>2</sub> , вітамін B <sub>12</sub> ) – до 2,0%, морська сіль, натуральний ароматизатор, геланова камедь	2,50	1,46	5,00
Вода, соєві боби, тростинний сік, карбонат кальцію, натуральні ароматизатори, морська сіль, ксантанова камедь, карагінан, вітамін А, рибофлавін (вітамін B <sub>2</sub> ), вітамін D <sub>2</sub> , вітамін B <sub>12</sub>	2,92	1,67	3,75

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4
Вода, соєві боби, трикальцій фосфат (5,90%), монокалій фосфат (регулятор кислотності), сіль, ароматизатори, цукор, геланова камедь	3,00	1,80	2,50
Вода, тростинний цукор, соєві боби (5,80%), знежирене какао (1,30%), шоколад (1,10%), морська сіль	3,49	2,26	8,32
Вода, соєві боби (7,20%), яблучний концентрат (3,30%), водорості <i>Lithothamnium calcareum</i> (0,40%), морська сіль	3,80	2,16	2,46

**Таблиця 3.11**– Порівняння складу цукрів у коров'ячому молоці і «соєвому молоці» [г/100 г] та їхній глікемічний індекс (ГІ) (*Jeske et al., 2016*)

Показники	Молоко коров'яче	Соєве молоко
Вміст глюкози	н.в.	0,01–0,52
Вміст фруктози	н.в.	0,00–1,27
Вміст сахарози	н.в.	0,00–2,88
Вміст мальтози	н.в.	0,00–0,66
Всього цукрів	3,38	0,36–3,09
ГІ	46,93	47,53–61,50

**Примітка:** н.в. – не виявлено; молоко коров'яче містить лактози 3,33% та галактози 0,05%.

Аналіз вмісту вітамінів у коров'ячому молоці та «соєвому молоці» свідчить про значні відмінності у їхньому якісному та кількісному складі. «Соєве молоко» має вищі концентрації більшості водорозчинних вітамінів групи В, тоді як коров'яче молоко має вищі концентрації жиророзчинних вітамінів А і Е (**таблиця 3.12**).

Коров'яче молоко має значно більший вміст кальцію, фосфору, калію, натрію та хлору порівняно з «соєвим молоком» (**таблиця 3.13**), що робить його важливим джерелом основних макроелементів. Зокрема, кальцію в коров'ячому молоці у понад 28 разів більше, ніж у соєвому напої (без збагачення). Натомість «соєве молоко» переважає за вмістом деяких мікроелементів, зокрема магнію, мангану, заліза та міді. Особливо варто відзначити високий вміст заліза (5,8 мг/кг) у «соєвому молоці».

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

У складі «соєвого молока» містяться фітостероли (таблиця 3.14), основними з них є  $\beta$ -ситостерол (2,5 мг/100 мл) та  $\beta$ -ситостерол- $\beta$ -D-глюкозид (4,9 мг/100 мл). Також у соєвих напоях виявлені кампестерол (1290 мкг/100 мл) та стигмастерол (998 мкг/100 мл).

**Таблиця 3.12** – Порівняння вмісту вітамінів (середні значення) у молоці коров'ячому та «соєвому молоці» [мкг/100 г]

Вітаміни	Молоко коров'яче	«Соєве молоко»
Біотин	1,7 <sup>a</sup>	1,4 <sup>a</sup>
Нікотинова кислота	132,4 <sup>a</sup>	174,2 <sup>a</sup>
Вітамін В <sub>1</sub>	11,9 <sup>a</sup>	161 <sup>b</sup>
Вітамін В <sub>2</sub>	108,3 <sup>a</sup>	70 <sup>b</sup>
Вітамін В <sub>3</sub>	89 <sup>c</sup>	147 <sup>b</sup>
Вітамін В <sub>6</sub>	20,1 <sup>a</sup>	41 <sup>b</sup>
Вітамін В <sub>12</sub>	0,2 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>
Пантотенова кислота	357,9 <sup>a</sup>	48 <sup>b</sup>
Фолієва кислота	3,2 <sup>a</sup>	1,5 <sup>b</sup>
Вітамін D <sub>2</sub>	н.в. <sup>a</sup>	0,4 <sup>a</sup>
Вітамін Е	89,1 <sup>a</sup>	10 <sup>b</sup>
Вітамін А	29,2 <sup>a</sup>	3 <sup>b</sup>
Вітамін К <sub>1</sub>	0,2 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>дані (Walther et al., 2022); <sup>b</sup>дані (Giri & Mangaraj, 2012); <sup>c</sup>дані в [мкг/100 мл] (Graulet & Girard, 2017).

**Таблиця 3.13** – Порівняння вмісту мінеральних речовин (середні значення) у молоці коров'ячому та «соєвому молоці»

Мінеральні речовини	Молоко коров'яче	«Соєве молоко»
Фосфор (P) [мг/кг]	924 <sup>a</sup>	490 <sup>b</sup>
Натрій (Na) [мг/кг]	381 <sup>a</sup>	120 <sup>b</sup>
Манган (Mn) [мг/кг]	н.в. <sup>a</sup>	1,7 <sup>b</sup>
Магній (Mg) [мг/кг]	100 <sup>a</sup>	190 <sup>b</sup>
Калій (K) [мг/кг]	1615 <sup>a</sup>	1410 <sup>b</sup>
Залізо (Fe) [мг/кг]	н.в. <sup>a</sup>	5,8 <sup>b</sup>
Мідь (Cu) [мг/кг]	н.в. <sup>a</sup>	1,2 <sup>b</sup>
Кальцій (Ca) [мг/кг]	1121 <sup>a</sup>	40 <sup>b</sup>
Цинк (Zn) [мг/кг]	3,42 <sup>a</sup>	2,3 <sup>b</sup>
Селен (Se) [мкг/кг]	16,21 <sup>a</sup>	13 <sup>b</sup>
Сірка (S) [мг/кг]	305 <sup>a</sup>	212 <sup>c</sup>
Йод (I) [мкг/кг]	115,7 <sup>a</sup>	15,1 <sup>a</sup>
Хлор (Cl) [мг/кг]	980 <sup>a</sup>	119 <sup>a</sup>

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (Walther et al., 2022); <sup>b</sup>дані (Giri & Mangaraj, 2012); <sup>c</sup>дані (Moore et al., 2023); н.в. – не виявлено.

**Таблиця 3.14** – Вміст водорозчинних глікозидних фітостеролів у «соєвому молоці» (*Decloedt et al., 2018*)

Речовини	Вміст [мг/100 мл]	Речовини	Вміст [мкг/100 мл]
$\beta$ -ситостерол	2,5 $\pm$ 0,5	Кампестерол	1290 $\pm$ 291
$\beta$ -ситостерол- $\beta$ -D-глюкозид	4,9 $\pm$ 2,1	Стигмастерол	998 $\pm$ 111

Порівняння амінокислотного складу коров'ячого молока та «соєвого молока» подано в **таблиці 3.15**. У «соєвому молоці» більший вміст аргініну, аспарагінової кислоти, аланіну, гліцину, серину та цистеїну. Зокрема, аргініну в ньому майже в 2,5 раза більше, ніж у коров'ячому молоці, а аспарагінової кислоти – у 1,6 раза більше. Натомість коров'яче молоко переважає за вмістом лізину, метіоніну, треоніну, ізолейцину, валіну, лейцину та проліну, що є важливими незамінними амінокислотами. Глутамінової кислоти міститься найбільше в обох продуктах.

**Таблиця 3.15** – Порівняння амінокислотного складу коров'ячого молока та «соєвого молока» (*Moore et al., 2023*)

Амінокислоти	Вміст у продукті [мг/100 г]	
	молоко коров'яче	«соєве молоко»
Гістидин	86,95	81,49
Аргінін	93,53	235,72
Серин	159,31	163,09
Гліцин	51,58	126,18
Аспарагінова кислота	255,37	416,91
Глутамінова кислота	776,09	764,76
Треонін	129,06	116,21
Аланін	100,39	132,82
Пролін	273,84	154,32
Лізін	324,31	257,55
Метіонін	58,79	20,92
Тирозин	130,40	104,90
Валін	168,98	118,64
Цистеїн	13,02	27,07
Ізолейцин	136,91	120,33
Лейцин	278,32	219,10
Фенілаланін	6,38	78,98
Триптофан	48,11	45,88

У «соевому молоці» в'язкість коливається у більш широкому діапазоні (2,57–7,58 мПа·с) порівняно з коров'ячим молоком (3,15 мПа·с), що пояснюється різною рецептурою продуктів та ступенем гомогенізування (таблиця 3.16). Індекс білизни коров'ячого молока більший (81,89) порівняно з соєвим напоєм (69,27–74,56), оскільки «соеве молоко» має жовтуватий відтінок через природні рослинні пігменти. Висота осаду в «соевому молоці» коливається в межах 0,20–2,65 мм, що перевищує показник для коров'ячого молока (0,60 мм). Це свідчить про меншу стабільність суспензії соєвого напою.

Під час вирощування злакових та бобових культур, що використовують при виробництві рослинних напоїв, широко застосовують пестициди. Дослідження науковців показали, що рівень залишкових кількостей пестицидів у рослинних альтернативах молока загалом є низьким. Однак у деяких зразках «соевого молока» виявлено низькі концентрації фіпроніл сульфону (0,12 мкг/л), піпероніл бутоксиду (2,03–3,18 мкг/л) та піриміфос-метилу (0,068 мкг/л) (Giugliano et al., 2023). Отже, споживання рослинних напоїв не спричиняє пестицидного навантаження на організм людини (Giugliano et al., 2023).

**Таблиця 3.16** – Порівняння фізичних властивостей молока коров'ячого та «соевого молока» (Jeske et al., 2016)

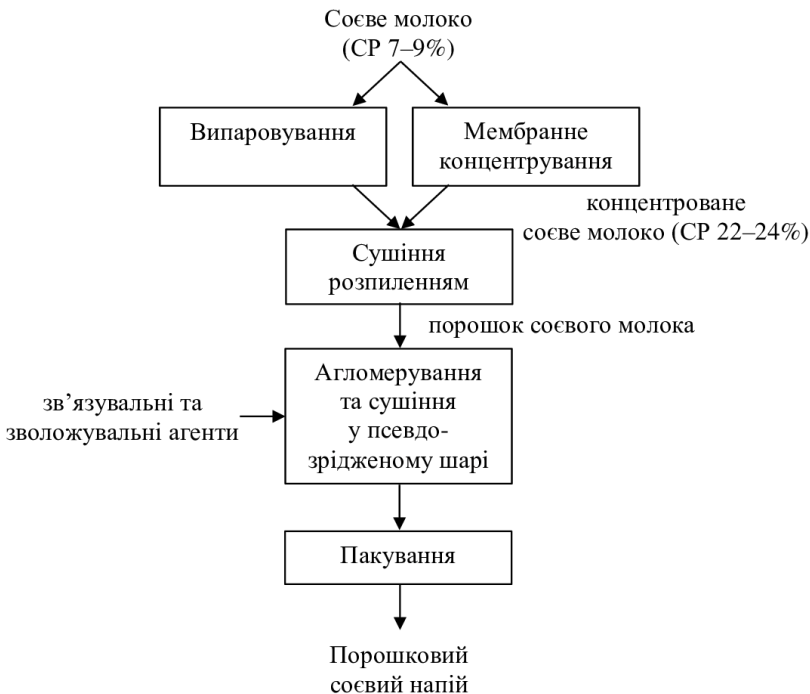
Продукти	В'язкість [мПа·с]	Індекс білизни <i>WI</i>	Висота осаду [мм]
Молоко коров'яче	3,15	81,89	0,60
«Соеве молоко»	2,57–7,58	69,27–74,56	0,20–2,65

**Примітка:** висоту осаду визначали шляхом центрифугування продукту за параметрів: 1000 об/хв протягом 30 хв, потім 3000 об/хв протягом 60 хв за температури 24°C (Jeske et al., 2016).

### 3.4 Використання «соевого молока»

«Соеве молоко» та відходи його виробництва використовують у рецептурах багатьох харчових продуктів та напоїв, а також переробляють на інші продукти. Зокрема, з «соевого молока» виготовляють порошковий напій (рис. 3.4), що є висококонцентрованим продуктом, отриманим шляхом видалення води з рідкого «соевого молока». Його використовують як альтернативу рідким рослинним напоєм, а також у кулінарії. Порошковий напій має низку переваг порівняно з рідким аналогом: зручний для транспортування і зберігання, тривалий термін придатності, швидке приготування напою, можливість збагачення функціональними добавками. Готовий соєвий порошок має білий або світло-коричневий

колір, легко розчиняється у теплій або холодній воді та може містити додаткові компоненти: підсолоджувачі, ароматизатори, кальцій та інші функціональні добавки. Відповідно до вимог якості, цей продукт повинен містити не менше 38% білків, 13% жирів та 90% сухих речовин (Giri & Mangaraj, 2012).



**Рисунок 3.4** – Схема способу виготовлення порошкового соєвого напою (СР – сухі речовини) (Giri & Mangaraj, 2012)

Першим етапом виробництва порошкового соєвого напою є мембранне концентрування або випаровування «соевого молока» з умістом сухих речовин 7–9%. Це зменшує витрати енергії на сушіння та підвищує ефективність технологічного процесу. Мембранне концентрування (ультрафільтрування) рідкої фази проходить до вмісту сухих речовин 22–24%. Це нетермічний спосіб, що дозволяє зберегти харчову цінність і біоактивні сполуки у продукті, зменшуючи тепловий вплив на білки. Випаровування – це термічний спосіб перероблення продукту, що передбачає видалення води внаслідок його нагрівання в умовах вакууму. Наступним етапом технології є сушіння розпиленням

концентрованого «соевого молока» у розпилювальній сушарці, де продукт розпилюють у формі дрібних крапель у потоці гарячого повітря. Такий спосіб забезпечує короткотривалий контакт із теплом, що мінімізує втрати поживних речовин і запобігає термічному ушкодженню білкової фракції. Після отримання порошку проходить його агломерування та фінальне сушіння у псевдозрідженому шарі. Під час агломерування дрібні частинки порошку об'єднуються у більші гранули за допомогою зв'язувальних та зволожувальних агентів. Агломерування проходить у сушарках з псевдозрідженим шаром, де порошок обробляють гарячим повітрям у зваженому стані, що забезпечує рівномірне сушіння, формування стабільних гранул і необхідну якість продукту. Після фінального сушіння порошковий соєвий напій охолоджують, просіюють та пакують у герметичне пакування, що захищає його від вологи.

З «соевого молока» також виготовляють сухе молоко, що є джерелом розчинних й нерозчинних харчових волокон (15,5–16,0%), ізофлавононів та інших функціональних компонентів сої (*Nilufer-Erdil et al., 2012*). Завдяки таким характеристикам цей продукт широко використовують у хлібобулочних виробках з метою підвищення харчової цінності та покращення функціональних властивостей. Зокрема, додавання сухого «соевого молока» до хлібобулочних виробів уповільнює їх черствіння під час зберігання (*Nilufer-Erdil et al., 2012*). Заміна пшеничного борошна на сухе «соеве молоко» (до 5%) не спричиняє суттєвих змін фізичних властивостей хліба, але значно підвищує вміст клітковини, що вказує на перспективність цього продукту як функціонального інгредієнта (*Davy et al., 2022*).

Сухе «соеве молоко» має високий вміст омега-3 жирних кислот та є джерелом вітаміну А, вітамінів групи В, калію, кальцію, ретинолу, фолатів і холіну (*Dippong et al., 2025*). Жирнокислотний профіль сухого «соевого молока» представлено переважно поліненасиченими жирними кислотами (**таблиця 3.17**). Значний вміст у ньому мають лінолева кислота (омега-6) (58,37%) та олеїнова кислота (омега-9) (15,7%). У складі сухого «соевого молока» є пальмітинова кислота (11,7%),  $\alpha$ -ліноленова кислота (омега-3) (7,39%) та у невеликій кількості стеаринова (3,41%) й міристинова (1,66%). Загалом сухе «соеве молоко» характеризується низьким вмістом насичених жирних кислот та високим вмістом поліненасичених, що визначає його функціональну цінність у складі продуктів харчування (*Dippong et al., 2025*).

Функціональні безалкогольні напої можна створювати шляхом додавання інгредієнтів, що містять біологічно активні сполуки або змінюють властивості продукту. Особливу увагу привертають функціональні напої на основі фруктових соків з «соевим молоком», оскільки таке комбінування збагачує продукт корисними речовинами і маскує характерний бобовий присмак «соевого молока» (*Rodríguez-Roque*

*et al.*, 2014). Фруктові соки є джерелом вітамінів, фенольних сполук, каротиноїдів, токоферолів та інших мікронутрієнтів, а «соеве молоко» містить білки, жири, флавоноїди тощо. Зокрема, розроблено напої, що містять 75% фруктового соку (соку ківі, ананаса, манго), 17,5% «соевого молока» та 7,5% цукру (*Rodríguez-Roque et al.*, 2020). Також розроблено напоїв на основі апельсинового соку (80%) з «соевим молоком», що має високі органолептичні характеристики. Під час приготування напою купаж гомогенізують та пастеризують за температури 85°C упродовж 10 хв для подовження терміну зберігання продукту (*Kale et al.*, 2012).

**Таблиця 3.17** – Порівняння складу жирних кислот у сухому коров'ячому молоці та сухому «соевому молоці» (*Dippong et al.*, 2025)

Жирні кислоти	Вміст у продуктів [%]	
	сухе коров'яче молоко	сухе «соеве молоко»
Каприлова кислота (C8:0)	3,79±0,25	0,12±0,01
Міристинова кислота (C14:0)	9,74±0,80	1,66±0,10
Пальмітинова кислота (C16:0)	15,92±1,20	11,70±1,20
Пальмітолеїнова кислота (C16:1(n-7))	2,51±0,18	0,32±0,03
Маргарінова кислота (C17:0)	2,94±0,16	0,05±0,00
Стеаринова кислота (C18:0)	12,09±1,30	3,41±0,21
Олеїнова кислота (C18:1(n-9))	17,69±1,5	15,70±1,20
Лінолева кислота (C18:2(n-6))	4,69±0,30	58,37±4,20
α-ліноленова кислота (C18:3(n-3))	2,40±0,16	7,39±0,62
Арахінова кислота (C20:0)	0,20±0,01	0,12±0,01
Гадолейнова кислота (C20:1(n-9))	8,12±0,67	0,65±0,05
МНЖК/НЖК	0,53	1,01
ПНЖК/НЖК	0,12	3,87

**Примітка:** МНЖК – мононенасичені жирні кислоти; НЖК – ненасичені жирні кислоти; ПНЖК – поліненасичені жирні кислоти.

Під час перероблення 1 кг соєвих бобів для виробництва «соевого молока» утворюється 1,1 кг соєвої пульпи (окари), що є швидкопсувним продуктом внаслідок високої активності води (*O'Toole*, 1999). Запобігти мікробіологічному псуванню соєвої пульпи можна використовуючи молочнокислі бактерії або ж сушити її відразу після виробництва, оскільки вміст води у ній може сягати 85% (*Davy & Vuong*, 2020).

Соева пульпа містить переважно сирі харчові волокна (целюлозу, геміцелюлозу та лігнін) та незначну кількість крохмалю й простих вуглеводів. Вміст вітамінів, мінеральних речовин та вуглеводів у соєвій пульпі подано в **таблицях 3.18–3.19**. Соева пульпа містить значну

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

кількість мінеральних речовин, зокрема калію, фосфору, кальцію, заліза, цинку та міді. Із вітамінів найбільший вміст мають тіамін та нікотинова кислота. Соева пульпа містить вуглеводи, серед яких переважає сахароза та стахіоза. Вміст крохмалю у пульпі є незначним 0,59–0,79 г/100 г сухої речовини. Загалом, окара має низьку вуглеводну цінність. Завдяки цьому соєву пульпу можна використовувати як дієтичну добавку до багатьох продуктів, оскільки вона сприяє зменшенню калорійності продуктів і збільшенню вмісту харчових волокон. Зокрема, після зневоднення та подрібнення до стану порошку цей побічний продукт можна використовувати у рецептурі хлібобулочних виробів, печива, ковбас та м'ясних напівфабрикатів, макаронних виробів, безглютенового борошна, кондитерських виробів, овочевих паштетів тощо (**рис. 3.5**).

**Таблиця 3.18** – Вміст вітамінів та мінеральних речовин у соєвій пульпі (O'Toole, 1999)

Мінеральні речовини	Вміст* [мг/100 г]	Мінеральні речовина та вітаміни	Вміст* [мг/100 г]
Кальцій (Ca)	260–428	Цинк (Zn)	3,5–6,4
Магній (Mg)	158–165	Манган (Mn)	2,3–3,1
Залізо (Fe)	6,2–8,2	Фосфор (P)	396–444
Натрій (Na)	16,2–19,1	Тіамін (вітамін B <sub>1</sub> )	0,48–0,59
Калій (K)	1046–1233	Рибофлавін (вітамін B <sub>2</sub> )	0,03–0,04
Мідь (Cu)	1,1–1,2	Нікотинова кислота (вітамін B <sub>3</sub> )	0,82–1,04

**Примітка:** \* вміст у перерахунку на суху речовину.

**Таблиця 3.19** – Вміст вуглеводів у соєвій пульпі (O'Toole, 1999)

Речовини	Вміст* [г/100 г]	Речовини	Вміст* [г/100 г]
Стахіоза	0,9–1,4	Сахароза	1,3–2,3
Рафіноза	0,3–0,4	Крохмаль	0,59–0,79

**Примітка:** \* вміст у перерахунку на суху речовину.

З «соевого молока» шляхом ферментування виготовляють йогурт. Для цього використовують комбіновану закваску, що містить *Lactobacillus bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus*. Найкращі органолептичні властивості має йогурт, отриманий із гомогенізованого «соевого молока» з додаванням сахарози (2%) після 6 год ферментування (Favaro Trindade et al., 2001). Науковці також розробили комбінований йогурт (Lin et al., 2024), що виготовляють шляхом ферментування суміші коров'ячого

молока та «соевого молока» з подальшим модифікуванням за допомогою трансглютамінази. Додавання трансглютамінази покращує реологічні властивості, органолептичні показники та стабільність мікроструктури продукту. Порівняно з немодифікованими зразками, в'язкість і когезивність модифікованих зразків йогурту збільшуються, відповідно, на 10% та 100% (Lin et al., 2024). Поєднання коров'ячого молока та «соевого молока» у рецептурі сприяє також покращенню текстури йогурту.

Йогурти на основі «соевого молока» мають більший вміст білків (4,0 г/100 г) та вуглеводів (14,0 г/100), але менший вміст жирів (2,3 г/100 г) порівняно з йогуртами з коров'ячого молока (таблиця 3.20). Через підвищений вміст вуглеводів соевий йогурт має дещо більшу енергетичну цінність (93,3 ккал/100 г) порівняно з традиційним продуктом.

**Таблиця 3.20** – Порівняння поживної та енергетичної цінності йогуртів з коров'ячого молока та «соевого молока» (Marlapati et al., 2024)

Йогурт на основі	Вміст [г/100 г]			Калорійність [ккал/100 г]
	білки	жири	вуглеводи	
Молока коров'ячого	3,6	3,9	9,0	86,0
«Соевого молока»	4,0	2,3	14,0	93,3

Йогурти на основі «соевого молока» мають показник активної кислотності рН 4,8, натомість йогурти з коров'ячого молока – рН 4,2 (таблиця 3.21). Вміст молочної кислоти у йогурті на основі «рослинного молока» (0,8%) дещо менший порівняно з її вмістом у традиційному продукті (0,9%). Індекс білизни «соевого йогурту» також менший (78,5) порівняно з йогуртом на основі коров'ячого молока (86,5).

**Таблиця 3.21** – Порівняння фізико-хімічних показників йогуртів з молока коров'ячого та «соевого молока» (Marlapati et al., 2024)

Йогурт на основі	Активна кислотність рН	Молочна кислота [%]	Індекс білизни
Молока коров'ячого	4,2±0,2	0,9±0,2	86,5±0,9
«Соевого молока»	4,8±0,0	0,8±0,0	78,5±0,1

«Соеве молоко» використовують для приготування заморожених десертів, зокрема морозива. Науковці досліджували вплив вмісту гуарової камеді на фізико-хімічні показники морозива з «соевого молока» та на його поживну цінність (таблиця 3.22).

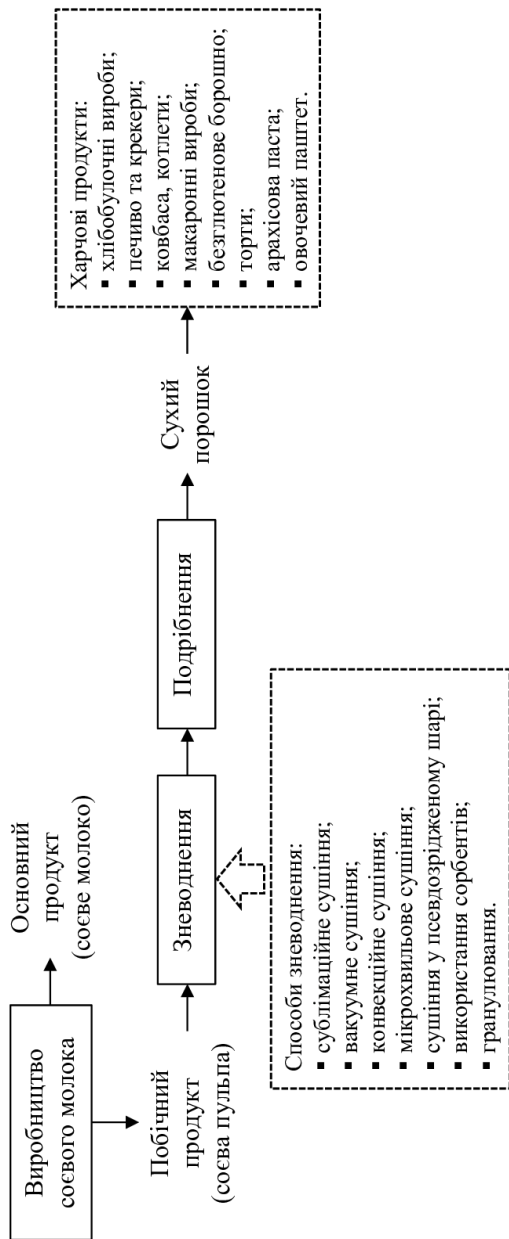


Рисунок 3.5 – Схема способу перероблення соєвої пульпи та її використання (Davy & Viorg, 2020)

Встановлено, що збільшення вмісту гуарової камеді у морозиві з «соевого молока» спричиняло збільшення в'язкості, збитості і твердості продукту, водночас зменшувалося значення швидкості танення. При цьому значення показника рН, вмісту білків, жирів, золи та сухих речовин коливалися в незначних межах. Оцінювання органолептичних показників соєвого морозива продемонструвало, що найвищі бали отримав зразок, у складі якого міститься 0,5% гуарової камеді (Ahsan et al., 2015).

**Таблиця 3.22** – Вплив вмісту гуарової камеді на фізико-хімічні показники морозива з «соевого молока» та його поживну цінність (Ahsan et al., 2015)

Показники	Вміст гуарової камеді у морозиві [%]				
	-	0,3	0,4	0,5	0,6
Активна кислотність рН	7,28	7,29	7,33	7,34	7,37
В'язкість [сП]	1780	3273	3463	4400	4460
Збитість* [%]	39,42	46,89	49,49	57,27	60,85
Швидкість танення** [%]	14,30	14,17	13,48	11,64	10,56
Твердість [Н]	19,0	19,6	19,8	20,5	20,6
Вміст білків [%]	4,06	4,03	4,04	4,02	4,00
Вміст жирів [%]	2,52	2,45	2,63	2,55	2,73
Вміст СР [%]	32,17	32,53	32,56	32,60	32,63
Вміст золи [%]	0,90	0,90	0,90	1,00	1,19

**Примітка:** СР – сухі речовини; \*показник збитості морозива обчислювали за виразом  $ZM = (CM - M) \cdot 100 / M$  (де СМ – маса суміші для морозива [г], М – маса морозива [г]); \*\*швидкість танення морозива визначали за об'ємом рідини, що стікала з 25–30 г зразка морозива, розташованого на ситі з отворами діаметром 2 мм, протягом 10 хв за температури  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Досліджувалися властивості морозива з «соевого молока» також у науковій праці (Atallah & Barakat, 2017). Встановлено, що зі збільшенням вмісту «соевого молока» у складі м'якого морозива спостерігається

збільшення вмісту сухих речовин, жиру, білків та показників рН, збитості морозива та в'язкості суміші для морозива, водночас кислотність і швидкість танення морозива зменшуються (**таблиці 3.23–3.24**) (*Atallah & Barakat, 2017*). Додавання «соевого молока» не впливає на рівень загальної мікрофлори, дріжджів і пліснявих грибів у морозиві. Додавання до рецептури морозива какао (1%) повністю усуває бобовий присмак, а заміна коров'ячого молока «соевим молоком» (до 50%) не спричиняє суттєвих змін органолептичних властивостей, натомість забезпечує збільшення вмісту мінеральних речовин (Na, Ca, Fe) (**таблиця 3.24**). Із зростанням частки «соевого молока» також підвищується загальна кількість фенолів у морозиві (*Atallah & Barakat, 2017*).

**Таблиця 3.23** – Вплив вмісту «соевого молока» на фізико-хімічні показники морозива (*Atallah & Barakat, 2017*)

Показники	Вміст «соевого молока» у морозиві [%]				
	-	18,09	36,68	55,56	73,53
Вміст ЗМ* [%]	73,53	55,56	36,68	18,09	-
Вміст СР** [%]	33,67	34,01	34,10	34,16	34,23
Вміст золи [%]	1,12	1,17	1,23	1,29	1,34
Активна кислотність рН	6,56	6,59	6,62	6,66	6,70
В'язкість [сП]	4158	4831	5122	5561	5989
Збитість [%]	88,94	89,01	89,11	89,25	89,32
Швидкість танення [%]	15,32	15,01	14,64	14,23	13,56

**Примітка:** \*ЗМ – знежирене молоко коров'яче; \*\*СР – сухі речовини; вміст у всіх композиціях морозива: 17% цукру; 4% сухого знежиреного молока; 3% кокосової олії; 2% какао-порошку; 0,3% стабілізатора; 0,25% лецитину; 0,1% ванільного порошку.

«Соеве молоко» в поєднанні з «мигдалевим молоком» використовують для виготовлення сироподібного продукту (**рис. 3.6**) (*Arise et al., 2020*). Після змішування двох видів «рослинного молока» проводять термічне оброблення (кип'ятіння) суміші протягом 15 хв, після чого до неї додають сироватку (ферментована вода з кукурудзяної каші

«Огі») з метою коагулювання білків. Отриману згорнуту масу проціджують через марлеву тканину та пресують для відокремлення сироватки. Після завершення стікання сироватки до сирної маси додають сіль та за допомогою гідравлічного пресу продовжують відокремлення сироватки та формують необхідну форму продукту. Готовий згусток нарізають на шматки необхідного розміру та форми, після чого обсмажують в олії. Готовий сир охолоджують та фасують.

**Таблиця 3.24** – Вплив вмісту «соевого молока» на поживну цінність морозива (Atallah & Barakat, 2017)

Показники	Вміст «соевого молока» у морозиві [%]				
	-	18,09	36,68	55,56	73,53
Вміст білків [%]	4,91	5,11	5,20	5,21	5,26
Вміст жирів [%]	2,99	3,03	3,12	3,21	3,40
Вміст вуглеводів [%]	19,58	19,55	19,52	19,53	19,56
Загальний вміст фенольних сполук [МГ-ЕКВ ГК/100 Г]*	н.в.	45,12	62,64	95,37	115,54
Кальцій (Ca) [МГ/100 МЛ]	0,61	1,20	2,11	2,70	2,99
Магній (Mg) [МГ/100 МЛ]	0,19	0,09	0,06	0,05	0,04
Залізо (Fe) [МГ/100 МЛ]	0,21	0,35	0,46	0,53	0,64
Натрій (Na) [МГ/100 МЛ]	14,12	18,91	19,12	19,92	20,11
Калій (K) [МГ/100 МЛ]	19,51	12,63	12,20	12,00	11,79

**Примітка:** склад композицій морозива див. в таблиці 3.23; \*ГК – галова кислота; н.в. – не виявлено.

Фізико-хімічні показники та поживна цінність сироподібного продукту з «рослинного молока» подані в **таблиці 3.25**. Зменшення частки «соевого молока» у продукті та, відповідно, збільшення «мигдалевого молока», спричиняє збільшення вмісту білків, жирів, клітковини і сухих речовин. Натомість зменшується вміст золи та вуглеводів. Показник активної кислотності рН зі зменшення вмісту «соевого молока» в продукті

збільшується з 6,45 до 6,90. Оцінювання органолептичних показників сироподібного продукту показало, що найкраще співвідношення у продукті рослинних напоїв: «соевого молока» – 700 мл, «мигдалевого молока» – 300 мл (Arise et al., 2020).



**Рисунок 3.6** – Схема способу виготовлення сироподібного продукту з «рослинного молока» (Arise et al., 2020)

Розроблено також спосіб виготовлення напівтвердого «соевого сиру» з відновленого сухого «соевого молока» з використанням комбінованої закваски *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus fermentum* (Chumchuere et al., 2000). Такий «сир» має вміст води 61,5%, білків 21,8% та жирів 2,6%. Спосіб виготовлення «сиру» передбачає відновлення «соевого молока» з сухого продукту (120 г/л) у воді. «Соеве молоко» (12% сухих речовин) пастеризують за температури 63°C протягом 30 хв, охолоджують до температури 37°C і додають культури *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus fermentum* (концентрація 2,5%). Ферментування триває 16 год за температури 37°C до досягнення рН 4,5. Згусток нарізають кубиками (~1 см<sup>3</sup>) та для досягнення незначного ущільнення та затвердіння поміщають на водяну баню за температури 70°C на 1 год. Також можна додавати сульфат кальцію з метою підвищення твердості згустку. Згусток зневоднюють внаслідок витримування у марлевому мішку за температури 4°C протягом 12 год. Також до згустку можна додавати NaCl (2%) для покращення дренажу. Частково зневоднений згусток пресують у формах 12 год з поступовим підвищенням тиску від 0,1 МПа до 0,6 МПа (Chumchuere et al., 2000).

**Таблиця 3.25** – Фізико-хімічні показники та поживна цінність сироподібного продукту з «рослинного молока» (Arise et al., 2020)

Показники	Композиції продукту					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Активна кислотність рН	6,45	6,47	6,65	6,75	6,85	6,90
Вміст СР* [%]	73,55	73,56	74,23	74,64	75,10	75,51
Вміст білків [%]	25,67	26,04	27,00	28,44	29,70	29,97
Вміст жирів [%]	30,58	32,39	33,00	34,51	35,65	36,99
Вміст вуглеводів [%]	14,61	13,10	11,35	8,75	8,56	7,02
Вміст клітковини [%]	0,90	1,20	1,17	1,52	1,83	2,03
Вміст золи [%]	1,79	1,57	1,51	1,42	1,36	1,20

**Примітка:** \*СР – сухі речовини; K1 – 100% «соеве молоко» (СМ); K2 – 90% СМ + 10% «мигдалеве молоко» (ММ); K3 – 80% СМ + 20% ММ; K4 – 70% СМ + 30% ММ; K5 – 60% СМ + 40% ММ; K6 – 50% СМ + 50% ММ.

«Соеве молоко» використовують для виробництва сиру тофу. У цьому випадку «соеве молоко» отримують внаслідок замочування, подрібнення та фільтрування соєвих бобів (*Guan et al., 2021*). Далі «соеве молоко» нагрівають, додають коагулянт для утворення згустку, після чого сформовану масу пресують, отримуючи готовий продукт – тофу. Особливо важливими етапами є замочування та подрібнення бобів, оскільки саме ці операції визначають ефективність вилучення білків з бобів. Замочування змінює структуру сої та полегшує її подрібнення, що сприяє кращому вивільненню білків і підвищенню їх концентрації в готовому продукті. На цей процес впливають такі чинники, як розмір і сорт бобів, якість води, температура, тиск, спосіб і тривалість замочування. Тому правильний вибір умов замочування має вирішальне значення для якості тофу. Одним із важливих етапів у виробництві тофу також є додавання коагулянту, що сприяє утворенню гелеутворюючої білкової мережі. На макрорівні це проявляється у формуванні згустку. Процес коагулювання зумовлений взаємодіями між білками, а також між білками та водою, внаслідок чого соєвий білок агрегується, утворюючи структуру, подібну до бджолиних сот. На цей процес значний вплив мають тип коагулянту та технологічні умови оброблення.

Серед коагулянтів, що використовують у виробництві сиру тофу, виокремлюють три основні групи (*Guan et al., 2021*):

1) сольові коагулянти – до них належать хлорид магнію, хлорид кальцію, сульфат магнію, сульфат кальцію, ацетат кальцію та інші; вони забезпечують стабільне утворення згустку та впливають на текстурні характеристики продукту;

2) кислотні коагулянти – до них належать глюконо-дельта-лактони, молочна, оцтова, янтарна, лимонна, яблучна та винна кислоти; вони забезпечують коагулювання білків завдяки зниженню рН середовища; використання кислотних коагулянтів дозволяє отримати тофу з м'якою структурою;

3) ферментативні коагулянти – ці ферменти походять з тварин, рослин або мікроорганізмів; найбільш вивченими є трансглютаміназа, пепсин, папаїн і бромелайн; вони сприяють формуванню більш пружної та еластичної текстури продукту.

Додавання вуглеводів та інших допоміжних речовин до складу коагулянтів може позитивно впливати на якість тофу, покращуючи структуру згустку, його стійкість та органолептичні характеристики.

Тофу є джерелом білків, вітамінів (А, С, D, Е, К, вітамінів групи В) та мінеральних речовин (кальцій, фосфор, калій, магній, залізо, цинк, марганець, селен і мідь). Тофу багатий на омега-3 жирні кислоти та містить всі необхідні амінокислоти, важливі для збалансованого харчування (*Pal et al., 2019*). Основні фізико-хімічні показники та поживна цінність сиру тофу подані в **таблиці 3.26**.

**Таблиця 3.26** – Фізико-хімічні показники та поживна та поживна цінність сиру тофу\* (*De et al., 2022*)

Вміст води [%]	Вміст золи [%]	Активна кислотність рН	Вміст білків [%]	Вміст жирів [%]	Вміст вуглеводів [%]	Вміст сирової клітковини [%]
61,9	5,6	6,0	39,0	20,0	2,9	6,5

**Примітка:** \* середні значення показників.

«Соеве молоко» може повністю замінити воду у процесі приготування хліба, підвищуючи вміст білків без суттєвого впливу на органолептичні властивості продукту (*Pokuah et al., 2024*). «Соеве молоко» можна використовувати для часткової заміни яєць у складі кондитерських виробів (тіста). Воно забезпечує високу якість виробів – великий об’єм, привабливий колір скоринки та м’якушки, задовільний зовнішній вигляд і текстуру. Заміна яєць (до 75%) не має негативного впливу на основні споживчі характеристики кондитерських виробів. Завдяки своїм функціональним властивостям та високій поживній цінності «соеве молоко» є перспективною альтернативою яйцям і в різних видах хлібобулочних виробів (*Rahmati & Mazaheri Tehrani, 2015*).

У приготуванні тістечок «соеве молоко» можна використовувати для часткової заміни коров’ячого молока. У такому випадку додавання «соевого молока» до складу тістечок позитивно впливає на їх фізичні, реологічні та органолептичні властивості (*Erfanian & Rasti, 2019*). Зокрема, «соеве молоко» забезпечує збільшення питомого об’єму готового виробу та зменшення густини (**таблиця 3.27**), а також досягнення бажаної в’язкості з високою стабільністю емульсії. Зі збільшенням вмісту «соевого молока» збільшується твердість виробів, а втрати вологи при випіканні зменшуються.

Внаслідок використання «соевого молока» спостерігається формування задовільної текстури м’якушки та уповільнюється псування продукту. Результати оцінювання тістечок з різним вмістом «соевого молока» продемонстрували, що найкращі характеристики мають вироби, у яких 50% коров’ячого молока було замінено «соевим молоком» (*Erfanian & Rasti, 2019*). Поживна цінність тістечок з «соевим молоком» як заміником коров’ячого молока подана в **таблиці 3.28**. Зі збільшенням частки «соевого молока» у складі тістечок збільшується вміст білків, жирів, золи та сирової клітковини. Водночас вміст вуглеводів зменшується з 51,12 до 46,57%.

**Таблиця 3.27** – Фізичні показники тістечок (середні значення) з додаванням «соєвого молока» (*Erfanian & Rasti, 2019*)

Композиції тістечок	Питомий об'єм [см <sup>3</sup> /г]	Густина [г/см <sup>3</sup> ]	Твердість [г]	Втрати при випіканні (втрати вологи) [%]
K1	1,57	0,62	384,9	15,1
K2	1,64	0,60	419,5	14,5
K3	1,72	0,59	422,9	13,1
K4	1,77	0,53	461,9	13,4
K5	2,14	0,47	567,3	12,4

**Примітка:** K1 – 100% молоко коров'яче; K2 – 75% молоко коров'яче, 25% «соєве молоко»; K3 – 50% молоко коров'яче, 50% «соєве молоко»; K4 – 25% молоко коров'яче, 75% «соєве молоко»; K5 – 100% «соєве молоко»; вміст у всіх композиціях тістечок: 37% молоко (залежно від композиції), 34% борошно, 19% цукор, 9% маргарин, 1% розпушувач тіста.

**Таблиця 3.28** – Поживна цінність тістечок (середні значення) з додаванням «соєвого молока» (*Erfanian & Rasti, 2019*)

Показники	Модельні композиції тістечок				
	K1	K2	K3	K4	K5
Вміст білків [%]	4,38	4,47	4,61	4,66	5,32
Вміст жирів [%]	6,34	6,46	6,61	6,75	6,91
Вміст вуглеводів [%]	51,12	50,28	49,67	48,63	46,57
Вміст води [%]	36,69	37,31	37,63	38,46	39,69
Вміст золи [%]	1,03	1,03	1,03	1,05	1,05
Вміст сирової клітковини [%]	0,44	0,44	0,45	0,45	0,46

**Примітка:** склад композицій тістечок K1,...,K5 див. в таблиці 3.27.

### Список використаних джерел до розділу 3

Ahsan, S., Zahoor, T., Hussain, M., Khalid, N., Khaliq, A., & Umar, M. (2015). Preparation and quality characterization of soy milk based non-dairy ice cream. *International Journal of Food and Allied Sciences*, 1(1), 25-31.

Arise, A.K., Opaleke, D.O., Salami, K.O., Awolola, G.V., & Akinboro, D.F. (2020). Physico-chemical and sensory properties of a cheese-like product from the blend of soymilk and almond milk. *Agrosearch*, 19(2), 54-63. doi:10.4314/agrosh.v19i2.5.

Atallah, A.A., & Barakat, H. (2017). Preparation of non-dairy soft ice milk with soy milk. *Advances in Dairy Research*, 5(2), 172. doi:10.4172/2329-888X.1000172.

Bagale, S. (2021). Nutrient management for soybean crops. *International Journal of Agronomy*, 2021, 3304634. doi:10.1155/2021/3304634.

Bollegala, B.A.N.T., & Rajapakse, R.P.N.P. (2015). Development of a method to remove beany flavour in ready-to-serve soya drink. *Extended Abstracts of the 1<sup>st</sup> IFSTSL Research Session*, 21-25.

Chen, K.I., Erh, M.H., Su, N.W., Liu, W.-H., Chou, C.C., & Cheng, K.-C. (2012). Soyfoods and soybean products: From traditional use to modern applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 96, 9-22. doi:10.1007/s00253-012-4330-7.

Chumchuere, S., MacDougall, D.B., & Robinson, R.K. (2000). Production and properties of a semi-hard cheese made from soya milk. *International Journal of Food Science and Technology*, 35(6), 577-581. doi:10.1111/j.1365-2621.2000.00414.x.

Davy, P., Kirkman, T., Scarlett, C.J., & Vuong, Q. (2022). Characterisation of a high fibre flour prepared from soy milk by-product and its potential use in white wheat bread. *Foods*, 11(23), 3921. doi:10.3390/foods11233921.

Davy, P., & Vuong, Q.V. (2020). Soy milk by-product: Its composition and utilisation. *Food Reviews International*, 38(1), 147-169. doi:10.1080/87559129.2020.1855191.

De, B., Shrivastav, A., Das, T., & Goswami, T.K. (2022). Physicochemical and nutritional assessment of soy milk and soymilk products and comparative evaluation of their effects on blood gluco-lipid profile. *Applied Food Research*, 2(2), 100146. doi:10.1016/j.afres.2022.100146.

Decloedt, A.I., Van Landschoot, A., Watson, H., Vanderputten, D., & Vanhaecke, L. (2018). Plant-based beverages as good sources of free and glycosidic plant sterols. *Nutrients*, 10(1), 21. doi:10.3390/nu10010021.

Dippong, T., Muresan, L.E., & Senila, L. (2025). Comparison of the thermal behavior and chemical composition of milk powders of animal and plant origin. *Foods*, 14(3), 389. doi:10.3390/foods14030389.

Erfanian, A., & Rasti, B. (2019). Effects of soy milk on physical, rheological, microbiological and sensory properties of cake. *International Food Research Journal*, 26(1), 237-245.

Etiosa, O.R., Chika, N.B., & Benedicta, A. (2017). Mineral and proximate composition of soya bean. *Asian Journal of Physical and Chemical Sciences*, 4(3), 1-6. doi:10.9734/AJOPACS/2017/38530.

Favaro Trindade, C.S., Terzi, S.C., Trugo, L.C., Della Modesta, R.C., & Couri, S. (2001). Development and sensory evaluation of soy milk based yoghurt. *Archivos Latinoamericanos De Nutrición*, 51(1), 100-104.

Fructuoso, I., Romão, B., Han, H., Raposo, A., Ariza-Montes, A., Araya-Castillo, L., & Zandonadi, R.P. (2021). An overview on nutritional aspects of plant-based beverages used as substitutes for cow's milk. *Nutrients*, 13(8), 2650. doi:10.3390/nu13082650.

Giri, S., & Mangaraj, S. (2012). Processing influences on composition and quality attributes of soymilk and its powder. *Food Engineering Reviews*, 4(3), 149-164. doi:10.1007/s12393-012-9053-0.

Giugliano, R., Musolino, N., Ciccotelli, V., Ferraris, C., Savio, V., Vivaldi, B., Ercolini, C., Bianchi, D.M., & Decastelli, L. (2023). Soy, rice and oat drinks: Investigating chemical and biological safety in plant-based milk alternatives. *Nutrients*, 15(10), 2258. doi:0.3390/nu15102258.

Grassini, P., Cafaro La Menza, N., Edreira, J.I.R., Monzón, J.P., Tenorio, F.A., & Specht, J.E. (2021). Soybean. In: V.O. Sadras, D.F. Calderini (eds.). *Crop Physiology Case Histories for Major Crops* (pp. 282-319). Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-819194-1.00008-6.

Graulet, B., & Girard, C.L. (2017). B vitamins in cow milk: Their relevance to human health. In: R.R. Watson, R.J. Collier, V.R. Preedy (eds.). *Dairy in Human Health and Disease Across the Lifespan* (pp. 211-224). Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-809868-4.00015-7.

Guan, X., Zhong, X., Lu, Y., Du, X., Jia, R., Li, H., & Zhang, M. (2021). Changes of soybean protein during tofu processing. *Foods*, 10(7), 1594. doi:10.3390/foods10071594.

Han, H., Choi, J.K., Park, J., Im, H.C., Han, J.H., Huh, M.H., & Lee, Y.B. (2021). Recent innovations in processing technologies for improvement of nutritional quality of soymilk. *CyTA – Journal of Food*, 19(1), 287-303. doi:10.1080/19476337.2021.1893824.

Hati, S., Ningtyas, D.W., Khanuja, J.K., & Prakash, S. (2020).  $\beta$ -Glucosidase from almonds and yoghurt cultures in the biotransformation of isoflavones in soy milk. *Food Bioscience*, 34, 100542. doi:10.1016/j.fbio.2020.100542.

Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E.K. (2016). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), 26-33. doi:10.1007/s11130-016-0583-0.

Jiang, S., Cai, W., & Xu, B. (2013). Food quality improvement of soy milk made from short-time germinated soybeans. *Foods*, 2(2), 198-212. doi:10.3390/foods2020198.

Kale, R.V., Pandhare, G.R., Satwase, A.N., & Goswami, D. (2012). Effect of different concentration of orange juice on quality characteristics of soya milk blended beverage. *Journal of Food Processing & Technology*, 3(2), 140. doi:10.4172/2157-7110.1000140.

Kudelka, W., Kowalska, M., & Popis, M. (2021). Quality of soybean products in terms of essential amino acids composition. *Molecules*, 26(16), 5071. doi:10.3390/molecules26165071.

Lee, J.H., & Choung, M.G. (2011). Comparison of nutritional components in soybean varieties with different geographical origins. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 54, 254-263. doi:10.3839/jksabc.2011.040.

Lin, X., Cao, Z., Zhang, J., Mu, G., & Jiang, S. (2024). Characteristics of the mixed yogurt fermented from cow-soy milk in the presence of transglutaminase. *Foods*, 13(13), 2120. doi:10.3390/foods13132120.

Lv, Y.-C., Song, H.-L., Li, X., Wu, L., & Guo, S.-T. (2011). Influence of blanching and grinding process with hot water on beany and non-beany flavor in soymilk. *Journal of Food Science*, 76, S20-S25. doi:10.1111/j.1750-3841.2010.01947.x.

Marlapati, L., Basha, R.F.S., Navarre, A., Kinchla, A.J., & Nolden, A.A. (2024). Comparison of physical and compositional attributes between commercial plant-based and dairy yogurts. *Foods*, 13(7), 984. doi:10.3390/foods13070984.

Martelli, F., Alinovi, M., Bernini, V., Gatti, M., & Bancalari, E. (2020). *Arthrospira platensis* as natural fermentation booster for milk and soy fermented beverages. *Foods*, 9(3), 350. doi:10.3390/foods9030350.

Medic, J., Atkinson, C. & Hurburgh, C.R. (2014). Current knowledge in soybean composition. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91, 363-384. doi:10.1007/s11746-013-2407-9.

Moore, S.S., Costa, A., Pozza, M., Vamerali, T., Niero, G., Censi, S., & De Marchi, M. (2023). How animal milk and plant-based alternatives diverge in terms of fatty acid, amino acid, and mineral composition. *npj Science of Food*, 7, 50. doi:10.1038/s41538-023-00227-w.

Navicha, W., Hua, Y., Masamba, K.G., Kong, X., & Zhang, C. (2018). Effect of soybean roasting on soymilk sensory properties. *British Food Journal*, 120(12), 2832-2842. doi:10.1108/BFJ-11-2017-0646.

Nilufer-Erdil, D., Serventi, L., Boyacioglu, D., & Vodovotz, Y. (2012). Effect of soy milk powder addition on staling of soy bread. *Food Chemistry*, 131(4), 1132-1139. doi:10.1016/j.foodchem.2011.09.078.

Oliás, R., Delgado-Andrade, C., Padial, M., Marín-Manzano, M.C., & Clemente, A. (2023). An updated review of soy-derived beverages: Nutrition, processing, and bioactivity. *Foods*, 12(14), 2665. doi:10.3390/foods12142665.

O'Toole, D.K. (1999). Characteristics and use of okara, the soybean residue from soy milk production a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(2), 363-371. doi:10.1021/jf9807541.

O'Keefe, S.F., Bianchi, L., & Sharman, J. (2015). Soybean nutrition. *SM Journal of Nutrition and Metabolism*, 1(2), 1006.

Pal, M., Devrani, M., & Ayele, Y. (2019). Tofu: A popular food with high nutritional and health benefits. *Food & Beverages Processing*, 5(4), 54-55.

Peng, X., Yue, Q., Chi, Q., Liu, Y., Tian, T., Dai, S., Yu, A., Wang, S., Wang, H., Tong, X., & Jiang, L. (2023). Microbial diversity and flavor regularity of soy milk fermented using kombucha. *Foods*, 12(4), 884. doi:10.3390/foods12040884.

Pokuah, A.A., Atuna, R.A., Akabanda, F., & Amagloh, F.K. (2024). Enrichment of bread with soymilk using response surface methodology. *Food Chemistry Advances*, 4, 100570. doi:10.1016/j.focha.2023.100570.

Pratap, A., Gupta, S.K., Kumar, J., & Solanki, R.K. (2012). Soybean. In: S. Gupta (eds.). *Technological Innovations in Major World Oil Crops*, Vol. 1 (pp. 293-321). Springer, New York, NY. doi:10.1007/978-1-4614-0356-2\_12.

Rahmati, N.F., & Mazaheri Tehrani, M. (2015). Soy milk as an egg substitute in cake. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 574-582. doi:10.1111/jfpp.12263.

Rodríguez-Roque, M.J., De Ancos, B., Sánchez-Vega, R., Sánchez-Moreno, C., Elez-Martínez, P., & Martín-Belloso, O. (2020). *In vitro* bioaccessibility of isoflavones from a soymilk-based beverage as affected by thermal and non-thermal processing. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 66, 102504. doi:10.1016/j.ifset.2020.102504.

Rodríguez-Roque, M.J., Rojas-Graü, M.A., Elez-Martínez, P., & Martín-Belloso, O. (2014). *In vitro* bioaccessibility of health-related compounds from a blended fruit juice-soymilk beverage: Influence of the food matrix. *Journal of Functional Foods*, 7, 161-169. doi:10.1016/j.jff.2014.01.023.

Saini, A., & Morya, S.A. (2021). Review based study on soymilk: Focuses on production technology, prospects and progress scenario in last decade. *The Pharma Innovation Journal*, 10(5), 486-494.

Qin, P., Wang, T., & Luo, Y. (2022). A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development. *Journal of Agriculture and Food Research*, 7, 100265. doi:10.1016/j.jafr.2021.100265.

Walther, B., Guggisberg, D., Badertscher, R., Egger, L., Portmann, R., Dubois, S., Haldimann, M., Kopf-Bolan, K., Rhyn, P., Zoller, O., Veraguth, R. & Rezzi, S. (2022) Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. *Frontiers in Nutrition*, 9, 988707. doi: 10.3389/fnut.2022.988707.

## 4 «РИСОВЕ МОЛОКО»

## 4.1 Рис та його властивості

Рис (*Oryza sativa* L.), що належить до родини злакових (рід *Oryza*), вживається людиною в їжу майже 5000 років (Zhou et al., 2002). Хімічний склад зерна рису істотно змінюється залежно від умов та способу вирощування, а також сортових особливостей. Крохмаль, білки та жири є основними компонентами рисового зерна, що впливають на його кулінарні та смакові властивості. Необроблений рис називають необрушеним (падді), він потребує обмолочування для споживання людиною. У процесі оброблення рису відокремлюють захисну оболонку, внаслідок чого залишається лише ядро рису – коричневий рис (Carcea, 2021). Коричневий рис містить висівкові шари (6–7% від загальної маси), зародок (2–3%) та ендосперм (близько 90%) (Chen et al., 1998). Основна частина білків, жирів, вітамінів та мінеральних речовин зосереджена в зародку та зовнішніх шарах ендосперму зерна (Roy et al., 2011). Висівкові шари найбагатші на жири (15,0–19,7%) та білки (11,3–14,9%), тоді як ендосперм містить найбільшу кількість крохмалю (Chen et al., 1998). Подальші технологічні операції оброблення рису спрямовані на перетворення зерна на добре шліфований рис з шовковисто-білим відтінком, що характеризується високими кулінарними властивостями. Вміст поживних речовин у коричневому та білому рисі, а також енергетична цінність рису подані в таблиці 4.1. Вуглеводи, зокрема крохмаль, складають близько 80% сухої маси зерна, тоді як вміст білків – до 7%. Білий та коричневий рис є продуктами з низьким вмістом жиру, хоча коричневий рис містить у 4,8 раза більше жирів, ніж білий рис (Carcea, 2021). Коричневий рис також багатший на харчові волокна, мінеральні речовини та вітаміни, зокрема групи В (таблиця 4.2).

Таблиця 4.1 – Поживна та енергетична цінність рису (Carcea, 2021)

Показники	Білий рис	Коричневий рис
Вміст води [г/100 г]	12,0	12,0
Вміст білків [г/100 г]	6,7	7,5
Вміст жирів [г/100 г]	0,4	1,9
Вміст вуглеводів [г/100 г]	80,4	77,4
Вміст крохмалю [г/100 г]	72,9	69,2
Вміст розчинних харчових волокон [г/100 г]	0,08	0,12
Вміст нерозчинних харчових волокон [г/100 г]	0,89	1,80
Калорійність [ккал/100 г]	334	341

**Таблиця 4.2** – Вміст мінеральних речовин та вітамінів у білому та коричневому рисі (на 100 г) (*Carcea, 2021*)

Речовини	Білий рис	Коричневий рис
Натрій (Na) [мг]	5	9
Калій (K) [мг]	92	214
Кальцій (Ca) [мг]	24	32
Магній (Mg) [мг]	20	-
Фосфор (P) [мг]	94	221
Залізо (Fe) [мг]	0,8	1,6
Мідь (Cu) [мг]	0,18	-
Цинк (Zn) [мг]	1,3	-
Селен (Se) [мкг]	10	-
Тіамін (вітамін B <sub>1</sub> ) [мг]	0,11	0,48
Рибофлавін (вітамін B <sub>2</sub> ) [мг]	0,03	0,05
Ніацин (вітамін B <sub>3</sub> ) [мг]	1,3	4,7
Вітамін E [мг]	сліди	0,7

Основним чинником, що визначає кулінарні та смакові властивості рисового зерна, є крохмаль. Крохмаль переважно складається з амілози та амілопектину – полімерів глюкози, що мають однакову хімічну природу, але відрізняються довжиною ланцюгів і ступенем розгалуження (*Bao, 2019*). Амілоза та амілопектин становлять 98–99% сухої маси крохмальних гранул, причому вміст амілози значно варіюється залежно від сорту рису від 0,8 до 37,0% (*Amagliani et al., 2016*). Рисові гранули є найменшими серед крохмальних гранул, що утворюються в рослинах; вони мають розмір 3–8 мкм і нерегулярну багатогранну форму (*Zhou et al., 2002*). Складні гранули (до 150 мкм) утворюють скупчення з 20–60 окремих гранул і заповнюють більшість простору ендосперму.

Стигле зерно рису містить 20 білкових і 2 небілкові амінокислоти ( $\gamma$ -аміноасляна кислота;  $\alpha$ -аміноасляна кислота) (*Kamara et al., 2010*), серед яких вісім є незамінними: лізин, треонін, метіонін, триптофан, фенілаланін, ізолейцин, лейцин і валін (*Yang et al., 2022*). Амінокислотний склад рисового зерна подано в **таблиці 4.3**. У зерні рису серед вільних амінокислот менший вміст мають лізин,  $\gamma$ -аміноасляна кислота, цистеїн, гліцин і метіонін, тоді як відносно більший вміст мають аспарагін, аланін та тирозин (*Kamara et al., 2010*).

Склад жирних кислот залежить від ступеня оброблення рису. Основними жирними кислотами рису є олеїнова, лінолева та пальмітинова кислоти (**таблиця 4.4**). Частка ненасичених жирних кислот становить у коричневому рисі 69,9%, а в необрушеному – 75,3%, тоді як насичених, відповідно, 29,5% та 23,8% (*Albarracín et al., 2019*).

**Таблиця 4.3** – Амінокислотний склад шліфованого рисового зерна  
(*Kamara et al., 2010*)

Амінокислоти	Вміст [мг/100 г СР]	Амінокислоти	Вміст [мг/100 г СР]
Аспарагінова кислота	0,6–0,8	Пролін	1,2–1,7
Глутамінова кислота	1,3–1,9	$\alpha$ -амінобутиратна кислота	0,7–1,1
Аспарагін	1,5–2,6	Тирозин	2,7–2,9
Серин	0,7–1,4	Валін	1,2–1,9
Глутамін	0,5–2,1	Метіонін	0,4–0,6
Гліцин	0,4–0,6	Цистеїн	0,4–0,5
Гістидин	0,7–0,9	Ізолейцин	0,8–0,9
Аргінін	0,8–1,1	Лейцин	1,5–1,9
$\gamma$ -аміномасляна кислота	0,4–0,7	Фенілаланін	0,6–0,7
Треонін	0,5–0,6	Триптофан	0,9
Аланін	1,5–2,9	Лізін	0,4–0,5

**Примітка:** СР – сухі речовини.

**Таблиця 4.4** – Профіль жирних кислот коричневого рису та необрушеного рису (*Albarracín et al., 2019*)

Жирні кислоти	Вміст [г/100 г жирів]	
	коричневий рис	необрушений рис
Міристинова кислота (C14:0)	0,62±0,01	0,48±0,03
Пальмітинова кислота (C16:0)	24,41±1,89	19,99±0,57
Стеаринова кислота (C18:0)	3,38±0,54	2,35±0,13
Олеїнова кислота (C18:1(n-9))	41,83±1,83	42,05±0,94
Лінолева кислота (C18:2(n-6))	25,54±3,04	30,75±0,63
Арахінова кислота (C20:0)	0,77±0,08	0,61±0,04
$\alpha$ -ліноленова кислота (C18:3(n-3))	0,62±0,13	0,89±0,04
Насичені жирні кислоти	29,48±2,48	23,84±0,59
Мононенасичені жирні кислоти	43,76±0,33	43,68±0,82
Поліненасичені жирні кислоти	26,16±3,17	31,64±0,67

Загальний вміст фенольних сполук, флавоноїдів і проантоціанідинів у різних групах рису подано в **таблиці 4.5**. Чорний рис має найбільший вміст фенольних сполук (335,55–465,26 мг-екв ГК/100 г), флавоноїдів

## Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

(334,30–437,90 мг-екв К/100 г) та проантоціанідинів (446,27–768,95 мг-екв К/100 г), що значно перевищує відповідні показники інших груп рису (*Yu et al., 2021*). Червоний рис також вирізняється підвищеним вмістом фенолів, флавоноїдів та проантоціанідинів порівняно з показниками сортів підвидів *Oryza sativa ssp. xian / indica* та *Oryza sativa ssp. geng / japonica*.

**Таблиця 4.5** – Загальний вміст фенольних сполук, флавоноїдів та проантоціанідинів у рисі (*Yu et al., 2021*)

Групи рису	Загальний вміст		
	фенольних сполук [мг-екв ГК/100 г]*	флавоноїдів [мг К/100 г]**	проантоціанідини [мг-екв К/100 г]**
<i>Oryza sativa ssp. xian / indica</i>	36,59–74,35	127,54–177,54	47,36–50,89
<i>Oryza sativa ssp. geng / japonica</i>	61,31–75,76	139,84–143,38	50,90–51,47
Червоний рис	104,08–120,73	179,82–211,34	95,09–101,90
Чорний рис	335,55–465,26	334,30–437,90	446,27–768,95

**Примітка:** \*ГК – галова кислота; \*\* катехін.

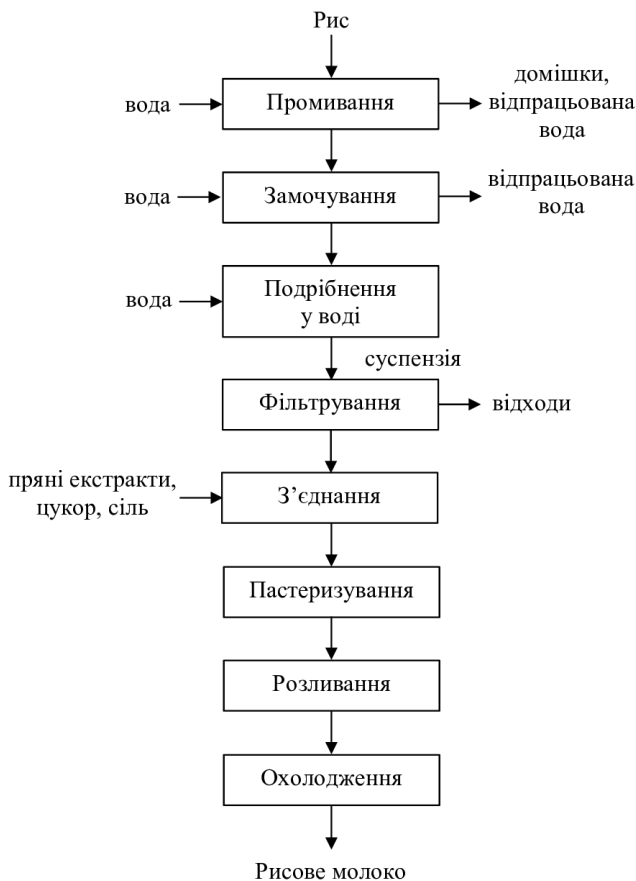
### 4.2 Технологія виготовлення «рисового молока»

«Рисове молоко» виготовляють шляхом змішування рису з водою та подальшого фільтрування, що забезпечує збереження у продукті поживних речовин. Залежно від способу виготовлення, воду додають до сирого або вареного рису (*Zor et al., 2024*).

У науковій праці (*Goonathilaka et al., 2023*) запропоновано спосіб виготовлення «рисового молока» (рис. 4.1), відповідно до якого рис промивають водою та замочують у воді за співвідношення 1:3 (рис : вода) протягом 2 год. Після замочування воду зливають та подрібнюють рис з водою у співвідношенні 1:2 (рис : вода). Отриману суспензію фільтрують та додають пряні екстракти, цукор і сіль. Далі «рисове молоко» пастеризують за температури 80°C протягом 10 хв та розливають гарячим способом у стерилізовані скляні пляшки. Охолоджене «рисове молоко» зберігають за температури 4°C.

Для приготуванняпряного екстракту свіжий імбир висушують за температури 60°C протягом 12 год, після чого подрібнюють до

порошкоподібного стану. Висушений порошок екстрагують 95% етанолом (20 г порошку, 200 мл етанолу) методом Сокслета протягом 6 год. Отриманий екстракт упарюють за температури 80°C до видалення розчинника.



**Рисунок 4.1** – Схема способу виготовлення «рисового молока» з пряними екстрактами

У науковій праці (Da Silva et al., 2023) описано дещо модифікований спосіб виготовлення «рисового молока» та перероблення відходів, відповідно до якого рис (білий, червоний чи чорний) замочують у дистильованій воді у співвідношенні 1:4 (рис : вода) протягом 6 год, після чого воду зливають. Зволожений рис подрібнюють з дистильованою водою (співвідношення 1:3 (рис : вода)) упродовж 3 хв шляхом

інтенсивного змішування. Отриману масу фільтрують, а фільтрат («рисове молоко») перемішують у магнітній мішалці за температури 45°C протягом 30 хв для желатинізування крохмалю. Далі проводять пастеризування напою за температури 65°C упродовж 30 хв і стерилізування в автоклаві за температури 120°C протягом 20 хв. Відходи після фільтрування висушують за температури 60°C протягом 8 год шляхом активного вентилявання.

Застосування стерилізування (120°C протягом 20 хв) рисового напою є неефективним, оскільки внаслідок такого термічного оброблення утворюється тверда желеподібна маса, непридатна для споживання як рідкий продукт. Такий ефект, ймовірно, пов'язаний із повним желатинізуванням крохмалю під час нагрівання, після чого в охолоджену стані відбувається ретроградування – незворотній процес, що не дозволяє повернути структуру у рідкий стан (*Da Silva et al., 2023*). Отже, стерилізування є недоцільним для «рисового молока». Водночас отриманий гель можна використовувати як інгредієнт в інших харчових продуктах, зокрема десертах.

Науковці запропонували спосіб виробництва «рисового молока», що має харчову цінність, подібну до коров'ячого молока, зокрема вміст білків – 3,14%, жирів – 3,28%, клітковини – 0,45%, золи – 0,44%, води – 86,85% та вуглеводів – 5,84%. Відповідно до запропонованого способу готують гідролізат протеїнів рису, використовуючи 4%-ий розчин білків рису з додаванням 0,04–0,40 г ферментів за температури реакції 50°C, після чого проводять інактивування ферментів за температури 80°C протягом 10 хв. Отриманий гідролізат білків змішують з інгредієнтами: желатинізованим рисовим борошном за температури 70°C протягом 5 хв, рисовою олією, цукром та лактатом кальцію. Суміш гомогенізують за частоти 16000 об/хв упродовж 20 хв (*Plengsaengsri et al., 2019*).

Перспективним є використання збагаченої воднем води для приготування «рисового молока», оскільки вона дозволяє підвищити вміст у напої деяких мінеральних речовин, зокрема натрію, магнію, калію, кальцію та селену (*Zor et al., 2024*). Використання збагаченої воднем води також сприяє збільшенню концентрації бажаних ароматичних сполук, не впливаючи при цьому на рівень небажаних запахів. Також у зразках такого «рисового молока» підвищений вміст деяких незамінних амінокислот, зокрема ізолейцину, лейцину та метіоніну (*Zor et al., 2024*).

Спосіб виготовлення пробіотичного «рисового напою» передбачає замочування коричневого рису у воді у співвідношенні 1:3 (рис : вода) протягом 30 хв, після чого воду зливають (**рис. 4.2**). Замочений рис відварюють до готовності, а потім подрібнюють з додаванням води до утворення однорідної рідкої маси («рисового молока»). Отримане «рисове молоко» термічно обробляють (пастеризують) за температури 90°C протягом 20 хв. Далі його охолоджують до температури 37°C і збагачують

натуральним медом (5%). Після цього до суміші вносять закваску АВТ-2 (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium spp.*, *Streptococcus thermophilus*) (5%) та інкубують за температури 37°C протягом 16 год. Після завершення ферментування пробіотичний рисовий напій охолоджують і зберігають за температури 4°C. У базовому варіанті продукт не містить жодних додаткових ароматизаторів чи фруктових добавок, крім меду. Водночас напій можна збагатити корисними речовинами та покращити його органолептичні властивості, додавши «кунжутне молоко» або «гарбузове молоко» (10%), цукор (5%), ванільний або фруктовий ароматизатор (відповідно до рецептури) (Hassan et al., 2012).

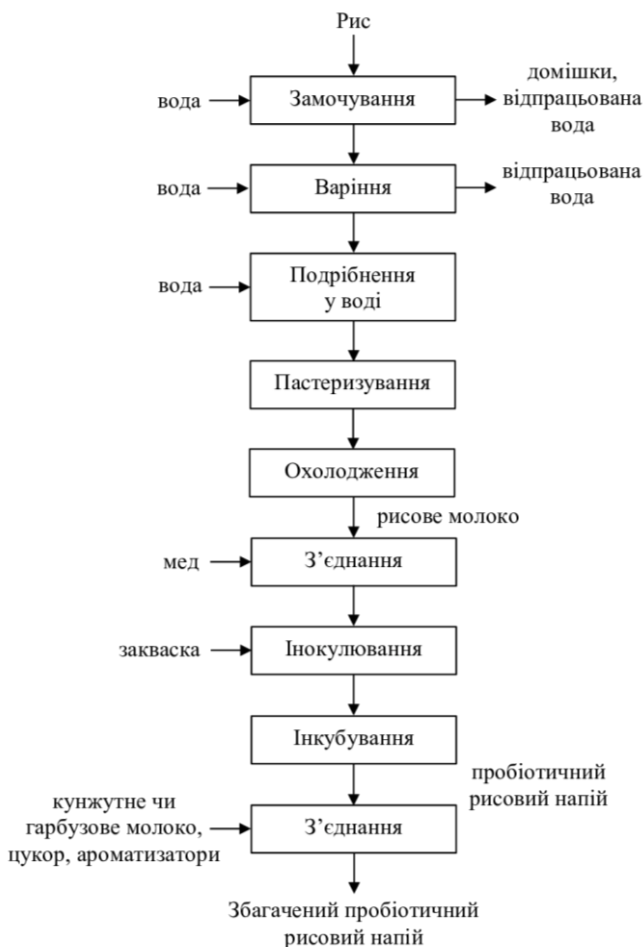
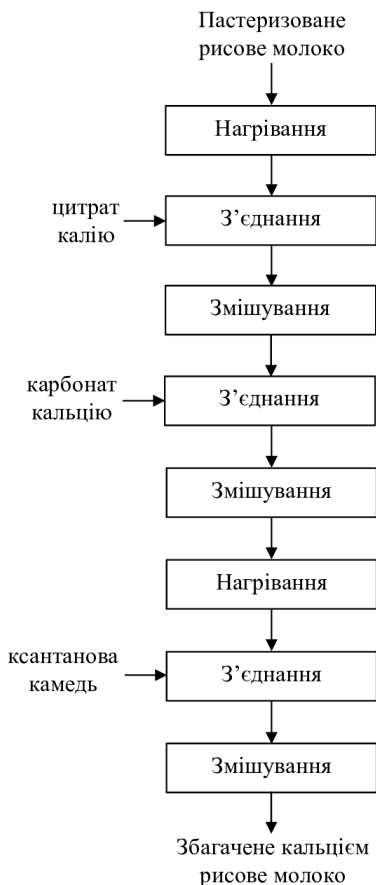


Рисунок 4.2 – Схема способу виготовлення пробіотичного рисового напою (Hassan et al., 2012)

Спосіб виготовлення збагаченого кальцієм «рисового молока» містить послідовні етапи (рис. 4.3), що забезпечують стабільність продукту та задовільні органолептичні властивості. На першому етапі пастеризоване «рисове молоко» підігрівають до температури 50°C. До теплого «рисового молока» додають хелатуючий агент – цитрат калію (0,3%). Після додавання цитрату калію суміш інтенсивно перемішують протягом 10 хв до повної однорідності.



**Рисунок 4.3** – Схема способу виготовлення збагаченого кальцієм «рисового молока» (Padma et al., 2019)

Наступним етапом є збагачення напою кальцієм: до суміші додають карбонат кальцію, що є джерелом кальцію з високим ступенем біодоступності. Суміш знову перемішують упродовж 10 хв для

забезпечення рівномірного розподілу кальцію у рідині. Після цього температуру суміші підвищують до 70°C. На цьому етапі додають стабілізатор – ксантанову камедь (0,03%), що покращує в'язкість напою, стабілізує його структуру та запобігає розшаруванню. Після внесення стабілізатора проводять перемішування протягом 10 хв. Готовий продукт (збагачений кальцієм) розливають у попередньо стерилізовані пляшки. Зберігають готовий напій за температури 5°C (Padma et al., 2019).

Рисові висівки також є сировиною для виробництва «рисового молока». Вони є джерелом біоактивних фітохімічних речовин, таких як γ-оризанол, токофероли та токотрієноли, що мають корисні для здоров'я людини властивості та антиоксидантну активність (Issara & Rawdkuen, 2014). Для приготування напою рисові висівки спочатку висушують за температури 60°C протягом 8 год (рис. 4.4).

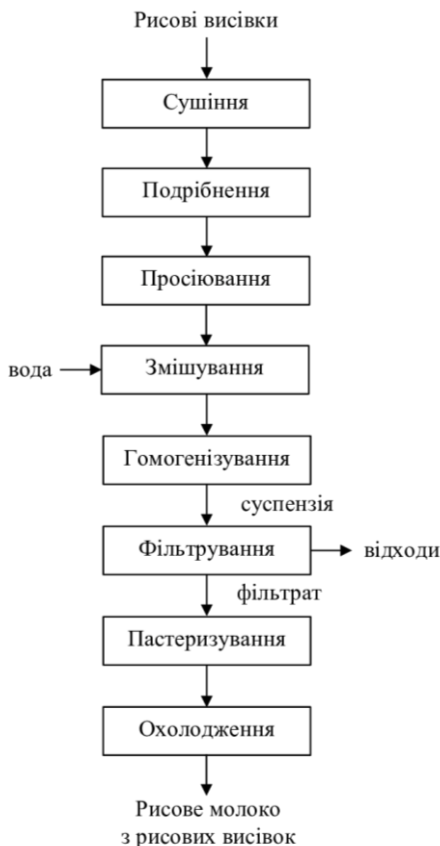


Рисунок 4.4 – Схема способу виготовлення «рисового молока» з рисових висівок (Faccin et al., 2009; Issara & Rawdkuen, 2014)

Після висушування сировину подрібнюють, а потім просіюють для отримання однорідної фракції. Змішують рисові висівки з водою 1:5–15 (маса/об'єм). Отриману суміш гомогенізують за допомогою колоїдного млина зі швидкістю 3000 об/хв протягом 15 хв. Суспензію фільтрують тричі через тканинний фільтр. Отриманий фільтрат пастеризують за температури 72°C протягом 15 с. Після теплового оброблення напій охолоджують. До пастеризованого напою можна додавати натуральні ароматизатори та сукралозу для покращення органолептичних властивостей (Faccin et al., 2009).

### 4.3 Властивості та хімічний склад «рисового молока»

Серед усіх рослинних альтернатив коров'ячого молока саме «рисове молоко» вважають найменш алергенним (Plengsaengsri et al., 2019). Порівняно з коров'ячим молоком, «рисове молоко» містить менше білків (0,1–0,8 г/100 мл), кальцію та вітамінів, однак має більший вміст вуглеводів (9,4–14,2 г/100 мл) (таблиця 4.6). Рисовий напій із коричневого рису містить у 2–3 рази більше мінеральних речовин і вітамінів порівняно з напоєм з білого рису, а також має менше значення глікемічного індексу (Zor et al., 2024). Вміст золи у «рисовому молоці» коливається в межах 0,10–0,14 г/100 г (Jeske et al., 2016), а сухих речовин – 12,31% (Moore et al., 2023). «Рисове молоко» містить клітковину у кількості 0,3 г/100 г (Giugliano et al., 2023).

**Таблиця 4.6** – Порівняння поживних речовин у коров'ячому молоці та «рисовому молоці» (Vitoria, 2017)

Продукти	Вміст [г/100 мл]			Калорійність [ккал/100 мл]
	білки	жири	вуглеводи	
Молоко коров'яче	3,2	3,5–4,0	4,5–5,0	60–70
«Рисове молоко»	0,1–0,8	0,8–2,0	9,4–14,2	47–68

Коров'яче молоко містить значно більшу кількість насичених жирних кислот (72,10 г/100 г), тоді як у «рисовому молоці» переважають ненасичені жирні кислоти (85,81 г/100 г) (таблиця 4.7). У «рисовому молоці» виявлено високий вміст мононенасичених жирних кислот (49,09 г/100 г), що майже вдвічі більше, ніж у коров'ячому молоці (24,33 г/100 г). Особливо варто відзначити олеїнову кислоту, вміст якої у «рисовому молоці» становить 45,74 г/100 г, тоді як у коров'ячому молоці – лише 19,53 г/100 г.

Також у «рисовому молоці» значно більше поліненасичених жирних кислот (16,14 г/100 г), ніж у коров'ячому молоці (3,30 г/100 г). Основною з них у «рисовому молоці» є ліолева кислота (15,68 г/100 г), вміст якої майже у 6,6 раза перевищує її вміст у коров'ячому молоці (2,37 г/100 г). Загальний вміст ненасичених жирних кислот у «рисовому молоці» становить 85,81 г/100 г, що втричі перевищує відповідний показник для коров'ячого молока (27,71 г/100 г) (Moore et al., 2023).

**Таблиця 4.7** – Порівняння складу жирних кислот у коров'ячому молоці та «рисовому молоці» (Moore et al., 2023)

Жирні кислоти	Вміст [г/100 г загальної кількості жирних кислот]	
	молоко коров'яче	«рисове молоко»
Міристинова кислота (C14:0)	12,55	0,26
Пентадеканова кислота (C15:0)	0,65	0,05
Пальмітинова кислота (C16:0)	34,53	8,51
Пальмітолеїнова кислота (C16:1(n-7))	0,94	0,18
Маргарінова кислота (C17:0)	0,60	0,06
Стеаринова кислота (C18:0)	9,40	2,77
Вакценова кислота (C18:1(n-7))	1,93	0,88
Олеїнова кислота (C18:1(n-9))	19,53	45,74
Ліолева кислота (C18:2(n-6))	2,37	15,68
$\alpha$ -ліноленова кислота (C18:3(n-3))	0,49	0,37
Нонадеценева кислота (C19:1)	0,16	0,27
Арахінова кислота (C20:0)	0,19	0,37
Гадолейнова кислота (C20:1(n-9)) та 13-ейкозенова кислота (C20:1(n-7))	0,00	0,44
Бегенова кислота (C22:0)	0,11	0,62
Лігноцерінова кислота (C24:0)	0,00	0,40
Насичені жирні кислоти	72,10	14,19
Мононенасичені жирні кислоти	24,33	49,09
Поліненасичені жирні кислоти	3,30	16,14
Ненасичені жирні кислоти	27,71	85,81

Коров'яче молоко та «рисове молоко» суттєво відрізняються за вмістом вуглеводів (таблиця 4.8). Основним вуглеводом у складі коров'ячого молока є лактоза, вміст якої коливається від 49,9 до 50,6 г/кг. На відміну від коров'ячого молока, «рисове молоко» не містить лактози, що робить його придатним для осіб з її непереносимістю. Натомість у ньому містяться глюкоза (6,7–42,5 г/кг), фруктоза (0,1–1,8 г/кг) та сахароза

(0,2–10,1 г/кг). Також у «рисовому молоці» є крохмаль у кількості від 8,4 до 31,2 г/кг. Зважаючи на склад цукрів, коров'яче молоко та «рисове молоко» мають різний глікемічний індекс. Для коров'ячого молока він становить 46,93, натомість «рисове молоко» має високий глікемічний індекс (97,74–99,96).

**Таблиця 4.8** – Порівняння складу цукрів у коров'ячому молоці та «рисовому молоці» [г/кг] та їхній глікемічний індекс (ГІ)

Показники	Молоко коров'яче	«Рисове молоко»
Вміст глюкози	0,1 <sup>a</sup>	6,7–42,5 <sup>a</sup>
Вміст фруктози	н.в. <sup>a</sup>	0,1–1,8 <sup>a</sup>
Вміст сахарози	н.в. <sup>a</sup>	0,2–10,1 <sup>a</sup>
Вміст лактози	49,9–50,6 <sup>a</sup>	н.в. <sup>a</sup>
Вміст крохмалю	н.в. <sup>a</sup>	8,4–31,2 <sup>a</sup>
ГІ	46,93 <sup>b</sup>	97,74–99,96 <sup>b</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>дані (Walther et al., 2022); <sup>b</sup>дані (Jeske et al., 2016).

У коров'ячому молоці порівняно з «рисовим молоком» більший вміст вітамінів групи В (**таблиця 4.9**). Найбільша розбіжність у вмісті вітаміну В<sub>2</sub>, його вміст у коров'ячому молоці – 107,9–108,7 мкг/100 г, а в рисовому напої – лише 0,8–1,6 мкг/100 г. Водночас рівень вітаміну В<sub>3</sub> у цих продуктах майже не відрізняється: у коров'ячому молоці – 124,9–139,9 мкг/100 г; у «рисовому молоці» – 115,5–153,8 мкг/100 г. Фолієва кислота виявлена в обох продуктах у подібних кількостях: у коров'ячому молоці – 1,2–5,2 мкг/100 г; у «рисовому молоці» – 1,2–2,0 мкг/100 г. Вміст пантотенової кислоти в коров'ячому молоці коливається в межах 329,8–386,1 мкг/100 г, що значно перевищує її вміст у «рисовому молоці» – 96,2–187,9 мкг/100 г. Суттєву перевагу «рисове молоко» має за вмістом вітаміну Е. Також у «рисовому молоці» більший вміст ретинолу (вітаміну А) (63,0 мкг/100 г), порівняно з вмістом у коров'ячому молоці (31,0 мкг/100 г). Вміст вітаміну К<sub>1</sub> майже не відрізняється в обох продуктах, натомість вміст холіну значно більший у коров'ячому молоці.

У коров'ячому молоці вміст більшості мінеральних речовин є більшим порівняно з рисовим напоєм, зокрема більше калію, фосфору, цинку, селену, сірки та йоду (**таблиця 4.10**). Вміст магнію у «рисовому молоці» коливається в діапазоні 3,0–10,0 мг/100 г, однак його найбільше значення збігається із вмістом у коров'ячому молоці. Вміст заліза в «рисовому молоці» (0,20–0,96 мг/100 г) перевищує його вміст у коров'ячому молоці (0,07–0,08 мг/100 г). Вміст хлору в коров'ячому молоці – 98,0 мг/100 г, а в рисовому – 14,0–96,0 мг/100 г.

**Таблиця 4.9** – Порівняння вмісту вітамінів у коров'ячому молоці та «рисовому молоці»

Вітаміни	Молоко коров'яче	«Рисове молоко»
Вітамін В <sub>1</sub> [мкг/100 г]	11,7–12,0 <sup>a</sup>	3,1–10,2 <sup>a</sup>
Вітамін В <sub>2</sub> [мкг/100 г]	107,9–108,7 <sup>a</sup>	0,8–1,6 <sup>a</sup>
Вітамін В <sub>3</sub> [мкг/100 г]	124,9–139,9 <sup>a</sup>	115,5–153,8 <sup>a</sup>
Вітамін В <sub>6</sub> [мкг/100 г]	18,1–22,1 <sup>a</sup>	2,8–5,4 <sup>a</sup>
Біотин [мкг/100 г]	1,5–2,0 <sup>a</sup>	0,2–0,4 <sup>a</sup>
Пантотенова кислота [мкг/100 г]	329,8–386,1 <sup>a</sup>	96,2–187,9 <sup>a</sup>
Фолієва кислота [мкг/100 г]	1,2–5,2 <sup>a</sup>	1,2–2,0 <sup>a</sup>
Вітамін Е [мкг/100 г]	85,1–93,1 <sup>a</sup>	382,6–558,2 <sup>a</sup>
Вітамін К <sub>1</sub> [мкг/100 г]	0,1–0,2 <sup>a</sup>	0,0–0,1 <sup>a</sup>
Холін [мг/100 г]	17,8 <sup>b</sup>	2,1 <sup>b</sup>
Ретинол (вітамін А) [мкг/100 г]	31,0 <sup>b</sup>	63,0 <sup>b</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>дані (Walther et al., 2022); <sup>b</sup>дані (Giugliano et al., 2023).

**Таблиця 4.10** – Порівняння вмісту мінеральних речовин у коров'ячому молоці та «рисовому молоці»

Мінеральні речовини	Молоко коров'яче	«Рисове молоко»
Фосфор (P) [мг/100 г]	119,0–121,0 <sup>a</sup>	55,91–56,86 <sup>a</sup>
Натрій (Na) [мг/100 г]	41,0–58,0 <sup>a</sup>	39,20–40,59 <sup>a</sup>
Манган (Mn) [мг/100 г]	н.в. <sup>b</sup>	0,00–0,04 <sup>b</sup>
Магній (Mg) [мг/100 г]	10,0 <sup>b</sup>	3,0–10,0 <sup>b</sup>
Калій (K) [мг/100 г]	152,0–181,0 <sup>a</sup>	26,34–27,00 <sup>a</sup>
Залізо (Fe) [мг/100 г]	0,07–0,08 <sup>a</sup>	0,20–0,96 <sup>a</sup>
Кальцій (Ca) [мг/100 г]	122,0–134,0 <sup>a</sup>	118,0–121,35 <sup>a</sup>
Цинк (Zn) [мг/100 г]	0,34–0,35 <sup>b</sup>	0,04–0,07 <sup>b</sup>
Селен (Se) [мкг/100 г]	1,35–1,89 <sup>b</sup>	0,05–0,11 <sup>b</sup>
Сірка (S) [мг/100 г]	30,0–31,0 <sup>b</sup>	3,0–5,0 <sup>b</sup>
Йод (I) [мкг/100 г]	8,18–14,96 <sup>b</sup>	0,03–3,94 <sup>b</sup>
Хлор (Cl) [мг/100 г]	98,0 <sup>b</sup>	14,0–96,0 <sup>b</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>дані (Paul et al., 2019); <sup>b</sup>дані (Walther et al., 2022).

Порівняно з «рисовим молоком», коров'яче молоко вирізняється більшим вмістом амінокислот, зокрема глутамінової та аспарагінової кислот, а також аргініну, проліну, гліцину, серину, тирозину та аланіну (**таблиця 4.11**). Необхідно зазначити, що дані різних авторів щодо вмісту амінокислот у «рисовому молоці» та коров'ячому молоці значно відрізняються. Такі розбіжності можуть бути зумовлені не лише

методологічними відмінностями, але й специфікою сировини, умовами виробництва або збагачення «рисового молока» добавками.

**Таблиця 4.11** – Порівняння амінокислотного складу коров'ячого молока та «рисового молока»

Амінокислоти	Вміст [мг/100 г]	
	молоко коров'яче	«рисове молоко»
Гістидин	15,00–26,00 <sup>a</sup> 86,95 <sup>b</sup>	186,6–206,6 <sup>a</sup> 3,94 <sup>b</sup>
Аргінін	93,53 <sup>b</sup>	5,40 <sup>b</sup>
Серин	159,31 <sup>b</sup>	4,87 <sup>b</sup>
Гліцин	51,58 <sup>b</sup>	5,03 <sup>b</sup>
Аспарагінова кислота	255,37 <sup>b</sup>	8,15 <sup>b</sup>
Глутамінова кислота	776,09 <sup>b</sup>	18,71 <sup>b</sup>
Треонін	23,0–41,00 <sup>a</sup> 129,06 <sup>b</sup>	194,0–226,6 <sup>a</sup> 2,57 <sup>b</sup>
Аланін	100,39 <sup>b</sup>	2,73 <sup>b</sup>
Пролін	273,84 <sup>b</sup>	0,94 <sup>b</sup>
Лізин	49,0–96,0 <sup>a</sup> 324,31 <sup>b</sup>	118,4–179,4 <sup>a</sup> 3,00 <sup>b</sup>
Метіонін	17,0–27,0 <sup>a</sup> 58,79 <sup>b</sup>	155,6–168,9 <sup>a</sup> 0,50 <sup>b</sup>
Тирозин	130,40 <sup>b</sup>	0,40 <sup>b</sup>
Валін	33,0–53,0 <sup>a</sup> 168,98 <sup>b</sup>	306,2–375,2 <sup>a</sup> 1,70 <sup>b</sup>
Цистеїн	13,02 <sup>b</sup>	2,52 <sup>b</sup>
Ізолейцин	25,00–62,00 <sup>a</sup> 136,91 <sup>b</sup>	232,1–275,8 <sup>a</sup> 1,60 <sup>b</sup>
Лейцин	90,00–108,0 <sup>a</sup> 278,32 <sup>b</sup>	496,9–585,2 <sup>a</sup> 4,20 <sup>b</sup>
Фенілаланін	38,0–56,0 <sup>a</sup> 6,38 <sup>b</sup>	393,3–448,5 <sup>a</sup> 2,48 <sup>b</sup>
Триптофан	н.в. <sup>a</sup> 48,11 <sup>b</sup>	н.в. <sup>a</sup> 1,6 <sup>b</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>дані (Paul et al., 2019); <sup>b</sup>дані (Moore et al., 2023).

Фізичні характеристики коров'ячого молока та «рисового молока» помітно відрізняються (таблиця 4.12), що зумовлює різницю в їхній текстурі та зовнішньому вигляді. В'язкість коров'ячого молока становить 3,15 мПа·с, що більше, ніж у «рисового молока» – 2,21–2,77 мПа·с. Індекс білизни коров'ячого молока (81,89) більший, ніж у рисового напою (63,47–66,49), що вказує на візуально більш насичений білий колір у тваринного

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

продукту. У коров'ячому молоці висота осаду значно менша (0,60 мм), ніж у рисовому напої, де значення варіюються в межах 0,36–2,15 мм. Це може свідчити про більшу схильність рослинного напою до розшарування або осадження частинок під час зберігання.

**Таблиця 4.12** – Порівняння фізичних властивостей коров'ячого молока та «рисового молока» (Jeske et al., 2016)

Продукти	В'язкість [мПа·с]	Індекс білизни <i>WI</i>	Висота осаду [мм]
Молоко коров'яче	3,15	81,89	0,60
«Рисове молоко»	2,21–2,77	63,47–66,49	0,36–2,15

**Примітка:** висоту осаду визначали шляхом центрифугування продукту за параметрів: 1000 об/хв протягом 30 хв, потім 3000 об/хв протягом 60 хв за температури 24°C (Jeske et al., 2016).

У таблиці 4.13 подано характеристику відходів виробництва «рисового молока», виготовленого з білого, червоного та чорного рису. Відходи, отримані після фільтрування «рослинного молока», сушать за температури 60°C протягом 8 год. Відходи перероблення червоного рису мають більший вміст білків, жирів та води, натомість найменше вуглеводів. Найбільший вміст золи у відходах чорного рису. Активна кислотність відходів з рису різного типу коливається в межах рН 5,93–6,20, а показник активності води відходів з червоного рису більший, ніж удвічі від показників відходів з білого та чорного рису. Найбільше значення титрованої кислотності мають відходи з чорного рису.

**Таблиця 4.13** – Характеристика відходів виробництва «рисового молока» (Da Silva et al., 2023)

Показники	Тип використаного рису при виробництві напою		
	білий	чорний	червоний
Вміст білків [%]	7,56	10,75	12,39
Вміст жирів [%]	0,45	1,81	2,05
Вміст вуглеводів [%]	87,43	84,12	76,73
Вміст води [%]	4,11	2,13	7,85
Вміст золи [%]	0,45	1,19	0,99
Активність води $a_w$	0,248	0,195	0,527
Активна кислотність рН	5,93	6,20	6,11
Титрована кислотність* [%]	1,65	3,98	2,61

**Примітка:** \* у перерахунку на лимонну кислоту.

У таблиці 4.14 подано характеристику «рисового молока», що виготовлене з рисових висівок з додаванням натуральних ароматизаторів за схемою на рис. 4.4. «Рисове молоко» з какао має більший вміст сухих речовин, білків, жирів, вуглеводів та золи порівняно з напоєм з натуральним полуничним ароматизатором. Активна кислотність напоїв однакова, а титрована – незначно відрізняється. Загалом, рисовий напій із ароматом какао характеризується більш насиченим складом.

Вміст жирних кислот та амінокислот у рисових висівках та напоях з рисових висівок подано в таблицях 4.15 та 4.16. Склад жирних кислот у рисових висівках та «рисовому молоці», отриманому з них, виявився практично однаковим. Найбільший вміст як у рисових висівках, так і в «рисовому молоці» мають олеїнова, лінолева та пальмітинова кислоти. Сумарний вміст насичених жирних кислот у висівках становить 23,7% і у «молоці» – 23,8%, вміст мононенасичених жирних кислот в сировині та продукті однаковий (43,9%), а поліненасичених жирних кислот у рисових висівках – 32,4% та «рисовому молоці» – 32,3%. Отже, «рисове молоко» повністю зберігає жирнокислотний склад сировини.

У «рисовому молоці», порівняно з рисовими висівками, значно менший вміст усіх амінокислот (таблиця 4.16). У рисових висівках найбільший вміст мають глутамінова кислота (2258,8 мг/100 г), лейцин (1473,2 мг/100 г), аспарагінова кислота (1419,3 мг/100 г), аланін (1233,7 мг/100 г), аргінін (1242,7 мг/100 г) та гліцин (946,9 мг/100 г). Ці значення в десятки разів перевищують аналогічні показники для «рисового молока». Значне зменшення вмісту амінокислот в напої, порівняно з сировиною, є результатом перероблення висівок, під час якого відбувається втрата білкових компонентів. Хоча рисові висівки є повноцінним джерелом незамінних амінокислот, їх кількість у «рисовому молоці» істотно зменшується.

**Таблиця 4.14** – Характеристика відходів виробництва «рисового молока» (Faccin et al., 2009)

Показники	«Рисове молоко» з натуральним ароматизатором	
	какао	полуниця
Вміст СР [г/л]	94,6±0,2	88,4±3,0
Активна кислотність рН	6,3±0,1	6,3±0,2
Титрована кислотність [моль/л]	16,0±0,4	15,0±0,8
Вміст білків [г/л]	11,5±0,2	9,1±0,0
Вміст жирів [г/л]	28,8±0,2	27,6±0,1
Вміст вуглеводів [г/л]	11,1±0,0	10,4±0,1
Вміст золи [г/л]	43,2	41,3

**Примітка:** СР – сухі речовини.

**Таблиця 4.15** – Порівняння складу жирних кислот у рисових висівках та «рисовому молоці» з них (Faccin et al., 2009)

Жирні кислоти	Вміст у продукті [%]	
	рисові висівки	«рисове молоко»
Міристинова кислота (C14:0)	0,3	0,3
Пальмітинова кислота (C16:0)	20,3	20,3
Пальмітолеїнова кислота (C16:1(n-7))	0,2	0,2
Стеаринова кислота (C18:0)	2,0	2,0
Олеїнова кислота (C18:1(n-9))	43,7	43,7
Лінолева кислота (C18:2(n-6))	30,9	30,8
$\alpha$ -ліноленова кислота (C18:3(n-3))	1,5	1,5
Арахінова кислота (C20:0)	0,7	0,7
Інші жирні кислоти	0,4	0,5
Насичені жирні кислоти	23,7	23,8
Мононенасичені жирні кислоти	43,9	43,9
Поліненасичені жирні кислоти	32,4	32,3

**Таблиця 4.16** – Порівняння складу амінокислот у рисових висівках та «рисовому молоці» з них (Faccin et al., 2009)

Амінокислоти	Вміст у продукті	
	рисові висівки [мг/100 г]	«рисове молоко» [мг/100 мл]
Аспарагінова кислота	1419,3	98,3
Треонін	646,6	48,1
Серин	789,9	55,3
Глутамінова кислота	2258,8	148,8
Пролін	651,3	74,9
Гліцин	946,9	63,1
Аланін	1233,7	85,4
Цистин	123,9	2,8
Валін	894,2	43,6
Метіонін	143,6	9,1
Ізолейцин	698,9	28,5
Лейцин	1473,2	64,8
Тирозин	596,8	29,7
Фенілаланін	954,2	36,5
Лізин	1010,5	18,4
Гістидин	523,2	9,2
Аргінін	1242,7	22,7

Фізико-хімічні показники «рисового молока», що приготовлене з різним співвідношенням між рисовими висівками та водою, подані в таблиці 4.17. Зі зменшенням концентрації рисових висівок у воді простежується зменшення вмісту білків, жирів, вуглеводів, золи та клітковини у готових напоях, водночас вміст води у напоях збільшується. Активна кислотність напоїв змінюється зі збільшенням вмісту води незначно, наближаючись до нейтрального середовища. В'язкість напоїв суттєво зменшується зі зменшенням кількості висівок у продукті.

**Таблиця 4.17** – Фізико-хімічні показники рисових висівок та напоїв із них (*Issara & Rawdkuen, 2014*)

Показники	Рисові висівки	Співвідношення рисових висівок та води		
		1:5	1:10	1:15
Вміст білків [г/100 г]	12,75±0,02	1,82±0,03	0,57±0,05	0,19±0,06
Вміст жирів [г/100 г]	21,48±0,02	1,79±0,09	1,60±0,37	1,08±0,09
Вміст вуглеводів [г/100 г]	48,44±0,44	8,89±0,50	8,13±0,54	6,82±0,10
Вміст золи [г/100 г]	9,18±0,02	1,41±0,00	0,68±0,15	0,44±0,04
Вміст води [г/100 г]	4,21±0,02	86,09±1,86	89,02±1,59	91,47±2,11
Вміст клітковини [г/100 г]	8,14±0,03	2,92±0,13	0,95±0,21	0,62±0,14
Активна кислотність рН	-	6,77±0,01	6,89±0,01	6,97±0,02
В'язкість [сП]	-	141,97±0,74	6,63±0,29	3,05±0,06

#### 4.4 Використання «рисового молока»

Змішування «рисового молока» з коров'ячим молоком у співвідношенні 1:1 дозволяє отримати комбінований напій з високими органолептичними властивостями (*Abou-Dobara et al., 2016*). Фізико-хімічні показники та поживна цінність комбінованих напоїв з різним вмістом коров'ячого молока та «рисового молока» представлені в таблиці 4.18. Зі збільшенням вмісту «рисового молока» у складі комбінованого

напою спостерігається зменшення значень титрованої кислотності та збільшення значення рН (від 6,64 до 6,75), що свідчить про зменшення кислотності. Вміст сухих речовин, білків, жирів і золи у напоях зменшується зі збільшенням у рецептурі частки «рисового молока», що пов'язано з меншою поживною цінністю рослинного компонента порівняно з коров'ячим молоком.

**Таблиця 4.18** – Фізико-хімічні показники та поживна цінність комбінованих напоїв (Abou-Dobara et al., 2016)

Показники	Композиції напою				
	K1	K2	K3	K4	K5
Титрована кислотність* [%]	0,16	0,12	0,15	0,13	0,12
Активна кислотність рН	6,64	6,75	6,67	6,69	6,72
Вміст СР** [%]	12,62	12,30	12,55	12,49	12,38
Вміст золи [%]	0,76	0,39	0,68	0,55	0,46
Вміст білків [%]	3,65	1,62	3,22	2,70	2,15
Вміст жирів [%]	3,60	0,30	2,80	2,10	1,10

**Примітка:** \* титрована кислотність у перерахунку на молочну кислоту; СР – сухі речовини; K1 – 100% коров'яче молоко; K2 – 100% «рисове молоко»; K3 – 75% коров'яче молоко + 25% «рисове молоко»; K4 – 50% коров'яче молоко + 50% «рисове молоко»; K5 – 25% коров'яче молоко + 75% «рисове молоко».

Розроблені пробіотичні напої на основі «рисового молока» з різною фруктовю сировиною, зокрема з додаванням фруктових пюре манго та папаї (Atwaa et al., 2019). Під час виготовлення «рисове молоко» збагачують глюкозо-фруктозним сиропом (1,5%) перед внесенням закваски. Суміш «рисового молока» з сиропом термічно обробляють за температури 90°C протягом 20 хв, після чого охолоджують до температури 37°C. Далі вносять закваски АВТ-5 (5%), що містить *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* та *Bifidobacterium bifidum* BB-12, та інкубують за температури 37°C протягом 16 год до досягнення значення рН 4,6. Після завершення ферментування напій охолоджують та додають пастеризоване пюре манго чи папаї. Отриманий ферментований рисовий напій з фруктовим смаком зберігають за температури 4°C.

У цих напоях вміст сухих речовин, жирів, золи та фенольних сполук більший, ніж у рисовому напої без фруктових добавок (таблиця 4.19). Додавання пюре манго сприяє збільшенню вмісту харчових волокон у напоях, тоді як пюре папаї, навпаки, знижує їх вміст. Збільшення частки фруктового пюре у складі напоїв спричиняє також збільшення значення загальної кислотності та зменшення рН (таблиця 4.20) (Atwaa et al., 2019).

**Таблиця 4.19** – Поживна цінність композицій пробіотичних рисових напоїв з фруктовим пюре (Atwaa et al., 2019)

Показники	Композиції напою				
	K1	K2	K3	K4	K5
Вміст білків [%]	2,54	2,30	2,18	2,40	2,45
Вміст жирів [%]	0,68	0,70	0,72	0,74	0,78
Вміст клітковини [%]	1,74	1,86	1,98	1,62	1,54
Вміст золи [%]	0,75	0,82	0,88	0,78	0,82
Вміст СР [%]	13,32	14,04	15,18	13,54	13,72
Загальний вміст фенолів [мг/100 г]	97,55	220,16	380,52	170,20	250,60

**Примітка:** СР – сухі речовини; композиції напою: K1 – пробіотичний рисовий напій; K2 – пробіотичний рисовий напій з 10% пюре манго; K3 – пробіотичний рисовий напій з 20% пюре манго; K4 – пробіотичний рисовий напій з 10% пюре папая; K5 – пробіотичний рисовий напій з 20% пюре папая.

**Таблиця 4.20** – Хімічні показники композицій пробіотичних рисових напоїв з фруктовим пюре (Atwaa et al., 2019)

Показники	Композиції напою				
	K1	K2	K3	K4	K5
Активна кислотність рН	4,60	4,32	4,14	4,46	4,42
Загальна кислотність* [%]	0,40	0,60	0,74	0,56	0,64

**Примітка:** \*у перерахунку на лимонну кислоту; див. пояснення K1,..., K5 у примітці таблиці 4.19.

Науковцями розроблено сироподібний продукт з «рисового молока» (Nakamura et al., 2016). Для його виготовлення «рисове молоко» пастеризують за температури 65°C протягом 30 хв, ферментують молочнокислими бактеріями (0,5%) за температури 30°C протягом 16 год та коагулюють з використанням різних коагулянтів. Отримане ферментоване «рисове молоко» зневоднюють на ситі за температури 20–22°C протягом 24 год. Коагулювання проводять із використанням коагулянтів: желатин, агар-агар та ксантанова камедь.

До «рисового молока» додають желатин та витримують суміш 15 хв, після чого нагрівають в мікрохвильовій печі до 60°C та змішують протягом 1 хв. Отриману масу залишають для коагулювання за температури 4°C на 3 год. Агар-агар додають у ферментоване «рисове молоко» та обробляють за аналогічною методикою: нагрівання, змішування та коагулювання за температури 4°C протягом 3 год. Ксантанову камедь додають без попереднього нагрівання, тобто її змішують з «рисовим молоком» протягом 1 хв, а потім залишають для коагулювання за температури 4°C на 24 год. Продукт, що містить желатин (2,5%), має показники міцності на розрив, наближені до твердого сиру з коров'ячого молока, та високі органолептичні властивості (Nakamura et al., 2016).

Ферментоване «рисове молоко» можна використати як коагулянт для виробництва м'якого сиру панір (Amini et al., 2019). Сир панір виготовляють із цільного коров'ячого молока з додаванням 10–30% ферментованого «рисового молока». Ферментоване «рисове молоко» позитивно впливає на фізико-хімічні властивості (таблиця 4.21), текстуру та тривалість зберігання паніру, однак за органолептичними показниками він дещо поступається продукту з традиційної сировини.

**Таблиця 4.21** – Фізико-хімічні властивості сиру панір з додаванням ферментованого «рисового молока» (Amini et al., 2019)

Показники	Вміст ферментованого «рисового молока» у сирі			
	0%	10%	20%	30%
Вологість [%]	41,51±1,39	40,39±0,69	41,13±0,61	41,29±0,74
Загальна кислотність [%]	0,161±0,007	0,175±0,007	0,331±0,004	0,371±0,007
Твердість [Н]	4,56±0,03	6,02±0,44	4,48±0,43	5,43±0,66

Для збагачення корисними речовинами до пробіотичного рисового напою, приготовленого на основі «рисового молока» (рис. 4.2), додають «кунжутне молоко» або «гарбузове молоко» (Hassan et al., 2012). Поживна

цінність таких напоїв подана в **таблицях 4.22**. Додавання «гарбузового молока» та «кунжутного молока» суттєво підвищує поживну цінність рисового напою. Збагачення рисового напою «гарбузовим молоком» та «кунжутним молоком» спричиняє збільшення вмісту білків, жирів, золи, сухих речовин, фенолів та мінеральних речовин (кальцію, фосфору, калію, натрію, заліза та цинку). Водночас збагачені рисові напої мають менше вуглеводів порівняно з неферментованим «рисовим молоком». Показник рН напоїв з «кунжутним молоком» та «гарбузовим молоком», відповідно, 5,30 та 5,29, що відрізняється від значення активної кислотності для пробіотичного рисового напою (рН 4,55) та неферментованого «рисового молока» (рН 7,83) (*Hassan et al., 2012*).

**Таблиця 4.22** – Поживна цінність пробіотичних рисових напоїв з «кунжутним молоком» або «гарбузовим молоком» (*Hassan et al., 2012*)

Показники	Композиції напою			
	K1	K2	K3	K4
Вміст білків* [%]	1,27	2,75	3,12	3,64
Вміст жирів* [%]	0,19	0,44	2,70	3,07
Вміст вуглеводів* [%]	9,16	6,96	6,91	6,77
Вміст золи* [%]	0,089	0,257	0,416	0,312
Вміст СР [%]	9,92	10,41	12,24	14,17
Загальний вміст фенолів [мг/100 г]	23,61	36,13	35,19	25,50
Фосфор (P) [мг/л]	180	200	241	300
Натрій (Na) [мг/л]	32,0	63,3	68,0	190,6
Калій (K) [мг/л]	114,7	117,5	172,3	258,8
Залізо (Fe) [мг/л]	14,7	15,4	17,5	18,2
Цинк (Zn) [мг/л]	2,7	2,7	6,1	2,9
Кальцій (Ca) [мг/л]	130	204	208	457

**Примітка:** \*у перерахунку на суху речовину; СР – сухі речовини; композиції напою: K1 – неферментоване «рисове молоко»; K2 – пробіотичний рисовий напій (ферментований); K3 – пробіотичний рисовий напій з 10% «гарбузового молока»; K4 – пробіотичний рисовий напій з 10% «кунжутного молока».

«Рисове молоко» використовують у виробництві пробіотичного йогурту (*Uzuner et al., 2016*). Для йогурту використовують суміш коров'ячого молока та «рисового молока», яку пастеризують за температури 90°C протягом кількох хвилин. Після пастеризування суміш охолоджують до температури ферментування (42–43°C) та вносять попередньо активовану закваску молочнокислих бактерій (2%). Ферментування проводять за температури 42°C до досягнення рН 4,6, після чого його припиняють. Йогурт зберігають за температури 4°C.

Основні фізико-хімічні показники композицій йогурту з різним вмістом «рисового молока» подано в таблиці 4.23. Зі збільшенням вмісту «рисового молока» у складі йогурту спостерігається значне зменшення показника в'язкості продукту. Аналогічно зменшується твердість та сила когезії, тобто продукт стає менш щільним, що може впливати на його текстурні властивості та споживчу привабливість. Також зі збільшенням частки «рисового молока» зменшується вміст білків, жирів й сухих речовин та простежується зменшення титрованої кислотності.

**Таблиця 4.23** – Фізико-хімічні показники композицій йогурту з різним вмістом «рисового молока» (*Uzuner et al., 2016*)

Показники	Композиції йогурту			
	K1	K2	K3	K4
В'язкість [Па·с]	3,52±0,33	3,22±0,13	1,09±0,08	0,85±0,03
Твердість [г]	233,3±76,0	124,8±34,3	66,8±21,6	39,3±2,5
Сила когезії [г]	39,0±10,6	35,0±14,8	11,0±14,1	4,0±5,7
Вміст білків [%]	3,43±0,05	3,28±0,02	2,88±0,01	2,53±0,01
Вміст жирів [%]	3,25±0,06	3,15±0,01	3,05±0,01	2,94±0,01
Вміст СР [%]	16,43±0,05	16,13±0,15	15,47±0,28	14,30±0,16
Кислотність* [%]	1,11±0,01	0,90±0,07	0,66 ± 0,05	0,41±0,01

**Примітка:** \* у перерахунку на молочну кислоту; СР – сухі речовини; композиції йогурту: K1 – 100% коров'яче молоко; K2 – 25% «рисове молоко» + 75% коров'яче молоко; K3 – 50% «рисове молоко» + 50% коров'яче молоко; K4 – 75% «рисове молоко» + 25% коров'яче молоко.

Науковці запропонували спосіб виготовлення йогурту на основі «рисового молока», для приготування якого використовують пробіотичні бактерії *Lpb. plantarum* ATCC 14917, *Lc. casei* DSM 20011 та *L. acidophilus* ATCC 20552, а також молочнокислу йогуртову закваску (*Fawzi et al., 2022*). «Рисове молоко» для йогурту готують з подрібненого рису, що промивають проточною водою. Промитий подрібнений рис замочують у воді протягом 5 год, після цього суміш перемішують до однорідної консистенції та проціджують. Отриманий рисовий напій термічно обробляють за температури 95°C протягом 10 хв. Для збагачення продукту додають сухе знежирене молоко (6%), що дозволяє підвищити вміст сухих речовин. Після цього суміш повторно термічно обробляють за

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

температури 95°C протягом 30 хв, охолоджують до температури ферментування 37°C та вносять закваску (10%) – пробіотичні культури бактерій або молочнокислу закваску для йогурту. Інкубування проводять за температури 37°C протягом 8 год. Фізико-хімічні показників розроблених композицій йогурту подані в таблиці 4.24.

**Таблиця 4.24** – Фізико-хімічні показники композицій йогурту на основі «рисового молока» (Fawzi et al., 2022)

Показники	Композиції йогурту			
	K1	K2	K3	K4
Вміст білків [%]	2,94±0,17	2,45±0,05	2,46±0,20	2,99±0,04
Вміст жирів [%]	0,50±0,02	0,60±0,07	0,60±0,03	0,50±0,11
Вміст вуглеводів [%]	5,59±0,85	6,31±0,43	5,18±1,19	5,10±1,18
Вміст СР [%]	9,70±0,70	9,81±0,46	8,75±1,06	9,34±1,11
Вміст золи [%]	0,67±0,03	0,45±0,05	0,51±0,02	0,75±0,06
Загальний вміст фенолів [мг/100 г]	171,3±1,71	82,5±1,00	81,6±0,60	80,0±1,26
Загальний вміст флавоноїдів [мг/100 г]	18,56±0,94	16,71±0,61	16,26±0,99	14,71±0,90
Активна кислотність рН	4,4	4,2	4,5	4,6
Титрована кислотність* [%]	0,080	0,082	0,077	0,061
В'язкість [сП]	600±13	400±14	400±21	400±10
Твердість [Н]	2,4±0,1	2,5±0,3	1,2±0,1	1,2±0,2
Пружність [мм]	11,77±0,91	11,55±1,64	11,79±1,23	11,79±1,41

**Примітка:** \*у перерахунку на оцтову кислоту; СР – сухі речовини; композицій йогурту: K1 – *Lpb. plantarum* ATCC 14917; K2 – *Lc. casei* DSM20011; K3 – *L. acidophilus* ATCC20552; K4 – йогуртова культура.

Вміст білків у композиціях коливається в межах 2,45–2,99%, а вміст жирів – 0,50–0,60%. Найбільший вміст вуглеводів (6,31%) має композиція К2. Найменший вміст сухих речовин (8,75%) має композиція К3. Вміст золи у зразках йогурту коливається в межах 0,45–0,75%. Композиція К1 має найбільший вміст загальних фенольних сполук та флавоноїдів. Зразки йогуртів мають слабокисле середовище (рН 4,2–4,6). Значення титрованої кислотності коливається в межах 0,061–0,082. Найбільшу в'язкість має композиції К1, тоді як інші композиції характеризуються однаковою в'язкістю. Найбільшу твердість мають композиції К1 та К2, а найбільшу пружність – композиції К3 та К4. Найкращі органолептичні властивості мають композиції «рисових йогуртів» К1 та К4 (Fawzi et al., 2022).

Науковці встановили можливість приготування кефіру з «рисового молока» (Deeseenthum & Pejovic, 2010). Для приготування кефіру використовують «рисове молоко», отримане з нешлифованого жасминового рису, що замочують у воді на 24 год, подрібнюють, фільтрують та пастеризують за температури 72°C протягом 15 хв. Після охолодження до «рисового молока» додають кефірну закваску (10%), що містить молочнокислі бактерії та кефірні дріжджі. Ферментування проводять за температури 24–26°C протягом 24–48 год.

Фізико-хімічні показники кефіру з коров'ячого молока та «рисового молока» подані в **таблиці 4.25**. В'язкість кефіру з коров'ячого молока більша, ніж у кефіру з «рисового молока», як після 24 год, так і після 48 год ферментування у варіантах із різними заквасками. Водночас активна кислотність різних композицій кефіру з коров'ячого та «рисового молока» суттєво не відрізняється. Титрована кислотність та загальна кількість молочної кислоти більші у композицій кефіру з коров'ячого молока, ніж кефіру з «рисового молока». Однак кефір на основі «рисового молока» має більшу біологічну активність порівняно з кефіром із коров'ячого молока (Deeseenthum & Pejovic, 2010).

«Рисове молоко» використовують у рецептурі веганського морозива (Mygdalia et al., 2023). У цьому випадку «рисове молоко» виготовляють з неочищеного (бурого) рису, що замочують у воді за співвідношення 1:2 (рис : вода) протягом 14 год за температури 50°C. Після цього додають воду та перемішують, далі суміш гомогенізують. До «рисового молока» додають гідроколоїди, гліцерин, цукор (або підсолоджувачі) та лимонний сік. Далі суміш пастеризують за температури 87°C протягом 30 с за постійного змішування. Після цього суміш охолоджують до температури 40°C та заморозують для отримання готового продукту.

У **таблиці 4.26** подані результати дослідження показників швидкості танення та збитості морозива на основі «рисового молока» з використання різними комбінацій гідроколоїдів. Найкращі емульгуювальні властивості має композиція К1 з комбінацією ксантанової камеді (0,15%), гуарової камеді (0,15%) та  $\kappa$ -каррагенану (0,03%). Ця композиція морозива має найкращу

консистенцію (*Mygdalia et al., 2023*). Також досліджена можливість заміни цукру у рецептурі морозива рожковим медом, медом, стевією та коричневим цукром. Заміна 30% цукру на стевію дозволяє отримати морозиво з високими сенсорними властивостями (*Mygdalia et al., 2023*).

**Таблиця 4.25** – Фізико-хімічні показники кефіру з коров'ячого молока та «рисового молока» (*Deeseenthum & Pejovic, 2010*)

Композиції кефіру та тривалість ферментування	Активна кислотність рН	В'язкість [сСт]	Титрована кислотність [°Т]	Вміст молочної кислоти [г/100 г]
К1 (24 год)	4,26	54,0	104	0,77
К1 (48 год)	4,11	88,5	115	0,85
К2 (24 год)	4,19	53,0	95	0,70
К2 (48 год)	4,00	83,0	150	1,10
К3 (24 год)	4,41	9,0	67	0,49
К3 (48 год)	4,02	11,0	103	0,76
К4 (24 год)	4,27	9,0	74	0,55
К4 (48 год)	4,06	11,0	108	0,79

**Примітка:** композиції кефіру: К1 – коров'яче молоко + закваска Kefir DA5001 (*Lactococcus lactis subsp., Leuconostoc subsp., Streptococcus thermophilus, Lactobacillus subsp.*, кефірні дріжджі, мікрофлора зерен кефіру); К2 – коров'яче молоко + закваска Kefir (*Lactococcus lactis subsp., Leuconostoc subsp., Streptococcus thermophilus, Lactobacillus subsp.*, кефірні дріжджі, мікрофлора зерен кефіру); К3 – «рисове молоко» + закваска Kefir; К4 – «рисове молоко» + закваска Kefir.

**Таблиця 4.26** – Показники якості морозива на основі «рисового молока» з різними комбінаціями гідрокоолоїдів (*Mygdalia et al., 2023*)

Композиції морозива	Швидкість танення за температури 25°C [г/5 хв]	Збитість [%]
К1	6,93±3,06	33,96±4,02
К2	6,81±2,99	32,74±0,00
К3	5,95±3,11	33,62±2,42
К4	5,77±2,64	10,91±1,28
К5	9,56±5,06	17,35±0,01
К6	9,50±5,70	16,87±0,49

**Примітка:** композиції морозива: К1 – 0,15% ксантанова камедь (КК) + 0,15% гуарова камедь (ГК) + 0,03%  $\kappa$ -каррагінан; К2 – 0,15% КК + 0,15% камедь ріжкового дерева (КРД) + 0,03%  $\kappa$ -каррагінан; К3 – 0,15% ГК + 0,15% КРД + 0,03%  $\kappa$ -каррагінан; К4 – 0,15% КК + 0,15% КРД + 0,15% альгінати натрію + 0,03%  $\kappa$ -каррагінан; К5 – 0,30% пектин + 0,30%  $\kappa$ -каррагінан; К6 – 0,30% салеп + 0,30%  $\kappa$ -каррагінан; вміст у всіх композиціях: 77,0% «рисове молоко» + 0,6% лимонний сік + 0,3% гліцерин + цукор пісок (К1, К2, К3 – 21,77%; К4 – 21,62%; К5, К6 – 21,50%).

Для подовження терміну зберігання «рисове молоко» переробляють на порошок шляхом розпилювального сушіння (Padma et al., 2022). Оптимальна температура сушіння «рисового молока» становить 138°C. Вологість порошку з «рисового молока» коливається у межах 3,26–4,30%, а насипна густина – 0,25–0,61 г/мл. Показник активності води порошку становить 0,30, а індекс розчинності у воді та індекс водопоглинання, відповідно, – 72,8% та 21,7% (Padma et al., 2022).

#### Список використаних джерел до розділу 4

- Abou-Dobara, M.I., Ismail, M.M., & Refaat, N.M. (2016). Chemical composition, sensory evaluation and starter activity in cow, soy, peanut and rice milk. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, 5(3), 1-8.
- Albarracín, M., Dyner, L., Giacomino, M.S., Weisstaub, A., Zuleta, A., & Drago, S.R. (2019). Modification of nutritional properties of whole rice flours (*Oryza sativa* L.) by soaking, germination, and extrusion. *Journal of Food Biochemistry*, 43, e12854. doi:10.1111/jfbc.12854.
- Amagliani, L., O'Regan, J., Kelly, A.L., & O'Mahony, J.A. (2016). Chemistry, structure, functionality and applications of rice starch. *Journal of Cereal Science*, 70, 291-300. doi:10.1016/j.jcs.2016.06.014.
- Amini, R.K., Islam, M.Z., Kitamura, Y., & Kokawa, M. (2019). Utilization of fermented rice milk as a novel coagulant for development of paneer (soft cheese). *Foods*, 8(8), 339. doi:10.3390/foods8080339.
- Atwaa, E.H., Elmaadawy, A.A., & Awaad, E.A. (2019). Production of fruit flavored probiotic rice milk beverage. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 10(2), 453-458. doi:10.21608/jfds.2019.71360.
- Bao, J. (2019). Rice starch. In: J. Bao (ed.). *Rice* (4<sup>th</sup> Edition) (pp. 55-108). AACC International Press. doi:10.1016/B978-0-12-811508-4.00003-4.
- Carcea, M. (2021). Value of wholegrain rice in a healthy human nutrition. *Agriculture*, 11(8), 720. doi:10.3390/agriculture11080720.
- Chen, H., Siebenmorgen, T.J., & Griffin, K. (1998). Quality characteristics of long-grain rice milled in two commercial systems. *Cereal Chemistry*, 75, 560-565. doi:10.1094/CCHEM.1998.75.4.560.
- Da Silva, L.R., Velasco, J.I., & Fakhouri, F.M. (2023). Use of rice on the development of plant-based milk with antioxidant properties: From raw material to residue. *LWT*, 173, 114271. doi:10.1016/j.lwt.2022.114271.
- Deeseenthum, S., & Pejovic, J. (2010). Bacterial inhibition and antioxidant activity of kefir produced from Thai jasmine rice milk. *Biotechnology*, 9(3), 332-337. doi:10.3923/biotech.2010.332.337.
- Faccin, G.L., Miotto, L.A., Vieira, L. do N., Barreto, P.L.M., & Amante, E.R. (2009). Chemical, sensorial and rheological properties of a new organic rice bran beverage. *Rice Science*, 16(3), 226-234. doi:10.1016/S1672-6308(08)60083-9.

Fawzi, N.Y., Abdelghani, D.Y., Abdel-azim, M.A., Shokier, C.G., Youssef, M.W., Gad El-Rab, M.K., Gad, A.I., & Abou-Taleb, K.A. (2022). The ability of probiotic lactic acid bacteria to ferment Egyptian broken rice milk and produce rice-based yoghurt. *Annals of Agricultural Sciences*, 67(1), 107-118. doi:10.1016/j.aosas.2022.06.004.

Goonathilaka, P.D.S.A., Abeyesundara, P. De A., & Jayasinghe, M.A. (2023). Development of a value added rice milk by utilizing selected traditional and improved rice varieties in Sri Lanka. *Food Chemistry Advances*, 2, 100319. doi:10.1016/j.focha.2023.100319.

Giugliano, R., Musolino, N., Ciccotelli, V., Ferraris, C., Savio, V., Vivaldi, B., Ercolini, C., Bianchi, D. M., & Decastelli, L. (2023). Soy, rice and oat drinks: Investigating chemical and biological safety in plant-based milk alternatives. *Nutrients*, 15(10), 2258. doi:10.3390/nu15102258.

Hassan, A.A., Aly, M.M.A., & El-Hadidie, S.T. (2012). Production of cereal-based probiotic beverages. *World Applied Sciences Journal*, 19(10), 1367-1380. doi:10.5829/idosi.wasj.2012.19.10.2797.

Issara, U., & Rawdkuen, S. (2014). Organic rice bran milk: Production and its natural quality attributes. In: *Proceeding of 1<sup>st</sup> Joint ACS AGFD-ACS ICSC Symposium on Agricultural and Food Chemistry* (pp. 82-88).

Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E.K. (2016). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), 26-33. doi:10.1007/s11130-016-0583-0.

Kamara, J.S., Konishi, S., Sasanuma, T., & Abe, T. (2010). Variation in free amino acid profile among some rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Breeding Science*, 60(1), 46-54. doi:10.1270/jsbbs.60.46.

Moore, S.S., Costa, A., Pozza, M., Vamerali, T., Niero, G., Censi, S., & De Marchi, M. (2023). How animal milk and plant-based alternatives diverge in terms of fatty acid, amino acid, and mineral composition. *npj Science of Food*, 7, 50. doi:10.1038/s41538-023-00227-w.

Mygdalia, A., Sfetsas, T., Dimitropoulou, G., Zioupou, S., Mitsopoulos, T., Lithoxopoulos, P., Ioannou, C., & Katsantonis, D. (2023). Recipe for brown rice milk-based vegan ice cream. *Asian Food Science Journal*, 22(4), 33-39. doi:10.9734/AFSJ/2023/v22i4629.

Nakamura, M., Kitamura, Y., & Kokawa, M. (2016). Development of a cheese-type food using rice milk. *Food Science and Technology Research*, 22(5), 605-609. doi:10.3136/fstr.22.605.

Padma, E.M., Rao, P.J., Edukondalu, L., Aparna, K., & Babu, G.R. (2019). Development of calcium fortified rice milk and its storage studies. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(6), 745-748.

Padma, M., Rao, P.J., Edukondalu, L., Aparna, K., & Babu, G.R. (2022). Determining the effects of spray drying conditions on water absorption index, water solubility index, solubility and water activity ( $a_w$ ) of rice milk powder.

*Current Advances in Geography, Environment and Earth Sciences*, 9, 16-36. doi:10.9734/bpi/cagees/v9/17314D.

Paul, A.A., Kumar, S., Kumar, V., & Sharma, R. (2019). Milk analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(18), 3005-3023. doi:10.1080/10408398.2019.1674243.

Plengsaengsri, P., Pimsuwan, T., Wiriya-Aree, T., Luecha, J., Nualkaekul, S., & Deetae, P. (2019). Optimization of process conditions for the development of rice milk by using response surface methodology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 346, 012080. doi:10.1088/1755-1315/346/1/012080.

Roy, P., Orikasa, T., Okadome, H., Nakamura, N., & Shiina, T. (2011). Processing conditions, rice properties, health and environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(6), 1957-1976. doi:10.3390/ijerph8061957.

Uzuner, A.E., Kinik, O., Korel, F., Yildiz, G., & Yerlikaya, O. (2016). Usage of rice milk in probiotic yoghurt production. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 8(4), 5-25.

Vitoria, I. (2017). The nutritional limitations of plant-based beverages in infancy and childhood. *Nutrición Hospitalaria*, 34, 1205-1214. doi:10.20960/nh.931.

Walther, B., Guggisberg, D., Badertscher, R., Egger, L., Portmann, R., Dubois, S., Haldimann, M., Kopf-Bolan, K., Rhyn, P., Zoller, O., Veraguth, R. & Rezzi, S. (2022). Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. *Frontiers in Nutrition*, 9, 988707. doi: 10.3389/fnut.2022.988707.

Yang, J., Zhou, Y., & Jiang, Y. (2022). Amino acids in rice grains and their regulation by polyamines and phytohormones. *Plants*, 11(12), 1581. doi:10.3390/plants11121581.

Yu, X., Yang, T., Qi, Q., Du, Y., Shi, J., Liu, X., Liu, Y., Zhang, H., Zhang, Z., & Yan, N. (2021). Comparison of the contents of phenolic compounds including flavonoids and antioxidant activity of rice (*Oryza sativa*) and Chinese wild rice (*Zizania latifolia*). *Food Chemistry*, 344, 128600. doi:10.1016/j.foodchem.2020.128600.

Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., & Blanchard, C. (2002). Composition and functional properties of rice. *International Journal of Food Science and Technology*, 37(8), 849-868. doi:10.1046/j.1365-2621.2002.00625.x.

Zor, M., Bulut, M., Karagöz, S.G., Çetintaş, Y., & Alwazeer, D. (2024). Use of hydrogen-rich water in rice milk preparation improves the nutritional and sensory properties of product. *Food Chemistry*, 437(1), 137821. doi:10.1016/j.foodchem.2023.137821.

## 5 «КОНОПЛЯНЕ МОЛОКО»

### 5.1 Насіння конопель та його властивості

Конопля (*Cannabis sativa* L.) – це культурна рослина, яку вирощують заради отримання волокна та насіння (Sacilik et al., 2003). Наркотичне використання суцвіть конопель, як джерела тетрагідроканабінолу (ТГК), спричинило в багатьох країнах обмеження на вирощування *Cannabis sativa*. У світі використовують класифікацію *C. Sativa*, що базується на вмісті психоактивних сполук, що дозволяє розрізняти *C. sativa* var. *indica* (марихуана) та *C. sativa* var. *sativa* (коноплі). На сьогодні у багатьох країнах дозволено вирощування сортів з низьким вмістом ТГК (< 0,3%), що супроводжується зростанням інтересу до харчового використання насіння конопель. У деяких країнах, наприклад в Італії, встановлено жорсткіші обмеження – граничний вміст ТГК не повинен перевищувати 0,2% (Rizzo et al., 2023).

Насіння конопель має високу харчову цінність. На його хімічний склад впливає спосіб оброблення насіння, сортові особливості та фактори навколишнього середовища під час вирощування (Montero et al., 2023). Поживна цінність насіння конопель подана в таблиці 5.1. Насіння конопель є джерелом білків високої поживної якості, вміст яких становить 20–25% (Farinon et al., 2020). Основними білками насіння конопель є резервні білки, серед яких переважають альбуміни (25–37 г/100 г) та легуміновий білок едестин (67–75%). У меншій кількості також міститься білок β-конгліцінін, вміст якого може досягати 5% (Montero et al., 2023). У насінні конопель вміст жирів коливається в межах 25–35 г/100 г, вуглеводів – 20–30 г/100 г, а золи – 3,7–5,9 г/100 г. Насіння конопель містить харчові волокна (33,8±1,9 г/100 г СР), з яких: розчинних – 2,9±0,4 г/100 г СР; нерозчинних – 30,9±1,5 г/100 г СР (Mattila et al., 2018). Насіння конопель містить целюлозу (141–181 г/кг СР), геміцелюлозу (63–94 г/кг СР) та лігнін (105–118 г/кг СР) (Vonapartis et al., 2015). Також насіння містить фруктозу (0,46±0,22 г/100 г СР), глюкозу (0,40±0,20 г/100 г СР) та сахарозу (1,11±0,36 г/100 г СР) (Mattila et al., 2018).

**Таблиця 5.1** – Поживна цінність насіння конопель (Farinon et al., 2020)

Вміст білків [г/100 г]	Вміст жирів [г/100 г]	Вміст вуглеводів [г/100 г]	Вміст води [г/100 г]	Вміст золи [г/100 г]
20–25	25–35	20–30	1,1–9,2	3,7–5,9

Насіння також є джерелом макро- та мікроелементів (таблиця 5.2). Основними макроелементами в насінні є фосфор, калій, магній та кальцій,

а основними мікроелементами – залізо, манган, цинк та мідь (*Montero et al., 2023*). Найбільший вміст мають фосфор (1170±123 мг/100 г), калій (921±42 мг/100 г) та магній (496±37 мг/100 г) (*Mattila et al., 2018*). Вміст кальцію становить 127±7 мг/100 г, а сірки – 278±10 мг/100 г. Серед мікроелементів у насінні найбільше виявлено мангану (10,5±0,78 мг/100 г) та цинку (6,97±0,38 мг/100 г). Залізо міститься у кількості 4,38±0,73 мг/100 г, а мідь – 1,89±0,08 мг/100 г.

**Таблиця 5.2** – Вміст мінеральних речовин у насінні конопель (*Mattila et al., 2018*)

Речовини	Вміст	Речовини	Вміст
Кальцій (Ca) [мг/100 г]	127±7	Мідь (Cu) [мг/100 г]	1,89±0,08
Калій (K) [мг/100 г]	921±42	Залізо (Fe) [мг/100 г]	4,38±0,73
Магній (Mg) [мг/100 г]	496±37	Манган (Mn) [мг/100 г]	10,5±0,78
Фосфор (P) [мг/100 г]	1170±123	Цинк (Zn) [мг/100 г]	6,97±0,38
Сірка (S) [мг/100 г]	278±10	Кадмій (Cd) [мг/100 г]	0,0015±0,0007

Насіння конопель містить усі основні амінокислоти (**таблиця 5.3**), відповідно, воно має високу біологічну цінність як джерело рослинного білка. Найбільший вміст мають глутамінова кислота (4,57 г/100 г), аргінін (3,10 г/100 г) та аспарагінова кислота (2,78 г/100 г) (*Callaway, 2004*). Щодо незамінних амінокислот, то насіння конопель характеризується збалансованим вмістом лейцину, ізолейцину, валіну, лізину та треоніну.

**Таблиця 5.3** – Вміст амінокислот у насінні конопель (*Callaway, 2004*)

Амінокислоти	Вміст [г/100 г]	Амінокислоти	Вміст [г/100 г]
Аланін	1,28	Лізін	1,03
Аргінін	3,10	Метіонін	0,58
Аспарагінова кислота	2,78	Фенілаланін	1,17
Цистин	0,41	Пролін	1,15
Глутамінова кислота	4,57	Серин	1,27
Гліцин	1,14	Треонін	0,88
Гістидин	0,71	Триптофан	0,20
Ізолейцин	0,98	Тирозин	0,86
Лейцин	1,72	Валін	1,28

Жирнокислотний профіль насіння конопель свідчить про його високу харчову цінність (таблиця 5.4). Насіння вирізняється високим вмістом поліненасичених жирних кислот з помітною перевагою омега-6. Основну частку жирнокислотного профілю становить лінолева кислота (54,7%), що є типовим для олійного насіння. Водночас вміст  $\alpha$ -ліноленової кислоти становить 16,2%, забезпечуючи співвідношення омега-6 до омега-3 близьке до 3,3:1,0. З-поміж насичених жирних кислот найбільший вміст має пальмітинова кислота – близько 5,6%, а також стеаринова кислота (3,9%). Загальна частка насичених жирних кислот становить 10,9%. У складі насіння конопель також є мононенасичені жирні кислоти, зокрема олеїнова кислота (16,2%). Загальний вміст мононенасичених жирних кислот у насіння складає 17,5% (Vecka et al., 2019).

**Таблиця 5.4** – Вміст жирних кислот у насінні конопель  
(Vecka et al., 2019)

Жирні кислоти	Вміст [%]	Жирні кислоти	Вміст [%]
Пальмітинова (C16:0)	5,6±0,5	Гадолейнова (C20:1(n-9))	0,4±0,1
Пальмітолейнова (C16:1(n-7))	< 0,2	Ейкозадієнова (C20:2(n-6))	< 0,2
Стеаринова (C18:0)	3,9±0,4	Бегенова (C22:0)	0,4±0,1
Вакценова (C18:1(n-7))	0,8 ± 0,1	Лігноцерінова (C24:0)	< 0,2
Олеїнова (C18:1(n-9))	16,2±6,2	Насичені жирні кислоти	10,9±0,7
Лінолева (C18:2(n-6))	54,7±4,1	Мононенасичені жирні кислоти	17,5±6,3
$\alpha$ -ліноленова (C18:3(n-3))	16,2±4,0	Омега-6 поліненасичені жирні кислоти	54,8±4,2
Стеаридонова (C18:4(n-3))	0,5±0,5	Омега-3 поліненасичені жирні кислоти	16,7±4,4
Арахінова (C20:0)	0,9±0,1	Транс- ненасичені жирні кислоти	< 0,2

Насіння конопель містить жиророзчинні вітаміни, зокрема токоферолі та вітамін А. У насінні конопель є чотири різні ізомери токоферолу:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - та  $\delta$ -токоферол (Montero et al., 2023). Насіння конопель переважно містить  $\gamma$ -токоферол (2481 мкг/г) та  $\delta$ -токоферол

(774 мкг/г) (*Vonapartis et al., 2015*). Загальний вміст фенольних сполук у насінні конопель коливається в межах від 1368 до 5160 мг-екв ГК/100 г (ГК – галова кислота) (*Vonapartis et al., 2015*). У насінні конопель вітамін D є в невеликій кількості (0,1 мг/100 г) (**таблиця 5.5**). Щодо вітамінів групи B, то їх кількість залежить від ступеня первинного оброблення насіння. У лущеному насінні більший вміст вітамінів B<sub>1</sub> (1,3 мг/100 г) та B<sub>3</sub> (9,0 мг/100 г), що робить його особливо цінним джерелом цих вітамінів. Водночас нелущене насіння містить більше вітаміну B<sub>2</sub> (1,1 мг/100 г) порівняно з лущеним (0,3 мг/100 г). Вміст вітаміну B<sub>6</sub> у лущеному насінні вдвічі більший, ніж у нелущеному.

**Таблиця 5.5** – Вміст вітамінів у насінні конопель  
(*Tănase Apetroaei et al., 2024*)

Вітаміни	Нелущене насіння	Лущене насіння
Вітамін E [мг/100 г]	1,0	1,0
Вітамін D [мг/100 г]	0,1	0,1
Вітамін B <sub>1</sub> [мг/100 г]	1,0	1,3
Вітамін B <sub>2</sub> [мг/100 г]	1,1	0,3
Вітамін B <sub>3</sub> [мг/100 г]	2,5	9,0
Вітамін B <sub>6</sub> [мг/100 г]	0,3	0,6

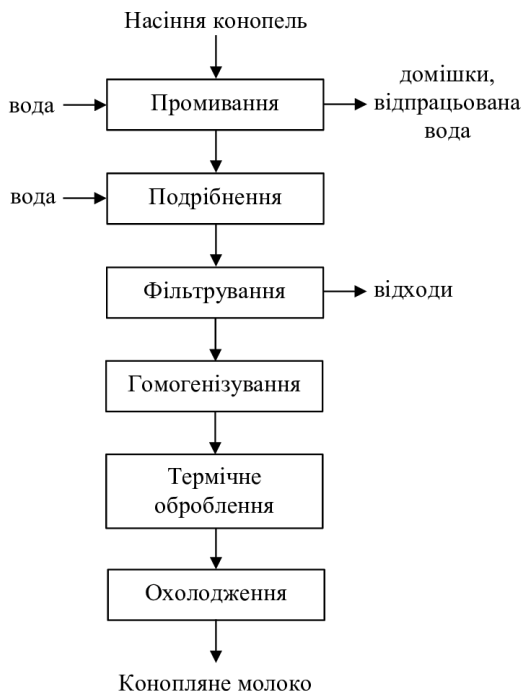
## 5.2 Технологія виготовлення «конопляного молока»

Основними технологічними операціями виготовлення «конопляного молока» є замочування та вологе подрібнення насіння конопель з подальшим фільтрування суспензії (*Thakur et al., 2025*). Процес починають із замочування насіння у воді у співвідношенні 1:3 або 1:5 (насіння : вода) протягом кількох годин. Це дозволяє пом'якшити насіння, полегшити його подрібнення та сприяє вивільненню поживних речовин. Після замочування насіння змішують з водою до утворення суспензії, яку потім фільтрують через дрібне сито або марлю, щоб відокремити рідину від твердого залишку. Отримана рідина – це і є «конопляне молоко», яке можна безпосередньо споживати або додатково обробляти для покращення смаку та стабільності (*Thakur et al., 2025*).

Один із способів виготовлення «конопляного молока» передбачає триразове промивання конопляного насіння у воді для відокремлення домішок та очищення від забруднення (**рис. 5.1**) (*Wang et al., 2018*). Потім до насіння додають воду у співвідношенні 1:5 (насіння : деіонізована вода) та подрібнюють. Отриману після подрібнення суміш двічі пропускають через колоїдний млин для більш ретельного подрібнення. Після цього суміш фільтрують. Відфільтроване «конопляне молоко», що містить білки

(4%) і жири (5%), гомогенізують. Далі напій термічно обробляють для збільшення терміну зберігання та забезпечення безпечності продукту. Після термічного оброблення «конопляне молоко» охолоджують.

Як і інші види «рослинного молока», «конопляне молоко» є емульсією «олія у воді», що нестабільна та для якої характерні процеси флокуляції та коалесценції. Це спричиняє погіршення якості продукту та скорочення терміну його зберігання, що обмежує його споживчу привабливість. Для отримання стабільного продукту, зазвичай, додають емульгатори або стабілізатори, що покращують кінетичну стабільність емульсій (Wang et al., 2018). Для виготовлення фізично стабільного «конопляного молока» без його термічного оброблення науковцями запропоновано комбінувати оброблення напою у спосіб «зі зсувом рН» та високотисковим гомогенізуванням (Wang et al., 2018).



**Рисунок 5.1** – Схема способу виготовлення «конопляного молока»

Під час оброблення «зі зсувом рН» молоко доводять до рН 12,0 за допомогою 2 N розчину NaOH і витримують за температури 18–22°C протягом 1 год. Потім його нейтралізують до рН 7,0 за допомогою 1 N розчину HCl та знову витримують 1 год. Це оброблення можна виконувати

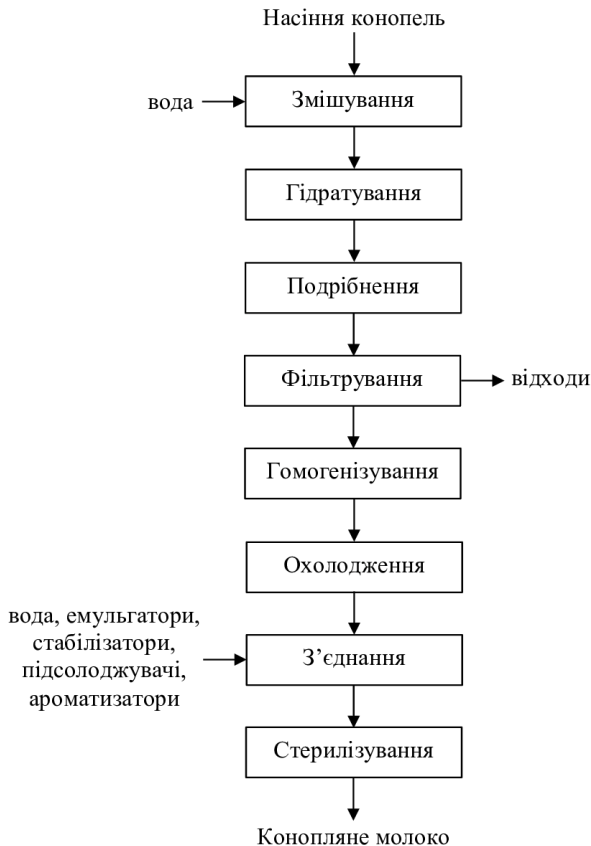
до чи після гомогенізування. Високотискове гомогенізування проходить у два етапи за тиску 30 МПа та 60 МПа, що дозволяє покращити стабільність емульсії. Оскільки під час гомогенізування температура «конопляного молока» підвищується (до 31,4°C за тиску 30 МПа та до 38,8°C за тиску 60 МПа), то відразу після цього процесу напій необхідно швидко охолоджувати для збереження якості. Збільшення тиску гомогенізування до 60 МПа спричиняє більш рівномірний розподіл крапель емульсії (2,2–2,7 мкм). Також «конопляне молоко», гомогенізоване за високого тиску, має більшу в'язкість порівняно з «молоком» без оброблення високим тиском (0 МПа). У випадку застосування оброблення «зі зсувом рН» перед гомогенізуванням за високого тиску утворюються великі кластери та агрегати олійних крапель (3,5–8,2 мкм). «Конопляне молоко» з такими інтерактивними структурами є дуже стабільним, демонструючи майже повну відсутність фазового розшарування протягом 3 діб зберігання за температури 4°C (Wang et al., 2018).

Науковці також досліджували вплив ультразвуку, гомогенізування за високого тиску та їх комбінованого застосування на фізико-хімічні властивості «конопляного молока» (Gram & Mortas, 2023). Ці два способи або їх поєднання є нетермічними та екологічно безпечними способами оброблення сировини, що дедалі активніше використовують в харчовій промисловості. Упровадження цих способів у виробництво «конопляного молока» та інших видів «рослинного молока» дозволить зменшити використання харчових добавок, необхідних для стабілізуванню кінцевого продукту.

Порівняно з традиційним гомогенізуванням за тиску 20–50 МПа, гомогенізування за високого тиску забезпечує кращі якісні характеристики напою, зокрема кращу колоїдну стабільність, а також ефективне мікробне та ферментативне інактивування. За результатами дослідження ультразвукового оброблення «конопляного напою» встановлено, що раціональні параметри цього процесу такі: амплітуда 45,86%, тривалість 4,96 хв (Gram & Mortas, 2023). У випадку комбінованого способу оброблення (оброблення ультразвуком та гомогенізування за високого тиску), раціональні параметри процесу такі: амплітуда 16,22%, тривалість 3,04 хв, тиск 79,18 МПа (Gram & Mortas, 2023).

Спосіб виготовлення «конопляного молока» (рис. 5.2), описаний в науковій праці (Besir et al., 2022a), передбачає, що спочатку насіння змішують з водою та гідратують (насіння конопель поглинає воду та розм'якшується). Насіння конопель піддають багаторазовому вологому подрібненню до досягнення необхідної консистенції. Далі проводять фільтрування суспензії для відокремлення оболонок, волокон та інших твердих частинок. Після цього відфільтрований продукт з вмістом сухих речовин 16% гомогенізують для підвищення стабільності, внаслідок чого утворюється біле кремоподібне «конопляне молоко». Для запобігання

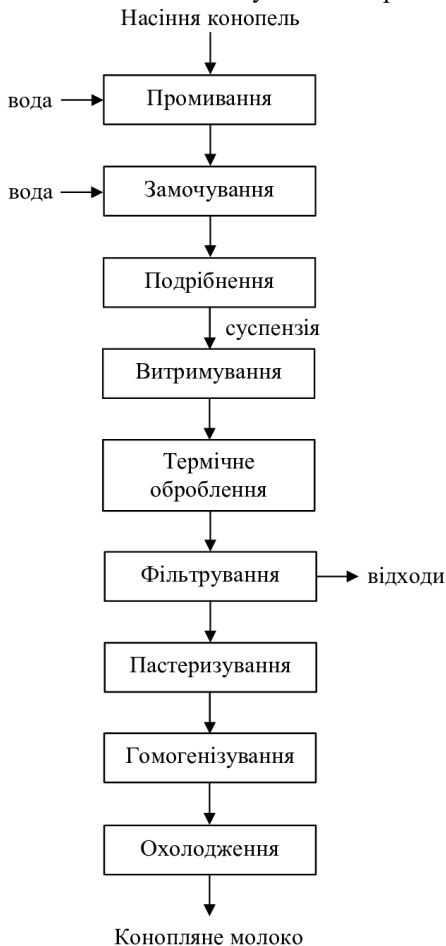
окисненню вітамінів та олії температуру «конопляного молока» зменшують до 10°C. До продукту можуть додавати воду, емульгатори, стабілізатори, підсолоджувачі та ароматизатори. Для подовження терміну зберігання «конопляного молока» застосовують асептичне оброблення – стерилізування за ультрависокої температури з подальшим пакуванням.



**Рисунок 5.2** – Схема способу виготовлення «конопляного молока» з добавками

У науковій праці (Thakur et al., 2024) обґрунтували раціональну тривалість замочування насіння конопель та режим термічного оброблення напівфабрикату «рослинного молока» (рис. 5.3). Відповідно до запропонованого способу приготування «конопляного молока», лущене насіння конопель двічі промивають водою, після чого замочують у воді у співвідношенні 1:15 (насіння : вода) протягом 9 год за температури 24°C. Після замочування насіння конопель подрібнюють до стану суспензії, яку

витримують за температури 24°C протягом 30 хв та термічно обробляють шляхом парового нагрівання за температури 48°C упродовж 60 хв. Далі суспензію фільтрують, отриманий продукт пастеризують за температури 73°C протягом 15 с, гомогенізують та охолоджують. Таке модифікування способу приготування «молока» збільшує вміст жирів та білків у напої.



**Рисунок 5.3** – Схема способу виготовлення «конопляного молока» з термічним обробленням шляхом парового нагрівання

У дослідженні (Karabulut et al., 2024) розглянуто можливість застосування біотехнологічних процесів (твердофазного ферментування (ТФФ) та пророщування) для покращення поживних і функціональних властивостей «конопляного молока». Твердофазне ферментування сприяє

частковому розщепленню органічних речовин, зокрема складних білкових і білково-фенольних структур, утворюючи менш складні, розчинні форми, що покращує біодоступність нутрієнтів. Науковцями порівнювався вплив ферментування з використанням пробіотичних штамів (*Lactobacillus casei* та *Bacillus subtilis*), їхніх ко-культур, а також процесу пророщування на утворення  $\gamma$ -аміномасляної кислоти (ГАМК). Результати свідчать, що пророщування та ферментування значно підвищують вміст ГАМК у «конопляному молоці». Також в обробленому продукті спостерігається збільшення вмісту пептидів та фенольних сполук. Отже, застосування ТФФ та пророщування є перспективною стратегією для створення функціонального напою на основі «конопляного молока» зі збагаченим біоактивним складом і покращеними технологічними характеристиками без необхідності використання синтетичних добавок.

Особливості застосування пророщування і ТФФ під час виготовлення «конопляного молока» (рис. 5.4) (Karabulut et al., 2024):

1) використання пророщування: конопляне насіння промивають дистильованою водою, стерилізують 0,07% розчином NaClO протягом 30 хв, після чого ретельно промивають для видалення розчину; насіння замочують в дистильованій воді за температури 23°C протягом 8 год, а потім пророщують в темряві за температури 23°C протягом 1–3 діб; після пророщування насіння сушать за температури 45°C та подрібнюють;

2) використання ТФФ: штами пробіотичних бактерій *Lactobacillus casei* та *Bacillus subtilis* активують у поживному середовищі за температури 37°C; подрібнене насіння інокулюють у воді бактеріальними культурами та ферментують 72 год за температури 37°C; після ферментування насіння сушать за температури 45°C та подрібнюють;

3) приготування «конопляного молока», збагаченого ГАМК: подрібнене насіння змішують з дистильованою водою у співвідношенні 1:5 (насіння : вода) і гомогенізують; отриману суміш фільтрують та проводять ультразвукове оброблення на льодяній бані протягом 5 хв, потім пастеризують за температури 90°C протягом 10 хв та охолоджують.

Науковці розробили спосіб виготовлення ферментованого конопляного напою з пробіотичною добавкою (Szparaga et al., 2019). Напій виготовляють з нелущеного насіння конопель, яке замочують у воді за температури 20°C протягом 10 год з подальшим декантуванням та промивання насіння. До насіння конопель додають воду та проводять гомогенізування (2–3 хв), фільтрування, пастеризування (температура 95°C, тривалість 2–3 хв) та охолодження «конопляного молока». Далі проводять ферментування напою за температури 37°C протягом 6 год з подальшим пастеризуванням, охолодженням та зберіганням за температури 4°C. Для виготовлення конопляного напою рекомендовано використовувати пробіотичний штам бактерій *Lactobacillus casei subsp. rhamnosus* LCR 3013 у формі ліофілізату.

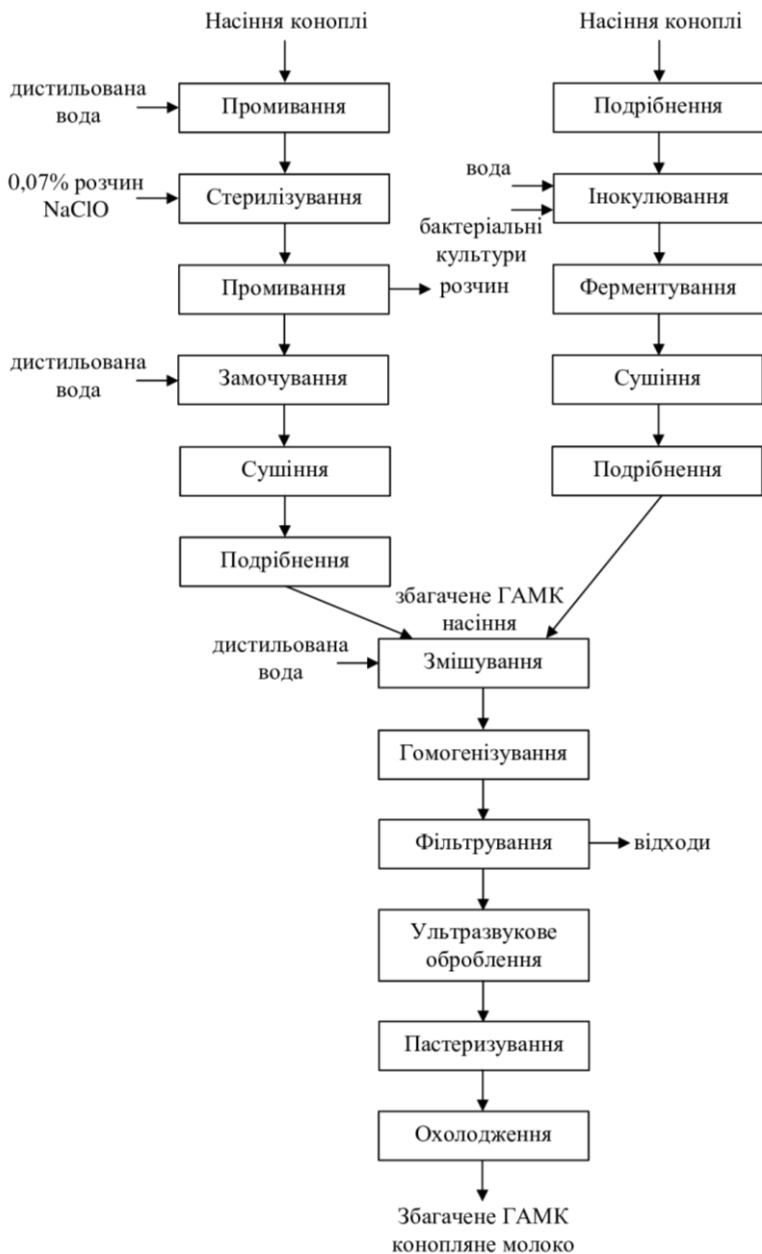


Рисунок 5.4 – Схема способу виготовлення «конопляного молока», збагаченого ГАМК (Karabulut et al., 2024)

Дещо відрізняється спосіб виготовлення ферментованого «конопляного молока», збагаченого пробіотиками (*Lactiplantibacillus plantarum* XD117, *Lacticaseibacillus paracasei* LC-37 та *Lacticaseibacillus rhamnosus* LGG), що подано у науковій праці (Zhou et al., 2024). Зокрема, відповідно до способу знежирене насіння конопель промивають у 0,1%-му розчині карбонату натрію з метою видалення домішок, після чого змішують з водою у співвідношенні 1:9 (насіння : вода) та гомогенізують за допомогою колоїдного млина за швидкості 2900 об/хв протягом 10 хв. Отриману суспензію фільтрують та додають до неї соєвий пептид (0,25%), стабілізатор (0,8%) та сахарозу (8%). Суміш перемішують та повторно гомогенізують протягом 10 хв, після чого пастеризують за температури 90°C протягом 10 хв та охолоджують до 42°C. До «молока» вносять закваску молочнокислих бактерій та ферментують за температури 42°C.

### 5.3 Властивості та хімічний склад «конопляного молока»

«Конопляне молоко» – це напій з високою харчовою цінністю, що не викликає алергічних реакцій та є привабливою альтернативою молочним продуктам (Wang et al., 2018). Поживний склад «конопляного молока» має значну варіабельність залежно від сировини, технології виготовлення та рецептури. Зокрема, вміст білків у «конопляному молоці» коливається в межах 0,8–7,0 г/100 г, що може дорівнювати або навіть перевищувати показник для коров'ячого молока (таблиця 5.6). Вміст жирів у «конопляному молоці» коливається від 1,3 до 18,0 г/100 г, що істотно перевищує жирність коров'ячого молока. Вміст вуглеводів у «конопляному молоці», залежно від доданих рецептурних компонентів, може коливатися в широких межах від 0,3 до 30,2 г/100 г. У той час як вміст вуглеводів у натуральному коров'ячому молоці є досить стабільним – близько 4,5–5,0 г/100 мл. Калорійність «конопляного молока» значно коливається 19,0–54,0 ккал/100 г, що спричинено різним складом напоїв.

**Таблиця 5.6** – Порівняння поживних речовин у коров'ячому молоці та «конопляному молоці»

Продукти	Вміст			Калорійність
	білки	жири	вуглеводи	
Молоко коров'яче	3,2 <sup>a</sup>	3,5–4,0 <sup>a</sup>	4,5–5,0 <sup>a</sup>	60–70 <sup>a</sup>
«Конопляне молоко»	0,8–4,0 <sup>b</sup>	1,3–4,6 <sup>b</sup>	0,3–20,0 <sup>b</sup>	19,0–53,1 <sup>b</sup>
	0,8–7,0 <sup>c</sup>	1,3–18,0 <sup>c</sup>	0,3–30,2 <sup>c</sup>	19,0–54,0 <sup>c</sup>

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (Vitoria, 2017); <sup>b</sup>дані (Besir et al., 2022a); <sup>c</sup>дані (Thakur et al., 2025); для даних (вміст білків, жирів, вуглеводів) з джерела (а) розмірність [г/100 мл]; для даних (вміст білків, жирів, вуглеводів) з джерел (b, c) розмірність [г/100 г]; для даних (калорійність) з джерела (а) розмірність [ккал/100 мл]; для даних (калорійність) з джерел (b, c) розмірність [ккал/100 г].

Жирнокислотний профіль «конопляного молока» характеризується переважанням поліненасичених жирних кислот (**таблиця 5.7**). Найбільший вміст має лінолева кислота (57,10%). Суттєвим є також вміст  $\alpha$ -ліноленової кислоти (19,80%). Мононенасичені жирні кислоти представлені переважно олеїною кислотою (10,20%). Інші жирні кислоти містяться у менших кількостях: пальмітинова (6,50%);  $\gamma$ -стеаринова (2,40%), ліноленова кислота (2,10%).

**Таблиця 5.7** – Вміст жирних кислот у «конопляному молоці»  
(*Besir et al., 2022a*)

Жирні кислоти	Вміст [% від загальної кількості жирів]	Жирні кислоти	Вміст [% від загальної кількості жирів]
Пальмітинова (C16:0)	6,50	$\alpha$ -ліноленова (C18:3(n-3))	19,80
Стеаринова (C18:0)	2,40	Стеаридонова (C18:4(n-3))	1,20
Олеїнова (C18:1(n-9))	10,20	Арахінова (C20:0)	0,40
Лінолева (C18:2(n-6))	57,10	Ейкозенова (C20:1)	0,25
$\gamma$ -ліноленова (C18:3(n-6))	2,10		

Коров'яче молоко містить переважно лактозу (49,9–50,6 г/кг), тоді як у «конопляному молоці» вона не міститься (**таблиця 5.8**). Натомість у «конопляному молоці» виявлено глюкозу (0,20–0,30 г/кг), сахарозу (0,50–1,35 г/кг) та фруктозу (0,10 г/кг). Також у «конопляному молоці» міститься крохмаль (0,5–14,4 г/кг), що впливає на консистенцію продукту. Глікемічний індекс коров'ячого молока становить 46,93, тоді як у «конопляного молоці» він більший – 59,94.

**Таблиця 5.8** – Порівняння складу цукрів у коров'ячому молоці й «конопляному молоці» та їхній глікемічний індекс (ГІ)

Показники	Молоко коров'яче	«Конопляне молоко»
Вміст глюкози [г/кг]	0,1 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup> ; 0,20 <sup>b</sup>
Вміст фруктози [г/кг]	н.в. <sup>a</sup>	0,10 <sup>b</sup>
Вміст сахарози [г/кг]	н.в. <sup>a</sup>	1,35 <sup>a</sup> ; 0,50 <sup>b</sup>
Вміст лактози [г/кг]	49,9–50,6 <sup>a</sup>	н.в. <sup>a</sup>
Вміст крохмалю [г/кг]	н.в. <sup>a</sup>	14,4 <sup>a</sup> ; 0,5 <sup>b</sup>
ГІ	46,93 <sup>b</sup>	59,94 <sup>b</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>дані (*Walther et al., 2022*); <sup>b</sup>дані (*Jeske et al., 2016*).

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

Коров'яче молоко має більший вміст рибофлавіну (вітамін В<sub>2</sub>) порівняно з «конопляним молоком» (таблиця 5.9). Вміст тіаміну (вітамін В<sub>1</sub>) та вітаміну В<sub>6</sub> є порівнюваним у двох продуктах. Вміст фолієвої кислоти у «конопляному молоці» значно менший порівняно з коров'ячим молоком. Конопляний напій може містити у великій кількості вітамін Е, що зумовлено додаванням соняшникової олії в рецептуру. Вміст вітаміну К<sub>1</sub> у двох продуктах приблизно однаковий. Вітамін D<sub>2</sub> міститься лише у конопляному напої (0,2 мкг/100 г).

Таблиця 5.9 – Порівняння вмісту вітамінів у коров'ячому молоці та конопляному напої (Walther et al., 2022)

Вітаміни	Молоко коров'яче	Конопляний напій
Вітамін В <sub>1</sub> [мкг/100 г]	11,7–12,0	16,3
Вітамін В <sub>2</sub> [мкг/100 г]	107,9–108,7	20,4
Вітамін В <sub>6</sub> [мкг/100 г]	18,1–22,1	19,2
Фолієва кислота [мкг/100 г]	1,2–5,2	0,2
Вітамін Е [мкг/100 г]	85,1–93,1	1751,2*
Вітамін К <sub>1</sub> [мкг/100 г]	0,1–0,2	0,2
Вітамін D <sub>2</sub> [мкг/100 г]	н.в.	0,2

Примітка: н.в. – не виявлено; \* продукт збагачено соняшниковою олією.

Кальцій є одним із найважливіших компонентів коров'ячого молока (109,0–140,8 мг/100 г), тоді як у конопляному напої його вміст значно варіює (12,0–125,0 мг/100 г) залежно від рецептури або збагачення (таблиця 5.10). Фосфор та калій також переважають за вмістом у коров'ячому молоці порівняно з конопляним напоєм. Натомість вміст магнію у конопляному напої дещо більший порівняно з коров'ячим молоком. Вміст натрію у «конопляному молоці» коливається в широких межах (8,3–140 мг/100 г), що може бути наслідком додавання солі чи стабілізаторів. Особливо помітною є різниця у вмісті заліза: «конопляне молоко» може містити від 0,2 до 6,6 мг/100 г, тоді як у коров'ячому молоці його вміст є дуже низьким 0,03–0,08 мг/100 г.

Таблиця 5.10 – Порівняння вмісту мінеральних речовин у молоці коров'ячому та «конопляному молоці» (Ferdouse et al., 2024)

Мінеральні речовини	Молоко коров'яче	«Конопляне молоко»
Фосфор (P) [мг/100 г]	85,0–121,0	54,8–64,0
Натрій (Na) [мг/100 г]	36,0–58,0	8,3–140,0
Магній (Mg) [мг/100 г]	9,0–13,0	13,8
Калій (K) [мг/100 г]	134,2–181,0	110,0–126,6
Залізо (Fe) [мг/100 г]	0,03–0,08	0,2–6,6
Кальцій (Ca) [мг/100 г]	109,0–140,8	12,0–125,0

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

Коров'яче молоко має значно більший вміст незамінних амінокислот порівняно з «конопляним молоком» (таблиця 5.11). Особливо помітним є переважання у коров'ячому молоці таких амінокислот як лізин, лейцин, фенілаланін, треонін та валін. Найбільший вміст у «конопляному молоці» мають лейцин (6,5–7,1 мг/100 г) та валін (5,0–5,7 мг/100 г). У «конопляному молоці» у невеликій кількості міститься триптофан, що не виявлено у коров'ячому молоці.

**Таблиця 5.11** – Порівняння амінокислотного складу коров'ячого молока та «конопляного молока» (Paul et al., 2019)

Амінокислоти	Вміст [мг/100 г]	
	молоко коров'яче	«конопляне молоко»
Гістидин	15,0–26,0	2,8–3,1
Треонін	23,0–41,0	2,6–3,9
Лізин	49,0–96,0	4,0–4,6
Метіонін	17,0–27,0	2,1–2,8
Валін	33,0–53,0	5,0–5,7
Ізолейцин	25,0–62,0	3,9–4,4
Лейцин	90,0–108,0	6,5–7,1
Фенілаланін	38,0–56,0	4,6–4,9
Триптофан	н.в.	0,7–0,9

**Примітка:** н.в. – не виявлено.

В'язкість «конопляного молока» значно більша порівняно з коров'ячим молоком (таблиця 5.12), що свідчить про густішу, більш насичену консистенцію. Індекс білизни менший у «конопляного молока», що вказує на менш яскравий, злегка сіруватий або бежевий відтінок порівняно з традиційним білим кольором коров'ячого молока. Висота осаду у «конопляному молоці» менша, що свідчить про кращу стабільність продукту під час короткострокового зберігання, ймовірно внаслідок використанню стабілізаторів.

**Таблиця 5.12** – Порівняння фізичних властивостей коров'ячого молока та «конопляного молока» (Jeske et al., 2016)

Продукти	В'язкість [мПа·с]	Індекс білизни <i>WI</i>	Висота осаду [мм]
Молоко коров'яче	3,15	81,89	0,60
«Конопляне молоко»	25,0	68,49	0,26

**Примітка:** висоту осаду визначали шляхом центрифугування продукту за параметрів: 1000 об/хв протягом 30 хв, потім 3000 об/хв протягом 60 хв за температури 24°C (Jeske et al., 2016).

Неферментований конопляний напій має більше значення показника активної кислотності (рН 6,81) порівняно з ферментованим (рН 6,47–6,62) (таблиця 5.13). Ферментування напою спричиняє зниження вмісту білків з 6,96% до 6,68%, водночас вміст жирів залишається майже незмінним (18,01–18,02%) (Szparaga et al., 2019). У дослідженні (Zhou et al., 2024) встановлено, що додавання пробіотиків (*Lactiplantibacillus plantarum* XD117, *Lacticaseibacillus paracasei* LC-37 та *Lacticaseibacillus rhamnosus* LGG) має незначний вплив на титровану кислотність, кількість життєздатних бактерій та текстурні характеристики ферментованого «конопляного молока», однак внаслідок цього підвищується рівень інгібування  $\alpha$ -глюкозидази та панкреатичної ліпази.

**Таблиця 5.13** – Порівняння фізико-хімічних показників ферментованого та неферментованого конопляного напою (Szparaga et al., 2019)

Показники	Композиції конопляного напою			
	К1	К2	К3	К4
Активна кислотність рН	6,47±0,01	6,62±0,02	6,81±0,02	6,81±0,02
Вміст білків [%]	6,68±0,26	6,68±0,29	6,96±0,27	6,96±0,27
Вміст жирів [%]	18,01±0,06	18,01±0,06	18,02±0,02	18,02±0,02

**Примітка:** композиції конопляного напою: К1 – ферментований з пробіотиком; К2 – ферментований без пробіотика; К3 – неферментований з пробіотиком; К4 – неферментований без пробіотика.

## 5.4 Використання «конопляного молока»

«Конопляне молоко» використовують при виготовленні різних харчових продуктів, зокрема, комбінованих напоїв, кефіру, айрану, йогурту, морозива, сухого конопляного молока тощо (Mortas et al., 2023; Thakur et al., 2025).

Розроблені комбіновані ферментовані напої, що містять «конопляне молоко» (50%) у поєднанні з «соевим молоком» (50%) або «рисовим молоком» (50%) (Nissen et al., 2020). Ці напої виготовляють з різних видів «рослинного молока», що пройшло високотемпературне оброблення, шляхом змішування та ферментування за допомогою пробіотиків *Lactobacillus fermentum*, *Lb. plantarum* та *Bifidobacterium bifidum* або з використанням мікробної суміші, що містить в однаковому співвідношенні вищезгадані штами. Процес ферментування триває 24 год за температури 37°C. Дослідження активної кислотності (рН) ферментованих комбінованих рослинних напоїв на основі «конопляного молока» в поєднанні з «рисовим молоком» або «соевим молоком» показало незначні зміни рівня рН порівняно з контрольними зразками (без

ферментування) (таблиці 5.14). Для ферментованих композицій напою, виготовлених з суміші «конопляного молока» та «рисового молока», показник рН коливається в межах 7,08–7,16. Контрольний зразок (К1) має більше значення показника рН 7,18. У ферментованих композиціях напою з «конопляним молоком» та «соевим молоком» показник рН також має більші значення (рН 7,55–7,59) порівняно з неферментованим зразком (рН 7,46). Композиції напою, що містять «рисове молоко», мають менше значення показника активної кислотності рН порівняно з композиціями, що містять «соеве молоко».

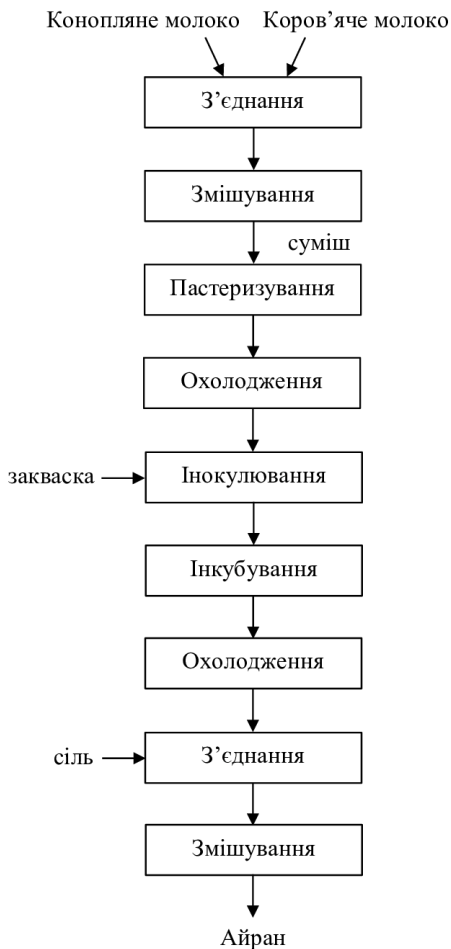
**Таблиця 5.14** – Активна кислотність комбінованих ферментованих рослинних напоїв (*Nissen et al., 2020*)

Композиції	Активна кислотність рН	Композиції	Активна кислотність рН
К1 (контроль)	7,18±0,04	К6 (контроль)	7,46±0,01
К2 ф - lp	7,16±0,07	К7 ф - lp	7,55±0,03
К3 ф - lf	7,14±0,04	К8 ф - lf	7,56±0,03
К4 ф - bb	7,08±0,04	К9 ф - bb	7,59±0,02
К5 ф - c	7,15±0,02	К10 ф - c	7,55±0,01

**Примітка:** композиції напоїв: К1, К2, К3, К4, К5 – 50% «конопляне молоко» + 50% «рисове молоко»; К6, К7, К8, К9, К10 – 50% «конопляне молоко» + 50% «соеве молоко»; ф – ферментований напій; lp – *Lb. plantarum* 98b; lf – *Lb. Fermentum* PRLF; bb – *B. bifidum* 700795; c – мікробна суміш.

У науковій праці (*Beşir et al., 2022b*) досліджували можливість заміни коров'ячого молока на «конопляне молоко» у рецептурі айрану. Спосіб виготовлення такого айрану передбачає змішування коров'ячого молока та «конопляного молока» відповідно до рецептури (рис. 5.5). Отриману суміш пастеризують за температури 90°C протягом 5 хв, після чого швидко охолоджують до температури 43°C перед внесенням (інокулювання) закваски для айрану (YF-L902, 500 U) у стандартній кількості 0,02%. Після внесення закваски проводять інкубування суміші за температури 40°C до досягнення рівня рН 4,5. Потім айран охолоджують до 10°C і додають сіль у концентрації 0,5% у кінцевому продукті. Продукт ретельно змішують та зберігають за температури 4°C.

У таблиці 5.15 подані фізико-хімічні показники айрану з різним вмістом «конопляного молока». Заміна коров'ячого молока на «конопляне молоко» у складі айрану спричиняє зменшення вмісту білків, золи, сухих речовин, молочної кислоти та в'язкості, але сприяє підвищенню жирності продукту. Найбільш стабільним параметром залишається активна кислотність (рН). Айран, що містить «конопляне молоко» (25%) та коров'яче молоко (75%), має найвищу загальну прийнятність після напою на основі лише коров'ячого молока (*Beşir et al., 2022b*).



**Рисунок 5.5** – Схема способу виготовлення айрану з «конопляного молока» (Beşir et al., 2022b)

Конопляний напій можна також отримати шляхом ферментування з використанням кефірних зерен (Li et al., 2023). Для виготовлення напою насіння конопель промивають водою для видалення домішок, після чого змішують з водою у співвідношенні 1:9 та додають фруктозно-кукурудзяний сироп (5%) (рис. 5.6). Суміш гомогенізують за високого тиску (20 МПа) протягом 5 хв. Отриману суспензію стерилізують за температури 102°C протягом 25 хв та охолоджують до 25°C. До суміші додають (інокують) кефірні зерна (3%) та ферментують протягом 24 год за температури 28°C в аеробних умовах. Після ферментування суміш

змішують до однорідного стану та повторно стерилізують за температури 102°C протягом 10 хв. Завдяки цьому способу отримують ферментований кефірними зернами конопляний напій, фізико-хімічні показники якого подані в таблиці 5.16.

**Таблиця 5.15** – Фізико-хімічні показники айрану з різним вмістом «конопляного молока» (*Beşir et al., 2022b*)

Показники	Композиції айрану				
	K1	K2	K3	K4	K5
Вміст білків [%]	1,34±0,02	0,94±0,04	0,81±0,03	0,77±0,03	0,59±0,03
Вміст жирів [%]	1,34±0,00	2,00±0,00	2,10±0,14	2,50±0,14	3,00±0,00
Вміст золи [%]	1,18±0,01	1,09±0,00	0,87±0,01	0,85±0,03	0,81±0,01
Вміст СР [%]	9,61±0,01	8,64±0,00	7,85±0,00	7,44±0,49	7,15±0,03
Активна кислотність рН	4,39±0,03	4,25±0,01	4,26±0,01	4,28±0,01	4,49±0,00
Вміст молочної кислоти [%]	9,79±0,26	9,25±0,15	7,00±0,07	4,80±0,03	3,85±0,01
В'язкість [мПа·с]	278,0±2,8	130,0±8,5	39,5±1,3	14,3±0,1	13,2±0,0

**Примітка:** СР – сухі речовини; композиції айрану: K1 – 100% молоко коров'яче (МК); K2 – 75% МК + 25% «конопляне молоко» (КМ); K3 – 50% МК + 50% КМ; K4 – 25% МК + 75% КМ; K5 – 100% КМ.

**Таблиця 5.16** – Фізико-хімічні показники ферментованого кефірними зернами конопляного напою (*Li et al., 2023*)

Показники	Значення	Показники	Значення
Активна кислотність рН	3,92	Молочна кислота [мкг/мл]	$4,72 \cdot 10^4$
Щавлева кислота [мкг/мл]	114,0	Оцтова кислота [мкг/мл]	$2,07 \cdot 10^3$
Винна кислота [мкг/мл]	$1,76 \cdot 10^3$	Бурштинова кислота [мкг/мл]	693,0
Яблучна кислота [мкг/мл]	434,0	Масляна кислота [мкг/мл]	$1,28 \cdot 10^3$

Внаслідок ферментування спостерігається збільшення концентрацій органічних кислот (молочної, оцтової, винної, масляної, бурштинової та яблучної кислот). Збільшується також кількість поживних компонентів,

амінокислот та вільних жирних кислот, а також збільшуються концентрації сполук, що формують аромат, зокрема спиртів, кислот та ефірів. Активна кислотність ферментованого напою рН 3,92. Ферментування сприяє збільшенню в'язкості та стійкості до фазового розшарування кінцевого продукту (Li et al., 2023).

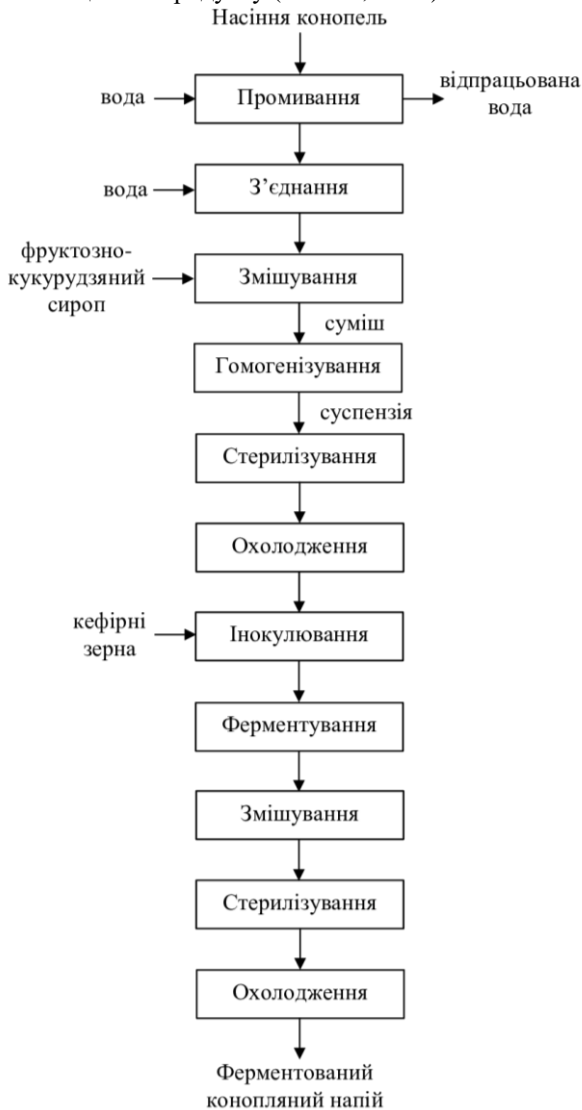


Рисунок 5.6 – Схема способу виготовлення ферментованого кефірними зернами конопляного напою (Li et al., 2023)

У науковій праці (*Hidas et al., 2023*) розроблені композиції морозива на основі конопляного напою. У складі сумішей для морозива використані інгредієнти: конопляний напій (білки – 0,5%, жири – 2,2%, вуглеводи – 0%), кокосові вершки, концентрат білка з конопель (білки – 50%, жири – 9%, вуглеводи – 7,8%, клітковина – 20%), концентрат білка з мигдалю (білки – 50%, жири – 11%, вуглеводи – 9,5%), концентрат білка з рису (білки – 83,8%, жири – 3,1%, вуглеводи – 6,9%, клітковина – 3,4%), концентрат білка з волоських горіхів (білки – 45%, жири – 15%, вуглеводи – 9%, клітковина – 11%), сахароза, декстроза та гуарова камедь або трансглютаміназа. Спосіб виготовлення такого морозива передбачає нагрівання конопляного напою до температури 45–50°C та додавання рецептурних інгредієнти (рис. 5.7). Суміш гомогенізують шляхом змішування протягом 2 хв. У випадку оброблення суміші ферментом, реакцію проводять за температури 50°C протягом 30 хв. Деактивування трансглютамінази проводять шляхом пастеризування суміші за температури 75°C упродовж 30 хв. Після пастеризування суміш швидко охолоджують до 4°C та витримують за цієї температури протягом 24 год для дозрівання. Потім морозиво виготовляють за допомогою фризерної машини (фризерування). Морозиво загартовують за температури -30°C протягом 1 год та зберігають за температури -24°C.

Дослідники встановили, що морозиво, яке містить гуарову камедь, має кращі органолептичні властивості, ніж продукт з мікробною трансглютаміназою. Найбільш доцільно використовувати концентрат білка з мигдалю, оскільки він забезпечує характерний колір, запах, смак і текстуру морозива (*Hidas et al., 2023*).

Досліджували також композиції морозива на основі коров'ячого молока та конопляного напою у різному співвідношенні (*Özgeçen, 2025*). Спосіб виготовлення такого морозива передбачає підігрівання суміші коров'ячого молока та конопляного напою до температури 45°C, додавання сипких інгредієнтів та подальше гомогенізування суміші. Гомогенізовану суміш пастеризують за температури 80°C протягом 10 хв, після чого охолоджують до 4°C та витримують для дозрівання протягом 8 год за цієї ж температури. Останнім етапом виготовлення морозива є його фризерування. Фізико-хімічні властивості композицій морозива подані в таблиці 5.17. Зі збільшенням частки конопляного напою у складі суміші для морозива спостерігається збільшення вмісту білків у композиціях. Також зі збільшенням вмісту конопляного напою у морозиві збільшується швидкість танення та показник активної кислотності pH. Водночас значення показника твердості та вмісту золи, жирів і сухих речовин коливаються незначно за зміни співвідношення між коров'ячим молоком та рослинним напоєм. З-поміж композицій морозива з конопляним напоєм найвище оцінено продукт, що містить 25% «конопляного молока» (*Özgeçen, 2025*).

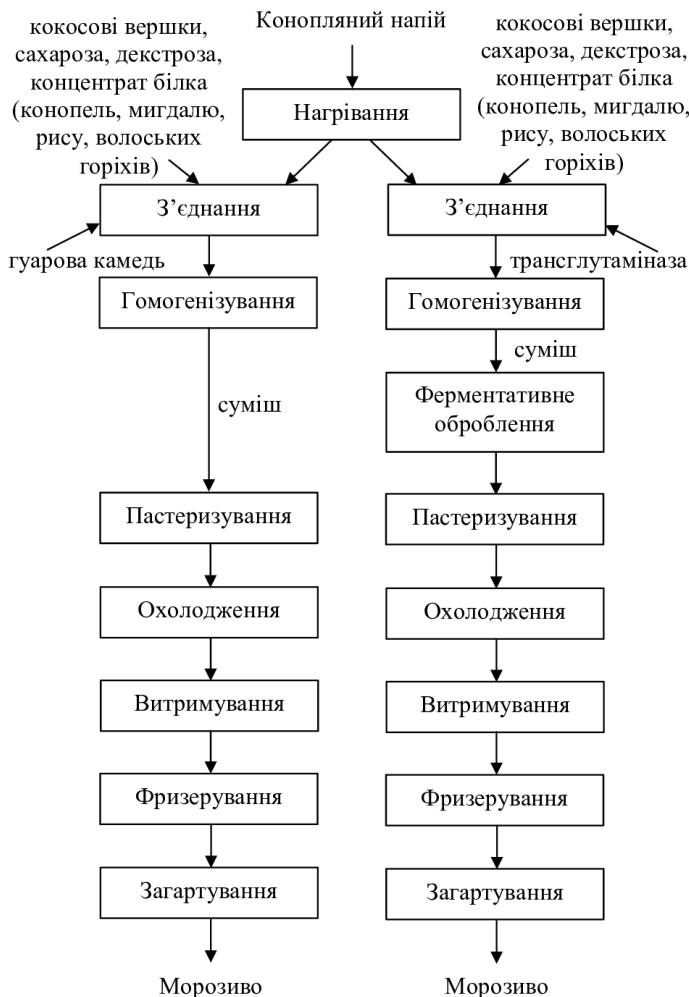


Рисунок 5.7 – Схема способу виготовлення морозива з конопляного напою (Hidas et al., 2023)

Таблиця 5.17 – Фізико-хімічні показники морозива з коров'ячого молока та конопляного напою (Özgeçen, 2025)

Показники	Композиції морозива				
	K1	K2	K3	K4	K5
1	2	3	4	5	6
Вміст білків [%]	2,47±0,37	2,81±0,07	3,10±0,03	3,50±0,10	3,94±0,04

Продовження таблиці 5.17

1	2	3	4	5	6
Вміст жирів [%]	8,40±0,28	8,50±0,14	8,30±0,14	8,60±0,01	8,70±0,14
Вміст золи [%]	0,58±0,06	0,54±0,09	0,56±0,01	0,55±0,04	0,70±0,01
Вміст СР [%]	30,13±0,08	29,89±0,04	29,52±0,10	29,98±0,10	30,42±0,02
Активна кислотність рН	6,29±0,01	6,66±0,01	6,70±0,01	6,72±0,00	6,78±0,02
Твердість [Н]	10,32±1,65	15,48±1,43	13,71±2,47	11,48±4,28	13,37±2,01
Швидкість танення [г/хв]	0,27±0,08	0,40±0,13	0,59±0,16	0,73±0,03	0,74±0,06

**Примітка:** СР – сухі речовини; композиції морозива: К1 – 100% молоко коров'яче; К2 – 75% молоко коров'яче + 25% конопляний напій; К3 – 50% молоко коров'яче + 50% конопляний напій; К4 – 25% молоко коров'яче + 75% конопляний напій; К5 – 100% конопляний напій.

### Список використаних джерел до розділу 5

- Besir, A., Awad, N., Mortas, M., & Yazici, F. (2022a). A plant-based milk type: Hemp seed milk. *Akademik Gıda*, 20(2), 170-181. doi:10.24323/akademik-gida.1149875.
- Beşir, A., Mortaş, M., & Yazici, F. (2022b). Investigation properties of Ayran (yoghurt drink) produced from different ratio of cow and hemp seed milk mixtures. *European Food Science and Engineering*, 3(1), 5-10. doi:10.55147/efse.1119044.
- Callaway, J.C. (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*, 140, 65-72. doi:10.1007/s10681-004-4811-6.
- Farinon, B., Molinari, R., Costantini, L., & Merendino, N. (2020). The seed of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional quality and potential functionality for human health and nutrition. *Nutrients*, 12(7), 1935. doi:10.3390/nu12071935.
- Ferdouse, J., Silva, B.Q., Baune, M.C., Terjung, N., & Smetana, S. (2024). Life cycle assessment of hemp-based milk alternative production in Lower Saxony, Germany, based on a material flow analysis of a pilot scale. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 29, 652-668. doi:10.1007/s11367-023-02264-9.
- Gram, S., & Mortas, M. (2023). The effects of ultrasound and high pressure homogenization processes on physiochemical properties of hemp seed milk. *Food Chemistry Advances*, 3, 100477. doi:10.1016/j.focha.2023.100477.

Hidas, K.I., Nyulas-Zeke, I.C., Szepessy, A., Romvári, V., Gerhart, K., Surányi, J., Laczay, P., & Darnay, L. (2023). Physical properties of hemp drink-based ice cream with different plant proteins guar gum and microbial transglutaminase. *LWT*, *182*, 114865. doi:10.1016/j.lwt.2023.114865.

Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E.K. (2016). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, *72*(1), 26-33. doi:10.1007/s11130-016-0583-0.

Karabulut, G., Nemzer, B.V. & Feng, H. (2024).  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA)-enriched hemp milk by solid-state co-fermentation and germination bioprocesses. *Plant Foods for Human Nutrition*, *79*, 322-329. doi:10.1007/s11130-024-01187-6.

Li, X., He, Y., Xie, Y., Zhang, L., Li, J., & Liu, H. (2023). Effects of fermentation with Kefir grains on nutrient composition, flavor volatiles, and product physical stability of a hemp seed (*Cannabis sativa* L.) beverage. *LWT*, *183*, 114934. doi:10.1016/j.lwt.2023.114934.

Mattila, P., Mäkinen, S., Eurola, M., Jalava, T., Pihlava, J.-M., Hellström, J., & Pihlanto, A. (2018). Nutritional value of commercial protein-rich plant products. *Plant Foods for Human Nutrition*, *73*, 108-115. doi:10.1007/s11130-018-0660-7.

Montero, L., Ballesteros-Vivas, D., Gonzalez-Barrios, A.F., & Sánchez-Camargo, A.dP. (2023). Hemp seeds: Nutritional value, associated bioactivities and the potential food applications in the Colombian context. *Frontiers in Nutrition*, *9*, 1039180. doi:10.3389/fnut.2022.1039180.

Mortas, M., Besir, A., Tok, Z., Keles, M., & Yazici, F. (2023). Physicochemical properties and characterization of a new product: Spray dried hempseed milk. *Plant Foods for Human Nutrition*, *78*, 358-365. doi:10.1007/s11130-023-01053-x.

Nissen, L., di Carlo, E., & Gianotti, A. (2020). Prebiotic potential of hemp blended drinks fermented by probiotics. *Food Research International*, *131*, 109029. doi:10.1016/j.foodres.2020.109029.

Özgeçen, A.B. (2025). Use of hemp seed milk in ice cream and its effect on physicochemical, rheological, bioactive and sensorial properties. *Akademik Gıda*, *23*(1), 1-11. doi:10.24323/akademik-gida.1697132.

Paul, A.A., Kumar, S., Kumar, V., & Sharma, R. (2019). Milk analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *60*(18), 3005-3023. doi:10.1080/10408398.2019.1674243.

Rizzo, G., Storz, M.A., & Calapai, G. (2023). The role of hemp (*Cannabis sativa* L.) as a functional food in vegetarian nutrition. *Foods*, *12*(18), 3505. doi:10.3390/foods12183505.

Sacilik, K., Öztürk, R., & Keskin, R. (2003). Some physical properties of hemp seed. *Biosystems Engineering*, 86(2), 191-198. doi:10.1016/S1537-5110(03)00130-2.

Szparaga, A., Tabor, S., Kocira, S., Czerwińska, E., Kuboń, M., Plóciennik, B., & Findura, P. (2019). Survivability of probiotic bacteria in model systems of non-fermented and fermented coconut and hemp milks. *Sustainability*, 11(21), 6093. doi:10.3390/su11216093.

Tănase Apetroaei, V., Pricop, E.M., Istrati, D.I., & Vizireanu, C. (2024). Hemp seeds (*Cannabis sativa* L.) as a valuable source of natural ingredients for functional foods – A review. *Molecules*, 29(9), 2097. doi:10.3390/molecules29092097.

Thakur, A., Morya, S., Alsulami, T., Brennan, C., & Nayik, G.A. (2024). Optimization of hemp seed milk production using response surface methodology: Enhancing nutritional quality and reducing antinutrients. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2024(1), 6015666. doi:10.1155/jfpp/6015666.

Thakur, A., Morya, S., & Kasankala, L.M. (2025). Hemp seed and its milk analog: A review on specialties, significance and emerging needs. *Journal of Natural Fibers*, 22(1). doi:10.1080/15440478.2025.2474136.

Vecka, M., Staňková, B., Kutová, S., Tomášová, P., Tvrzická, E., & Žák, A. (2019). Comprehensive sterol and fatty acid analysis in nineteen nuts, seeds, and kernel. *SN Applied Sciences*, 1, 1531. doi:10.1007/s42452-019-1576-z.

Vitoria, I. (2017). The nutritional limitations of plant-based beverages in infancy and childhood. *Nutrición Hospitalaria*, 34, 1205-1214. doi:10.20960/nh.931.

Vonapartis, E., Aubin, M.-P., Seguin, P., Mustafa, A.F., & Charron, J.B. (2015). Seed composition of ten industrial hemp cultivars approved for production in Canada. *Journal of Food Composition and Analysis*, 39, 8-12. doi:10.1016/j.jfca.2014.11.004.

Walther, B., Guggisberg, D., Badertscher, R., Egger, L., Portmann, R., Dubois, S., Haldimann, M., Kopf-Bolan, K., Rhyn, P., Zoller, O., Veraguth, R. & Rezzi, S. (2022). Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. *Frontiers in Nutrition*, 9, 988707. doi:10.3389/fnut.2022.988707.

Wang, Q., Jiang, J., & Xiong, Y.L. (2018). High pressure homogenization combined with pH shift treatment: A process to produce physically and oxidatively stable hemp milk. *Food Research International*, 106, 487-494. doi:10.1016/j.foodres.2018.01.021.

Zhou, Y., Xu, Y., Song, S., Zhan, S., Li, X., Wang, H., Zhu, Z., Yan, L., Peng, Y., & Xie, C. (2024). Effect of different probiotic fermentations on the quality of plant-based hempseed fermented milk. *Foods*, 13(24), 4076. doi:10.3390/foods13244076.

## 6 «КОКОСОВЕ МОЛОКО»

## 6.1 Кокосовий горіх та його властивості

Кокос (*Cocos nucifera* L.) є важливою плодовою культурою тропічних регіонів, плоди якої використовують для виготовлення широкого асортименту харчових продуктів і напоїв (Yong et al., 2009). Кокосовий горіх складається з ядра (м'якоті) (51,7%), кокосової води (9,8%) та шкаралупи (38,5%) (Patil & Benjakul, 2018). Їстівна частина кокосового плоду – м'якоть та кокосова вода. Не слід плутати кокосову воду з «кокосовим молоком». Кокосова вода – це рідка частина ендосперму кокоса, тоді як «кокосове молоко», також відоме як «сантан» у Малайзії та Індонезії, і «гата» на Філіппінах, – це продукт, отриманий шляхом вичавлювання подрібненої м'якоті кокоса з додаванням або без додавання води та інших компонентів (Yong et al., 2009).

Фізичні властивості кокосової води та м'якоті суттєво змінюються залежно від ступеня стиглості плоду (таблиці 6.1). Ці зміни мають важливе значення для харчового використання кокоса на різних етапах стиглості. На ранній стадії (6 місяців) об'єм кокосової води становить 553 мл, що істотно перевищує її об'єм у стиглому плоді (385 мл). Активна кислотність (рН) також змінюється із досяганням плоду: з рН 4,7 (6-й місяць) до рН 5,2 (12-й місяць). Під час досягання плоду спостерігається збільшення товщини м'якоті – від 1–3 мм (6-й місяць) до 10,1 мм (12-й місяць). Відповідно, збільшення товщини шару м'якоті спричиняє збільшення її маси з 77,2 г/плід до 359 г/плід.

Таблиця 6.1 – Фізичні властивості кокосової води та м'якоті (Santoso et al., 1996)

Ступінь стиглості плоду	Кокосова вода		Кокосова м'якоть	
	об'єм в 1 плоді [мл]	активна кислотність рН	товщина [мм]	маса в 1 плоді [г]
6-й місяць	553±23	4,7±0,1	1–3	77,2
12-й місяць	385±51	5,2±0,1	10,1	359±21

Поживна цінність кокосової води та м'якоті суттєво відрізняються (таблиці 6.2). Зріла м'якоть кокоса багата на жири та білки (Divya et al., 2023), натомість у кокосовій воді їх значно менше. Вміст вуглеводів у кокосовій воді (79,5–81,8% СР) більший, ніж у м'якоті плоду (29,1–54,9% СР). Натомість, вміст золи та сухих речовин більший у м'якоті кокосового горіха порівняно з кокосовою водою. Як кокосова вода, так і кокосова м'якоть містять сахарозу, фруктозу та глюкозу. Кокосова м'якоть є джерелом харчових волокон (Rajamohan & Archana, 2018). Вона містить лігнін (0,97–6,69% СР), геміцелюлозу (3,09–6,73% СР), целюлозу (7,09–

8,09% СР) та пектинові речовини (0,74–2,65% СР) (Santoso et al., 1996). З органічних кислот у кокосовій воді містяться винна кислота (1,6–2,4 мг/100 г СР), лимонна кислота (до 24,8 мг/100 г СР), яблучна кислота (307–317 мг/100 г СР) та оцтова кислота (до 1,3 мг/100 г СР), а в кокосовій м'якоті – лимонна кислота (62,3–63,0 мг/100 г СР) та яблучна кислота (740–2210 мг/100 г СР) (Santoso et al., 1996).

**Таблиця 6.2** – Вміст основних поживних речовин та цукрів у кокосовій воді та м'якоті з плодів різної стиглості

Показники	Кокосова вода	Кокосова м'якоть
Вміст білків	0,02–0,55 <sup>a</sup>	7,1–16,0 <sup>b</sup>
Вміст жирів	0,14–0,74 <sup>a</sup>	20,2–62,6 <sup>b</sup>
Вміст вуглеводів	79,5–81,8 <sup>b</sup>	29,1–54,9 <sup>b</sup>
Вміст золи	0,40–0,46 <sup>a</sup>	1,2–7,9 <sup>b</sup>
Вміст СР	3,3–5,6 <sup>a</sup>	7,6–52,3 <sup>b</sup>
Вміст сахарози	0,1–5,4 <sup>a</sup>	4,77–15,30 <sup>b</sup>
Вміст глюкози	0,5–1,7 <sup>a</sup>	0,24–2,85 <sup>b</sup>
Вміст фруктози	0,4–1,4 <sup>a</sup>	0,46–3,22 <sup>b</sup>

**Примітка:** СР – сухі речовини; <sup>a</sup>дані (Prades et al., 2012); <sup>b</sup>дані (Santoso et al., 1996); розмірність показників з джерела (а) – [г/100 мл]; розмірність показників з джерела (b) – [% СР].

Вміст мінеральних речовин у кокосовій воді та м'якоті подано в **таблиці 6.3**. Кокосова вода є джерелом калію, вміст якого становить 164,0–273,0 мг/100 мл. У ній також значна кількість натрію (4,1–48,0 мг/100 мл), магнію (7,8–15,0 мг/100 мл), кальцію (18,2–47,7 мг/100 мл) та фосфору (6,3–21,0 мг/100 мл). Кокосова вода також містить мікроелементи: залізо (0,016–0,112 мг/100 мл), мідь (0,026–0,029 мг/100 мл). М'якоть кокоса також містить калій, фосфор, магній, натрій, залізо та мідь (**таблиця 6.3**).

Кокосова вода з незрілого плоду має більший вміст вітаміну А (0,44 мг/100 г), тоді як вода зі зрілого кокосу має більший вміст вітамінів С (7,46 мг/100 г) та Е (3,65 мг/100 г) (Ortutu et al., 2024). М'якоть стиглого плоду є джерелом як водорозчинних, так і жиророзчинних вітамінів. Серед водорозчинних вітамінів найбільше у свіжій м'якоті кокоса міститься аскорбінової кислоти (3,3 мг/100 г). Також м'якоть містить водорозчинні вітаміни: ніацин (0,540 мг/100 г), пантотенову кислоту (0,30 мг/100 г), тіамін (0,066 мг/100 г), піридоксин (0,054 мг/100 г), фолат (0,026 мг/100 г) та рибофлавін (0,02 мг/100 г). З-поміж жиророзчинних вітамінів свіжа м'якоть містить  $\alpha$ -токоферол (0,24 мг/100 г) та філохінон (0,20 мкг/100 г) (Parmar et al., 2021).

Кокосова вода та кокосова м'якоть містять незамінні амінокислоти: триптофан, треонін, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін та

валін (таблиці 6.4). У кокосовій воді найбільший вміст мають лізин (3,41 мг/г), валін (0,82 мг/г) та триптофан (0,76 мг/г). У кокосовій м'якоті найбільший вміст з-поміж незамінних амінокислот мають лейцин (0,247 г/100 г), валін (0,202 г/100 г) та фенілаланін (0,169 г/100 г). Найбільше у м'якоті кокоса міститься глютамінової кислоти (0,761 г/100 г), аргініну (0,546 г/100 г) та аспарагінової кислоти (0,325 г/100 г). У кокосовій воді найбільший вміст мають аланін (3,88 мг/г) та глютамінова кислота (3,75 мг/г).

**Таблиця 6.3** – Вміст мінеральних речовин у кокосовій воді та м'якоті з плодів різної стиглості

Мінеральні речовини	Кокосова вода	Кокосова м'якоть
Фосфор (P)	6,3–21,0 <sup>a</sup>	0,19–0,39 <sup>b</sup>
Натрій (Na)	4,1–48,0 <sup>a</sup>	0,02–0,10 <sup>b</sup> ; 20,3 <sup>c</sup>
Магній (Mg)	7,8–15,0 <sup>a</sup>	0,12–0,43 <sup>b</sup>
Калій (K)	164,0–273,0 <sup>a</sup>	0,68–4,47 <sup>b</sup> ; 123,8 <sup>c</sup>
Кальцій (Ca)	18,2–47,7 <sup>a</sup>	0,03–0,29 <sup>b</sup> ; 14,0 <sup>c</sup>
Залізо (Fe)	0,016–0,112 <sup>a</sup>	35,9–43,6 <sup>b</sup> ; 1,5 <sup>c</sup>
Мідь (Cu)	0,026–0,029 <sup>a</sup>	6,19–36,2 <sup>b</sup>

**Примітка:** CP – сухі речовини; <sup>a</sup>дані (Prades et al., 2012); <sup>b</sup>дані (Santoso et al., 1996); <sup>c</sup>дані (Appaiah et al., 2014); розмірність показників з джерела (a) – [мг/100 мл]; розмірність показників з джерела (b): для P, Na, Mg, K, Ca – [% CP]; для Fe, Cu – [ppm]; розмірність показників з джерела (c) – [мг/100 г].

**Таблиця 6.4** – Амінокислотний склад кокосової води та м'якоті

Амінокислоти	Вміст	
	кокосова вода [мг/г знежиреного зразка]	кокосова м'якоть [г/100 г]
1	2	3
Триптофан	0,76 <sup>a</sup>	0,039 <sup>b</sup>
Треонін	0,33 <sup>a</sup>	0,121 <sup>b</sup>
Ізолейцин	0,27 <sup>a</sup>	0,131 <sup>b</sup>
Лейцин	0,58 <sup>a</sup>	0,247 <sup>b</sup>
Лізин	3,41 <sup>a</sup>	0,147 <sup>b</sup>
Метіонін	0,21 <sup>a</sup>	0,062 <sup>b</sup>
Фенілаланін	н.в. <sup>a</sup>	0,169 <sup>b</sup>
Валін	0,82 <sup>a</sup>	0,202 <sup>b</sup>
Гістидин	0,67 <sup>a</sup>	0,077 <sup>b</sup>
Аланін	3,88 <sup>a</sup>	0,170 <sup>b</sup>
Аспарагінова кислота	0,76 <sup>a</sup>	0,325 <sup>b</sup>
Глутамінова кислота	3,75 <sup>a</sup>	0,761 <sup>b</sup>

Продовження таблиці 6.4

1	2	3
Серин	1,06 <sup>a</sup>	0,172 <sup>b</sup>
Аргінін	0,81 <sup>a</sup>	0,546 <sup>b</sup>
Цистин	н.в. <sup>a</sup>	0,066 <sup>b</sup>
Гліцин	0,11 <sup>a</sup>	0,158 <sup>b</sup>
Пролін	0,95 <sup>a</sup>	0,138 <sup>b</sup>
Тирозин	н.в. <sup>a</sup>	0,103 <sup>b</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>дані (Santoso et al., 1996); <sup>b</sup>дані (Parmar et al., 2021).

Жирнокислотний профіль кокосової води та м'якоті свідчить про значний вміст насичених жирних кислот, зокрема їх сумарний вміст у кокосовій воді 90,0%, а в кокосовій м'якоті – 92,7% (таблиця 6.5). 3-поміж насичених жирних кислот найбільший вміст у кокосовій воді та м'якоті мають лауринова (у воді – 45,60%, у м'якоті – 52,8%), міристинова (у воді – 22,8%, у м'якоті – 19,2%) та пальмітинова кислоти (у воді – 12,6%, у м'якоті – 7,4%). Моно- (олеїнова кислота) та поліненасичена (лінолева кислота) жирні кислоти містяться у кокосовій воді та м'якоті в значно менших кількостях. Зокрема, вміст олеїнової кислоти у кокосовій воді 8,94% та у кокосовій м'якоті 5,5%, а вміст лінолевої кислоти у кокосовій воді – 1,17% та у м'якоті – 1,0%.

**Таблиця 6.5** – Вміст жирних кислот у кокосовій воді та м'якоті

Жирні кислоти	Вміст [% від загальної кількості жирів]	
	кокосова вода	кокосова м'якоть
Каприлова (C8:0)	2,06 <sup>a</sup>	5,6 <sup>b</sup>
Капринова (C10:0)	3,95 <sup>a</sup>	5,8 <sup>b</sup>
Лауринова (C12:0)	45,60 <sup>a</sup>	52,8 <sup>b</sup>
Міристинова (C14:0)	22,80 <sup>a</sup>	19,2 <sup>b</sup>
Пальмітинова (C16:0)	12,60 <sup>a</sup>	7,4 <sup>b</sup>
Стеаринова (C18:0)	2,95 <sup>a</sup>	1,9 <sup>b</sup>
Олеїнова (C18:1(n-9))	8,94 <sup>a</sup>	5,5 <sup>b</sup>
Лінолева (C18:2(n-6))	1,17 <sup>a</sup>	1,0 <sup>b</sup>

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (Santoso et al., 1996); <sup>b</sup>дані (Appaiah et al., 2014).

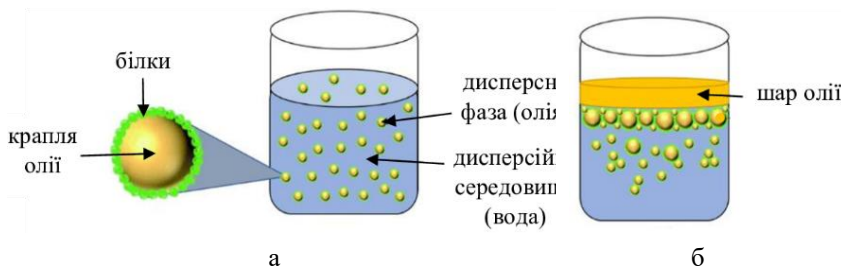
## 6.2 Технологія виготовлення «кокосового молока»

«Кокосове молоко» переважно виготовляють з подрібненої м'якоті кокосового горіха. Цей напій є емульсією типу «олія у воді» (рис. 6.1), що стабілізована білками, які перебувають у водній фазі та діють як емульгатор (Patil & Benjakul, 2018). Його отримують шляхом екстрагування м'якоті кокосового горіха з додаванням води або без

додавання води (Tansakul & Chaisawang, 2006). Залежно від вмісту жиру, продукти з «кокосового молока» можна розділити на чотири типи: легке «кокосове молоко» (вміст жиру  $\geq 5\%$ ), «кокосове молоко» (вміст жиру  $\geq 10\%$ ), «кокосові вершки» (вміст жиру  $\geq 20\%$ ) та концентрат «кокосових вершків» (вміст жиру  $\geq 29\%$ ) (Chen et al., 2024b).

Виготовлення «кокосового молока» розпочинають з очищення кокосів від шкаралупи та натирання м'якоти у стружку (рис. 6.2). Натерту м'якоть змішують з теплою дистильованою водою (температура 60°C). Отриману суміш фільтрують та гомогенізують у два етапи за тиску 40 МПа та 4 МПа протягом 4 хв. Після цього «кокосове молоко» термічно обробляють та охолоджують (Tangsuphoom & Coupland, 2005).

У технології виготовлення «кокосового молока» (рідкого, сухого) використовують різні процеси термічного оброблення продукту, зокрема: пастеризування, ультрапастеризування, стерилізування, розпилювальне сушіння. Ці процес впливають на фізико-хімічні та органолептичні властивості «кокосового молока», його безпечність для споживачів та подовжують термін придатності продукту (Wattanapahu et al., 2012).



**Рисунок 6.1** – Модель «кокосового молока» (Patil & Benjakul, 2018):  
а – стабільна емульсія; б – нестабільна емульсія

Гомогенізування емульсії під час виготовлення «кокосового молока» дозволяє зменшити розмір крапель емульсії з 10,9 до 3,0 мкм. Причому менший розмір крапель олії досягається за більшого тиску гомогенізування, що забезпечує більш стабільну емульсію. Водночас гомогенізування підвищує ступінь флокуляції. Ступінь флокуляції також підвищується внаслідок нагрівання емульсії (Tangsuphoom & Coupland, 2005). Однак термічне оброблення важливе для збільшення терміну придатності «кокосового молока». Запропоновано стерилізувати «кокосове молоко» за температури 121°C протягом 20 хв. Стерилізування за температури 121°C забезпечує прийнятний колір «кокосового молока» порівняно зі свіжим продуктом, тоді як нагрівання за нижчої температури, але протягом тривалішого періоду, сприяє інтенсивнішому перебігу реакцій потемніння (Chiewchan et al., 2006).

Свіжоприготовлена емульсія «кокосового молока» містить великі краплі олії ( $\approx 10$  мкм), що не проявляють ознак флокуляції. Зменшенню розміру первинних крапель сприяє гомогенізування, однак воно викликає процес флокуляції крапель. Додавання низькомолекулярних поверхнево-активних речовин (натрій казеїнат, ізолят сироваткового білка, натрій додецилсульфату, поліоксиетиленсорбітан монолаурат) після процесу гомогенізування сприяє витісненню білків з міжфазової поверхні та руйнуванню флокул. Внесення цих речовин до гомогенізування підвищує ефективність процесу та забезпечує утворення стабільних емульсій з краплями субмікронного розміру (Tangsuphoom & Coupland, 2008).



Рисунок 6.2 – Схема способу виготовлення «кокосового молока»

Стабільність емульсії «кокосового молока» також залежить від значення активної кислотності рН. Свіже «кокосове молоко» має рН 6 і при цьому рН його стабільність висока (Raghavendra & Raghavarao, 2010). Емульсія «кокосового молока» має найменшу стабільність у діапазоні рН

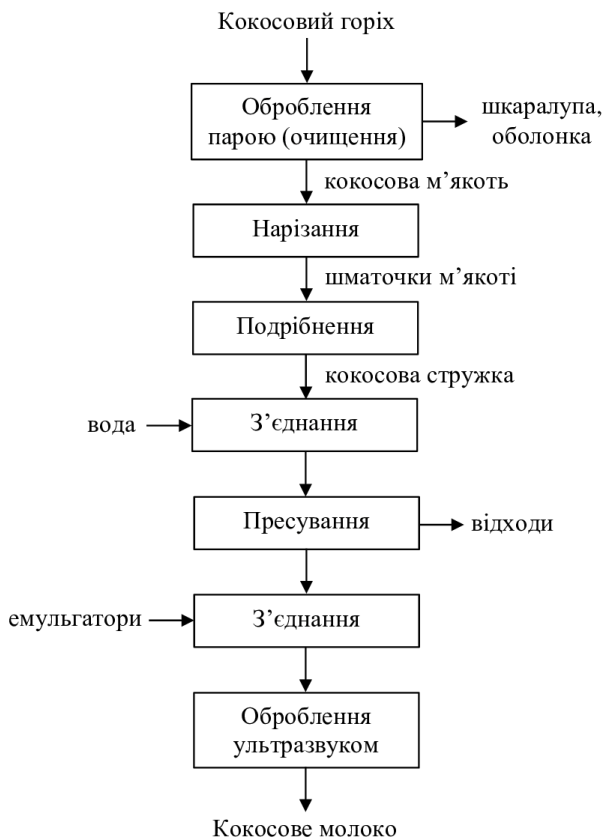
від 3,5 до 6,0, проте має найбільшу стабільність за величини рН 1,5–2,0 (Monera & Del Rosario, 1982). Емульсія «кокосового молока» також дуже нестабільна за рН від 7 до 8 (Raghavendra & Raghavarao, 2010).

Науковці також встановили (Benjakul et al., 2017), що в емульсії «кокосового молока» розмір крапель олії збільшується зі зростанням ступеня стиглості кокосових горіхів. Отож, стадії стиглості кокосів впливають на фізико-хімічні властивості та стабільність емульсії «кокосового молока».

У науковій праці (Thirukumaran et al., 2023) проведене порівняльне оцінювання ефективності способів високоенергетичного емульгування (гомогенізування з високим зсувом, ультразвукове оброблення та мікрофлюїдизування) для запобігання фазовому розділенню у «кокосовому молоці». Внаслідок застосування цих процесів утворюються краплі олії розміром  $517,25 \pm 3,18$  нм (гомогенізування з високим зсувом),  $311,6 \pm 11,31$  нм (ультразвукове оброблення) та  $205,9 \pm 4,53$  нм (мікрофлюїдизування). Найбільшу в'язкість «кокосового молока» забезпечує мікрофлюїдизування ( $5,09 \pm 0,07$  мПа·с) завдяки здатності утворювати дрібніші краплі. Водночас в'язкість «кокосового молока», обробленого гомогенізуванням з високим зсувом та ультразвуком, становить, відповідно,  $2,93 \pm 0,01$  мПа·с та  $3,21 \pm 0,01$  мПа·с, що більша, ніж в'язкість необробленого напою  $2,25 \pm 0,02$  мПа·с. Додавання кукурудзяного крохмалю сприяє підвищенню в'язкості емульсії «кокосового молока», а восковий кукурудзяний крохмаль покращує стабільність емульсії завдяки дії поверхнево-активних речовин (Lu et al., 2019).

Ультразвукове оброблення (40 Вт/л протягом 20 хв з частотою 53 кГц) у поєднанні з лужним рН-зсувом також підвищує термічну стабільність «кокосового молока» та сприяє збільшенню в'язкості напою до 309,2 мПа·с (Sun et al., 2022). В'язкість є важливою властивістю емульсії, оскільки за її збільшення швидкість спливання крапель олії зменшується, що сприяє покращенню стабільності емульсії. Для збільшення в'язкості «кокосового молока» запропоновано використовувати глутамат натрію. Його додавання до рецептури напою сприяє зменшенню розміру крапель олії, що посилює взаємодію між ними та сприяє збільшенню в'язкості «кокосового молока» (Wu et al., 2023).

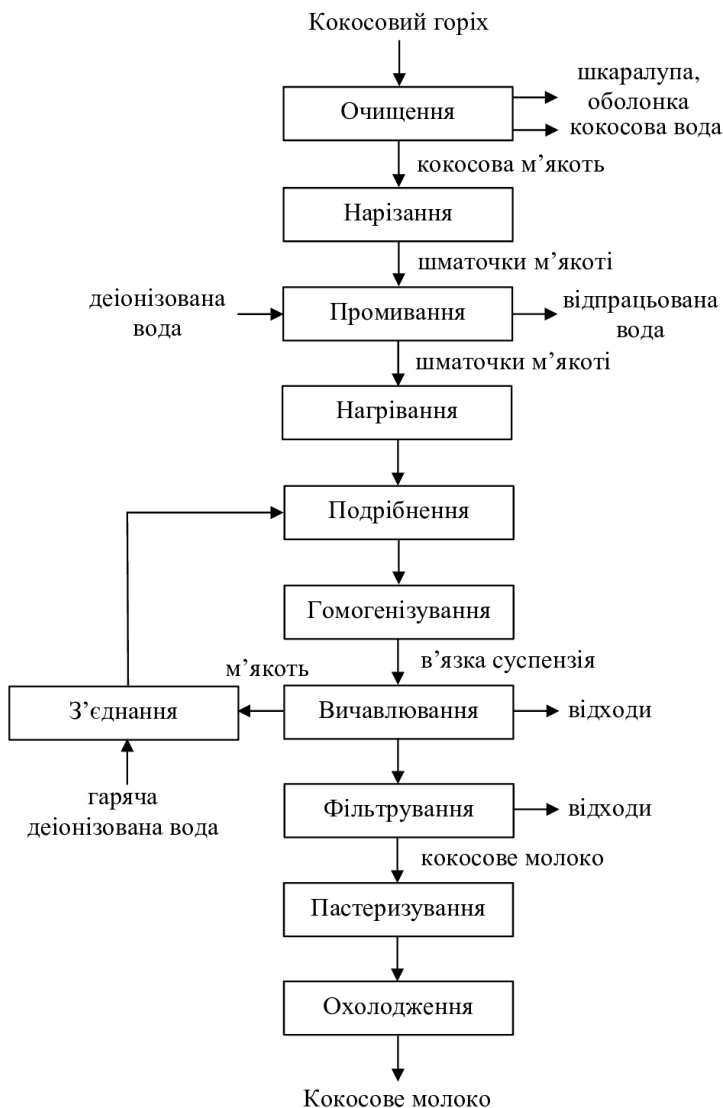
У науковій праці (Jena & Das, 2006) запропоновано спосіб виготовлення «кокосового молока» (рис. 6.3), що передбачає очищення кокосового горіха від шкаралупи та оболонки шляхом оброблення паром протягом 12,5 хв під тиском 338,4 кПа. Далі м'якоть кокоса нарізають на дрібні шматочки та подрібнюють у молотковому млині. До подрібненої м'якоти кокоса додають воду у співвідношенні 5:1 (м'якоть : вода) та пресують за тиску 219,3 кПа упродовж 10 хв. Отримане «кокосове молоко» змішують з емульгаторами (гуміарабік, мальтодекстрин) та проводять ультразвукове оброблення емульсії протягом 3,0 хв.



**Рисунок 6.3** – Схема способу виготовлення «кокосового молока» з обробленням ультразвуком (Jena & Das, 2006)

Відповідно до способу виготовлення «кокосового молока» (рис. 6.4), що описано в науковій праці (Tulashie et al., 2022), кокосові горіхи очищують від волокнистої оболонки, розколюють та зливають кокосову воду. Горіхи розламують на частини, видаляють тверду оболонку (шкаралупу) та шкірку з поверхні м'якоті. Видалення шкірки є необхідним, щоб уникнути надання «кокосовому молоку» темного відтінку та небажаного присмаку. Перед подальшим обробленням м'якоть кокосового горіха промивають деіонізованою водою. Підготовлені шматочки м'якоті кокоса нагрівають до 55°C, подрібнюють та гомогенізують. Отриману в'язку суспензію вичавлюють та фільтрують, щоб вилучити «кокосове молоко». До м'якоті додають гарячу деіонізовану воду та повторюють процеси подрібнення, гомогенізування,

вичавлювання та фільтрування ще тричі. Вичавлена м'якоть може бути використана як корм для тварин. Отримане «кокосове молоко» пастеризують за температури 62,8°C протягом 30–60 хв та охолоджують.



**Рисунок 6.4** – Схема способу виготовлення «кокосового молока» з багаторазовим вичавлюванням кокосової м'якоті (Tulashie et al., 2022)

Для запобігання деструктивним ферментативним реакціям та забезпечення тривалого збереження кокосової м'якоті за умов заморожування запропоновано проводити її бланшування за температури 85–95°C протягом 12–25 хв (*Waisundara et al., 2007*). Для зменшення мікробного навантаження бланшовану м'якоть рекомендовано обробляти за допомогою Aqua-Plus 5 (харчовий комерційний санітайзер на основі діоксиду хлору). Встановлено, що бланшування та заморожування у вакуумному пакуванні кокосової м'якоті істотно не зменшують вихід «кокосового молока» з м'якоті та не спричиняють втрату якості продукту. Відсоток виходу «кокосового молока» з бланшованої м'якоті становить 31,0–33,5% і суттєво не відрізняється від виходу під час перероблення свіжої м'якоті.

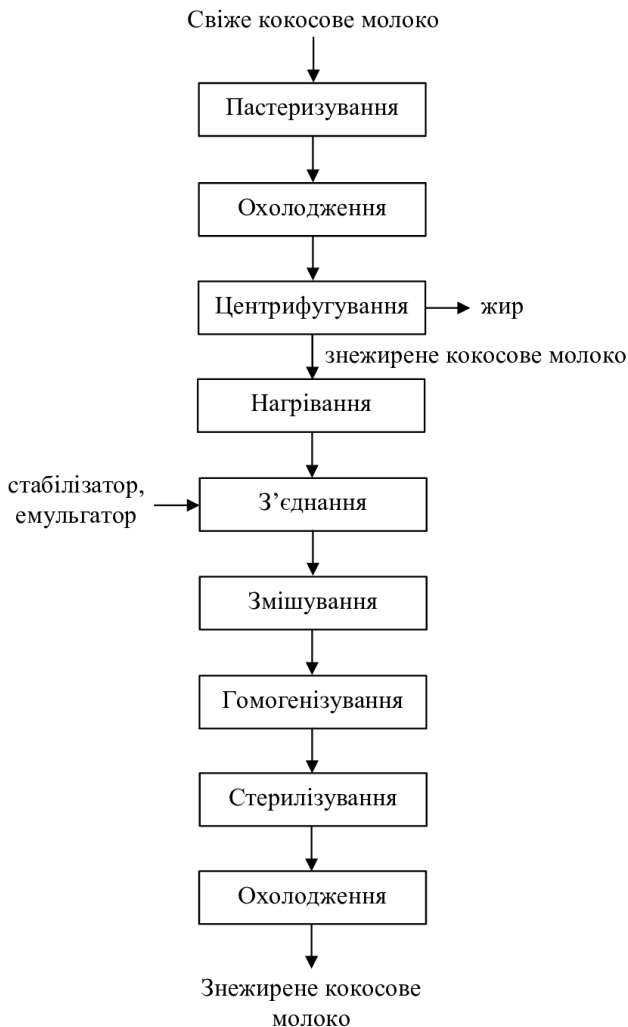
Стерилізування має важливу роль у подовженні терміну зберігання «кокосового молока». Водночас термічне оброблення негативно впливає на якість напою. Тому науковці запропонували обробляти «кокосове молоко» атмосферною холодною плазмою (АХП). Таке оброблення суттєво не впливає на фізико-хімічні характеристики, харчову цінність та органолептичні властивості «кокосового молока», але суттєво зменшує загальну мікробну забрудненість. Також помірне оброблення АХП зменшує розмір крапель олії з 28,0 до 18,6 мкм та покращує стабільність емульсії під час зберігання, особливо за умов оброблення при 60 кВ протягом 60 с (*Chen et al., 2024a*).

Розроблено спосіб перероблення «кокосового молока», що дозволяє отримати знежирений продукт з умістом жиру менше 1% (*Khuenpet et al., 2016*). Відповідно до способу свіже «кокосове молоко» пастеризують за температури 85°C протягом 1 хв, після чого охолоджують для запобігання псуванню (рис. 6.5). Відокремлення жиру проводять у сепараторі вершків шляхом центрифугування. Для підвищення стабільності емульсії до знежиреного «кокосового молока» додають карбоксиметилцелюлозу (КМЦ) та емульгатор Montanox 60 (0,6%). Для полегшення розчинення цих добавок «кокосове молоко» попередньо нагрівають до температури 80°C, після чого додають стабілізатор і емульгатор та змішують. На наступному етапі проводять гомогенізування і стерилізування за ультрависокої температури (температура 140°C протягом 4 с) та охолоджують напій.

Додавання КМЦ та Montanox 60 збільшує в'язкість знежиреного напою (33,6 сП) порівняно традиційним «кокосовим молоком» (27,2 сП). Знежирене «кокосове молоко» також має більшу питому густину (1,001) порівняно з напоєм із більшим умістом жиру (питома густина 0,994). Органолептичні показники знежиреного напою також відрізняються від традиційного кокосового напою, зокрема, знежирений напій має помітно темніший колір (*Khuenpet et al., 2016*).

Для виготовлення ферментованого кокосового напою дозрілу м'якоть кокосу промивають у воді, подрібнюють та гомогенізують. Далі м'якоть

змішують з дистильованою водою, попередньо нагрітою до температури 70°C. Отриману суспензію фільтрують та пастеризують за температури 95°C протягом 5 хв. Для ферментування «кокосового молока» використовують ліофілізовану культуру *Lactobacillus reuteri* LR 92 та таблетки Provance, що містять *Lactobacillus reuteri* DSM 17938.



**Рисунок 6.5** – Схема способу виготовлення знежиреного «кокосового молока» (Khuenpet et al., 2016)

До пастеризованого кокосового молока додають *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 (0,3%) або *L. reuteri* LR 92 (1%), після чого інкубують протягом 48 год в анаеробних умовах за температури 34–37°C (Mauro & Garcia, 2019). Для покращення органолептичних властивостей до ферментованого «кокосового молока» додають м'якоть полуниці (20 об.%), цукор (8 мас.%), ксантанову (0,15 мас.%) та гуарову (0,05 мас.%) камеді (Mauro et al., 2022). Перед змішуванням з ферментованим «кокосовим молоком» суміш м'якоті полуниці, цукру, ксантанової та гуарової камедей пастеризують за температури 80°C протягом 1 хв. Після пастеризування суміш охолоджують до 8°C та додають до ферментованого «молока».

У науковій праці (Qadi et al., 2023) запропоновано ферментувати «кокосове молоко» культурою *Lactiplantibacillus plantarum* ngue 16. Свіже «кокосове молоко» двічі фільтрують, гомогенізують за тиску 40/4 МПа та пастеризують за температури 90°C протягом 3 хв. Після термічного оброблення напій охолоджують та проводять інокулювання активованою культурою (2 об.%). Напій інкубують за температури 33°C протягом 15 год, після чого зберігають за температури 4°C. Також науковці встановили, що «кокосове молоко», ферментоване з використанням *Streptococcus salivarius* K12 та ATCC 13419, має антибактеріальний ефект проти *Streptococcus pyogenes* (Han et al., 2022).

Науковці розробили спосіб виготовлення ферментованого «кокосового молока» з додаванням кокосової олії для корегування вмісту жирів (Ziarno et al., 2020). Напій з умістом жирів 2% виготовляють на основі «кокосового молока» (жирів 2%), що містить воду, кокос (6,6%), тростинний цукор, гуарову камедь та морську сіль. Для підвищення жирності кокосового напою до базового продукту додають кокосову олію. Для стабілізування напою використовують суміш пшеничного крохмалю (1%) та агар-агару (0,1–0,3%). Після додавання стабілізаційної суміші проводять гомогенізування та пастеризування напою за температури 85°C протягом 10 хв і охолоджують до температури ферментування – 45°C. Для полегшення запуску процесу ферментування до напою перед пастеризуванням додають глюкозу (3%). Як пробіотичну закваску використовують веганський стартер YO-MIX 205 LYO (4%), що містить *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium lactis*. Після інокулювання проводять інкубування за температури 45°C протягом 5 год.

Під час перероблення (холодного пресування) висушеної до вологості 8% стружки кокосової м'якоті на олію утворюється побічний продукт (твердий залишок). Поживна цінність побічного продукту: білків – 17,2%, жирів – 11,89% та вуглеводів – 60,07% (Kasapoglu et al., 2023). Активна кислотність побічного продукту – рН 5,84, а активність води – 0,417. Побічний продукт можна використовувати для приготування кокосового напою. Для цього його подрібнюють, просіюють та змішують з питною

водою за температури 60°C протягом 1 год з періодичним струшуванням – для екстрагування білків та інших водорозчинних компонентів. Оптимальна концентрація побічного продукту у воді становить 10%. Отриману суміш гомогенізують, фільтрують та охолоджують до температури 10°C. У кокосовому напої вміст білків – 2,43%, а жирів – 2,08%. Розмір жирових крапель у напої становить 403,15 нм, а активна кислотність – рН 5,91 (Kasapoglu et al., 2023).

### 6.3 Властивості та хімічний склад «кокосового молока»

Склад «кокосового молока» залежить від властивостей кокосової м'якоти, температури води та способу виготовлення напою (Tulashie et al., 2022). Вміст білків у напівфабрикаті напою (2,90 г/100 г) та готовому продукті (2,22–5,83 г/100 г) залежить від його складу і для окремих зразків більший, ніж у коров'ячому молоці (таблиця 6.6). У «кокосовому молоці» вміст жирів коливається в широких межах 1,83–14,12 г/100 г, що залежить від способу оброблення сировини та кількості доданої води. Водночас вміст вуглеводів (0,70–2,21 г/100 г) у готовому напої менший, ніж у напівфабрикаті та коров'ячому молоці. Готовий напій має більший вміст води (90,33 г/100 г) порівняно з напівфабрикатом та коров'ячим молоком, що спричинено способом виготовлення напою. Водночас «кокосове молоко» містить золи 0,83, що перевищує її вміст у коров'ячому молоці. Клітковина у коров'ячому молоці не виявлена, тоді як у напівфабрикаті «кокосового молока» вона становить 2,20 г/100 г. Цукрів більше у коров'ячому молоці, ніж у «кокосовому молоці». Загальний вміст фенолів (8,21–8,23 мг/л) у «кокосовому молоці» менший порівняно з умістом у молоці коров'ячому (13,31 мг/л) (Karunasiri et al., 2020).

**Таблиця 6.6** – Порівняння поживної цінності коров'ячого молока та «кокосового молока»

Показники	Вміст		
	молоко коров'яче	«кокосове молоко»	
		напівфабрикат	продукт
Вміст білків	3,20 <sup>a</sup>	2,90 <sup>a</sup>	2,22 <sup>a</sup> , 4,13–5,83 <sup>b</sup>
Вміст жирів	3,30 <sup>a</sup>	23,80 <sup>a</sup>	14,12 <sup>a</sup> ; 1,83–3,99 <sup>b</sup>
Вміст вуглеводів	5,30 <sup>a</sup>	5,50 <sup>a</sup>	0,70 <sup>a</sup> ; 1,94–2,21 <sup>b</sup>
Вміст води	88,30 <sup>a</sup>	67,60 <sup>a</sup>	90,33 <sup>a</sup>
Вміст золи	0,70 <sup>a</sup>	0,70 <sup>a</sup>	0,83 <sup>a</sup>
Вміст клітковини	н.в. <sup>a</sup>	2,20 <sup>a</sup>	-
Вміст цукрів	5,30 <sup>a</sup>	3,30 <sup>a</sup>	0,70 <sup>a</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>дані (Tulashie et al., 2022); <sup>b</sup>дані (Karunasiri et al., 2020); розмірність даних з джерела (a) – [г/100 г]; розмірність з джерела (b) – [%].

Проведене порівняння фізико-хімічних властивостей коров'ячого молока та «кокосового молока» виявило суттєві відмінності між продуктами (таблиця 6.7). Зокрема, «кокосове молоко» характеризується значно більшою в'язкістю ( $25,00 \pm 7,27$  мПа·с) порівняно з коров'ячим молоком (3,15 мПа·с). Результати дослідження (Chen et al., 2024b) продемонстрували, що зі збільшенням вмісту жиру у «кокосовому молоці» від 0 до 20% збільшується в'язкість напою та розмір крапель олії з 2,18 до 4,70 мкм. Індекс білизни «кокосового молока» (68,49) менший порівняно з коров'ячим молоком (81,89). Відносна густина коров'ячого молока дещо більша (1,028–1,034), ніж «кокосового молока» (1,0029–1,0080). «Кокосове молоко» має більш кисле середовище (рН 5,95–6,30) порівняно з коров'ячим (рН 6,41–6,79).

**Таблиця 6.7** – Фізико-хімічні показники молока коров'ячого та «кокосового молока»

Показники	Молоко коров'яче	«Кокосове молоко»
В'язкість [мПа·с]	3,15 <sup>a</sup>	25,00±7,27 <sup>b</sup>
Індекс білизни <i>WI</i>	81,89 <sup>a</sup>	68,49±0.02 <sup>a</sup>
Висота осаду [мм]	0,60 <sup>a</sup>	0,26±0,30 <sup>a</sup>
Відносна густина	1,028–1,034 <sup>b</sup>	1,0029–1,0080 <sup>b</sup>
Активна кислотність рН	6,41–6,79 <sup>b</sup>	5,95–6,30 <sup>b</sup>

**Примітка:** висоту осаду визначали шляхом центрифугування за параметрів: 1000 об/хв протягом 30 хв, потім 3000 об/хв протягом 60 хв за температури 24°C (Jeske et al., 2016); <sup>a</sup>дані (Jeske et al., 2016); <sup>b</sup>дані (Bharti et al., 2021).

Аналіз профілю жирних кислот у коров'ячому молоці та «кокосовому молоці» подано в таблиці 6.8. У «кокосовому молоці» найбільший вміст мають лауринова (51,47–55,52%) та міристинова (21,66–24,34%) кислоти. Вміст каприлової та капринової кислот подібний, а пальмітинової кислоти – дещо більший (8,01–10,84%). З проаналізованих жирних кислот у коров'ячому молоці лише пальмітинова кислота (34,02%) має більший вміст порівняно з «кокосовим молоком».

**Таблиця 6.8** – Вміст жирних кислот у молоці коров'ячому та «кокосовому молоці» (Karunasiri et al., 2020)

Жирні кислоти	Вміст [%]	
	молоко коров'яче	«кокосове молоко»
Каприлова (C8:0)	н.в.	6,64–8,34
Капринова (C10:0)	0,03	6,70–8,93
Лауринова (C12:0)	1,65	51,47–55,52
Міристинова (C14:0)	0,52	21,66–24,34
Пальмітинова (C16:0)	34,02	8,01–10,84

Аналіз вмісту цукрів та глікемічного індексу показав (таблиця 6.9), що хімічний склад вуглеводів у коров'ячому молоці та «кокосовому молоці» суттєво відрізняється. У коров'ячому молоці основними вуглеводами є лактоза (3,33%) та галактоза (0,05%), тоді як у «кокосовому молоці» виявлено незначні концентрації глюкози ( $0,02 \pm 0,03$  г/100 г), фруктози ( $0,01 \pm 0,02$  г/100 г) та сахарози ( $0,05 \pm 0,01$  г/100 г) (Jeske et al., 2016). У «кокосовому молоці» незначний вміст крохмалю. «Кокосове молоко» має більший глікемічний індекс ( $59,94 \pm 1,28$ ) порівняно з коров'ячим молоком ( $46,93 \pm 0,53$ ).

**Таблиця 6.9** – Порівняння складу цукрів у коров'ячому молоці й «кокосовому молоці» та їхній глікемічний індекс (ГІ)

Показники	Молоко коров'яче	«Кокосове молоко»
Вміст глюкози [г/100 г]	н.в. <sup>a</sup>	$0,02 \pm 0,03^a$
Вміст фруктози [г/100 г]	н.в. <sup>a</sup>	$0,01 \pm 0,02^a$
Вміст сахарози [г/100 г]	н.в. <sup>a</sup>	$0,05 \pm 0,01^a$
Вміст крохмалю [г/100 г]	н.в. <sup>b</sup>	$0,05 \pm 0,01^a$
ГІ	$46,93 \pm 0,53^a$	$59,94 \pm 1,28^a$

**Примітка:** н.в. – не виявлено; коров'яче молоко містить лактози 3,33% та галактози 0,05%; <sup>a</sup>дані (Jeske et al., 2016); <sup>b</sup>дані (Walther et al., 2022).

Коров'яче молоко значно переважає кокосовий напій за вмістом більшості вітамінів (таблиця 6.10). Зокрема, вміст тіаміну (вітамін В<sub>1</sub>), рибофлавіну (вітамін В<sub>2</sub>), пантотенової кислоти (вітамін В<sub>5</sub>), піридоксину (вітамін В<sub>6</sub>), біотину (вітамін В<sub>7</sub>) та вітаміну В<sub>12</sub> у коров'ячому молоці значно перевищує відповідні показники кокосового напою. Вміст фолієвої кислоти (вітамін В<sub>9</sub>) також більший у коров'ячому молоці. Вітамін D<sub>2</sub> міститься лише у кокосовому напої (до 0,5 мкг/100 г), ймовірно, внаслідок збагачення напою.

**Таблиця 6.10** – Порівняння вмісту вітамінів у молоці коров'ячому та кокосовому напої (Walther et al., 2022)

Вітаміни	Молоко коров'яче	Кокосовий напій
Вітамін В <sub>1</sub> [мкг/100 г]	11,7–12,0	1,9–4,7
Вітамін В <sub>2</sub> [мкг/100 г]	107,9–108,7	0,1–1,4
Вітамін В <sub>3</sub> [мкг/100 г]	124,9–139,9	24,3–208,5
Вітамін В <sub>5</sub> [мкг/100 г]	329,8–386,1	14,8–49,3
Вітамін В <sub>6</sub> [мкг/100 г]	18,1–22,1	1,4–8,6
Вітамін В <sub>7</sub> [мкг/100 г]	1,5–2,0	0,2–1,7
Вітамін В <sub>9</sub> [мкг/100 г]	1,2–5,2	0,4–0,7
Вітамін В <sub>12</sub> [мкг/100 г]	0,2	0,1
Вітамін D <sub>2</sub> [мкг/100 г]	н.в.	0,0–0,5

**Примітка:** н.в. – не виявлено.

Порівняно з коров'ячим молоком «кокосове молоко» має менший вміст фосфору (50–660 мг/кг), магнію (30–90 мг/кг), сульфур (30–150 мг/кг), хлору (470–860 мг/кг), а також мікроелементів, таких як селен (0,48–7,53 мкг/кг) та йод (2,8–9,0 мкг/кг) (**таблиця 6.11**) (*Walther et al., 2022*). Натомість «кокосове молоко» містить залізо (0,31–0,86 мг/кг), мідь (до 0,57 мг/кг) та манган (0,30–0,39 мг/кг), які не виявлені у складі коров'ячого молока. Деякі зразки «кокосового молока» мають більший вміст калію (до 1800 мг/кг) та кальцію (до 1330 мг/кг) порівняно з коров'ячим молоком (*Walther et al., 2022*), однак це, ймовірно, зумовлено збагаченням продукту мінеральними речовинами.

**Таблиця 6.11** – Порівняння вмісту мінеральних речовин у молоці коров'ячому та «кокосовому молоці» (*Walther et al., 2022*)

Мінеральні речовини	Молоко коров'яче	«Кокосове молоко»
Фосфор (P) [мг/кг]	870–980	50–660
Натрій (Na) [мг/кг]	370–390	260–440
Манган (Mn) [мг/кг]	н.в.	0,30–0,39
Магній (Mg) [мг/кг]	100	30–90
Калій (K) [мг/кг]	1580–1650	140–1800
Залізо (Fe) [мг/кг]	н.в.	0,31–0,86
Кальцій (Ca) [мг/кг]	1090–1150	30–1330*
Мідь (Cu) [мг/кг]	н.в.	0,00–0,57
Цинк (Zn) [мг/кг]	3,37–3,48	0,24–4,23
Сульфур (S) [мг/кг]	300–310	30–150
Хлор (Cl) [мг/кг]	980	470–860
Селен (Se) [мкг/кг]	13,5–18,9	0,48–7,53
Йод (I) [мкг/кг]	81,8–149,6	2,8–9,0

**Примітка:** н.в. – не виявлено; \*містить фосфат кальцію.

Результати аналізу амінокислотного складу білків водної фази (БВФ) та білків твердої фази (БТФ) подано в **таблиці 6.12**. Як видно з даних, БВФ і БТФ містять однакові типи амінокислот. Найбільший вміст з-поміж амінокислот в обох фракціях мають глютамінова кислота та аргінін. Серед незамінних амінокислот найбільший вміст у БВФ та БТФ мають лейцин та валін. Варто зазначити, що хоча загальний вміст незамінних амінокислот у фракції БВФ (33,7%) дещо менший, ніж у БТФ (34,3%), обидві фракції «кокосового молока» демонструють схожі амінокислотні профілі.

Ферментування «кокосового молока» суттєво впливає на його фізико-хімічні властивості (**таблиця 6.13**). Показник рН ферментованого напою менший (рН 4,26), ніж неферментованого (рН 6,04). Відповідно, титрована кислотності ферментованого напою (0,70%) більша порівняно з неферментованим (0,15%). Ферментоване «кокосове молоко» має більший

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

вміст білків (2,31%) порівняно з неферментованим (1,86%). Вміст жирів в обох напоях залишається стабільним (приблизно 19,3%), тоді як кількість вуглеводів у ферментованому продукті суттєво менша (2,51%). Вміст води, золи та сухих речовин у напоях суттєво не відрізняється.

**Таблиця 6.12** – Амінокислотний склад рідкої та твердої фаз «кокосового молока» після сепарування (*Liu et al., 2025*)

Амінокислоти	Вміст [г/ 100 г білків]	
	білки рідкої фази	білки твердої фази
Незамінні амінокислоти		
Треонін	3,0	3,8
Валін	5,8	6,2
Метіонін	1,9	2,8
Ізолейцин	3,7	4,4
Лейцин	7,1	7,4
Фенілаланін	5,2	4,7
Лізин	4,3	3,2
Гістидин	2,7	1,7
Триптофан	н.в.	н.в.
Замінні амінокислоти		
Аспарагінова кислота	9,1	9,5
Серин	4,5	5,3
Глутамінова кислота	21,2	18,1
Гліцин	4,5	4,4
Аланін	4,4	4,7
Цистеїн	1,1	1,1
Аргінін	14,9	15,4
Тирозин	2,7	3,4
Пролін	3,9	3,7

**Примітка:** н.в. – не виявлено.

**Таблиця 6.13** – Фізико-хімічні показники ферментованого та неферментованого «кокосового молока» (*Qadi et al., 2023*)

Показники	«Кокосове молоко»	
	ферментоване*	неферментоване**
1	2	3
Активна кислотність рН	4,26±0,10	6,04±0,08
Титрована кислотність*** [%]	0,70±0,02	0,15±0,01
Вміст білків [%]	2,31±0,16	1,86±0,10
Вміст жирів [%]	19,37±0,11	19,27±0,05
Вміст вуглеводів [%]	2,51±0,03	4,13±0,03

## Продовження таблиці 6.13

1	2	3
Вміст води [%]	75,14±0,02	74,05±0,01
Вміст золи [%]	0,66±0,02	0,68±0,02
Вміст СР [%]	24,85± 0,02	25,95±0,01

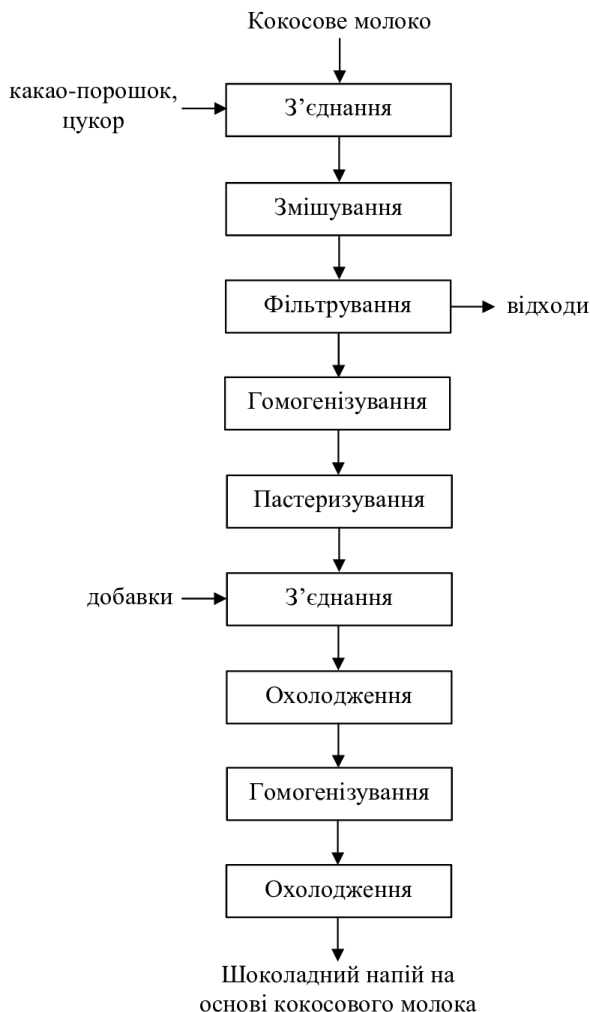
**Примітка:** \*напій пастеризовано та ферментовано з використанням культури *Lactiplantibacillus plantarum* ngue 16; \*\*напій пастеризовано; \*\*\*у перерахунку на молочну кислоту; СР – сухі речовини.

#### 6.4 Використання «кокосового молока»

«Кокосове молоко» використовують в усьому світі для кондитерських виробів, хлібобулочних виробів, печива, морозива, десертів тощо (*Tulashie et al., 2022*). На основі або з додаванням «кокосового молока» розроблені різні безалкогольні напої. Зокрема, розроблено шоколадний напій на основі «кокосового молока» з додаванням какао-порошку та цукру (*Yakum et al., 2024*). Напій виготовляють шляхом змішування рецептурних компонентів (**рис. 6.6**). Отриману суміш фільтрують, гомогенізують для досягнення однорідної консистенції та пастеризують за температури 85–90°C протягом 3–5 хв для знищення патогенних мікроорганізмів. Для збагачення напою додають йодид калію (0,15 мг/100 г) та ретиніл пальмітат (1,6 мг/100 г). Після збагачення напій охолоджують до 60°C та знову гомогенізують. Останнім етапом технологічного процесу є охолодження напою до температури 10–15°C.

Фізико-хімічні показники композицій шоколадного напою на основі «кокосового молока» подані в **таблиці 6.14**. Із збільшенням вмісту какао-порошку у напої збільшується вміст білків, жирів, вуглеводів, золи та клітковини, водночас зменшується вміст води. Показник рН напою зі збільшенням вмісту какао-порошку збільшується. Значного впливу на відносну густину напою додавання какао-порошку (0,2–0,4%) не спричиняє. Додавання цукру в напій спричиняє збільшення вмісту вуглеводів та відносної густини. Вміст вітамінів та мінеральних речовин у композиціях шоколадного напою на основі «кокосового молока» подано в **таблиці 6.15**. Збільшення вмісту какао-порошку в напої спричиняє збільшення вмісту вітамінів та мінеральних речовин.

На основі «кокосового молока» з додаванням кефірних зерен виготовляють кефір з високою антимікробною активністю проти *Salmonella Typhimurium*, *E. coli*, *Bacillus subtilis* та *Staphylococcus aureus* та вираженими антиоксидантними властивостями (*Abadl et al., 2023*). Оптимальні параметри процесу ферментування для виготовлення такого продукту: температура – 25°C, кількість інокулюму – 5,4 г/100 мл, тривалість ферментування – 13,5 год.



**Рисунок 6.6** – Схема способу виготовлення шоколадного напою на основі «кокосового молока» (Yakum et al., 2024)

Науковці розробили дахі (dahi – йогуртоподібний ферментований продукт) використовуючи суміш «кокосового молока» та коров'ячого молока (жирів 3%) (Shana et al., 2015). Для приготування продукту очищену м'якоть кокосового горіха промивають водою, нарізають на дрібні шматочки для полегшення подрібнення та подрібнюють, додавши воду у співвідношенні 1:1. Отриману масу пресують і фільтрують для

отримання «кокосового молока». Змішують «кокосове молоко» та коров'яче молоко у співвідношенні 30:70, додають глюкозу (0,5%) та екстракт дріжджів (0,25%), після чого пастеризують та ферментують за допомогою комбінацій культур: *Lactococcus lactis* MTCC 3041 та *Leuconostoc sp.* 10508 або *Lactococcus lactis* MTCC 3041 та *Lactobacillus plantarum* MTCC 5422 (кожної культури 1%). Продукт, що містить *L. plantarum*, інкубують за температури 37°C, продукт з іншими культурами – за температури 30°C протягом 14–16 год.

**Таблиця 6.14** – Фізико-хімічні показники шоколадного напою на основі «кокосового молока» (Yakum et al., 2024)

Показники	Композиції шоколадного напою				
	K1	K2	K3	K4	K5
Вміст білків [%]	3,42±0,09	3,65±0,07	3,89±0,03	3,65±0,07	3,96±0,05
Вміст жирів [%]	10,2±0,0	11,8±0,0	12,3±0,0	11,8±0,0	12,3±0,0
Вміст вуглеводів [%]	4,82±0,01	5,04±0,02	5,05±0,03	5,55±0,01	5,58±0,01
Вміст води [%]	81,1±0,0	80,6±0,0	80,1±0,0	78,9±0,0	77,5±0,0
Вміст золи [%]	0,71±0,02	0,84±0,01	0,98±0,01	0,85±0,01	0,98±0,00
Вміст клітковини [%]	0,02±0,01	0,04±0,01	0,05±0,02	0,04±0,03	0,06±0,00
Активна кислотність рН	6,50±0,10	6,51±0,05	6,63±0,01	6,66±0,15	6,72±0,01
Титрована кислотність* [%]	0,41±0,02	0,28±0,13	0,39±0,08	0,25±0,11	0,23±0,02
Відносна густина	1,03±0,21	1,08±0,20	1,08±0,04	1,11±0,05	1,13±0,04

**Примітка:** \*у перерахунку на молочну кислоту; композиції напою: K1 – 100% «кокосове молоко»; K2 – 97,78% «кокосове молоко» + 0,20% какао-порошок + 2,00% цукор; K3 – 97,60% «кокосове молоко» + 0,40% какао-порошок + 2,00% цукор; K4 – 95,80% «кокосове молоко» + 0,20% какао-порошок + 4,00% цукор; K5 – 95,60% «кокосове молоко» + 0,40% какао-порошок + 4,00% цукор.

Дахі, виготовлене на основі «кокосового молока», має рН 4,5, титровану кислотність 1,2% (у перерахунку на молочну кислоту) та вміст жирів 8,1%. Додавання знежиреного сухого молока (10%) у рецептуру підвищує здатність дахі утримувати воду, а додавання сахарози (6%)

зменшує гіркуватий присмак, що виникає під час ферментування з *Lactobacillus plantarum*. Дахі, ферментований з використанням *Lactococcus lactis* та *L. plantarum*, має більшу в'язкість порівняно з продуктом, ферментованим з *L. lactis* та *Leuconostoc sp.* 10508 (Shana et al., 2015).

**Таблиця 6.15** – Вміст вітамінів та мінеральних речовин у композиціях шоколадного напою на основі «кокосового молока» (Yakum et al., 2024)

Речовина	Композиції шоколадного напою [мг/100 г]				
	K1	K2	K3	K4	K5
Вітамін А	1,725	1,985	2,462	1,992	2,469
Вітамін В <sub>1</sub>	0,044	0,082	0,204	0,083	0,205
Вітамін В <sub>2</sub>	0,028	0,062	0,113	0,061	0,114
Вітамін С	2,981	3,401	5,688	3,408	5,751
Вітамін К	0,141	0,636	1,136	0,636	1,137
Кальцій (Ca)	16,31	21,45	27,04	21,46	27,05
Натрій (Na)	15,25	16,14	16,98	16,15	16,99
Магній (Mg)	37,20	54,58	72,63	54,59	72,64
Цинк (Zn)	0,677	2,960	3,110	1,720	3,180
Залізо (Fe)	2,87	2,97	3,03	3,07	3,38
Йод (I)	0,16	0,22	0,27	0,24	0,28

**Примітка:** композиції напою – пояснення див. у примітці таблиці 6.14.

Науковці дослідили йогурт, виготовлений шляхом змішування коров'ячого молока та «кокосового молока» у співвідношенні 50:50, а також порівняно його властивості з йогуртами, під час виготовлення яких використані лише «кокосове молоко» (100%) та коров'яче молоко (100%) (Ajogun et al., 2023). Спосіб виготовлення йогурту передбачає нагрівання коров'ячого молока та «кокосового молока» окремо до температури 80°C протягом 15 хв, після чого молоко охолоджують до температури 43°C та змішують (у випадку суміші). До молока чи суміші додають закваску, ретельно перемішують та інкубують за температури 43°C протягом 12 год. Після завершення ферментування йогурт охолоджують до температури 4°C. Фізико-хімічні показники йогурту з «кокосовим молоком» та традиційного йогурту подані в **таблиці 6.16**. Вміст жирів у йогурті на основі «кокосового молока» (12,45%) є більшим порівняно з йогуртами з коров'ячого молока (1,33%) та змішаного коров'ячого молока та «кокосового молока» (5,03%). Водночас вміст білків у «кокосовому йогурті» (3,47%) менший, ніж у продукті з коров'ячого молока (5,97%) чи змішаного молока (6,63%). У композиціях йогурту з «кокосовим молоком» загальна кислотність більша, ніж у йогурту з коров'ячим молоком. Показник рН більший у йогурту на основі «кокосового молока». Вміст

золи найменший в йогурті з «кокосового молока», водночас вміст сухих речовин у цьому йогурті найбільший. В'язкість йогуртів із коров'ячого молока та «кокосового молока» суттєво не відрізняється. Йогурт зі змішаного молока має кращі органолептичні властивості, ніж йогурт на основі «кокосового молока» (Ajogun et al., 2023).

**Таблиця 6.16** – Фізико-хімічні показники йогурту з «кокосовим молоком» та традиційного йогурту (Ajogun et al., 2023)

Показники	Композиції йогурту		
	K1	K2	K3
Вміст білків [%]	3,47±0,58	5,97±0,58	6,63±0,62
Вміст жирів [%]	12,45±2,71	1,33±0,58	5,03±0,91
Вміст вуглеводів [%]	6,89±0,00	14,60±0,80	34,08±0,53
Вміст води [%]	71,14±1,47	76,59±0,78	73,36±4,41
Вміст золи [%]	0,54±0,11	1,00±0,14	1,18±0,31
Вміст СР [%]	28,86±1,47	23,41±0,78	26,64±4,41
Активна кислотність рН	4,45±0,07	4,10±0,00	4,05±0,07
Загальна кислотність [%]	2,00±0,11	0,93±0,04	2,16±0,02
В'язкість [Па·с]	22,30±0,14	22,83±0,04	22,70±0,14

**Примітка:** СР – сухі речовини; композиції йогурту: K1 – 100% «кокосове молоко»; K2 – 100% коров'яче молоко; K3 – 50% «кокосове молоко» + 50% коров'яче молоко.

Для отримання напою типу йогурту на основі «кокосового молока» запропоновано використовувати штам бактерій *Lacticaseibacillus paracasei* MSMC 36-9 з пробіотичним потенціалом як заквасочної культури (Vitheejongjaroen et al., 2024). Для виготовлення такого напою до ультрапастеризованого «кокосового молока» додають тапіоковий крохмаль (1–2%) та сахарозу (5%), суміш нагрівають до температури 90°C протягом 3 хв та охолоджують до температури 43°C. Далі вносять культуру *L. paracasei* MSMC 36-9 та інкубують за температури 43°C протягом 10 год. Тапіоковий крохмаль використовують як стабілізатор, його додавання забезпечує підвищення в'язкості ферментованого продукту. Додавання тапіокового крохмалю (1,0%) покращує текстуру продукту. Такий продукт містить: вода – 71,31%, білки – 1,91%, вуглеводи – 6,01%, жири – 20,22%, зола – 0,55% (Pachekreapol et al., 2021).

У науковій праці (Ukom et al., 2022) досліджено фізико-хімічні властивості композицій сироподібного продукту на основі суміші «молока з насіння дині» та «кокосового молока» (таблиця 6.17). Спосіб виготовлення продукту передбачає змішування двох видів «рослинного молока» та поступове нагрівання суміші. До суміші додають сіль як коагулянт і швидко підвищують температуру до 90°C до завершення

коагулювання. Після цього відокремлюють сироватку та дають згустку затвердіти й сформуватися.

Збільшення вмісту в сироподібному продукті «молока з насіння дині» спричиняє збільшення вмісту білків, жирів, натомість зменшується вміст вуглеводів. Збільшення вмісту «кокосового молока» у продуктів спричиняє збільшення вмісту золи та клітковини. Активна кислотність продукту на основі «рослинного молока» коливається в межах рН 6,13–6,92. Причому, що більший вміст «кокосового молока», то більше значення рН. Титрована кислотність продукту на основі «рослинного молока» більша, ніж коров'ячого молока. Зі збільшенням вмісту «кокосового молока» титрована кислотність продукту зменшується.

Вміст вітамінів та мінеральних речовин у сироподібному продукті подано в **таблиці 6.18**. Вміст вітамінів у продукті збільшується зі збільшенням вмісту «кокосового молока». Однак за вмістом вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub> та Е продукт з «рослинного молока» поступається сиру з коров'ячого молока. Вміст натрію, магнію, цинку, заліза, фосфору та калію в сироподібному продукті з «рослинного молока» менший, ніж у сирі з коров'ячого молока. Водночас зі збільшенням вмісту «кокосового молока» вміст натрію, магнію, цинку, заліза, фосфору та калію у продукті збільшується. Кальцію в сироподібному продукті більше, ніж у сирі з коров'ячого молока. Однак збільшення вмісту «кокосового молока» у продукті спричиняє зменшення вмісту кальцію.

Розроблено також йогурт, що виготовляють з «соевого молока» та «кокосового молока» (10%), а також з додаванням цукру (3%) та желатину (0,5%). Під час виготовлення йогурту суміш «соевого молока» та «кокосового молока», цукру та желатину гомогенізують і пастеризують. Перед внесенням стартових культур пастеризовану суміш охолоджують до температури 43°C. Охолоджену суміш інокулюють йогуртовою закваскою, що містить *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus* у співвідношенні 50:50. Далі суміш інкубують за температури 43°C протягом 12 год. Розроблені йогурти мають такий хімічний склад: білки – 2,66–3,62%; жири – 0,13–0,89%; сухі речовини – 7,91–9,06%. Титрована кислотність йогурту у перерахунку на молочну кислоту – 0,25–0,43%. Додавання «кокосового молока» до «соевого молока» позитивно впливає на органолептичні властивості йогурту (*Kolapo & Olubamiwa, 2012*).

З «кокосового молока» виготовляють сухе знежирене «кокосове молоко», використовуючи спосіб розпилювального сушіння (*Duangchuen et al., 2021*). Спочатку свіжі стиглі кокоси (10–12 місяців) очищають від оболонки та зливають кокосову воду, після чого м'якоть кокоса подрібнюють (**рис. 6.7**). Отриману масу вичавлюють за допомогою преса, внаслідок чого отримують «кокосове молоко» та відходи (макуху). У результаті сепарування «кокосового молока» отримують кокосову олію та знежирене «кокосове молоко».

**Таблиця 6.17** – Фізико-хімічні показники сироподібного продукту на основі «молока з насіння дині» та «кокосового молока» (Ukom et al., 2022)

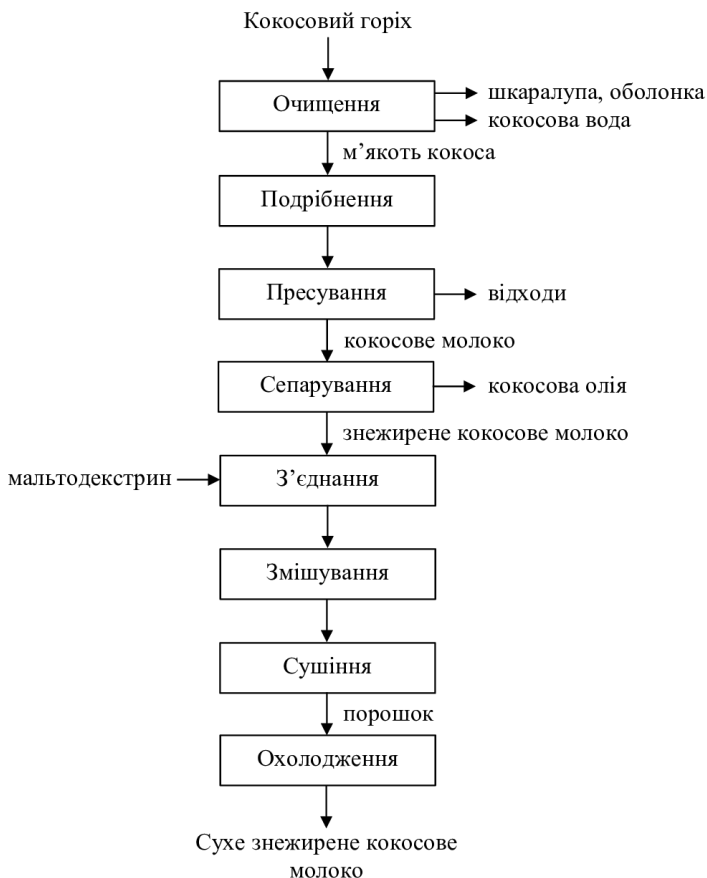
Показники	Композиції сироподібного продукту				
	K1	K2	K3	K4	K5
Вміст білків [%]	9,84	20,15	17,57	14,87	10,05
Вміст жирів [%]	3,79	7,47	6,81	6,03	5,32
Вміст вуглеводів [%]	32,73	10,76	16,92	20,70	25,77
Вміст води [%]	51,45	59,93	56,76	56,31	56,44
Вміст золи [%]	2,10	1,41	1,53	1,61	1,71
Вміст сирі клітковини [%]	0,11	0,31	0,42	0,51	0,73
Активна кислотність рН	6,97	6,13	6,31	6,52	6,92
Титрована кислотність* [%]	0,07	0,19	0,14	0,12	0,08

**Примітка:** \* у перерахунку на молочну кислоту; композиції продукту: K1 – 100% молоко коров'яче; K2 – 90% «молоко з насіння дині» + 10% «кокосове молоко»; K3 – 70% «молоко з насіння дині» + 30% «кокосове молоко»; K4 – 50% «молоко з насіння дині» + 50% «кокосове молоко»; K5 – 30% «молоко з насіння дині» + 70% «кокосове молоко».

**Таблиця 6.18** – Вміст вітамінів та мінеральних речовин у композиціях сироподібного продукту на основі «молока з насіння дині» та «кокосового молока» (Ukom et al., 2022)

Речовини	Композиції сироподібного продукту [мг/100 г]				
	K1	K2	K3	K4	K5
Вітамін А	371,03	406,65	410,02	427,95	440,27
Вітамін В <sub>1</sub>	0,76	0,38	0,39	0,41	0,43
Вітамін В <sub>2</sub>	1,13	2,18	2,32	2,42	2,68
Вітамін В <sub>3</sub>	3,81	1,38	1,73	1,81	1,96
Вітамін Е	0,62	0,42	0,38	0,39	0,47
Кальцій (Ca)	702,26	962,13	950,33	886,16	825,31
Натрій (Na)	674,17	311,91	345,18	364,17	481,28
Магній (Mg)	104,05	65,16	73,26	75,22	86,23
Цинк (Zn)	5,12	2,88	3,05	3,17	3,86
Залізо (Fe)	5,87	2,82	2,92	2,93	3,03
Фосфор (P)	50,12	35,25	39,32	40,46	43,28
Калій (K)	160,22	129,13	131,85	139,75	148,32

**Примітка:** композиції продукту – пояснення див. у примітці таблиці 6.17.



**Рисунок 6.7** – Схема способу виготовлення сухого знежиреного «кокосового молока» (Duangchuen et al., 2021)

До знежиреного «кокосового молока» додають мальтодекстрин у концентраціях 15–20% як допоміжну речовину для покращення процесу сушіння. Основні показники поживної цінності знежиреного сухого молока: білки – 6,4%, жири – 3,6%, вуглеводи – 7,2%, клітковина – 0,27%, вода – 86,93% (Duangchuen et al., 2021). Знежирене «кокосове молоко» сушать шляхом розпилення, у результаті чого отримують порошок знежиреного «кокосового молока». Під час сушіння подача «кокосового молока» становить 0,27 м<sup>3</sup>/с, а температура сушіння – 190–210°C. Розмір частинок сухого знежиреного «кокосового молока» становить 250 мкм. Середній відсоток розчинності знежиреного «кокосового молока» – 39,57% (Duangchuen et al., 2021). Вміст води в сухому знежиреному «кокосовому молоці» коливається в межах 2,22–4,11%, а густина – 0,43–

0,49 г/мл (*Duangchuen et al., 2021*). У науковій праці (*Yulistiani et al., 2023*) також досліджували фізико-хімічні показники сухого «кокосового молока», виготовленого із знежиреного «кокосового молока». Встановлено, що оптимальними умовами для виготовлення продукту є концентрація мальтодекстрину 13% та температура сушіння у розпилювальній сушарці – 170°C. За цих умов продукт має такі характеристики: рН – 6,12, вологість – 4,56%, розчинність – 98,74%, загальний вихід продукту – 21,32% (*Yulistiani et al., 2023*). Водночас у випадку розпилювального сушіння «кокосового молока», що не було знежирене, раціональними параметрами процесу є температура сушильного агента – 160°C, концентрація мальтодекстрину – 9,71%, швидкість обертання форсунки – 1400 об/хв (*George et al., 2022*). Параметри сухого «кокосового молока», виготовленого за таким умов, становлять: вологість – 8,35%, кут природного відкосу – 29,17°, гігроскопічність – 27,01%.

Сухе «кокосове молоко» також виготовляють способом сушіння піни (**рис. 6.8**) (*Shameena Beegum et al., 2022*). Для «кокосового молока» як піноутворювач використовують казеїнат натрію (4,0%), а мальтодекстрин (17,54%) – для забезпечення сипкої консистенції порошку «кокосового молока». Для виготовлення продукту кокосові горіхи очищують від зовнішнього волокнистого шару, шкаралупи та внутрішньої шкірки, а також зливають кокосову воду. Отриману м'якоть подрібнюють для подальшого екстрагування «кокосового молока» шляхом пресування. До кокосових вичавок додають теплу воду (температура 40°C) та знову пресують. Отримане «кокосове молоко» з усіх етапів екстрагування змішують та додають казеїнат натрію. Наступним етапом є пастеризування «кокосового молока» за температури 75°C протягом 15 хв для запобігання мікробному забрудненню та зростанню кислотності.

Казеїнат натрію найкраще розчиняється в температурному діапазоні 65–70°C під час пастеризування. Після пастеризування «кокосове молоко» гомогенізують у два етапи за тиску 13,8/3,5 МПа для зменшення розміру жирових глобул та стабільного піноутворення. Гомогенізоване молоко збивають протягом 10 хв за частоти 2000 об/хв. Отриману піну (густина 0,40 г/см<sup>3</sup>) рівномірно розподіляють на поверхні з нержавіючої сталі у вигляді шару товщиною 2 мм та сушать за температури 50±5°C протягом 2 год. Після цього до висушеного продукту додають мальтодекстрин та змішують за частоти 2000 об/хв протягом 20 с. Отриману суміш додатково сушать за температури 50°C протягом 3 год. Фізико-хімічні властивості сухого кокосового порошку, виготовленого в такий спосіб, подані в **таблиці 6.19**. Продукт має високий вміст жирів (52,07%), білків (8,24%) та вуглеводів (27,29%). Вміст золи у продукті – 7,47%, що вказує на значну кількість мінеральних речовин. Продукт має низьку вологість (2,18%), що сприятиме тривалому зберіганню.

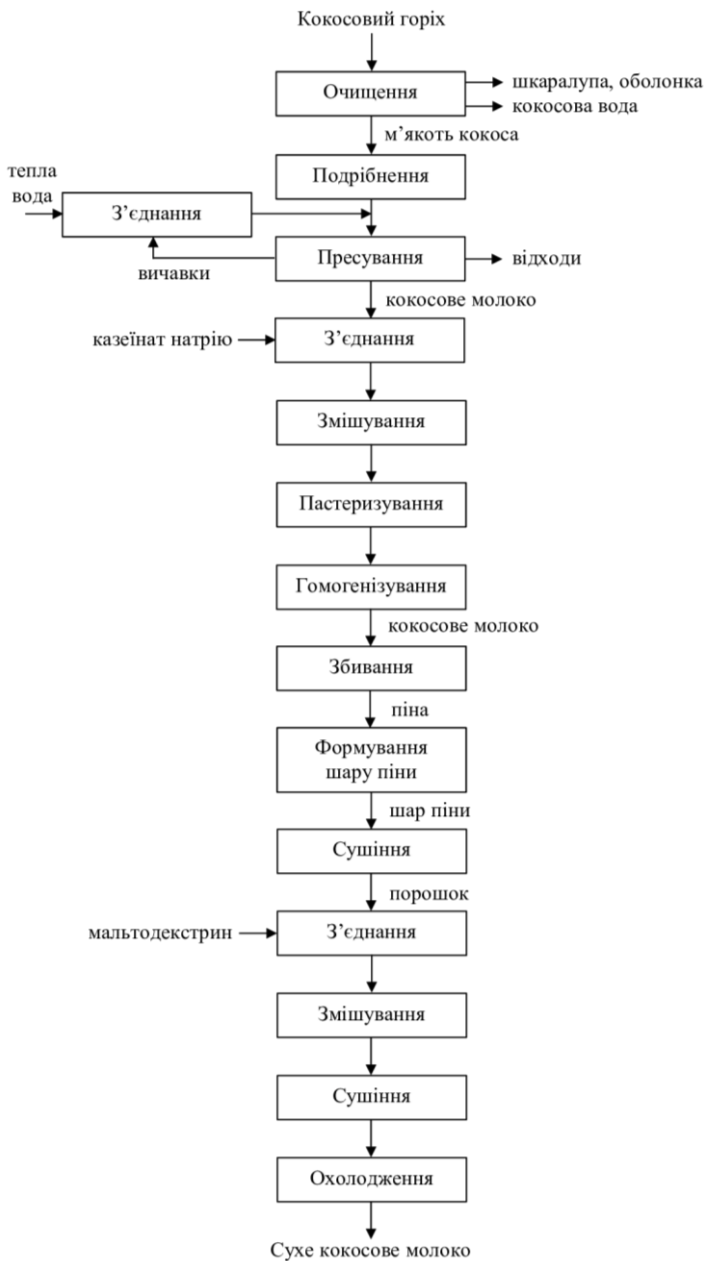


Рисунок 6.8 – Схема способу виготовлення сухого «кокосового молока» шляхом сушіння піни (Shameena Beegum et al., 2022)

**Таблиця 6.19** – Фізико-хімічні властивості сухого кокосового порошку, виготовленого способом сушіння піни (*Shameena Beegum et al., 2022*)

Показники	Вміст [%]	Показники	Вміст [%]
Вміст білків	8,24±0,62	Вміст золи	7,47±0,58
Вміст жирів	52,07±2,30	Вміст СР	97,82±0,30
Вміст вуглеводів	27,29±0,60	Вологість	2,18±0,30

**Примітка:** СР – сухі речовини.

У науковій праці (*Pandiselvam et al., 2025*) досліджували ефективність різних способів сушіння (інфрачервоного, конвективного та комбінованого) піни «кокосового молока». Сухе «кокосове молоко», виготовлене шляхом сушіння шару піни завтовшки 2 мм за температури 65°C комбінованим способом (інфрачервоне та конвективне сушіння), – це сипкий продукт з високою поживною цінністю: білків – 12,43%, вуглеводів – 28,11%, жирів – 52,45%, золи – 1,01%, фенольних сполук – 69,51 мг-екв ГК/100 г (ГК – галова кислота).

Науковці запропонували спосіб мікрокапсулювання куркуміну з використанням сухого знежиреного «кокосового молока» та гуміарабіку (*Adsare & Annapure, 2021*). Цей продукт виготовляють шляхом розпилювального сушіння розчину знежиреного «кокосового молока» (сироватки), що містить куркумін та гуміарабіку. Параметри процесу розпилювального сушіння: температура сушильного агента на вході – 140±2°C, температура сушильного агента на виході – 75–80±2°C. Збагачений куркуміном порошок має хороші органолептичні властивості, зокрема для приготування веганського куркумінового латте. Додавання гуміарабіку позитивно впливає на стабільність куркуміну у готовому порошку. За вмісту гуміарабіку 5% продукт має такі поживні властивості: білки – 16,24%, жири – 3,49%, вуглеводи – 60,85%, зола – 6,58%.

«Кокосове молоко» використовують як ароматизатор смузі (*Uzodinma et al., 2020*). Для приготування «кокосового молока» очищають кокосові горіхи від оболонки та відокремлюють м'якоть. М'якоть ретельно промивають, подрібнюють, додають теплу воду (температура 40°C) та залишають на 10 хв. Екстрагують та фільтрують «кокосове молоко» для отримання прозорої емульсії. Пастеризують «кокосове молоко» за температури 75°C протягом 10 хв. Фрукти (ананас, кавун і банан) ретельно промивають у воді з додаванням кухонної солі для усунення забруднень і зменшення мікробного навантаження. Очищені фрукти нарізають скибочками та подрібнюють, збивають у необхідному співвідношенні. До фруктовій маси додають «кокосове молоко», змішують та гомогенізують. Пастеризують смузі за температури 85°C протягом 5 хв для інактивування пектинових ферментів та знищення патогенних мікроорганізмів.

У **таблиці 6.20** подано фізико-хімічні показники смузі з «кокосовим молоком». Найбільший вміст білків (1,08%) у смузі (композиція K2), де за

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

вмістом переважають ананас та банан. У цьому ж смузі також найбільший вміст вуглеводів та клітковини. Вміст жирів у всіх композиціях смузі коливається в межах 3,04–3,34%. У смузі, де у рецептурі переважають за вмістом ананас та кавун (композиція К3), вміст золи найбільший (2,8%). Водночас у композиції К1 найбільший вміст вітаміну С (844,71 мг/100 мл) та провітаміну А (250,72 мг/100 мл). Найбільший вміст калію має композиція смузі К2 (200,59 мг/100 мл), а кальцію – композиція смузі К3 (19,10 мг/100 мл).

**Таблиця 6.20** – Фізико-хімічні показники смузі з «кокосовим молоком» (Uzodinma et al., 2020)

Показники	Композиції смузі з «кокосовим молоком»		
	К1	К2	К3
Вміст білків [%]	0,45±0,01	1,08±0,01	0,52±0,01
Вміст жирів [%]	3,04±0,03	3,34±0,02	3,31±0,02
Вміст вуглеводів [%]	13,20±0,03	17,70±0,04	15,55±0,03
Вміст води [%]	73,68±0,07	65,15±0,05	68,30±0,08
Вміст золи [%]	1,80±0,30	1,50±0,00	2,80±0,30
Вміст сирової клітковини [%]	6,82±0,02	10,14±0,03	8,32±0,02
Вміст вітаміну С [мг/100 мл]	844,71±0,05	220,49±0,02	722,24±0,03
Вміст провітаміну А [мг/100 мл]	250,72±0,05	69,39±0,05	63,64±0,03
Вміст калію (К) [мг/100 мл]	98,73±0,05	200,59±0,02	173,63±0,04
Вміст кальцію (Са) [мг/100 мл]	18,69±0,02	17,59±0,01	19,10±0,10

**Примітка:** композиції смузі: К1 – 50% ананас + 40% кавун + 10% банан + 10% «кокосове молоко»; К2 – 50% ананас + 10% кавун + 40% банан + 10% «кокосове молоко»; К3 – 50% ананас + 30% кавун + 20% банан + 10% «кокосове молоко».

«Кокосове молоко» використовують у поєднанні з коров'ячим молоком для виготовлення м'якого сиру типу Варанкасі (Warankasi) (George Okon & C. Ojmelukwe, 2017). Спосіб виготовлення передбачає очищення від оболонки кокосових горіхів, промивання м'якоті та її подрібнення. Подрібнену м'якоть змішують з теплою дистильованою водою з температурою 60°C у співвідношенні 1:1, після чого суміш фільтрують і пресують для максимального екстрагування «кокосового молока». Свіже листя та стебла Содомського яблука (*Calotropis procera*) промивають, подрібнюють та додають до частини суміші коров'ячого молока та «кокосового молока». Суміш настоюють протягом 20 хв, після

чого фільтрують. Суміш коров'ячого молока та «кокосового молока» нагрівають до температури 55°C і додають настояну суміш. Суміш перемішують та поступово збільшують температуру до 85°C. Після появи чітко відокремленої сироватки та видимого утворення згустку, перемішування повторюють для роздрібнення згустку. Температуру підвищують до 95°C і підтримують її протягом 7 хв із постійним перемішуванням. Збирають отримані згустки в марлю та підвішують для стікання сироватки під дією сили ваги протягом 1 год. Після цього масу подрібнюють, додають сіль та ретельно перемішують. Потім масу повторно загортають в марлю, пресують під тиском протягом 30 хв для подальшого відокремлення сироватки. Фізико-хімічні показники сиру типу Варанкасі подані в таблиці 6.21.

Зі збільшенням вмісту «кокосового молока» (з 10% до 30%) збільшується вміст білків (від 15,82% до 17,14%) та жирів (з 12,06% до 13,87%), тоді як вміст вуглеводів суттєво зменшується (з 16,64% до 0,54%). Зі збільшенням вмісту «кокосового молока» у продукті вміст води та сирії клітковини збільшується, а вміст золи – зменшується. Сир з коров'ячого молока має менший показник рН (6,65), ніж продукт з додаванням «кокосового молока». Отже, сир типу Варанкасі з високими органолептичними властивостями та підвищеною поживною цінністю можна виготовити з суміші «кокосового молока» та коров'ячого молока у співвідношенні 1:9 (George Okon & C. Ojmelukwe, 2017).

**Таблиця 6.21** – Фізико-хімічні показники сиру типу Варанкасі (George Okon & C. Ojmelukwe, 2017)

Показники	Композиції продукту			
	K1	K2	K3	K4
Вміст білків [%]	15,11±0,01	15,82±0,02	16,58±0,02	17,14±0,02
Вміст жирів [%]	11,65±0,05	12,06±0,04	13,03±0,03	13,87±0,03
Вміст вуглеводів [%]	16,64±0,04	12,44±0,02	7,65±0,01	0,54±0,04
Вміст води [%]	54,75±0,05	57,90±0,02	61,00±0,05	66,90±0,05
Вміст золи [%]	1,80±0,05	1,70±0,05	1,65±0,02	1,45±0,01
Вміст сирії клітковини [%]	0,05±0,01	0,08±0,02	0,09±0,01	0,10±0,02
Активна кислотність рН	6,65±0,05	6,70±0,03	6,71±0,01	6,76±0,04

**Примітка:** композиції продукту: K1 – 100% молоко коров'яче; K2 – 90% молоко коров'яче + 10% «кокосове молоко»; K3 – 80% молоко коров'яче + 20% «кокосове молоко»; K4 – 70% молоко коров'яче + 30% «кокосове молоко».

З додаванням «кокосового молока» виготовляють морозиво (Beegum et al., 2022). Відповідно до способу виготовлення морозива, всі інгредієнти

(«кокосове молоко», цукор, кокосова вода, кокосова м'якоть, стабілізатори та емульгатори) ретельно змішують та пастеризують за температури 75°C протягом 15 хв, після чого гомогенізують у два етапи за тиску 13,8/3,4 МПа. Суміш витримують за температури 5°C протягом однієї години, після чого її спрямовують на фризеравання. Потім продукт спрямовують на швидке заморожування за температури -28°C. Фізико-хімічні показники суміші для морозива з «кокосовим молоком» та традиційного морозива подані в **таблиці 6.22**. Суміші для морозива з «кокосовим молоком» мають менший вміст білків (3,42–3,63%) порівняно з сумішшю на основі коров'ячого молока (4,63%), але дещо більший вміст жирів. Вміст цукру у сумішах для морозива коливається в межах 10,63–11,34%, а золи – 0,46–0,67. Найбільший вміст фенольних сполук (38 мг/100 г) у композиції суміші К2. Показник рН морозива з «кокосовим молоком» рН 5,90–5,95 менший, ніж у морозива на основі коров'ячого молока (рН 6,47). Густина морозива коливається в межах 0,98–1,06 г/см<sup>3</sup>. Збитість морозива з «кокосовим молоком» (40,0–46,4%) удвічі менша, ніж морозива на основі коров'ячого молока (86,0%). Традиційне морозиво має більший вміст сухих речовин (37,0%), ніж морозиво з «кокосового молока» (32,7%).

**Таблиця 6.22** – Фізико-хімічні показники суміші для морозива з «кокосовим молоком» та морозива (*Beegum et al., 2022*)

Показники	Композиції		
	К1	К2	К3
Показники суміші для морозива			
Вміст білків [%]	3,42±0,11	3,63±0,06	4,63±0,12
Вміст жирів [%]	11,62±0,06	11,61±0,62	10,53±0,84
Вміст цукру [%]	11,34±0,91	10,78±0,15	10,63±0,46
Загальний вміст фенолів [мг/100 г]	32,33±2,52	38,00±2,65	19,70±0,85
Вміст золи [%]	0,46±0,06	0,59±0,05	0,67±0,04
Показники морозива з суміші			
Вміст води [%]	67,28±0,88	67,26±1,16	63,00±0,57
Активна кислотність рН	5,95±0,00	5,90±0,14	6,47±0,02
Густина [г/см <sup>3</sup> ]	0,98±0,00	1,06±0,01	1,04±0,01
Збитість* [%]	46,39±2,28	40,00±2,82	86,00±2,85
Вміст СР [%]	32,72±0,88	32,74±1,16	37,00±0,57

**Примітка:** СР – сухих речовин; \*показник збитості морозива обчислювали за виразом  $ЗМ = (СМ - М) \cdot 100 / М$  (де СМ – маса суміші для морозива [г], М – маса морозива [г]); композиції продукту: К1 – 50% кокосова вода (КВ) + 23% «кокосове молоко» (КМ) + 11,5% кокосова м'якоть + 15% рафінований цукор (РЦ) + 5% стабілізатори та емульгатори (СЕ); К2 – 50% КВ + 23% КМ + 11,5% кокосова м'якоть + 15% кокосовий цукор + 5% СЕ; К3 – 60% коров'яче молоко + 15% РЦ + 6,2% сухе знежирене молоко + 8% масло + 10,3% вода + 5% СЕ.

Морозиво також виготовляють на основі «кокосового молока» з додаванням спецій (кориця, білий перець, екстракт імбиру) (Perera & Perera, 2021). Спосіб виготовлення морозива передбачає отримання «кокосового молока» у результаті змішування подрібненої м'якоти кокоса з водою у співвідношенні 3:1 (м'якоть : вода). До «кокосового молока» додають суміш цукру, стабілізатора та желатину (як загусник). Суміш нагрівають до температури 40°C та додають спеції (0,018%). Нагрівання продовжують до температури 90°C та додають сіль. Пастеризування проводять за температури 90°C протягом 20 хв, після чого суміш охолоджують, фільтрують, гомогенізують та витримують протягом 4 год. Після витримання з суміші виготовляють морозиво. Фізико-хімічні характеристик морозива зі спеціями такі: рН –  $6,33 \pm 0,01$ , титрована кислотність –  $0,33 \pm 0,05\%$ , вміст води –  $61,86 \pm 0,33\%$ , вміст золи –  $0,41 \pm 0,25\%$ , вміст сухих речовин –  $38,02 \pm 0,14\%$ , збитість –  $66,76 \pm 1,44\%$ , вміст білків –  $4,18 \pm 0,16\%$ , вміст жирів –  $11,66 \pm 0,60\%$ , загальний вміст фенольних сполук –  $0,093 \pm 0,002$  мг-екв ГК/г СР (ГК – галова кислота) (Perera & Perera, 2021).

Розроблені рецептури морозива з комбінуванням різних видів «рослинного молока», зокрема, «кокосового молока» та «молока з горіхів кеш'ю» (Afriana & Kurnia, 2024). Для виготовлення морозива використовують також кокосовий напій, що виготовлений на основі побічного продукту перероблення сушеної кокосової стружки на олію, а також цукрову пудру, соняшникову олію, ксантанову камедь (як стабілізатор) та лецитин (як емульгатор) (Kasapoglu et al., 2023). Для збагачення морозива на основі «кокосового молока» корисними речовинами до його рецептури додають екстракт шкірки червоної пітахайї (Koapaha et al., 2025), що багата на антоціани, флавоноїди та вітамін С.

Науковці досліджували вплив заміників жиру на основі вуглеводів (інулін, мальтодекстрин та модифікований тапіоковий крохмаль) та білків на органолептичні та фізичні властивості морозива з «кокосовим молоком» (Fuangpaiboon & Kijroongrojana, 2017). Встановлено, що підвищення вмісту заміників жиру спричиняє зменшення вмісту сухих речовин та збільшення твердості продукту, особливо у випадку використання заміників на основі вуглеводів. Морозиво із заміниками жиру має більшу температуру замерзання та збитість й повільніше танення. Обидва типи заміників сприяють появі жовтизни морозива.

До рецептури морозива на основі «кокосового молока» рекомендовано додавати інулін (4 г/100 г) та камедь рожкового дерева (0,8 г/100 г) (Góral et al., 2018). Додавання камеді рожкового дерева сприяє зменшенню швидкості танення морозива та не впливає суттєво на твердість продукту. Морозиво з більшим вмістом інуліну та меншим вмістом камеді рожкового дерева має більшу збитість.

Науковці розглядали можливість створення морозива на основі «кокосового молока» з низьким глікемічним індексом (ГІ) шляхом заміни 12% сахарози різними підсолоджувачами (ксиліт, еритрит, інулін і фруктоза) (*Fuangpaiboon & Kijroongrojana, 2015*). Фізико-хімічні показники морозива з різними комбінаціями підсолоджувачів подані в **таблиці 6.23**. Часткова заміна сахарози підсолоджувачами майже не впливає на вміст сухих речовин у продукті. Глікемічний індекс композицій морозива з підсолоджувачами значно менший (18,47–20,58), ніж у морозива з сахарозою (51,57). Морозиво, в якому сахароза частково замінена комбінацією інуліну та фруктози, характеризується найменшою швидкістю танення. Додавання підсолоджувачів у рецептуру морозива може суттєво збільшити його твердість та зменшити збитість. Поєднання еритриту (4%), інуліну (7%) та фруктози (2,15%) рекомендоване для використання як альтернатива сахарозі для виробництва морозива на кокосовій основі з низьким глікемічним індексом.

**Таблиця 6.23** – Фізико-хімічні показники морозива з різними комбінаціями підсолоджувачів (*Fuangpaiboon & Kijroongrojana, 2015*)

Показники	Комбінації підсолоджувачів у морозиві			
	К1	К2	К3	К4
Вміст СР [%]	39,71±0,06	39,70±0,10	40,20±0,24	40,21±0,16
Вміст цукру [%]	18,95±0,18	12,73±0,37	10,49±0,11	18,32±0,45
Глікемічний індекс	51,57	18,47	18,54	20,58
Твердість [г]	847,9	851,5	1043,4	1086,3
Швидкість танення [г/хв]	1,51±0,01	1,47±0,02	1,52±0,02	1,40±0,02
Збитість [%]	30,59±3,24	30,23±2,87	26,11±1,42	29,02±0,86

**Примітка:** СР – сухих речовин; комбінації підсолоджувачів: К1 – сахароза; К2 – 4% еритритол + 7% інулін + 2,15% фруктоза; К3 – 6,2% ксиліт + 7% інулін; К4 – 8,5% інуліну + 5% фруктози.

«Кокосове молоко» використовують у рецептурі борошняних кондитерських виробів. Для зменшення калорійності та підвищення поживної цінності капкейків запропоновано частково замінити вершкове масло на «кокосове молоко», а також використовувати органічне цільнозернове борошно (*Vudugula & Waghray, 2018*). Спосіб виготовлення капкейків передбачає змішування інгредієнтів, наповнення форм тістом, випікання за температури 180°C протягом 40 хв та охолодження виробів. У рецептурі капкейків на основі пшеничного борошна вищого гатунку доцільно замінити 25% вершкового масла на «кокосове молоко». У випадку використання органічного цільнозернового борошна доцільно замінювати половину маси вершкового масла на «молоко». Розроблені

капкейки з використанням «кокосового молока» мають приємний смак, аромат і колір, а також мають меншу калорійність внаслідок зменшення вмісту жирів, порівняно з продуктом, що містить лише вершкове масло.

У рецептурі пшенично-рисового печива запропоновано частково замінювати маргарин на сухе «кокосове молоко», зокрема рекомендовано замінювати 30% маргарину (*Purinthrapibal et al., 2025*). Таке печиво має високі органолептичні властивості та містить: води – 5,66%, білків – 6,10%, жирів – 18,24%, вуглеводів – 69,70%, золи – 1,30%, клітковини – 0,88%. Втрати під час випікання печива з сухим «кокосовим молоком» становлять 13,80%, що суттєво не відрізняються від втрат під час випікання печива з маргарином (13,54%) (*Purinthrapibal et al., 2025*).

### Список використаних джерел до розділу 6

Abadl, M.M.T., Marzlan, A.A., Sulaiman, R., Abas, F., & Meor Hussin, A.S. (2023). Optimization of coconut milk kefir beverage by RSM and screening of its metabolites and peptides. *Fermentation*, 9(5), 430. doi:10.3390/fermentation9050430.

Adsare, S.R., & Annature, U.S. (2021). Microencapsulation of curcumin using coconut milk whey and Gum Arabic. *Journal of Food Engineering*, 298, 110502. doi:10.1016/j.jfoodeng.2021.110502.

Afriana, N., & Kurnia, P. (2024). Protein content and overrun value in coconut milk-based ice cream with cashew milk combination. *Journal La Lifesci*, 5(5), 416-428. doi:10.37899/journallalifesci.v5i5.1487.

Ajogun, C.O., Achinewhu, S.C., Kiin-Kabari, D.B., & Akusu, O.M. (2023). Physicochemical characteristics and sensory properties of coconut milk based yoghurt. *Research Journal of Food Science and Quality Control*, 9(3), 92-104.

Appaiah, P., Sunil, L., Prasanth Kumar, P.K., & Gopala Krishna, A.G. (2014). Composition of coconut testa, coconut kernel and its oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91, 917-924. doi:10.1007/s11746-014-2447-9.

Beegum, P.P.S., Nair, J.P., Manikantan, M.R., Pandiselvam, R., Shill, S., Neenu, S., & Hebbar, K.B. (2022). Effect of coconut milk, tender coconut and coconut sugar on the physico-chemical and sensory attributes in ice cream. *Journal of Food Science and Technology*, 59, 2605-2616. doi:10.1007/s13197-021-05279-y.

Benjakul, S., Patil, U., Prodpran, T., Senphan, T., & Cheetangdee, N. (2017). A comparative study of the physicochemical properties and emulsion stability of coconut milk at different maturity stages. *Italian Journal of Food Science*, 29(1). doi:10.14674/1120-1770/ijfs.v536.

Bharti, B.K., Badshah, J., & Beniwal, B.S. (2021). A review on comparison between bovine milk and plant based coconut milk. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 10(3), 374-378.

Chen, Y., Chen, Y., Fang, Y., Pei, Z., & Zhang, W. (2024a). Coconut milk treated by atmospheric cold plasma: Effect on quality and stability. *Food Chemistry*, 430, 137045. doi:10.1016/j.foodchem.2023.137045.

Chen, Y., Zhang, Z., Chen, Y., Li, T., & Zhang, W. (2024b). The role of fat content in coconut milk: Stability and digestive properties. *Food Chemistry*, 446, 138900. doi:10.1016/j.foodchem.2024.138900.

Chiewchan, N., Phungamngoen, C., & Siriwattanayothin, S. (2006). Effect of homogenizing pressure and sterilizing condition on quality of canned high fat coconut milk. *Journal of Food Engineering*, 73(1), 38-44. doi:10.1016/j.jfoodeng.2005.01.003.

Divya, P.M., Roopa, B.S., Manusha, C., & Balannara, P. (2023). A concise review on oil extraction methods, nutritional and therapeutic role of coconut products. *Journal of Food Science and Technology*, 60, 441-452. doi:10.1007/s13197-022-05352-0.

Duangchuen, J., Pathaveerat, S., Noypitak, S., & Jermwongrutthanachai, P. (2021). Effect of spray drying air temperature to the changes of properties of skimmed coconut milk powder. *Applied Science and Engineering Progress*, 14(2), 187-195. doi:10.14416/j.asep.2020.04.009.

Fuangpaiboon, N., & Kijroongrojana, K. (2015). Qualities and sensory characteristics of coconut milk ice cream containing different low glycemic index (GI) sweetener blends. *International Food Research Journal*, 22(3), 1138-1147.

Fuangpaiboon, N., & Kijroongrojana, K. (2017). Sensorial and physical properties of coconut-milk ice cream modified with fat replacers. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 11(2), 133-147.

George, S., Thomas, A., Ghodke, P.K., & Kumar, M.V.P. (2022). Optimization of spray drying for coconut milk powder using response surface methodology and investigation of the powder properties. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 14(4), 114-128. doi:10.34302/crpfst/2022.14.4.9.

George Okon, E., & C. Ojmelukwe, P. (2017). Potentials of coconut milk as a substitute for cow milk in cheese making. *Journal of Advances in Microbiology*, 4(2), 1-9. doi:10.9734/JAMB/2017/34537.

Góral, M., Kozłowicz, K., Pankiewicz, U., Góral, D., Kluza, F., & Wójtowicz, A. (2018). Impact of stabilizers on the freezing process, and physicochemical and organoleptic properties of coconut milk-based ice cream. *LWT*, 92, 516-522. doi:10.1016/j.lwt.2018.03.010.

Han, C.E., Ewe, J.A., Kuan, C.S., & Yeo, S.K. (2022). Growth characteristic of probiotic in fermented coconut milk and the antibacterial properties against *Streptococcus pyogenes*. *Journal of Food Science and Technology*, 59, 3379-3386. doi:10.1007/s13197-021-05321-z.

Jena, S., & Das, H. (2006). Modeling of particle size distribution of sonicated coconut milk emulsion: Effect of emulsifiers and sonication time.

*Food Research International*, 39(5), 606-611.  
doi:10.1016/j.foodres.2005.12.005.

Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E.K. (2016). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), 26-33.  
doi:10.1007/s11130-016-0583-0.

Koapaha, T., Langi, T.M., & Umboh, R.J.J. (2025). Physical characteristics and antioxidant activity of ice cream blend of coconut milk and red dragon fruit peel extract. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(4), 306-312.  
doi:10.29303/jppipa.v11i4.10889.

Kolapo, A.L., & Olubamiwa, A.O. (2012). Effect of different concentrations of coconut milk on the chemical and sensory properties of soy-coconut milk based yoghurt. *Food and Public Health*, 2(4), 85-91.  
doi:10.5923/j.fph.20120204.01.

Karunasiri, A.N., Gunawardane, M., Senanayake, C.M., Jayathilaka, N., & Seneviratne, K.N. (2020). Antioxidant and nutritional properties of domestic and commercial coconut milk preparations. *International Journal of Food Science*, 2020, 3489605. doi:10.1155/2020/3489605.

Kasapoglu, M.Z., Sagdic, O., Avci, E., Tekin-Cakmak, Z.H., Karasu, S., & Turker, R.S. (2023). The potential use of cold-pressed coconut oil by-product as an alternative source in the production of plant-based drink and plant-based low-fat ice cream: The rheological, thermal, and sensory properties of plant-based ice cream. *Foods*, 12(3), 650. doi:10.3390/foods12030650.

Khuenpet, K., Jittanit, W., Hongha, N., & Pairojkul, S. (2016). UHT skim coconut milk production and its quality. In: SHS web of conferences: *PSU-USM-NSTRU 2014 International Conference on Arts and Sciences 2014 «Arts and Sciences Research 2014: Spot of Change for Tomorrow»* (Vol. 23, 03002). EDP Sciences. doi:10.1051/shsconf/20162303002.

Liu, X.-Y., Yang, D.-W., Liu, W.-T., Kan, J.-T., Yang, K.-L., Zhang, J.-G., Wang, Y.-Y., Zhu, K.-X., & Zhang, Y.-F. (2025). Structural and techno-functional characteristics of protein from the by-product of virgin coconut oil produced by centrifugation using coconut milk. *Food Chemistry: X*, 28, 102561.  
doi:10.1016/j.fochx.2025.102561.

Lu, X., Su, H., Guo, J., Tu, J., Lei, Y., Zeng, S., Chen, Y., Miao, S., & Zheng, B. (2019). Rheological properties and structural features of coconut milk emulsions stabilized with maize kernels and starch. *Food Hydrocolloids*, 96, 385-395. doi:10.1016/j.foodhyd.2019.05.027.

Mauro, C.S.I., Fernandes, M.T.C., Farinazzo, F.S., & Garcia, S. (2022). Characterization of a fermented coconut milk product with and without strawberry pulp. *Journal of Food Science and Technology*, 59, 2804-2812.  
doi:10.1007/s13197-021-05303-1.

Mauro, C.S.I., & Garcia, S. (2019). Coconut milk beverage fermented by *Lactobacillus reuteri*: optimization process and stability during refrigerated

storage. *Journal of Food Science and Technology*, 56, 854-864. doi:10.1007/s13197-018-3545-8.

Monera, O.D., & Del Rosario, E.J. (1982). Physico-chemical evaluation of the natural stability of coconut milk emulsion. *Annals of Tropical Research*, 4(1), 47-54.

Ortutu, S.C., Aremu, M.O., Vinna, D.C., & Onwuka, C.V. (2024). Comparative studies on nutritional, mineral and vitamin compositions of mature and immature coconut water. *ANACHEM Journal*, 15(1), 27-38. doi:10.5281/zenodo.14566130.

Pachekrepapol, U., Kokhuenkhan, Y., & Ongsawat, J. (2021). Formulation of yogurt-like product from coconut milk and evaluation of physicochemical, rheological, and sensory properties. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100393. doi:10.1016/j.ijgfs.2021.100393.

Pandiselvam, R., Minha, N., Manikantan, M.R., Jacob, A., Ramesh, S.V., & Beegum, S. (2025). Coconut milk interfaced sodium caseinate-maltodextrin powders using foam mat and infrared assisted hot air drying approaches. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 19, 2546-2556. doi:10.1007/s11694-025-03130-y.

Parmar, P.T., Singh, A.K., & Borad, S.G. (2021). Coconut (*Cocos nucifera*). In: B. Tanwar, A. Goyal (eds). *Oilseeds: Health Attributes and Food Applications* (pp. 163-189). Springer, Singapore. doi:10.1007/978-981-15-4194-0\_7.

Patil, U., & Benjakul, S. (2018). Coconut milk and coconut oil: Their manufacture associated with protein functionality. *Journal of Food Science*, 83, 2019-2027. doi:10.1111/1750-3841.14223.

Perera, K.D.S.S., & Perera, O.D.A.N. (2021). Development of coconut milk-based spicy ice cream as a nondairy alternative with desired physicochemical and sensory attributes. *International Journal of Food Science*, 2021, 6661193. doi:10.1155/2021/6661193.

Prades, A., Dornier, M., Diop, N., & Pain, J.P. (2012). Coconut water uses, composition and properties: A review. *Fruits*, 67(2), 87-107. doi:10.1051/fruits/2012002.

Purinthrapibal, P., Chuajedton, J., & Muneesri, P. (2025). Effects of nutmeg and coconut milk powder on wheat-rice cookies. *Recent Science and Technology*, 17(2), 265411.

Qadi, W.S.M., Mediani, A., Benchoula, K., Wong, E.H., Misnan, N.M., & Sani, N.A. (2023). Characterization of physicochemical, biological, and chemical changes associated with coconut milk fermentation and correlation revealed by <sup>1</sup>H NMR-based metabolomics. *Foods*, 12(10), 1971. doi:10.3390/foods12101971.

Raghavendra, S.N., & Raghavarao, K.S.M.S. (2010). Effect of different treatments for the destabilization of coconut milk emulsion. *Journal of Food Engineering*, 97(3), 341-347. doi:10.1016/j.jfoodeng.2009.10.027.

Rajamohan, T., & Archana, U. (2018). Nutrition and health aspects of coconut. In: V. Krishnakumar, P. Thampan, M. Nair (eds). *The Coconut Palm (Cocos nucifera L.) – Research and Development Perspectives* (pp. 757-777). Springer, Singapore. doi:10.1007/978-981-13-2754-4\_15.

Santoso, U., Kubo, K., Ota, T., Tadokoro, T., & Maekawa, A. (1996). Nutrient composition of kopyor coconuts (*Cocos nucifera* L.). *Food Chemistry*, 57(2), 299-304. doi:10.1016/0308-8146(95)00237-5.

Shameena Beegum, P.P., Manikantan, M.R., Anju, K.B., Viniya, V., Pandiselvam, R., Jayashekar, S., & Hebbar, K.B. (2022). Foam mat drying technique in coconut milk: Effect of additives on foaming and powder properties and its economic analysis. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, e17122. doi:10.1111/jfpp.17122.

Shana, Sridhar, R., Roopa, B.S., Varadaraj, M.C., & Vijayendra, S.V.N. (2015). Optimization of a novel coconut milk supplemented dahi – A fermented milk product of Indian subcontinent. *Journal of Food Science and Technology*, 52(11), 7486-7492. doi:10.1007/s13197-015-1825-0.

Sun, Y., Chen, H., Chen, W., Zhong, Q., Shen, Y., & Zhang, M. (2022). Effect of ultrasound on pH-shift to improve thermal stability of coconut milk by modifying physicochemical properties of coconut milk protein. *LWT*, 167, 113861. doi:10.1016/j.lwt.2022.113861.

Tangsuphoom, N., & Coupland, J.N. (2005). Effect of heating and homogenization on the stability of coconut milk emulsions. *Journal of Food Science*, 70, e466-e470. doi:10.1111/j.1365-2621.2005.tb11516.x.

Tangsuphoom, N., & Coupland, J.N. (2008). Effect of surface-active stabilizers on the microstructure and stability of coconut milk emulsions. *Food Hydrocolloids*, 22(7), 1233-1242. doi:10.1016/j.foodhyd.2007.08.002.

Tansakul, A., & Chaisawang, P. (2006). Thermophysical properties of coconut milk. *Journal of Food Engineering*, 73(3), 276-280. doi:10.1016/j.jfoodeng.2005.01.035.

Thirukumaran, R., Nimbkar, S., Mahalakshmi, L., Leena, M.M., Moses, J.A., & Anandharamakrishnan, C. (2023). Impact of different emulsification techniques on the stability of coconut milk. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12, 100608. doi:10.1016/j.jafr.2023.100608.

Tulashie, S.K., Amenakpor, J., Atisey, S., Odai, R., & Akpari, E.E.A. (2022). Production of coconut milk: A sustainable alternative plant-based milk. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6, 100206. doi:10.1016/j.csee.2022.100206.

Ukom, A.N., Madu, C.J., Nwanagba, L.N., & Nwachukwu, A.C. (2022). Physicochemical composition, antioxidant profile and sensorial acceptability of melon seed-coconut milk alternative cheese. *Nigeria Agricultural Journal*, 53(3), 314-322.

Uzodinma, E.O., Mbaeyi-Nwaoha, I.E., & Onwurafor, E.U. (2020). Influence of pasteurization on the quality of pineapple, watermelon and banana

pulps-based smoothie flavoured with coconut milk. *American Journal of Food Science and Technology*, 8(3), 99-105. doi:10.12691/ajfst-8-3-3.

Vitheejongjaroen, P., Phettakhu, P., Arsayot, W., Taweechotipatr, M., & Pachekreapol, U. (2024). The ability of *Lactocaseibacillus paracasei* MSMC 36-9 strain with probiotic potential to ferment coconut milk and produce a yogurt-type beverage. *Beverages*, 10(2), 30. doi:10.3390/beverages10020030.

Vudugula, G., & Waghray, K. (2018). Development of low calorie cupcakes using coconut milk. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 3(2), 12-15.

Waisundara, V.Y., Perera, C.O., & Barlow, P.J. (2007). Effect of different pre-treatments of fresh coconut kernels on some of the quality attributes of the coconut milk extracted. *Food Chemistry*, 101(2), 771-777. doi:10.1016/j.foodchem.2006.02.032.

Walther, B., Guggisberg, D., Badertscher, R., Egger, L., Portmann, R., Dubois, S., Haldimann, M., Kopf-Bolanz, K., Rhyn, P., Zoller, O., Veraguth, R. & Rezzi, S. (2022). Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. *Frontiers in Nutrition*, 9, 988707. doi: 10.3389/fnut.2022.988707.

Wattanapahu, S., Thongchai, S., Wanee, J., & Sumaporn, K. (2012). Categorization of coconut milk products by their sensory characteristics. *Agriculture and Natural Resources*, 46(6), 944-54.

Wu, J., Tang, Y., Chen, W., Chen, H., Zhong, Q., Pei, J., Han, T., Chen, W., & Zhang, M. (2023). Mechanism for improving coconut milk emulsions viscosity by modifying coconut protein structure and coconut milk properties with monosodium glutamate. *International Journal of Biological Macromolecules*, 252, 126139. doi:10.1016/j.ijbiomac.2023.126139.

Yakum, K.N., Ariaahu, C.C., Ariaahu, E.C., & Igoli, J.O. (2024). Physicochemical properties of fortified coconut milk based chocolate – Like drinks as influenced by cocoa powder and sugar levels. *American Journal of Food Science and Technology*, 3(1), 19-29. doi:10.54536/ajfst.v3i1.2573.

Yong, J.W.H., Ge, L., Ng, Y.F., & Tan, S.N. (2009). The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Molecules*, 14(12), 5144-5164. doi:10.3390/molecules14125144.

Yulistiani, F., Nuraeni, A., Sheilla Aulia Sofiatul Mardiah, Hidayatulloh, I., Elizabeth, L., & Nurcahyo. (2023). The effect of maltodextrin concentration and spray dryer drying temperature on the characteristics of coconut milk powder. *Fluida*, 16(1), 43-48. doi:10.35313/fluida.v16i1.4006.

Ziarno, M., Derewiaka, D., Dytrych, M., Stawińska, E., & Zaręba, D. (2020). Effects of fat content on selected qualitative parameters of a fermented coconut «milk» beverage. *Journal of Food & Nutrition Research*, 59(2), 155-162.

## 7 «ГРЕЧАНЕ МОЛОКО»

## 7.1 Гречка та її властивості

Гречка належить до псевдозлакових культур роду *Fagopyrum* родини *Polygonaceae* (Zhu, 2016). Існує два види гречки: звичайна гречка (*Fagopyrum esculentum* Moench) та татарська гречка (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) (Ikeda, 2002). Гречка має трикутне насіння з чорним лушпинням, що вкриває ядро світло-зеленого або білого кольору (Li et al., 2001). Зерно гречки містить білок з високою поживною цінністю, харчові волокна, резистентний крохмаль, рутин, *D*-хіро-інозитол, вітаміни та мінеральні речовини (Wijngaard & Arendt, 2006). Гречку використовують у виробництві хлібобулочних, кондитерських і макаронних виробів, а також у виробництві ферментованих продуктів (Koç & Coşkun, 2025). Гречку можна використовувати для приготування різноманітних напоїв, зокрема «рослинного молока», чаю та смузі (Sonawane et al., 2024).

Вміст білків у зерні гречки становить 12,3 г/100 г, що майже не відрізняється від їх вмісту у гречаній крупі (12,2 г/100 г) (таблиця 7.1). Основними білковими фракціями зерна гречки є водорозчинні та солерозчинні альбуміни й глобуліни, що становлять майже половину всіх білків гречки (Christa & Soral-Šmietana, 2008). Зокрема, білки гречки складаються з глобулінів (43,3–64,5%), альбумінів (12,5–18,2%), проламінів (0,8–2,9%) і глутелінів (8,0–22,7%), а також залишкових білків (15%) (Sofi et al., 2023). Гречаний білок не містить глютену та може бути корисним для людей з цeliacією (Zhu, 2021), однак гречаний білок також є джерелом алергенів (Sato et al., 2020).

**Таблиця 7.1** – Поживна цінність зерна гречки та гречаної крупі (Krkošková & Mrázová, 2005)

Показники	Вміст [г/100 г]	
	зерно гречки	гречана крупа
Вміст білків	12,3	12,2
Вміст жирів	2,3	3,6
Вміст вуглеводів	73,3	67,8
Вміст золи	2,1	2,0
Вміст клітковини	10,9	7,3

Гречана крупа має більший вміст жирів (3,6 г/100 г) порівняно з їх вмістом у цілому зерні (2,3 г/100 г) (таблиця 7.1). Ліпіди гречки поділяють на нейтральні (81–85%), фосфоліпіди (8–11%) та гліколіпіди (3–5%) (Bobkov, 2016).

Вміст вуглеводів у гречаній крупі (67,8 г/100 г) менший, ніж у цілому зерні (73,3 г/100 г) (таблиця 7.1). Вміст крохмалю у гречаній крупі

становить 54,5%. Хоча зерно гречки має більший вміст вуглеводів, проте вміст крохмалю у ньому 55,8% (Wijngaard & Arendt, 2006). Вміст амілози в крохмалі гречки коливається в межах 20–28%. Крохмальні гранули переважно мають багатогранну форму, їхній розмір становить 2–15 мкм, а середній діаметр – 6–7 мкм (Zhu, 2016).

Вміст клітковини у зерні гречки 10,9 г/100 г, а у крупі – 7,3 г/100 г (таблиця 7.1). Лушення спричиняє зменшення вмісту клітковини у гречці. Очищене насіння гречки містить 2,9% нерозчинної та 2,4% розчинної клітковини (Zhu, 2020). Склад клітковини у звичайної та татарської гречки є подібним. Вміст золи у зерні гречки та гречаній крупі теж подібний (таблиця 7.1). Зерно гречки містить речовини з лікувальними властивостями: флавоноїди, флаволи, фітостероли, фагопірин (Krkošková & Mrázová, 2005). Серед флавоноїдів, виявлених у гречаній крупі та лушпинні, ідентифіковано рутин, орієтин, вітексин, кверцетин, ізовітексин та ізоорієтин (Sofi et al., 2023). У зерні татарської гречки вміст флавоноїдів становить приблизно 40 мг/г, тоді як у зерні звичайної гречки – близько 10 мг/г (Li et al., 2001). Фенольні кислоти у гречці – це парагидроксибензойна, сиринова, протокатехова, ферулова, *p*-кумарова, галова, кавова, хлорогенова та саліцилова кислоти (Sofi et al., 2023).

Татарська гречка має більшу поживну цінність порівняно зі звичайною гречкою за більшістю показників (таблиця 7.2). Зокрема, вміст білків у зерні татарської гречки становить 13,15%, що перевищує відповідний показник для звичайної гречки (12,30%). Аналогічна тенденція спостерігається щодо вуглеводів, їх вміст у татарській гречці 57,40%, а у звичайній – 54,50%. Вміст жирів у двох видах гречки майже не відрізняється: у татарській гречці – 3,84%, у звичайній гречці – 3,80%. Вміст золи більший у татарській гречці (2,70%) порівняно зі звичайною (2,0%). Найбільш значною є різниця у вмісті клітковини: татарська гречка містить 10,6%, тоді як звичайна – лише 7,0%.

**Таблиця 7.2** – Поживна цінність зерна гречки різних видів (Sofi et al., 2023)

Показники	Вміст [%]	
	звичайна гречка	татарська гречка
Вміст білків	12,30	13,15
Вміст жирів	3,80	3,84
Вміст вуглеводів	54,50	57,40
Вміст золи	2,0	2,70
Вміст клітковини	7,0	10,6

Зерно гречки характеризується високою поживною цінністю, зокрема завдяки повноцінному амінокислотному складу (таблиця 7.3). Зерно

гречки містить усі незамінні амінокислоти, найбільший вміст серед яких мають лейцин, лізин та валін. Найбільшу частку серед амінокислот у зерні гречки становлять глутамінова та аспарагінова кислоти (Wijngaard & Arendt, 2006).

**Таблиця 7.3** – Амінокислотний склад зерна гречки (Wijngaard & Arendt, 2006)

Амінокислоти	Вміст [% СР зерна гречки]	Амінокислоти	Вміст [% СР зерна гречки]
Лізин	6,10±0,46	Аргінін	9,70±0,84
Гістидин	2,70±0,16	Аспарагінова кислота	11,30±0,33
Треонін	3,90±0,14	Серин	4,70±0,20
Валін	5,10±0,17	Глутамінова кислота	18,60±0,40
Метіонін	2,50±0,34	Пролін	3,90±0,35
Ізолейцин	3,80±0,10	Цистеїн	1,60±0,16
Лейцин	6,40±0,16	Гліцин	6,30±0,19
Триптофан	2,40±0,00	Аланін	4,50±0,13
Фенілаланін	4,80±0,13	Тирозин	2,10±0,24

Жирнокислотний склад зерна гречки характеризується високою часткою ненасичених жирних кислот, що становлять близько 79,3% (таблиця 7.4). Основну частину з них складають поліненасичені та мононенасичені жирні кислоти, зокрема лінолева (39,0%) та олеїнова (37,0%) кислоти. У зерні гречки значно менший вміст має омега-3 жирна кислота –  $\alpha$ -ліноленова кислота (1,0%). Вміст насичених жирних кислот у зерні гречки 20,5%. З-поміж них переважає пальмітинова кислота (15,6%), а у менших кількостях містяться стеаринова (2,0%), арахінова (1,8%) та бегенова (1,1%) кислоти (Wijngaard & Arendt, 2006).

**Таблиця 7.4** – Вміст жирних кислот у зерні гречки (Wijngaard & Arendt, 2006)

Жирні кислоти	Вміст [%]	Жирні кислоти	Вміст [%]
Пальмітинова (C16:0)	15,6	Арахінова (C20:0)	1,8
Стеаринова (C18:0)	2,0	Ейкозенова (C20:1)	2,3
Олеїнова (C18:1(n-9))	37,0	Бегенова (C22:0)	1,1
Лінолева (C18:2(n-6))	39,0	Насичені жирні кислоти	20,5
$\alpha$ -ліноленова (C18:3(n-3))	1,0	Ненасичені жирні кислоти	79,3

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

Зерно гречки містить широкий спектр вітамінів (таблиця 7.5), зокрема вітаміни групи В, вітаміни Е та С, а також провітамін А. Найбільший вміст має вітамін Е (токофероли) – 5,46 мг/100 г. Досить високою, як для зернової культури, є концентрація вітаміну С (5,00 мг/100 г). Серед вітамінів групи В найбільший вміст мають вітамін В<sub>3</sub> (1,80 мг/100 г), вітамін В<sub>5</sub> (1,05 мг/100 г) та вітамін В<sub>6</sub> (0,73 мг/100 г). Вміст провітаміну А у зерні гречки становить 0,21 мг/100 г (Wijngaard & Arendt, 2006).

Таблиця 7.5 – Вміст вітамінів у зерні гречки (Wijngaard & Arendt, 2006)

Вітаміни	Вміст [мг/100 г]	Вітаміни	Вміст [мг/100 г]
Вітамін А (каротиноїди)	0,21	Вітамін В <sub>5</sub> (пантотенова кислота)	1,05
Вітамін В <sub>1</sub> (тіамін)	0,46	Вітамін В <sub>6</sub> (піридоксин)	0,73
Вітамін В <sub>2</sub> (рибофлавін)	0,14	Вітамін С (аскорбінова кислота)	5,00
Вітамін В <sub>3</sub> (ніацин)	1,80	Вітамін Е (токофероли)	5,46

Гречка багата на калій, магній, кальцій та натрій. Вона також джерело таких мікроелементів, як залізо, манган та цинк (Christa & Soral-Śmietana, 2008). Серед макроелементів найбільший вміст мають калій (5,65 мг/г), фосфор (4,90 мг/г) та магній (2,68 мг/г) (таблиця 7.6). У меншій кількості у зерні гречки міститься кальцій (0,197 мг/г). Серед мікроелементів зерно гречки найбільше містить заліза (0,0303 мг/г), цинку (0,0292 мг/г) та мангану (0,0164 мг/г), а міді у зерні гречки – 0,0071 мг/г (Ahmed et al., 2014).

Таблиця 7.6 – Вміст мінеральних речовин у зерні гречки (Ahmed et al., 2014)

Мінеральні речовини	Вміст [мг/г]	Мінеральні речовини	Вміст [мг/г]
Калій (K)	5,6500	Залізо (Fe)	0,0303
Фосфор (P)	4,9000	Цинк (Zn)	0,0292
Магній (Mg)	2,6760	Манган (Mn)	0,0164
Кальцій (Ca)	0,1970	Мідь (Cu)	0,0071

## 7.2 Технологія виготовлення «гречаного молока»

Спосіб виготовлення «гречаного молока» передбачає обсмажування лущеного зерна гречки за температури 120°C протягом 10 хв (рис. 7.1) (Yao *et al.*, 2022). Після цього до зерна додають дистильовану воду у співвідношенні 1:9 (зерно : вода) та подрібнюють, а отриману суспензію двічі фільтрують для відокремлення твердих частинок від «зернового молока», яке потім кип'ячать за температури 100°C протягом 25 хв та охолоджують. Для запобігання перегріванню зерна під час подрібнення використовують суміш льоду та води у співвідношенні 1:1.

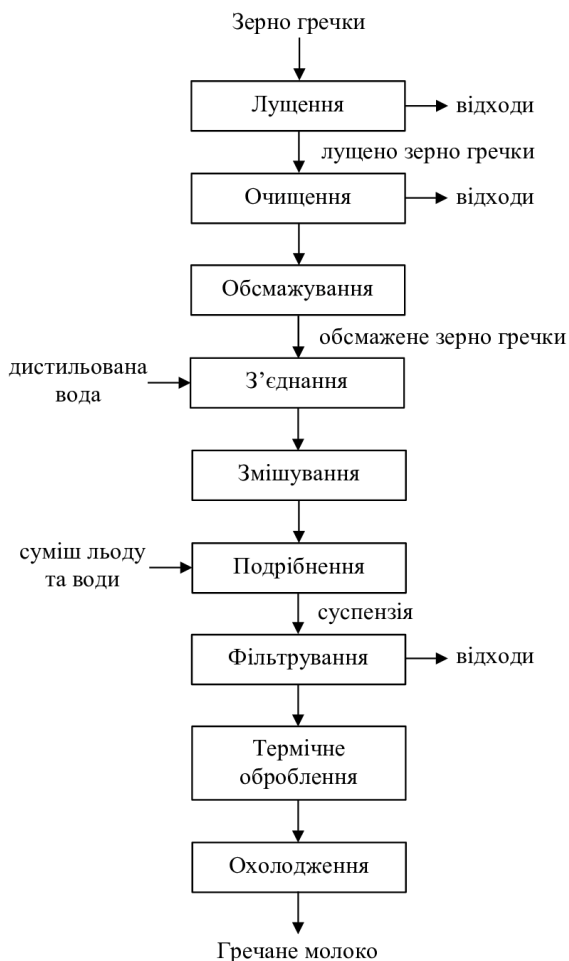


Рисунок 7.1 – Схема способу виготовлення «гречаного молока»

Найбільш простий спосіб виготовлення «гречаного напою» полягає у тому, що ціле або лущене зерно гречки замочують (понад 8 год), промивають водою та подрібнюють з водою у співвідношенні 1:4 (зерно : вода), а отриману суміш фільтрують для відокремлення макухи (Janiak et al., 2023).

Запропоновано спосіб виготовлення ферментованого «гречаного молока» з порошку татарської гречки (Zhou et al., 2019), відповідно до якого порошок змішують із знежиреним коров'ячим молоком у співвідношенні 1:1 (рис. 7.2). До отриманої суміші додають сахарозу (8%), двічі гомогенізують за високого тиску (15 МПа) та стерилізують за температури 95°C протягом 10 хв. Після охолодження стерилізовану суміш інокують композицією штамів *Lactobacillus plantarum* ST-III, *Lactobacillus bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus* у співвідношенні 2:1:1 (вміст композиції 5%). Ферментування проводять протягом 4 год за температури 37°C, після чого продукт витримують 12 год за температури 4°C перед подальшим використанням.

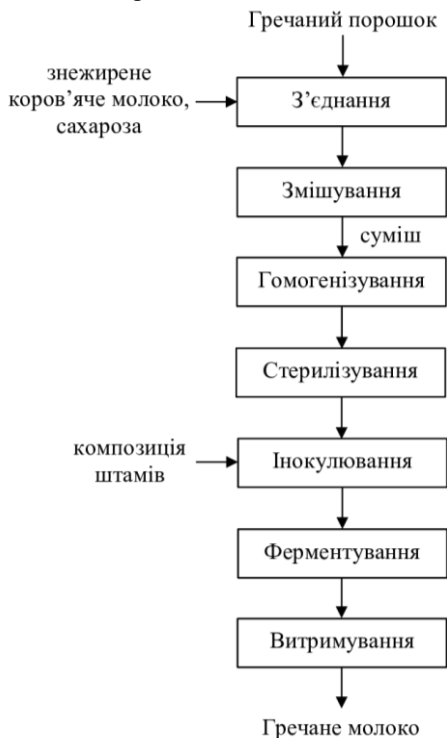


Рисунок 7.2 – Схема способу виготовлення «гречаного молока» з порошку татарської гречки (Zhou et al., 2019)

Розроблено спосіб виготовлення безалкогольного напою з вареної гречки (Kowalska & Ziarno, 2020). Для приготування напою сиру гречку варять у воді протягом 25 хв (рис. 7.3). На 1 кг гречки додають 15 л води, таке співвідношення забезпечує оптимальну консистенцію готового продукту. Після охолодження варену гречку разом з водою подрібнюють до однорідної маси, а потім проціджують (фільтрують) для видалення залишків крупи. Напій стерилізують за температури 121°C протягом 20 хв, охолоджують до температури 37°C та інокують стартовими культурами, що містять молочнокислі бактерії та біфідобактерії (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* La-5 та *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12). На 1000 мл напою додають 0,06 г закваски. Далі напій інкубують за температури 37°C протягом 5 год та зберігають за температури 6°C.

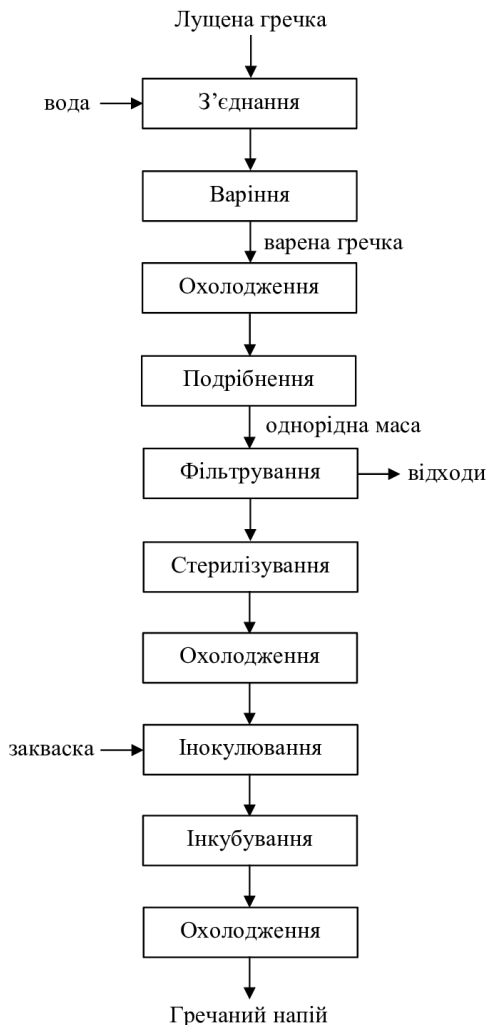
Спосіб виготовлення гречаного напою з несмаженого цілого зерна гречки передбачає його замочування у воді протягом 12 год за температури 18–22°C (Küçükgöz et al., 2024). Після цього зерно змішують з водою, подрібнюють, проціджують та додають цукор (на 500 мл води додають 30 г гречки та 10 г цукру). Фільтрат пастеризують протягом 15 хв за температури 72°C та охолоджують. Пастеризований напій інокують штамом *L. rhamnosus* K3 або *L. johnsonii* K4. Далі напій інкубують протягом 5 год за температури 37°C. Після ферментування напій на рослинній основі зберігають за температури 4°C.

Ще один спосіб виготовлення ферментованого гречаного напою передбачає, що зерно гречки подрібнюють для отримання борошна крупного помелу (Cardinali et al., 2021). Гречане борошно змішують з водою у співвідношенні 1:6 (борошно : вода) та обробляють за температури 60°C протягом 30 хв для клейстеризування. Після цього суміш охолоджують до температури 18–22°C та фільтрують для відокремлення грубих частинок. До отриманого фільтрату додають воду та кленовий сироп у співвідношенні 3:6:1 (фільтрат : вода : сироп). Суміш інокують стартовою культурою (*Lactocaseibacillus casei*, *Lactocaseibacillus paracasei*, *Lactocaseibacillus casei*) та інкубують за температури 30°C протягом 24 год. Ферментований напій зберігають за температури 4°C.

У науковій праці (Shreeja et al., 2019) запропоновано спосіб виготовлення «гречаного молока» з пророщеної гречки. Відповідно до способу, зерно гречки очищують та замочують у дистильованій воді протягом 12 год, після чого його розміщують на фільтрувальному папері та інкубують в темній камері за температури 30°C протягом 48 год. Пророщену гречку подрібнюють та вичавлюють. Отримане «гречане молоко» використовують для приготування десертів, зокрема пайасаму.

Спосіб виготовлення напою з пророщеного зерна гречки також розроблено у науковій праці (Dumitru et al., 2025). Відповідно до нього

зерно пророщують протягом 7 діб за постійної вологості шляхом періодичного розпилення води. Після пророщування зерно висушують за температури 40°C протягом 18 год до досягнення вологості менше ніж 10%, що гарантує мікробіологічну стабільність, запобігає псуванню та небажаним процесам бродиння.



**Рисунок 7.3** – Схема способу виготовлення ферментованого напою з вареної гречки (Kowalska & Ziarno, 2020)

Висушені паростки подрібнюють до порошкоподібного стану. Отриманий порошок просіюють та змішують з водою до отримання суспензії з концентрацією 6 г/100 мл. Суспензію з пророщеної гречки нагрівають на водяній бані за температури 45°C протягом 30 хв, після чого проводять теплове оброблення за температури 80°C протягом 10 хв для інактивування мікроорганізмів перед проведенням контрольованого ферментування. Мед (10%) та інулін (3%) розчиняють у воді, після чого ці розчини змішують з суспензією пророщеної гречки. Проводять інокулювання стартовою культурою (*Lpb. plantarum*) та ферментують за температури 30°C до досягнення рН 4,6. Після завершення ферментування напій зберігають за температури 4°C.

### 7.3 Властивості та хімічний склад «гречаного молока»

Фізико-хімічні показники (середні значення) «гречаного молока» та коров'ячого молока подані в **таблиці 7.7**. Коров'яче молоко містить 2,82% білків, тоді як у гречаному їх не більше ніж 0,5%. Вміст жирів у коров'ячому молоці також суттєво більший (3,42%), ніж у «гречаному молоці» (0,986%). Водночас «гречане молоко» має більший вміст золи (0,70%) порівняно з її вмістом у коров'ячому молоці (0,62%). Найбільш помітна відмінність спостерігається у вмісті вуглеводів: «гречане молоко» містить – 10,55%, тоді як коров'яче молоко – лише 4,47%. Також «гречане молоко» містить: насичені жирні кислоти – 0,082%, цукри – 5,24%, клітковину – до 0,5%, сіль – 0,043% (*Lo Turco et al., 2023*). За співвідношення зерна та води (1:9) активна кислотність «гречаного молока» становить рН 6,80, а вміст сухих речовин – 3,73% (*Yao et al., 2022*).

**Таблиця 7.7** – Фізико-хімічні показники коров'ячого молока та «гречаного молока»

Продукти	Вміст [%]			
	білки	жири	зола	вуглеводи
Молоко коров'яче	2,82 <sup>c</sup>	3,42 <sup>c</sup>	0,62 <sup>a</sup>	4,47 <sup>c</sup>
«Гречане молоко»	≤ 0,5 <sup>b</sup>	0,986 <sup>b</sup>	0,70 <sup>b</sup>	10,55 <sup>b</sup>

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (*Jeske et al., 2016*); <sup>b</sup>дані (*Lo Turco et al., 2023*); <sup>c</sup>дані (*Karunasiri et al., 2020*).

Ферментований гречаний напій на основі знежиреного коров'ячого молока має більший вміст білків (4,32 г/100 г) порівняно з ферментованим знежиреним коров'ячим молоком (3,06 г/100 г) (**таблиця 7.8**). Вміст жиру у ферментованому гречаному напої 1,20 г/100 г. Вміст вуглеводів у гречаному напої (5,76 г/100 г) більший порівняно з їх вмістом у

ферментованому коров'ячому молоці (4,98 г/100 г). Титрована кислотність гречаного напою більша, ніж у ферментованому коров'ячому молоці. Показник активної кислотності ферментованого «гречаного молока» рН 4,34, а ферментованого коров'ячого молока рН 4,57. Склад напою суттєво впливає на його фізико-хімічні показники, зокрема ферментований гречаний напій з подрібненого зерна гречки, що містить клиновий сироп, має такий вміст поживних речовин: вода – 90,95±0,07%, сухі речовини – 9,05±0,07%, білки – 0,28±0,00 г/100 г, вуглеводи – 8,61±0,08 г/100 г, клітковина – 0,94±0,32 г/100 г, зола – 0,12±0,01 г/100 г (Cardinali et al., 2021).

**Таблиця 7.8** – Фізико-хімічні показники ферментованих коров'ячого молока та «гречаного молока» (Zhou et al., 2019)

Показники	Ферментоване коров'яче молоко *	Ферментоване «гречане молоко»**
Вміст білків [г/100 г]	3,06±0,05	4,32±0,08
Вміст жирів [г/100 г]	0,0	1,20±0,04
Вміст вуглеводів [г/100 г]	4,98±0,19	5,76±0,29
Титрована кислотність *** [%]	0,67	0,72
Активна кислотність рН	4,57±0,02	4,34±0,05

**Примітка:** \* продукт зі знежиреного коров'ячого молока; \*\* продукт з гречаного порошку на основі знежиреного коров'ячого молока; \*\*\* у перерахунку на молочну кислоту.

У напоях з лущеного зерна гречки вміст флавоноїдів (3,09 мг/100 мл) більший за вміст фенольних кислот (2,35 мг/100 мл). Натомість у напоях, виготовлених із цілого зерна, простежуємо зворотну тенденцію: вміст флавоноїдів становить 1,69 мг/100 мл, а вміст фенольних кислот – 2,93 мг/100 мл (Janiak et al., 2023). Загальна кількість поліфенолів у «гречаному молоці» – 52,27±4,99 мг ГАЕ/100 мл (Lo Turco et al., 2023).

Пророщена гречка є джерелом біологічно активних речовин та поживних речовин, що робить її перспективним інгредієнтом для розроблення рослинних напоїв. Фізико-хімічні показники безалкогольних напоїв з пророщеного зерна гречки з додаванням фруктових компонентів подано в **таблиці 7.9**, а вміст органічних кислот – у **таблиці 7.10**. Гречаний напій з обліпихою містить 0,4% білків, тоді як напій з чорною смородиною – 0,5%. Вміст сухих речовин у напої з обліпихою – 11,2%, що більший, ніж у напої з чорною смородиною (10,8%). Вміст золи у напоях незначно відрізняється і коливається в межах 0,07–0,08%. За показником активної кислотності спостерігається суттєва різниця: напій з обліпихою має рН 3,8, що вказує на більш кисле середовище, тоді як напій з чорною смородиною – рН 4,5. Гліцерин міститься лише у гречаному напої з обліпихою у

кількості 0,14 г/100 мл. Аналіз вмісту цукрів показав, що напій з обліпихою містить більше фруктози (1,78 г/100 мл) та глюкози (2,41 г/100 мл), тоді як у напої з чорною смородиною ці показники менші, відповідно, 1,22 г/100 мл та 1,05 г/100 мл. Натомість вміст сахарози більший у напої з чорною смородиною (4,45 г/100 мл) порівняно з умістом у напої з обліпихою (3,85 г/100 мл) (Zenkova et al., 2023).

**Таблиця 7.9** – Фізико-хімічні показники напоїв з пророщеного зерна гречки з додаванням фруктових компонентів (Zenkova et al., 2023)

Показники	Напій гречаний з обліпихою	Напій гречаний з чорною смородиною
Вміст білків [%]	0,4	0,5
Вміст СР [%]	11,2	10,8
Вміст золи [%]	0,07	0,08
Активна кислотність рН	3,8	4,5
Вміст гліцерину [г/100 мл]	0,14	н.в.
Вміст фруктози [г/100 мл]	1,78	1,22
Вміст глюкози [г/100 мл]	2,41	1,05
Вміст сахарози [г/100 мл]	3,85	4,45

**Примітка:** СР – вміст сухих речовин; н.в. – не виявлено.

Аналіз вмісту органічних кислот у гречаних напоях з додаванням обліпихи та чорної смородини свідчить про суттєві відмінності у їх кислотному профілі (**таблиця 7.10**). У напої з обліпихою більший вміст щавлевої кислоти (7,25 мг/100 мл) порівняно з її вмістом у гречаному напої з чорною смородиною (4,33 мг/100 мл). Особливо відрізняється вміст винної та яблучної кислот у напоях: у гречаному напої з обліпихою вміст винної кислоти у 21,8 раза та яблучної у 3,3 раза більший, ніж у напої з чорною смородиною. Також у напої з обліпихою міститься молочна (14,00 мг/100 мл) та оцтова (6,88 мг/100 мл) кислоти, яких не виявлено у напої з чорною смородиною. Водночас напій з чорною смородиною вирізняється більшим у 23,8 раза вмістом лимонної кислоти порівняно з умістом цієї кислоти у напої з обліпихою (Zenkova et al., 2023).

Гречаний напій з чорною смородиною містить більше кальцію (4,10 мг/100 мл), ніж напій з обліпихою (2,80 мг/100 мл) (**таблиця 7.11**). Аналогічна тенденція спостерігається щодо вмісту фосфору та магнію. Вміст калію майже однаковий в обох напоях: у напої з обліпихою – 42,00 мг/100 мл; у напої з чорною смородиною – 41,00 мг/100 мл. Вміст натрію, як і міді, дещо більший в гречаному напої з обліпихою. Вміст заліза та цинку однаковий в обох напоях. Гречаний напій із чорною смородиною містить більше мангану (0,06 мг/100 мл), ніж напій з

обліпихою (0,04 мг/100 мл). Вміст селену в напоях не перевищує значення 0,10 мг/100 мл.

**Таблиця 7.10** – Вміст органічних кислот у напоях з пророшеного зерна гречки з додаванням фруктових компонентів (Zenkova et al., 2023)

Органічні кислоти	Вміст [мг/100 мл]	
	напій гречаний з обліпихою	напій гречаний з чорною смородиною
Щавлева кислота	7,25±0,08	4,33±0,08
Винна кислота	117,72±1,69	5,39±0,02
Яблучна кислота	290,97±5,16	88,55±0,07
Молочна кислота	14,00±0,32	н.в.
Оцтова кислота	6,88±0,04	н.в.
Лимонна кислота	10,11±0,04	240,64±0,43

**Примітка:** н.в. – не виявлено.

**Таблиця 7.11** – Вміст мінеральних речовин у напоях з пророшеного зерна гречки з додаванням фруктових компонентів (Zenkova et al., 2023)

Мінеральні речовини	Вміст [мг/100 мл]	
	напій гречаний з обліпихою	напій гречаний з чорною смородиною
Кальцій (Ca)	2,80	4,10
Фосфор (P)	8,60	12,00
Магній (Mg)	4,40	6,90
Калій (K)	42,00	41,00
Натрій (Na)	4,10	3,70
Залізо (Fe)	0,10	0,10
Мідь (Cu)	0,23	0,22
Цинк (Zn)	0,20	0,20
Манган (Mn)	0,04	0,06
Селен (Se)	< 0,10	< 0,10

Напій, виготовлений на основі пророщених гречки та амаранту з додаванням вівсяних пластівців та тонізованого молока, має високий вміст поліфенолів (248,84 мг ГЕК/100 г), харчових волокон (2,93%), зокрема  $\beta$ -глюкану (0,89%) (таблиця 7.12). Напій також характеризується значним вмістом сухих речовин – 23,44%, що вказує на густішу консистенцію напою. Вміст білків становить 4,16%, що є доволі високим показником для рослинних напоїв. Вміст жирів у напої – 1,23%, тоді як вуглеводів – 17,76%, з яких 6,23% припадає на цукри. Активна кислотність напою рН

6,01 вказує на слабокисле середовище, що є типовим для напоїв на основі злаків та молочних компонентів. Вміст золи становить 0,83%, що підтверджується високим вмістом окремих макро- і мікроелементів. Зокрема, вміст кальцію в напої – 1452,6 мг/л, заліза – 163,54 мг/л, калію – 104,00 мг/л, фосфору – 17,28 мг/л, магнію – 7,65 мг/л та цинку – 4,125 мг/л (Habib et al., 2023).

**Таблиця 7.12** – Фізико-хімічні показники напою на основі пророщених гречки та амаранту (Habib et al., 2023)

Показники	Значення	Показники	Значення
Вміст СР [%]	23,44±0,28	Вміст цукрів [%]	6,23±0,16
Вміст білків [%]	4,16±0,36	Активна кислотність рН	6,01±0,11
Вміст жирів [%]	1,23±0,35	Залізо (Fe) [мг/л]	163,54±0,35
Вміст вуглеводів [%]	17,76±0,23	Калій (К) [мг/л]	104,00±0,26
Вміст золи [%]	0,83±0,13	Фосфор (Р) [мг/л]	17,28±0,21
Загальний вміст фенолів [мг-екв ГК/100 г]*	248,84±0,51	Кальцій (Са) [мг/л]	1452,6±0,37
Вміст β-глюкану [%]	0,89±0,43	Магній (Mg) [мг/л]	7,65±0,33
Вміст харчових волокон [%]	2,93±0,26	Цинк (Zn) [мг/л]	4,125±0,41

**Примітка:** СР – сухі речовини; \*ГК – галова кислота.

Фізико-хімічні показники ферментованих напоїв з вареної гречки подані в **таблиці 7.13**. Вміст поживних речовин у таких напоях складає: вода – 87,9%, білки – 0,75 г/100 г, жири – 0,16 г/100 г, вуглеводи – 4,69 г/100 г. Загальний вміст цукрів коливається в межах від 1,82 до 3,27 г/100 г. Серед них містяться: сахароза – 1,24–2,30 г/100 г, фруктоза – 0,09–0,32 г/100 г, арабіноза – 0,07–0,74 г/100 г, глюкоза – до 0,28 г/100 г, мелібіоза – до 0,29 г/100 г, ксилоза – до 0,13 г/100 г (Kowalska & Ziarno, 2020). Аналіз жирнокислотного складу «гречаного молока» показує (**таблиця 7.14**), що цей напій є джерелом переважно ненасичених жирних кислот. Серед насичених жирних кислот найбільший вміст мають пальмітинова (7,84%) та стеаринова (3,54%) кислоти. Вміст міристинової та арахінової кислот є незначним. З-поміж мононенасичених жирних кислот домінує олеїнова кислота, її вміст сягає 32,84%. У напої виявлені

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

пальмітолеїнова (0,22%) та вакценова (0,98%) кислоти. Вміст мононенасичених жирних кислот становить 34,04%. Загальний вміст поліненасичених жирних кислот становить 49,96%. Вони представлені переважно лінолевою кислотою (49,67%), оскільки вміст  $\alpha$ -ліноленої кислоти – лише 0,30% (Lo Turco et al., 2023).

**Таблиця 7.13** – Фізико-хімічні показники ферментованих напоїв з вареної гречки (Kowalska & Ziarno, 2020)

Показники	Значення	Показники	Значення
Вміст води [%]	87,9	Вміст арабінози [г/100 г]	0,07–0,74
Вміст білків [г/100 г]	0,75	Вміст глюкози [г/100 г]	0,00–0,28
Вміст жирів [г/100 г]	0,16	Вміст мелібіози [г/100 г]	0,00–0,29
Вміст вуглеводів [г/100 г]	4,69	Вміст сахарози [г/100 г]	1,24–2,30
Вміст ксилози [г/100 г]	0,00–0,13	Вміст мальтози [г/100 г]	н.в.
Вміст фруктози [г/100 г]	0,09–0,32	Вміст цукрів (усього) [г/100 г]	1,82–3,27

**Примітка:** н.в. – не виявлено.

**Таблиця 7.14** – Вміст жирних кислот у «гречаному молоці» (Lo Turco et al., 2023)

Жирні кислоти	Вміст [%]	Жирні кислоти	Вміст [%]
Міристинова (C14:0)	0,12±0,06	Лінолева (C18:2(n-6))	49,67±5,32
Пальмітинова (C16:0)	7,84±1,12	$\alpha$ -ліноленова (C18:3(n-3))	0,30±0,13
Пальмітолеїнова (C16:1(n-7))	0,22±0,08	Арахінова кислота (C20:0)	0,33±0,10
Стеаринова кислота (C18:0)	3,54±1,76	Насичені жирні кислоти	11,82±3,00
Вакценова (C18:1(n-7))	0,98±0,29	Мононенасичені жирні кислоти	34,04±18,61
Олеїнова (C18:1(n-9))	32,84±3,74	Поліненасичені жирні кислоти	49,96±34,91

«Гречане молоко» містить три основні форми вітаміну Е –  $\alpha$ -,  $\gamma$ - та  $\delta$ -токоферолів (таблиця 7.15). З-поміж них переважає  $\alpha$ -токоферол, вміст

## Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

якого становить 1,58 мг/л. Вміст  $\gamma$ -токоферол становить 0,52 мг/л, а  $\delta$ -токоферол – 0,19 мг/л. Загальний вміст усіх форм токоферолів у «гречаному молоці» становить 2,29 мг/л (Lo Turco et al., 2023).

Серед макроелементів найбільший вміст у «гречаному молоці» мають калій (2057,81 мг/л) та кальцій (769,53 мг/л) (таблиця 7.16). Вміст магнію (278,26 мг/л) та натрію (178,20 мг/л) у напої також значний. Щодо мікроелементів, найбільше вміст мають цинк (5,85 мг/л), залізо (5,12 мг/л) та манган (2,84 мг/л). У меншій кількості в напої містяться мідь (1,85 мг/л), селен (0,10 мг/л) та нікель (0,49 мг/л) (Lo Turco et al., 2023).

**Таблиця 7.15** – Вміст токоферолів у «гречаному молоці»  
(Lo Turco et al., 2023)

Речовина	Вміст [мг/л]	Речовина	Вміст [мг/л]
$\alpha$ -токоферол	1,58±0,46	$\delta$ -токоферол	0,19±0,10
$\gamma$ -токоферол	0,52±0,09	Усього токоферолів	2,29±0,55

**Таблиця 7.16** – Вміст мінеральних речовин у «гречаному молоці»  
(Lo Turco et al., 2023)

Мінеральні речовини	Вміст [мг/л]	Мінеральні речовини	Вміст [мг/л]
Натрій (Na)	178,20±38,47	Мідь (Cu)	1,85±1,19
Калій (K)	2057,81±189,23	Цинк (Zn)	5,85±1,22
Магній (Mg)	278,26±26,22	Селен (Se)	0,10±0,04
Кальцій (Ca)	769,53±45,50	Нікель (Ni)	0,49±0,25
Залізо (Fe)	5,12±1,69	Кадмій (Cd)	0,013±0,0042
Манган (Mn)	2,84±1,14	Свинець (Pb)	0,017±0,009

### 7.4 Використання «гречаного молока»

Науковці розробили безглютеновий напій з гречки та сочевиці (Mousavi et al., 2023). Зерно сочевиці та гречки спочатку очищують від домішок та замочують у воді на 20 год. Для дезінфікування та пришвидшення процесу пророщування зерно поміщають у 2%-ий розчин гіпохлориту натрію на 10 хв, потім ретельно промивають дистильованою водою й розміщують на вологій тканині на 72–120 год до появи паростків. Після пророщування зерно сушать за температури 18–22°C і подрібнюють. Отримане борошно пророщеної гречки та сочевиці використовують як субстрати для ферментування. Для приготування ферментованих напоїв борошно кожного виду змішують з водою у співвідношенні 5:1 (вода :

борошно) і витримують за кімнатної температури протягом 24 год. Далі суміш центрифугують протягом 20 хв за частоти 400 об/хв та отриманий надосадковий шар використовують для формування ферментованого напою (гречки – 51,96 %, сочевиці – 48,04 %). До суміші додають глюкозо-фруктозний сироп (5%), пастеризують протягом 5 хв за температури 90°C та охолоджують до температури 37°C, після чого інокують штамом *Bifidobacterium bifidum* (1%). Ферментування проводять протягом 24 год за температури 37°C. Готовий напій зберігають за температури 4°C. Основні фізико-хімічні показники напою: кислотність – 0,33% (у перерахунку на молочну кислоту), вміст сухих речовин – 7,62%, вміст золи – 0,3%, вміст фенольних сполук – 29,5 г/кг, активна кислотність – рН 5,06 (Mousavi et al., 2023).

Науковці розробили ферментований гречаний продукт на основі гречаного суслу (рис. 7.4) (Matejčková et al., 2017). Зокрема, запропоновано використовувати гречане сусло як субстрат для молочнокислого бродіння. Сусло виготовляють з гречаного борошна з додаванням ультрапастеризованого коров'ячого молока з вмістом жиру 1,5% або з дистильованої води. Вміст гречаного борошна у випадку молочної основи становить 9%, а у випадку водної основи – 8%. У продукт також додають сахарозу у кількості 2%.

Для приготування ароматизованих гречаних продуктів сахарозу замінюють на шоколадний або карамельний ароматизатор у співвідношенні: гречане сусло – 80%, ароматизатор – 20%. При цьому для збереження необхідної густини у молочну ароматизовану основу додають гречане борошно у кількості 6,4%, а у водну основу – 7,6%. Перед ферментуванням сусло термічно обробляють за температури 100°C протягом 20 хв із постійним перемішуванням, після чого стерилізують за температури 121°C протягом 20 хв. Після охолодження до суслу додають шоколадний або карамельний компоненти у кількості 20% (рис. 7.5). До гречаного суслу також можна додати сублімований порошок чорниці (2,5 г/100 г) для покращення органолептичних властивостей (Matejčková et al., 2025).

У випадку однокультурного ферментування до стерилізованої основи інокують 5% стартової культури Fresco DVS 1010 (містить *Lactococcus lactis* spp. *lactis*, *Lactococcus lactis* spp. *cremoris*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*) з метою досягнення рівня інокуляції  $10^6$  КУО/мл. Ферментування проводять протягом 8 год за температури 37°C (5% CO<sub>2</sub>). Після завершення ферментування в гречаний субстрат інокують пробіотичний штам *Lactobacillus rhamnosus* GG у концентрації –  $10^8$  КУО/мл (Matejčková et al., 2017). У випадку ко-культурного ферментування гречану основу інокують одночасно стартовою культурою Fresco DVS 1010 (5%) та культурою *Lb. rhamnosus* GG (5%).

Ферментування проводять протягом 8 год за температури 37°C (5% CO<sub>2</sub>) (Matejčková et al., 2017).

З пророщеного зерна гречки також виготовляють безалкогольні напої, що містять фруктові добавки (Zenkova et al., 2023). У цьому випадку зерно гречки замочують у воді, промивають та пророщують за температури 20±2°C протягом 46 год. Пророщене зерно гречки змішують з водою у співвідношенні 1:1 та подрібнюють. До подрібненого зерна додають воду, забезпечуючи співвідношення 1:8 (зерно : вода), та змішують. Проводять підігрів водно-зернової суспензії за температури 65°C не менше 3 хв. До водно-зернової суміші додають фруктові компоненти (пюре обліпихи чи чорної смородини, яблучний сік). Суміш нагрівають до температури 98±2°C протягом 1 хв, гомогенізують та ультрапастеризують.

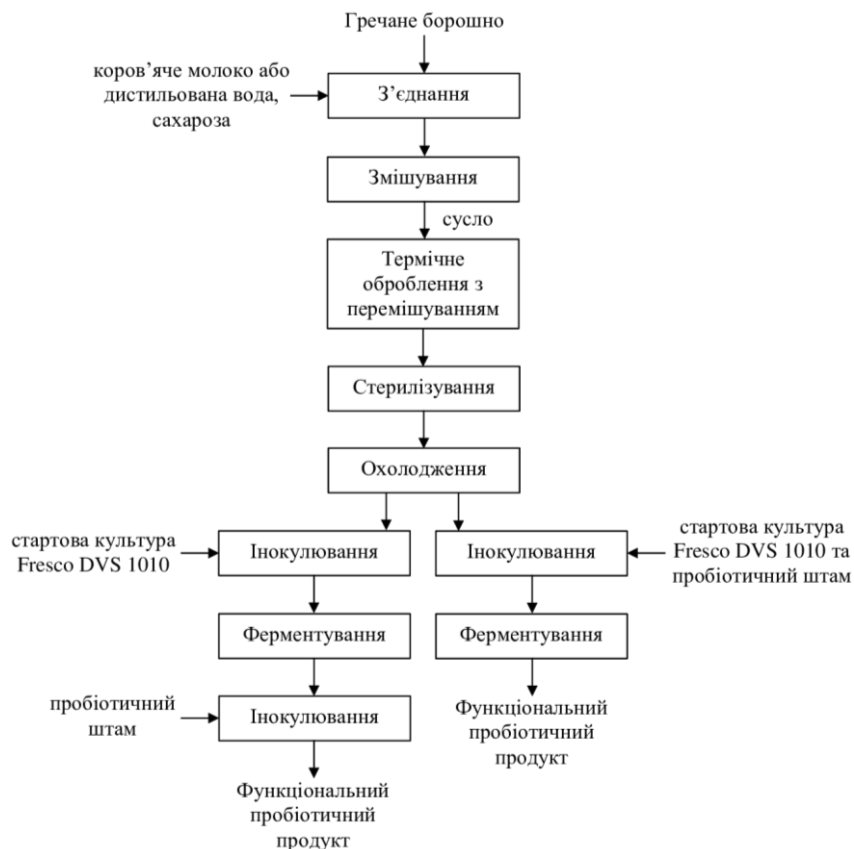
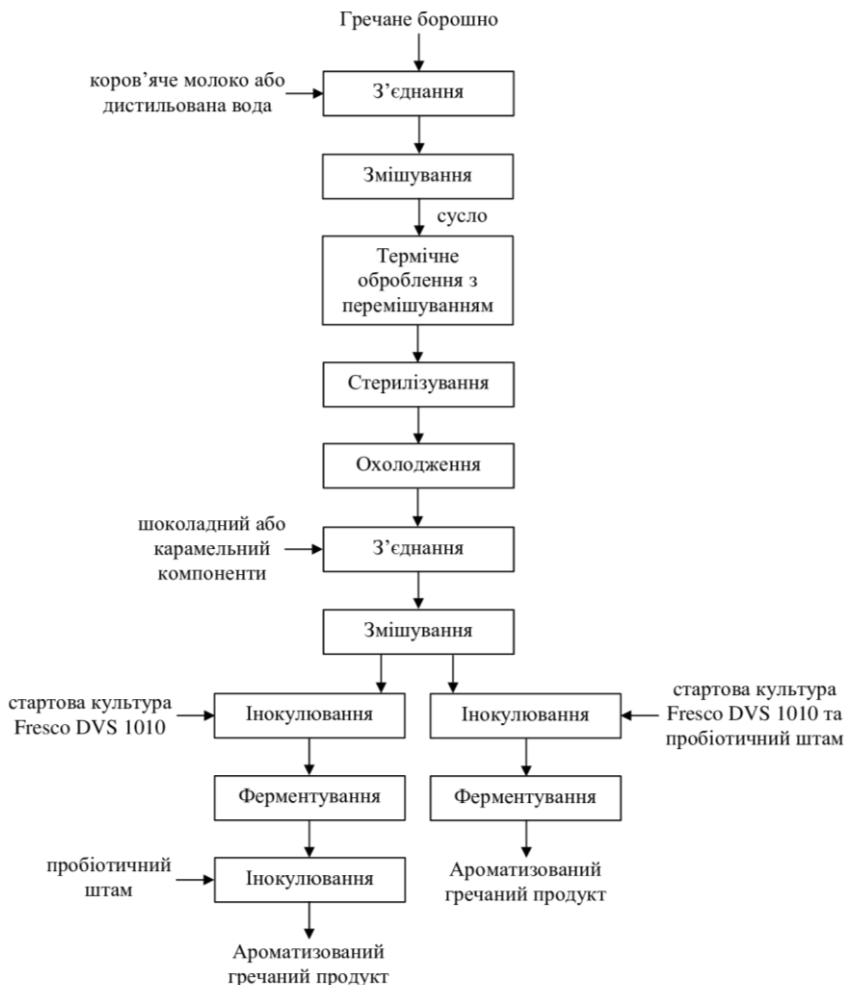
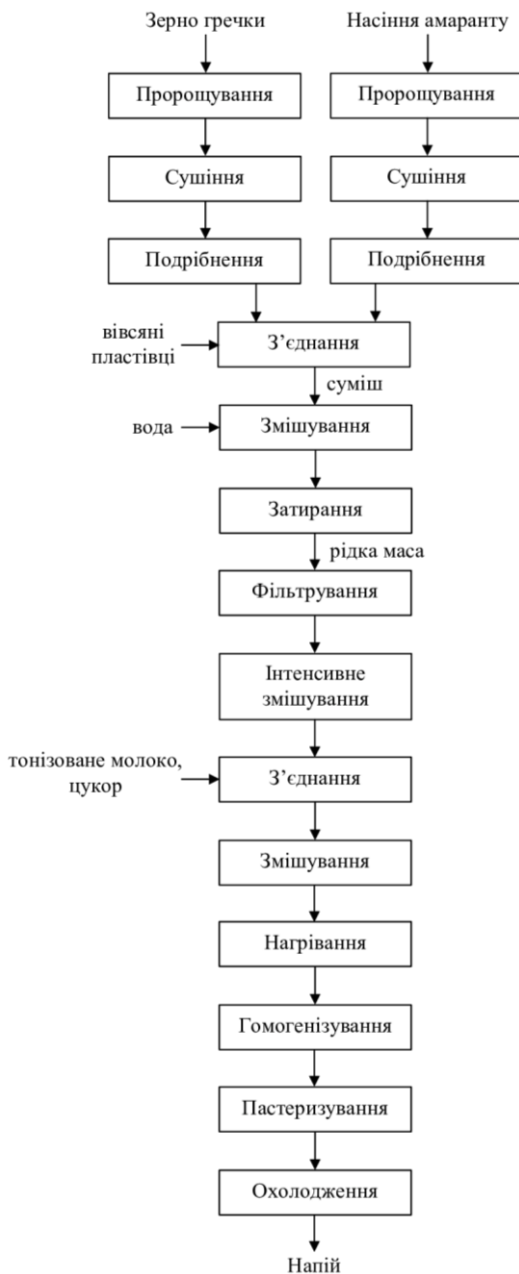


Рисунок 7.4 – Схема способу виготовлення ферментованого гречаного продукту на основі гречаного сусла (Matejčková et al., 2017)



**Рисунок 7.5** – Схема способу виготовлення ферментованого ароматизованого гречаного продукту (Matejčková et al., 2017)

Також розроблено новий функціональний напій на основі суміші зернових культур та пророщених псевдозернових (Habib et al., 2023). Для виготовлення напою зерно гречки та насіння амаранту пророщують за температури 30°C протягом 96 год, після чого зерно та насіння сушать за температури 50°C протягом 8 год (рис. 7.6). Вівсяні пластівці, пророщене зерно гречки і насіння амаранту подрібнюють та змішують у співвідношенні 20:40:20 (гречка : амарант : вівсяні пластівці).



**Рисунок 7.6** – Схема способу виготовлення напою на основі суміші зернових культур та пророщених псевдозернових (*Habib et al., 2023*)

Суміш змішують з водою у співвідношенні 4:1 (вода : суміш) та проводять затирання з метою ферментативного розщеплення крохмалю. Після завершення затирання отриману рідку масу фільтрують для отримання прозорішої рідини (солодового напою) та інтенсивно змішують за частоти 10000 об/хв. Солодовий напій змішують з тонізованим молоком (з низьким вмістом жиру) та цукром у співвідношення 65:55:10 (солодовий напій : тонізоване молоко : цукор). Далі напій нагрівають до температури 35°C, гомогенізують й пастеризують за температури 90°C протягом 20 хв та охолоджують (Kumar et al., 2020).

Зі смаженого цілого, лущеного чи пророщеного зерна гречки та висівок шляхом настоювання в гарячій воді або відварювання виготовляють гречаний чай. Крім зерна, для приготування чаю також можна використовувати інші частини рослини, зокрема стебла та листя гречки. Для виробництва гречаного чаю застосовують як звичайну гречку, так і татарську гречку, проте остання є більш популярною завдяки більшому вмісту фенольних сполук, зокрема рутину. Для оброблення рослинної сировини застосовують різноманітні способи, зокрема замочування, пропарювання, сушіння, обсмажування та екструдуювання (Xiong et al., 2020).

Науковці запропонували використовувати обсмажені висівки татарської гречки для приготування функціонального чаю (Noda et al., 2021). Висівки гречки – це побічний продукт перероблення зерна на борошно. Під час першого заварювання обсмажених висівок (за температури понад 95°C) вміст рутину в настojі досягає 389 мг/л, що суттєво перевищує його концентрацію в настojі з обсмаженого зерна гречки (68 мг/л). Загалом, рутин ефективніше екстрагується з обсмажених висівок татарської гречки порівняно із зерном.

Зерно татарської гречки також запропоновано як натуральний функціональний інгредієнт для приготування молочної основи для йогурту (Ye et al., 2022). Молочну основу готують у такий спосіб: сухе незбиране молоко (жирів – 21,1%, білків – 19,5%) й цукор розчиняють у воді за температури 65°C та пастеризують за температури 90–95°C протягом 20 хв, після чого охолоджують до температури 42°C та змішують з подрібненою до стану борошна татарською гречкою. На наступному етапі приготування йогурту проводять інокулювання молочно-гречаної основи закваскою у кількості 0,05% (штами *Lactobacillus bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus*) та її ферментування за температури 42°C. Готовий йогурт зберігають за температури 4°C. Додавання татарської гречки у межах 4–12 г позитивно впливає на фізико-хімічні та текстурні характеристики йогурту, зокрема спостерігається зменшення показника активної кислотності рН, збільшення титрованої кислотності та в'язкості.

### Список використаних джерел до розділу 7

Ahmed, A., Khalid, N., Ahmad, A., Abbasi, N.A., Latif, M.S.Z., & Randhawa, M.A. (2014). Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: A review. *Journal of Agricultural Science*, 152, 349-369. doi:10.1017/S0021859613000166.

Bobkov, S. (2016). Biochemical and technological properties of buckwheat grains. In: M. Zhou (ed.), *Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat* (pp. 423-440). Academic Press. doi:10.1016/b978-0-12-803692-1.00034-1.

Cardinali, F., Osimani, A., Milanović, V., Garofalo, C., & Aquilanti, L. (2021). Innovative fermented beverages made with red rice, barley, and buckwheat. *Foods*, 10(3), 613. doi:10.3390/foods10030613.

Christa, K., & Soral-Šmietana, M. (2008). Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – A review. *Czech Journal of Food Sciences*, 26(3), 153-162.

Dumitru, C.N., Vizireanu, C., Bahrim, G.E., Dinica, R.M., Lupoae, M., Dumitru, A.O., & Gurau, T.V. (2025). Design and optimization of a plant-based synbiotic beverage from sprouted buckwheat: A multi-response approach for enhancing functional properties. *Beverages*, 11(4), 104. doi:10.3390/beverages11040104.

Habib, H., Singh, J., Kumar, A., Amin, T., Bhat, T.A., Aziz, N., & Ercisli, S. (2023). Optimization of functional beverage using germinated pseudocereals. *Journal of Food Chemistry & Nanotechnology*, 9(S1), S108-S116. doi:10.17756/jfcn.2023-s1-015.

Ikeda, K. (2002). Buckwheat composition, chemistry, and processing. *Advances in Food and Nutrition Research*, 44, 395-434. doi:10.1016/S1043-4526(02)44008-9.

Janiak, M.A., Karamać, M., Sulewska, K., Amarowicz, R., Denev, P., & Slavova-Kazakova, A. (2023). Phenolic profile and antioxidant potential of beverages from buckwheat and side streams after beverages production. *Processes*, 11(11), 3205. doi:10.3390/pr11113205.

Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E.K. (2016). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), 26-33. doi:10.1007/s11130-016-0583-0.

Karunasiri, A.N., Gunawardane, M., Senanayake, C.M., Jayathilaka, N., & Seneviratne, K.N. (2020). Antioxidant and nutritional properties of domestic and commercial coconut milk preparations. *International Journal of Food Science*, 2020, 3489605. doi:10.1155/2020/3489605.

Koç, S.T., & Coşkun, F. (2025). Buckwheat: Nutritional value, health effects and applications in foods. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 13(6), 1665-1674. doi:10.24925/turjaf.v13i6.1665-1674.7565.

Kowalska, E., & Ziarno, M. (2020). Characterization of buckwheat beverages fermented with lactic acid bacterial cultures and bifidobacteria. *Foods*, 9(12), 1771. doi:10.3390/foods9121771.

Krkošková, B., & Mrázová, Z. (2005). Prophylactic components of buckwheat. *Food Research International*, 38(5), 561-568. doi:10.1016/j.foodres.2004.11.009.

Küçüköğöz, K., Franczak, A., Borysewicz, W., Kamińska, K., Salman, M., Mosiej, W., Kruk, M., Kołożyn-Krajewska, D., & Trzaskowska, M. (2024). Impact of lactic acid fermentation on the organic acids and sugars of developed oat and buckwheat beverages. *Fermentation*, 10(7), 373. doi:10.3390/fermentation10070373.

Kumar, A., Kaur, A., Tomer, V., Rasane, P., & Gupta, K. (2020). Development of nutriceals and milk-based beverage: Process optimization and validation of improved nutritional properties. *Journal of Food Process Engineering*, 43, e13025. doi:10.1111/jfpe.13025.

Li, S.-quan, & Zhang, Q.H. (2001). Advances in the development of functional foods from buckwheat. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41(6), 451-464. doi:10.1080/20014091091887.

Lo Turco, V., Sgrò, B., Albergamo, A., Nava, V., Rando, R., Potorti, A.G., & Di Bella, G. (2023). Assessment of the accuracy of nutrition label and chemical composition of plant-based milks available on the Italian market. *Foods*, 12(17), 3207. doi:10.3390/foods12173207.

Matejčková, Z., & Liptáková, D., & Valík, L. (2017). Functional probiotic products based on fermented buckwheat with *Lactobacillus rhamnosus*. *LWT – Food Science and Technology*, 81, 35-41. doi:10.1016/j.lwt.2017.03.018.

Matejčková, Z., Mikulajová, A., Balcová, M., Kohajdová, Z., Mošovská, S., Hybenová, E., & Valík, L. (2025). Characterization of buckwheat products fermented with lactic acid bacteria. *Applied Food Research*, 5(2), 101196. doi:10.1016/j.afres.2025.101196.

Mousavi, M.-H., Gharekhani, M., Alirezalu, K., Roufegarinejad, L., & Azadmard-Damirchi, S. (2023). Production and characterization of nondairy gluten-free fermented beverage based on buckwheat and lentil. *Food Science & Nutrition*, 11, 2197-2210. doi:10.1002/fsn3.3095.

Noda, T., Ishiguro, K., Suzuki, T., & Morishita, T. (2021). Roasted Tartary buckwheat bran as a material for producing rutin-rich tea beverages. *Plants*, 10(12), 2662. doi:10.3390/plants10122662.

Satoh, R., Jensen-Jarolim, E., & Teshima, R. (2020). Understanding buckwheat allergies for the management of allergic reactions in humans and animals. *Breeding Science*, 70, 85-92. doi:10.1270/jsbbs.19051.

Sofi, S.A., Ahmed, N., Farooq, A., Rafiq, S., Zargar, S.M., Kamran, F., Dar, T.A., Mir, S.A., Dar, B.N., & Mousavi Khaneghah, A. (2023). Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing

gluten-free products: An updated overview. *Food Science & Nutrition*, 11, 2256-2276. doi:10.1002/fsn3.3166.

Sonawane, S., Shams, R., Dash, K.K., Patil, V., Pandey, V.K., & Dar, A.H. (2024). Nutritional profile, bioactive properties and potential health benefits of buckwheat: A review. *eFood*, 5(4), e171. doi:10.1002/efd2.171.

Shreeja, K., Devi, S.S., Suneetha, W.J., & Prabhakar, B.N. (2019). Formulation of payasam with germinated buckwheat milk. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(02), 948-951. doi:10.20546/ijcmas.2019.802.109.

Wijngaard, H.H., & Arendt, E.K. (2006). Buckwheat. *Cereal Chemistry*, 83, 391-401. doi:10.1094/CC-83-0391.

Xiong, Y., Zhang, P., Warner, R.D., Shen, S., & Fang, Z. (2020). Cereal grain-based functional beverages: from cereal grain bioactive phytochemicals to beverage processing technologies, health benefits and product features. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(9), 2404-2431. doi:10.1080/10408398.2020.1853037.

Yao, Y., He, W., Cai, X., Bekhit, A.E.-D.A., & Xu, B. (2022). Sensory, physicochemical and rheological properties of plant-based milk alternatives made from soybean, peanut, adlay, adzuki bean, oat and buckwheat. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(8), 4868-4878. doi:10.1111/ijfs.15814.

Ye, Y., Li, P., Zhou, J., He, J., & Cai, J. (2022). The improvement of sensory and bioactive properties of yogurt with the introduction of Tartary buckwheat. *Foods*, 11(12), 1774. doi:10.3390/foods11121774.

Zenkova, M.L., Melnikova, L.A., & Timofeeva, V.N. (2023). Non-alcoholic beverages from sprouted buckwheat: Technology and nutritional value. *Food Processing: Techniques and Technology*, 53(2), 316-325. doi:10.21603/2074-9414-2023-2-2435.

Zhou, Y., Jiang, Q., Zhao, S., Yan, B., & Zhou, X. (2019). Impact of buckwheat fermented milk combined with high-fat diet on rats' gut microbiota and short-chain fatty acids. *Journal of Food Science*, 84, 3833-3842. doi:10.1111/1750-3841.14958.

Zhu, F. (2016). Buckwheat starch: Structures, properties, and applications. *Trends in Food Science & Technology*, 49, 121-135. doi:10.1016/j.tifs.2015.12.002.

Zhu, F. (2020). Dietary fiber polysaccharides of amaranth, buckwheat and quinoa grains: A review of chemical structure, biological functions and food uses. *Carbohydrate Polymers*, 248, 116819. doi:10.1016/j.carbpol.2020.116819.

Zhu, F. (2021). Buckwheat proteins and peptides: Biological functions and food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 155-167. doi:10.1016/j.tifs.2021.01.081.

## 8 «МОЛОКО З ГОРІХІВ КЕШ'Ю»

### 8.1 Плід кеш'ю та його властивості

Кеш'ю (*Anacardium occidentale*) – це дерево з родини сумахових (*Anacardiaceae*), характерне для тропічних та субтропічних регіонів (*Oliveira et al., 2020*). Плід дерева кеш'ю складається з плодоніжки та справжнього плоду. Плодоніжка має овальну або грушоподібну форму, вона відома, як «яблуко кеш'ю», і за повного дозрівання набуває жовтого або червоного кольору, досягаючи 5–11 см у довжину. Справжній плід – це кістянка ниркоподібної форми, що розвивається в нижній частині «яблука кеш'ю», усередині якої міститься горіх кеш'ю (*Dendena & Corsi, 2014*). За масою горіхи кеш'ю поділяють на шість категорій: Джамбо (> 16 г), дуже великий (12–15 г), великий (8–11 г), середній (6–7 г), малий (2–5 г), мадрас ( $\leq 2$  г) (*Adeigbe et al., 2015*).

Кеш'ю є надзвичайно поживним продуктом, багатим на корисні жири та білки (*Malik & Bhadauria, 2020*). Енергетична цінність горіхів кеш'ю 24,02 кДж/г (*Chen et al., 2023*). Однак горіх кеш'ю є алергенним продуктом, оскільки здатний викликати тяжкі й системні імунні реакції (*Mendes et al., 2019*). Поживна цінність горіхів кеш'ю подана в **таблиці 8.1**. Найбільший вміст білків в обсмажених горіхах без оболонки (17,50%), тоді як у сирих – 17,20%, а найменше білків у горіхах, обсмажених в оболонці, – 15,30%. Сирі горіхи мають значно менший вміст олії (6,4%) порівняно з обсмаженими горіхами (44,9–46,9%). Найбільше вуглеводів містять обсмажені горіхи без оболонки (31,0%), дещо менше – сирі горіхи (29,8%), а найменше – обсмажені в оболонці (28,3%). Вологість сирих горіхів – 4,57%, а обсмажених – 2,50–3,12% (*Griffin & Dean, 2017*), оскільки термічне оброблення сприяє випаровуванню вологи. У горіхах кеш'ю міститься близько 1,3% клітковини (*Nair, 2021*). Вміст золи в ядрі горіхів кеш'ю становить 2,4–2,8 г/100 г (*Rico et al., 2016*).

**Таблиця 8.1** – Поживна цінність горіхів кеш'ю (*Griffin & Dean, 2017*)

Показники	Вміст [%]		
	сирі горіхи	обсмажені без оболонки	обсмажені в оболонці
Вміст білків	17,20±0,13	17,50±0,40	15,30±0,30
Вміст олії	6,4±1,2	46,4±1,0	44,9±0,9
Вміст вуглеводів	29,8	31,0	28,3
Вологість	4,57±0,22	3,12±0,88	2,50±0,11

Вплив способу обсмажування на вміст фенольних сполук у горіхах кеш'ю подані в **таблицях 8.2–8.3**. Сирі горіхи кеш'ю містять розчинні фенольні сполуки (1,14 мг ГАЕ /г) та зв'язані феноли (0,028 мг ГАЕ /г)

(таблиця 8.2). Під час сухого обсмажування за температури 70°C вміст розчинних фенольних сполук збільшується у 4,3 раза (до 4,89 мг ГАЕ /г), а зв'язаних фенольних сполук – у 2,9 раза (до 0,082 мг ГАЕ /г). Під час сухого обсмажування за температури 130°C також спостерігається збільшення вмісту фенольних сполук: розчинних фенольних сполук – до 5,28 мг ГАЕ /г, а зв'язаних – до 0,089 мг ГАЕ /г (Chandrasekara & Shahidi, 2011). Отже, термічне оброблення горіхів кеш'ю збільшує загальний вміст фенольних сполук, особливо розчинних. У сирих горіхах кеш'ю вміст проантоціанідинів становить 0,11 мг КЕ/г (розчинні) та 0,01 мг КЕ/г (зв'язані) (таблиця 8.2). Під час обсмажування за температури 70°C та 130°C вміст розчинних проантоціанідинів незначно збільшується, відповідно, до 0,12 мг КЕ/г та 0,13 мг КЕ/г, а вміст зв'язаних – без змін (0,01 мг КЕ/г) (Chandrasekara & Shahidi, 2011).

**Таблиця 8.2** – Вміст фенольних сполук та проантоціанідинів у сирих та обсмажених ядрах горіхів кеш'ю (Chandrasekara & Shahidi, 2011)

Спосіб оброблення горіхів	Розчинні фенольні сполуки	Зв'язані фенольні сполуки
Загальний вміст фенолів [мг-екв ГК/г знежиреного продукту] <sup>a</sup>		
Сирі горіхи	1,14±0,43	0,028±0,010
Обсмажування (70°C)*	4,89±0,84	0,082±0,010
Обсмажування (130°C)**	5,28±1,00	0,089±0,010
Вміст проантоціанідинів [мг-екв К/г знежиреного шроту] <sup>b</sup>		
Сирі горіхи	0,11±0,01	0,01±0,01
Обсмажування (70°C)*	0,12±0,01	0,01±0,01
Обсмажування (130°C)**	0,13±0,01	0,01±0,01

**Примітка:** <sup>a</sup>ГК – галова кислота; <sup>b</sup>К – катехін; \*обсмажування у конвекційній печі з циркуляцією повітря за температури 70°C протягом 6 год; \*\*обсмажування у конвекційній печі з циркуляцією повітря за температури 130°C протягом 33 хв.

У горіхах кеш'ю ідентифіковано чотири основні розчинні фенольні сполуки (таблиця 8.3): галову кислоту, (+)-катехін, (–)-епікатехін та епігалокатехін. Їх вміст значно змінюється залежно від способу термічного оброблення горіхів. У сирих горіхах спостерігається найбільший вміст галової кислоти (0,215 мг/г). Після обсмажування за температури 70°C її вміст різко зменшується до 0,037 мг/г, а внаслідок обсмажування за температури 130°C – зменшується до 0,065 мг/г. Вміст (+)-катехіну суттєво збільшується внаслідок термічного оброблення горіхів з 0,702 мг/г у сирих горіхах до 1,888 мг/г в обсмажених за температури 70°C та до 2,912 мг/г в обсмажених за температури 130°C. Вміст (–)-епікатехіну також збільшується в горіхах після обсмажування з 0,095 мг/г (сирі горіхи) до 0,257 мг/г (обсмажені за температури 70°C) та до 0,437 мг/г (обсмажені за температури 130°C). Натомість у сирих горіхах найбільший вміст

епігалокатехіну (1,640 мг/г), однак він зменшується після обсмажування: до 0,504 мг/г – за температури 70°C; до 0,481 мг/г – за температури 130°C. Отже, обсмажування горіхів сприяє збільшенню вмісту (+)-катехіну та (–)-епікатехіну у горіхах та водночас спричиняє зменшення вмісту галової кислоти та епігалокатехіну.

**Таблиця 8.3** – Основні розчинні фенольні сполуки в ядрах горіхів кеш'ю (*Chandrasekara & Shahidi, 2011*)

Спосіб оброблення горіхів	Вміст [мг/г знежиреного продукту]			
	галова кислота	(+)-катехін	(–)-епікатехін	епігалокатехін
Сирі горіхи	0,215±0,002	0,702±0,018	0,095±0,007	1,640±0,019
Обсмажування (70°C)*	0,037±0,001	1,888±0,007	0,257±0,002	0,504±0,008
Обсмажування (130°C)**	0,065±0,002	2,912±0,064	0,437±0,009	0,481±0,000

**Примітка:** \* обсмажування у конвекційній печі з циркуляцією гарячого повітря за температури 70°C протягом 6 год; \*\* обсмажування у конвекційній печі з циркуляцією повітря за температури 130°C протягом 33 хв.

Горіх кеш'ю є джерелом високоякісного білка завдяки великій кількості та різноманітності амінокислот (*Chen et al., 2023*). Обсмажування горіхів кеш'ю спричиняє зменшення вмісту незамінних амінокислот, зокрема лейцину, лізину, ізолейцину, валіну, фенілаланіну, треоніну, метіоніну та триптофану (**таблиця 8.4**). Вміст більшості замінних амінокислот також зменшується після термічного оброблення горіхів без оболонки. Аргінін – це єдина амінокислота, вміст якої збільшується внаслідок термічного оброблення горіхів. Водночас термічне оброблення горіхів в оболонці спричиняє незначне збільшення вмісту деяких амінокислот, зокрема аспаргінової кислоти, серину, гліцину, аланіну та аргініну (*Griffin & Dean, 2017*).

Жирнокислотний профіль свіжих та обсмажених горіхів кеш'ю характеризується переважанням мононенасичених жирних кислот (МНЖК), насамперед олеїнової кислоти, вміст якої становить 61,3–61,8%, причому після обсмажування її вміст зменшується (**таблиця 8.5**). Вміст інших МНЖК (пальмітолеїнова, гадолеїнова, ерукова) у результаті обсмажування практично не змінюється. З-поміж поліненасичених жирних кислот у складі горіхів кеш'ю найбільший вміст має лінолева кислота, її вміст у сирих горіхах – 17,3%. Внаслідок обсмажування горіхів її вміст зменшується до 16,7–17,2%, причому термічне оброблення горіхів без оболонки спричиняє більше зменшення вмісту лінолевої кислоти. У горіхах кеш'ю  $\alpha$ -ліноленова кислота міститься у незначній кількості (0,13–0,14%). Щодо насичених жирних кислот, то найбільший вміст мають пальмітинова (10,3–10,4%) та стеаринова (8,8–9,2%) кислоти. Інші

насичені жирні кислоти містяться у горіхах кеш'ю в незначних кількостях (< 1%) (Griffin & Dean, 2017).

**Таблиця 8.4** – Амінокислотний склад горіхів кеш'ю

Амінокислоти	Вміст [г/100 г]		
	сирі горіхи	обсмажені без оболонки	обсмажені в оболонці
Аспарагінова кислота	1,37±0,01 <sup>a</sup> 1,893±0,050 <sup>b</sup>	1,23±0,22 <sup>a</sup>	1,38±0,06 <sup>a</sup>
Треонін	0,53±0,10 <sup>a</sup> 0,737±0,052 <sup>b</sup>	0,47±0,08 <sup>a</sup>	0,53±0,02 <sup>a</sup>
Серин	0,78±0,30 <sup>a</sup> 1,105±0,060 <sup>b</sup>	0,71±0,12 <sup>a</sup>	0,79±0,03 <sup>a</sup>
Глутамінова кислота	3,34±0,10 <sup>a</sup> 4,598±0,233 <sup>b</sup>	3,00±0,53 <sup>a</sup>	3,19±0,13 <sup>a</sup>
Гліцин	0,68±0,02 <sup>a</sup> 0,891±0,019 <sup>b</sup>	0,61±0,11 <sup>a</sup>	0,69±0,03 <sup>a</sup>
Аланін	0,57±0,02 <sup>a</sup> 0,815±0,023 <sup>b</sup>	0,51±0,09 <sup>a</sup>	0,58±0,02 <sup>a</sup>
Валін	0,80±0,02 <sup>a</sup> 1,115±0,045 <sup>b</sup>	0,72±0,13 <sup>a</sup>	0,77±0,03 <sup>a</sup>
Метіонін	0,37±0,01 <sup>a</sup> 0,369±0,013 <sup>b</sup>	0,32±0,07 <sup>a</sup>	0,33±0,01 <sup>a</sup>
Цистеїн	0,56±0,01 <sup>a</sup> 0,400±0,020 <sup>b</sup>	0,50±0,08 <sup>a</sup>	0,55±0,02 <sup>a</sup>
Ізолейцин	0,61±0,01 <sup>a</sup> 0,797±0,033 <sup>b</sup>	0,55±0,09 <sup>a</sup>	0,60±0,02 <sup>a</sup>
Лейцин	1,02±0,02 <sup>a</sup> 1,473±0,085 <sup>b</sup>	0,92±0,15 <sup>a</sup>	1,01±0,04 <sup>a</sup>
Триптофан	0,14±0,01 <sup>a</sup> 0,317±0,016 <sup>b</sup>	0,12±0,02 <sup>a</sup>	0,13±0,01 <sup>a</sup>
Фенілаланін	0,68±0,02 <sup>a</sup> 0,933±0,047 <sup>b</sup>	0,62±0,10 <sup>a</sup>	0,68±0,03 <sup>a</sup>
Лізин	0,60±0,01 <sup>a</sup> 0,971±0,033 <sup>b</sup>	0,55±0,09 <sup>a</sup>	0,56±0,02 <sup>a</sup>
Гістидин	0,43±0,14 <sup>a</sup> 0,468±0,009 <sup>b</sup>	0,31±0,05 <sup>a</sup>	0,33±0,01 <sup>a</sup>
Аргінін	1,20±0,78 <sup>a</sup> 2,215±0,131 <sup>b</sup>	1,50±0,26 <sup>a</sup>	1,60±0,06 <sup>a</sup>
Пролін	0,75±0,30 <sup>a</sup> 0,749±0,023 <sup>b</sup>	0,51±0,09 <sup>a</sup>	0,57±0,02 <sup>a</sup>

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (Griffin & Dean, 2017); <sup>b</sup>дані (Rico et al., 2016).

Таблиця 8.5 – Жирнокислотний склад горіхів кеш'ю  
(Griffin & Dean, 2017)

Жирні кислоти	Вміст [%]		
	сирі горіхи	обсмажені без оболонки	обсмажені в оболонці
Міристинова (C14:0)	0,01	0,02	0,02
Пальмітинова (C16:0)	10,30	10,40	10,40
Пальмітолеїнова (C16:1(n-7))	0,37	0,38	0,37
Маргарінова (C17:0)	0,12	0,12	0,12
Гептадецена (C17:1)	0,05	0,05	0,05
Стеаринова (C18:0)	8,80	9,20	9,20
Олеїнова (C18:1(n-9))	61,80	61,70	61,30
Лінолева (C18:2(n-6))	17,30	16,70	17,20
$\alpha$ -ліноленова (C18:3(n-3))	0,14	0,13	0,14
Арахінова (C20:0)	0,62	0,64	0,63
Гадолеїнова (C20:1(n-9))	0,19	0,18	0,18
Бегенова (C22:0)	0,13	0,13	0,13
Ерукова (C22:1(n-9))	0,01	0,01	0,01
Лігноцеринова (C24:0)	0,14	0,14	0,14
Церотинова кислота (C26:0)	0,01	0,02	0,01

Горіхи кеш'ю – це джерелом цінних фосфоліпідів та фітостеролів, особливо  $\beta$ -ситостеролу (таблиця 8.6). Найбільший вміст фосфоліпідів в обсмажених горіхах без оболонки – 403,2 мг/100 г. Це на 17% більше, ніж у сирих ядрах, де їхній вміст становить 343,3 мг/100 г. Обсмажування в оболонці спричиняє зменшення вмісту фосфоліпідів до 289,4 мг/100 г. До складу горіхів кеш'ю входять фітостеролами, зокрема брасикастерол, кампестерол, стигмастерол і  $\beta$ -ситостерол (таблиця 8.6). Серед них найбільшу вміст має  $\beta$ -ситостерол. Його вміст у сирих горіхах становить 152,1 мг/100 г, а після обсмажування він збільшується до 173,7 мг/100 г (без оболонки) та 172,4 мг/100 г (в оболонці). Вміст кампестеролу у сирих горіхах становить 14,2 мг/100 г, а в обсмажених – 14,6–15,1 мг/100 г. Вміст стигмастеролу збільшується внаслідок обсмажування горіхів, натомість вміст брасикастеролу після обсмажування значно зменшується (Griffin & Dean, 2017).

У горіхах кеш'ю містяться інозитол, глюкоза, фруктоза, сахароза, рафіноза та стахіоза (таблиця 8.7). Загальний вміст цукрів у сирих горіхах кеш'ю становить 6,0 г/100 г. Обсмажування горіхів без оболонки спричиняє збільшення загальної кількості цукрів до 6,3 г/100 г. У випадку обсмажування горіхів в оболонці загальний вміст цукрів дещо

зменшується (5,9 г/100 г) порівняно з сирими горіхами. Сахароза та рафіноза мають найбільший вміст з-поміж цукрів у складі горіхів кеш'ю. Обсмажування спричиняє збільшення вмісту у горіхах кеш'ю інозитолу, глюкози, фруктози та стахіози, а вміст рафінози коливається у межах 1,7–1,8 г/100 г (Griffin & Dean, 2017).

**Таблиця 8.6** – Вміст фосфоліпідів та фітостеролів у горіхах кеш'ю (Griffin & Dean, 2017)

Речовини	Вміст [мг/100 г]		
	сирі горіхи	обсмажені без оболонки	обсмажені в оболонці
Фосфоліпіди	343,3±35,6	403,2±90,8	289,4±39,7
Фітостероли			
Брасикастерол	0,75±0,50	0,11±0,20	0,26±0,30
Кампестерол	14,2±1,3	14,6±2,7	15,1±2,9
Стигмастерол	1,0±0,6	1,2±0,5	5,1±0,3
$\beta$ -ситостерол	152,1±28,7	173,7±30,2	172,4±41,3

**Таблиця 8.7** – Вміст цукрів у горіхах кеш'ю (Griffin & Dean, 2017)

Речовини	Вміст [г/100 г]		
	сирі горіхи	обсмажені без оболонки	обсмажені в оболонці
Інозитол	0,049	0,053	0,061
Глюкоза	0,012	0,019	0,039
Фруктоза	0,010	0,024	0,065
Сахароза	3,6	3,8	3,5
Рафіноза	1,8	1,8	1,7
Стахіоза	0,54	0,58	0,57
Усього	6,0	6,3	5,9

Горіхи кеш'ю – це джерело вітамінів групи В та вітаміну Е. Вітаміни В<sub>1</sub> та В<sub>2</sub> містяться у сирих горіхах у невеликих кількостях, їх вміст збільшується у результаті сухого обсмажування (**таблиця 8.8**). Вміст вітаміну В<sub>3</sub> зменшується внаслідок обсмажування горіхів без оболонки порівняно з сирими горіхами та збільшується у випадку обсмажування в оболонці. Найбільш помітні зміни відбуваються під час термічного оброблення з токоферолами (вітамін Е). Зокрема, вміст  $\alpha$ -,  $\gamma$ - та  $\delta$ -токоферолів значно збільшується після обсмажування в оболонці (**таблиця 8.8**). Водночас у результаті обсмажування горіхів без оболонки вміст  $\alpha$ -токоферолу збільшується, а  $\gamma$ - та  $\delta$ -токоферолів – зменшується. Вміст  $\beta$ -каротину у горіхах збільшується за сухого термічного оброблення,

причому у випадку обсмажування в оболонці вміст цього вітаміну збільшується в 3,1 раза порівняно з сирими горіхами. Вміст вітаміну К у горіхах кеш'ю також збільшується внаслідок обсмажування (*Griffin & Dean, 2017*). У сирому ядрі горіхів кеш'ю також містяться вітаміни: вітамін В<sub>5</sub> – 0,519–1,120 мг/100 г, вітамін В<sub>6</sub> – 0,255–0,511 мг/100 г, вітамін В<sub>8</sub> – 16,3–61,1 мкг/100 г, вітамін В<sub>9</sub> – 33,4–45,2 мкг/100 г, вітамін С (аскорбінова кислота та дегідроаскорбінова кислота) – 0,125 мг/100 г (*Rico et al., 2016*).

**Таблиця 8.8** – Вміст вітамінів у горіхах кеш'ю

Вітаміни	Вміст [%]		
	сирі горіхи	обсмажені без оболонки	обсмажені в оболонці
Вітамін В <sub>1</sub> (тіамін) [мг/100 г]	0,042 <sup>a</sup> 0,369–0,624 <sup>b</sup>	0,045 <sup>a</sup>	0,048 <sup>a</sup>
Вітамін В <sub>2</sub> (рибофлавін) [мг/100 г]	0,12 <sup>a</sup> 0,020–0,034 <sup>b</sup>	0,13 <sup>a</sup>	0,18 <sup>a</sup>
Вітамін В <sub>3</sub> (ніацин) [мг/100 г]	0,34 <sup>a</sup> 1,14–1,53 <sup>b</sup>	0,22 <sup>a</sup>	0,58 <sup>a</sup>
α-токоферол [мкг/г]	1,92 <sup>a</sup> 2,9–8,5 <sup>b</sup>	2,22 <sup>a</sup>	4,25 <sup>a</sup>
γ-токоферол [мкг/г]	41,1 <sup>a</sup> 37,2–62,1 <sup>b</sup>	40,7 <sup>a</sup>	85,5 <sup>a</sup>
δ-токоферол [мкг/г]	3,47 <sup>a</sup> 3,18 <sup>b</sup>	2,76 <sup>a</sup>	6,19 <sup>a</sup>
β-каротин [мкг/100 г]	112,7 <sup>a</sup>	113,8 <sup>a</sup>	352,8 <sup>a</sup>
Вітамін К [мкг/100 г]	12,1 <sup>a</sup> 5,35–25,00 <sup>b</sup>	12,7 <sup>a</sup>	13,7 <sup>a</sup>

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (*Griffin & Dean, 2017*); <sup>b</sup>дані (*Rico et al., 2016*).

Горіхи кеш'ю містять мінеральні речовини, зокрема кальцій, фосфор, магній, калій, натрій, залізо, мідь, цинк і манган (**таблиця 8.9**). Термічне оброблення горіхів впливає на вміст у них мінеральних речовин. Внаслідок сухого обсмажування вміст кальцію, калію і, особливо, натрію збільшуються. У випадку обсмажування горіхів без оболонки вміст фосфору, магнію та цинку збільшується, а у випадку обсмажування в оболонці – вміст фосфору та магнію зменшується. Вміст заліза внаслідок сухого обсмажування в оболонці збільшується, а у випадку обсмажування без оболонки – зменшується (*Griffin & Dean, 2017*). У сирому ядрі горіхів кеш'ю також міститься селен 0,04 мг/100 г (*Rico et al., 2016*).

**Таблиця 8.9** – Вміст мінеральних речовин у горіхах кеш'ю

Вітаміни	Вміст [%]		
	сирі горіхи	обсмажені без оболонки	обсмажені в оболонці
Кальцій (Ca) [%]	0,04 <sup>a</sup> 0,028–0,052 <sup>b</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>
Фосфор (P) [%]	0,58 <sup>a</sup> 0,46–0,57 <sup>b</sup>	0,60 <sup>a</sup>	0,50 <sup>a</sup>
Магній (Mg) [%]	0,28 <sup>a</sup> 0,24–0,27 <sup>b</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,25 <sup>a</sup>
Калій (K) [%]	0,73 <sup>a</sup> 0,54–0,67 <sup>b</sup>	0,75 <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>
Натрій (Na) [%]	0,01 <sup>a</sup> 0,007–0,014 <sup>b</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,71 <sup>a</sup>
Залізо (Fe) [мг/кг]	70,6 <sup>a</sup> 45,0–71,0 <sup>b</sup>	70,3 <sup>a</sup>	78,9 <sup>a</sup>
Мідь (Cu) [мг/кг]	21,8 <sup>a</sup>	21,2 <sup>a</sup>	19,6 <sup>a</sup>
Цинк (Zn) [мг/кг]	67,8 <sup>a</sup> 49,0–59,0 <sup>b</sup>	70,2 <sup>a</sup>	59,7 <sup>a</sup>
Манган (Mn) [мг/кг]	19,9 <sup>a</sup>	20,8 <sup>a</sup>	20,5 <sup>a</sup>

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (Griffin & Dean, 2017); <sup>b</sup>дані (Rico et al., 2016).

## 8.2 Технологія виготовлення «молока з горіхів кеш'ю»

Спосіб виготовлення «рослинного молока» з горіхів кеш'ю подібний до виготовлення напоїв з іншої рослинної сировини. Горіхи кеш'ю сортують для відокремлення пошкоджених (**рис. 8.1**). Ядра горіхів миють та сушать. Для видалення оболонки горіхи спочатку замочують в гарячій воді, а потім у деіонізованій воді протягом 5 год за температури 4°C. Після цього горіхи промивають та подрібнюють з водою у співвідношенні 1:3 (горіхи : вода). Отриману суспензію фільтрують, додають цукровий сироп та гомогенізують. Гомогенізовану суспензію пастеризують за температури 120–122°C протягом 15 хв. На завершальному етапі до неї додають ванільний ароматизатор, після чого продукт зберігають за температури 4°C (Muhammad et al., 2017).

Згідно з іншим способом (Tamuno & Monday, 2019), виготовлення «рослинного молока» з горіхів кеш'ю розпочинають з їх обсмажування протягом 20 хв (**рис. 8.2**). Після цього охолоджені ядра горіхів замочують у воді протягом 6 год. Після замочування воду зливають та подрібнюють ядра з додаванням води у співвідношенні 1:6 (ядра : вода). Отриману суспензію фільтрують для відокремлення «молока». У напій додають

цукор та ванільний ароматизатор. На наступному етапі напій гомогенізують та пастеризують за температури 82°C протягом 10 хв. Після пастеризування напій охолоджують та зберігають за температури 4°C.

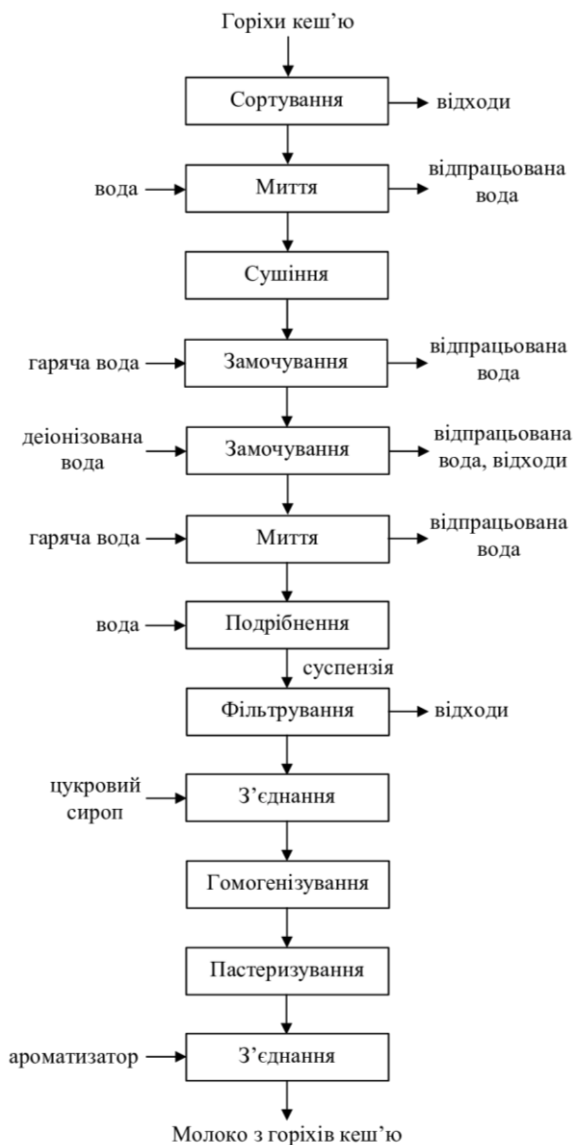
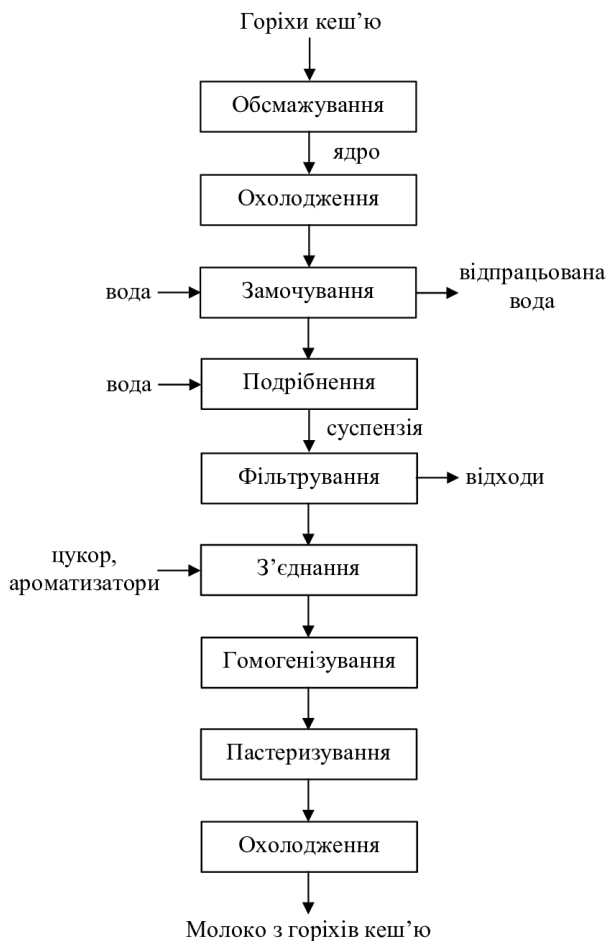


Рисунок 8.1 – Схема способу виготовлення «молока з горіхів кеш'ю» (Muhammad et al., 2017)



**Рисунок 8.2** – Схема способу виготовлення «молока з обсмажених горіхів кеш'ю» (Tamuno & Monday, 2019)

Напій з горіхів кеш'ю можна отримати шляхом подрібнення сирих (необсмажених) горіхів з водою у співвідношенні 1:10 із додаванням цукру (3%). Отриманий напій термічно обробляють за температури 140°C протягом 4 с (Lima et al., 2020).

У науковій праці (Bruno et al., 2019) описано спосіб виготовлення ферментованого «молока з горіхів кеш'ю», відповідно до якого ядра кеш'ю подрібнюють в колоїдному млині протягом 4 хв з водою у співвідношенні 1:10 (ядра : вода) із додаванням тростинного цукру (3%). Отриманий екстракт стерилізують за ультрависокої температури 140°C

протягом 4 с у трубчастому теплообміннику, після чого охолоджують до температури 30°C. Охолоджений напій інокулюють пробіотичними культурами (*Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus acidophilus* та *Lactobacillus plantarum*) у кількості  $10^8$  КУО/мл та інкубують. Готовий продукт зберігають за температури 4°C.

«Рослинне молоко з горіхів кеш'ю» не є повноцінним харчовим аналогом коров'ячого молока, проте його можна збагачувати поживними речовинами. Серед найбільш поширених речовин, що використовують для збагачення «молока з горіхів кеш'ю», є трикальцій фосфат, вітамін А (ретиніл пальмітат), вітамін D<sub>2</sub> (ергокальциферол) та вітамін B<sub>12</sub> (Reyes-Jurado et al., 2021). Також можуть використовуватись такі нутрієнти, як фолієва кислота, тіамін, ніацин, магній, калій та цинк. Однак навіть у випадку збагачення, засвоєння таких поживних речовин організмом людини не завжди є таким самим ефективним, як у разі їх природного походження з їжі.

Для збагачення «молока з горіхів кеш'ю» до рецептури також додають мед та екстракт квітів телангу (*Clitoria ternatea*). Поживна цінність такого продукту: білки – 2,68%, жири – 6,42%, вода – 78,40%, зола – 0,52%, (Batubara, 2022). Для надання бажаного кольору та смаку напою з горіхів кеш'ю запропоновано використовувати порошкоподібний куркумін (Zheng et al., 2021). Збагачений куркуміном напій має однорідний кремово-оранжевий відтінок, що може бути привабливим для споживачів.

Подовження терміну зберігання рослинних напоїв, зокрема «молока з горіхів кеш'ю», без погіршення їхньої харчової цінності – складне завдання. Одним із перспективних рішень може бути використання технології високотискового оброблення. У випадку оброблення напоїв за тиску 550 МПа протягом 2 хв можна забезпечити мікробіологічну безпечність та збереження загальної якості продукту. Зокрема, таке оброблення сприяє кращому збереженню загального вмісту фенольних сполук порівняно з традиційним термічним обробленням за температури 63°C протягом 30 хв. Отже, використання технології високотискового оброблення є ефективною альтернативою для подовження терміну зберігання рослинних напоїв без шкоди для їхньої якості та сенсорних властивостей (Sanjana et al., 2025).

Ефективною альтернативою традиційному термічному обробленню (пастеризуванню) є оброблення «рослинного молока» ультразвуком (60 кГц, 650 Вт, 6 хв). Пастеризування (температура 85°C, тривалість 30 хв) та оброблення ультразвуком забезпечують мікробіологічну безпечність «молока з горіхів кеш'ю». Пастеризоване «рослинне молоко» має сильніший характерний аромат і смак горіхів кеш'ю, однак у ньому утворюється більше осаду (10,72%) порівняно з напоєм (0,86%), обробленим ультразвуком. Також пастеризоване «рослинне молоко» має жовтуватий відтінок та погіршені показники жирнокислотного складу.

Натомість ультразвукове оброблення короткотривале (лише 6 хв) та забезпечує кращу стабільність продукту, світліший колір та меншу в'язкість, внаслідок чого досягається вища споживча оцінка напою порівняно з пастеризованим аналогом. Хоча ультразвук сприяє розвитку гіркуватого та маслянистого смаку напою внаслідок більшої концентрації летких сполук (октаналь, гексаналь, гексанол, додеканова кислота), це не спричиняє негативного оцінювання аромату та смаку напою споживачами порівняно з пастеризованим продуктом (*Da Silveira Maia et al., 2025*).

### 8.3 Властивості та хімічний склад «молока з горіхів кеш'ю»

Порівняльний аналіз фізико-хімічних показників коров'ячого молока та «молока», виготовленого із горіхів кеш'ю, подано в **таблиці 8.10**. Вміст білків у «молоці з горіхів кеш'ю» коливається в межах 2,05–5,00%, а в коров'ячому молоці – 2,82%. Вміст жиру у «рослинному молоці» залежно від способу приготування може сягати 5,49%, натомість у коров'ячому молоці цей показник становить 3,42%. Щодо вмісту вуглеводів, то в «молоці з горіхів кеш'ю» їх вміст – 4,38–5,95%, а в коров'ячому молоці – 4,47%. Вміст золи у «рослинному молоці» більший (0,90–2,63%) порівняно з коров'ячим молоком (0,62%). Вміст води у «молоці з горіхів кеш'ю» – 87,12%, а клітковини – 1,15% (*Muhammad et al., 2017*). «Молоко з горіхів кеш'ю» також містить фітостероли:  $\beta$ -ситостерол – 2,7 мг/100 мл,  $\beta$ -ситостерол- $\beta$ -D-глюкозид – понад 60 мг/100 мл, кампестерол – 279 мкг/100 мл, стигмастерол – 15 мкг/100 мл (*Aydar et al., 2020*). Водночас у «молоці з горіхів кеш'ю» містяться антинутриєнти (таніни, трипсин-інгібітори, фітинова кислота), що спричиняють зменшення біодоступності корисних речовин (*Aydar et al., 2020*).

Показники хімічного складу «молока», виготовленого з необсмажених горіхів кеш'ю, мають значення: сухі речовини – 11,49%, зола – 0,26%, білки – 1,83%, жири – 3,97%, вуглеводи – 5,43%. Показник активної кислотності напою залишається більшим за рН 6,49 протягом зберігання, однак відзначається незначне потемніння кольору продукту. Водночас продукт є мікробіологічно безпечним і стабільним протягом 2 місяців зберігання (*Lima et al., 2020*). Відповідно до результатів досліджень (*Tamuno & Monday, 2019*), «рослинне молоко», виготовлене з обсмажених горіхів кеш'ю, залежно від рецептурних компонентів (цукор, ароматизатори) має активну кислотність – рН 5,6–6,5, в'язкість – 2,18–2,80 сП, відносну густину – 1,03–1,06 та титровану кислотність – 0,04–0,12% (у перерахунку на яблучну кислоту).

Глюкоза міститься в коров'ячому молоці та в напої з горіхів кеш'ю у незначній кількості (**таблиця 8.11**). Фруктоза не виявлена ні в коров'ячому молоці, ні в рослинному напої з кеш'ю. Сахароза міститься лише у напої з

горіхів кеш'ю, її вміст становить 3,5–3,7 г/кг. Лактоза – це основний вуглевод у коров'ячому молоці ( $\approx 50$  г/кг), але вона не міститься в рослинному напої, що робить його придатним для людей із непереносимістю лактози. Вміст крохмалю в рослинному напої коливається в широких межах 6,1–31,8 г/кг. Напій з горіхів кеш'ю має більше значення глікемічного індексу (52,82) порівняно з коров'ячим молоком (46,93).

**Таблиця 8.10** – Фізико-хімічні показники коров'ячого молока та «молока з горіхів кеш'ю»

Продукти	Вміст [%]			
	білки	жири	зола	вуглеводи
Молоко коров'яче	2,82 <sup>c</sup>	3,42 <sup>c</sup>	0,62 <sup>a</sup>	4,47 <sup>c</sup>
«Молоко з горіхів кеш'ю»	2,05 <sup>b</sup> 5,00 <sup>d</sup>	3,30 <sup>b</sup> 5,49 <sup>d</sup>	2,63 <sup>b</sup> 0,90 <sup>d</sup>	4,38 <sup>b</sup> 5,95 <sup>d</sup>

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (Jeske et al., 2016); <sup>b</sup>дані (Muhammad et al., 2017); <sup>c</sup>дані (Karunasiri et al., 2020); <sup>d</sup>дані (Tamuno & Monday, 2019).

**Таблиця 8.11** – Порівняння складу цукрів у коров'ячому молоці та напої з горіхів кеш'ю, а також їхній глікемічний індекс

Показники	Значення вмісту [г/кг]	
	молоко коров'яче	напій з горіхів кеш'ю
Вміст глюкози	0,1 <sup>a</sup>	0,1–0,4 <sup>a</sup>
Вміст фруктози	н.в. <sup>a</sup>	н.в. <sup>a</sup>
Вміст сахарози	н.в. <sup>a</sup>	3,5–3,7 <sup>a</sup>
Вміст лактози	49,9–50,6 <sup>a</sup>	н.в. <sup>a</sup>
Вміст крохмалю	н.в. <sup>a</sup>	6,1–31,8 <sup>a</sup>
Глікемічний індекс	46,93 <sup>b</sup>	52,82 <sup>b</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>дані (Walther et al., 2022); <sup>b</sup>дані (Jeske et al., 2016).

«Молоко з горіхів кеш'ю» містить такі жирні кислоти: лауринова (C12:0), міристинова (C14:0), пальмітинова (C16:0), пальмітолеїнова (C16:1(n-7)), маргарінова (C17:0), гептадецена (C17:1), стеаринова (C18:0), олеїнова (C18:1(n-9)), лінолева (18:2(n-6)), нонадецена (C19:1), арахінова (C20:0), ейкозенова (C20:1), лігноцерінова (C24:0) (Williams et al., 2025). У «молоці з горіхів кеш'ю» загальна кількість жирних кислот – 2,31–2,61 г/100 г, з-поміж яких вміст насичених жирних кислот становить 0,44–0,49 г/100 г, а ненасичених жирних кислот – 1,87–2,12 г/100 г. Причому вміст мононенасичених жирних кислот – 1,46–1,62 г/100 г, а поліненасичених – 0,41–0,50 г/100 г (Walther et al., 2022). Загальний вміст омега-3 жирних кислот у «молоці з горіхів кеш'ю» – 5,2–6,3 мг/100 г, а омега-6 жирних кислот – 0,41–0,49 г/100 г (Walther et al., 2022).

Амінокислотний склад «молока з горіхів кеш'ю» подано в таблиці 8.12. У складі цього напою виявлено всі дев'ять незамінних амінокислот: лізин (0,45–0,56 г/кг), лейцин (0,65–0,97 г/кг), валін (0,57–0,72 г/кг), ізолейцин (0,25–0,51 г/кг), фенілаланін (0,42–0,68 г/кг), треонін (0,38–0,50 г/кг), триптофан (0,14–0,20 г/кг), метіонін (0,14–0,56 г/кг) та гістидин (0,17–0,32 г/кг). Серед замінних амінокислот найбільший вміст мають глутамінова кислота з глутаміном (2,33–2,63 г/кг), аргінін (1,25–1,44 г/кг) та аспарагінова кислота з аспарагіном (0,94–1,15 г/кг) (Walther et al., 2022).

**Таблиця 8.12** – Амінокислотний склад «молока з горіхів кеш'ю» (Walther et al., 2022)

Амінокислоти	Вміст [г/кг]	Амінокислоти	Вміст [г/кг]
Гістидин	0,17–0,32	Серин	0,60–0,72
Треонін	0,38–0,50	Аргінін	1,25–1,44
Лізин	0,45–0,56	Гліцин	0,48–0,61
Метіонін	0,14–0,56	Аспарагінова кислота + аспарагін	0,94–1,15
Валін	0,57–0,72	Глутамінова кислота + глутамін	2,33–2,63
Ізолейцин	0,25–0,51	Тирозин	0,27–0,39
Лейцин	0,65–0,97	Аланін	0,39–0,52
Фенілаланін	0,42–0,68	Пролін	0,38–0,49
Триптофан	0,14–0,20	Цистеїн	0,26–0,30

Коров'яче молоко та напій з горіхів кеш'ю містять широкий спектр водо- та жиророзчинних вітамінів, однак вміст деяких з них відрізняється у кілька разів (таблиця 8.13). Коров'яче молоко значно багатше джерело вітамінів групи В, зокрема рибофлавіну (вітамін В<sub>2</sub>), ніацину (вітамін В<sub>3</sub>), пантотенової кислоти (вітамін В<sub>5</sub>), піридоксину (вітамін В<sub>6</sub>) та біотину (вітамін В<sub>7</sub>). Водночас напій з горіхів кеш'ю переважає за вмістом тіаміну (вітамін В<sub>1</sub>). Особливу перевагу рослинного напою забезпечує високий вміст жиророзчинних вітамінів, зокрема вітаміну Е у рослинному напої міститься 210,9–397,2 мкг/100 г, що значно більше, ніж у коров'ячому молоці (85,1–93,1 мкг/100 г). Також напій з горіхів кеш'ю є джерелом вітаміну К<sub>1</sub> (1,0–2,6 мкг/100 г), тоді як у коров'ячому молоці його вміст лише 0,1–0,2 мкг/100 г. Вміст фолієвої кислоти (вітамін В<sub>9</sub>) у коров'ячому молоці становить 1,2–5,2 мкг/100 г, а у рослинному напої – 3,0–3,8 мкг/100 г. Коров'яче молоко має більший вміст основних макроелементів, зокрема кальцію, фосфору, калію, сірки та йоду (таблиця 8.14). Натомість

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

у напої з горіхів кеш'ю більший вміст мікроелементів, зокрема заліза, міді, мангану, цинку, селену та магнію. Це зумовлює потенційну користь рослинного напою як джерела мікроелементів.

**Таблиця 8.13** – Вміст вітамінів у молоці коров'ячому та напої з горіхів кеш'ю (Walther et al., 2022)

Вітаміни	Молоко коров'яче	Напій з горіхів кеш'ю
Вітамін В <sub>1</sub> [мкг/100 г]	11,7–12,0	12,1–23,2
Вітамін В <sub>2</sub> [мкг/100 г]	107,9–108,7	8,1–9,6
Вітамін В <sub>3</sub> [мкг/100 г]	124,9–139,9	67,3–97,6
Вітамін В <sub>6</sub> [мкг/100 г]	18,1–22,1	6,2–12,1
Вітамін В <sub>7</sub> [мкг/100 г]	1,5–2,0	0,4–0,9
Пантотенова кислота [мкг/100 г]	329,8–386,1	81,8–106,4
Фолієва кислота [мкг/100 г]	1,2–5,2	3,0–3,8
Вітамін Е [мкг/100 г]	85,1–93,1	210,9–397,2
Вітамін К <sub>1</sub> [мкг/100 г]	0,1–0,2	1,0–2,6

**Таблиця 8.14** – Вміст мінеральних речовин у молоці коров'ячому та «молоці з горіхів кеш'ю»

Мінеральні речовини	Молоко коров'яче	«Молоко з горіхів кеш'ю»
Фосфор (P)	87,0–98,0 <sup>a</sup>	23,0–45,0 <sup>a</sup> ; 18,3 <sup>b</sup>
Натрій (Na)	37,0–39,0 <sup>a</sup>	19,0–43,0 <sup>a</sup> ; 22,8 <sup>b</sup>
Манган (Mn)	н.в. <sup>a</sup>	0,04–0,17 <sup>a</sup>
Магній (Mg)	10,0 <sup>a</sup>	11,0–21,0 <sup>a</sup> ; 38,2 <sup>b</sup>
Калій (K)	158,0–165,0 <sup>a</sup>	44,0–47,0 <sup>a</sup> ; 68,1 <sup>b</sup>
Залізо (Fe)	н.в. <sup>a</sup>	0,19–0,40 <sup>a</sup> ; 0,80 <sup>b</sup>
Мідь (Cu)	н.в. <sup>a</sup>	0,10–0,16 <sup>a</sup>
Кальцій (Ca)	109,0–115,0 <sup>a</sup>	6,0–7,0 <sup>a</sup> ; 21,9 <sup>b</sup>
Цинк (Zn)	0,34–0,35 <sup>a</sup>	0,18–0,43 <sup>a</sup> ; 0,85 <sup>b</sup>
Селен (Se)	1,35–1,89 <sup>a</sup>	1,11–3,09 <sup>a</sup>
Сірка (S)	30,0–31,0 <sup>a</sup>	11,0–16,0 <sup>a</sup>
Йод (I)	8,2–15,0 <sup>a</sup>	0,26–0,73 <sup>a</sup>
Хлор (Cl)	98,0 <sup>a</sup>	6,0–64,0 <sup>a</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>дані (Walther et al., 2022); <sup>b</sup>дані (Muhammad et al., 2017); розмірність показників з джерела (a): P, Na, Mn, Mg, K, Fe, Cu, Ca, Zn, S, Cl – [мг/100 г], Se, I – [мкг/100 г]; розмірність показників з джерела (b) – [мг/100 мл].

Напій з горіхів кеш'ю має більшу в'язкість (5,57 мПа·с) порівняно з коров'ячим молоком (3,15 мПа·с) (**таблиця 8.15**). Індекс білизни

## Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

рослинного напою з кеш'ю (65,57) менший порівняно з коров'ячим молоком (81,89), що спричинено природним кольором горіхового екстракту. У напої з горіхів кеш'ю утворюється більше осаду порівняно з коров'ячим молоком.

**Таблиця 8.15** – Порівняння фізичних властивостей молока коров'ячого та напою з горіхів кеш'ю (*Jeske et al., 2016*)

Продукти	В'язкість [мПа·с]	Індекс білизни <i>WI</i>	Висота осаду [мм]
Молоко коров'яче	3,15	81,89	0,60
Молоко з горіхів кеш'ю	5,57	65,57	4,22

**Примітка:** висоту осаду визначали шляхом центрифугування продукту за параметрів: 1000 об/хв протягом 30 хв, потім 3000 об/хв протягом 60 хв за температури 24°C (*Jeske et al., 2016*).

### 8.4 Використання «молока з горіхів кеш'ю»

На основі «молока з горіхів кеш'ю» та густої маси з них виготовляють комбіновані напої, ферментовані напої, йогурти, сироподібні продукти та морозиво. Зокрема, у науковій праці (*Silva et al., 2024*) розроблені комбіновані напої (рослинне молоко) з різних видів рослинної сировини (бразильський горіх, горіх кеш'ю, фундук, соя та насіння соняшника). Для приготування напоїв суміш сировини, відповідно до рецептури, подрібнюють з мінеральною водою у співвідношенні 1:10 (сировина : вода) та нагрівають до температури 90–100°C протягом 15 хв. Далі суміш протягом 10 хв переривчасто перемішують зі швидкістю 1500 об/хв (по 1 хв на кожен інтервал), після чого знову нагрівають протягом 2 хв до температури 90–100°C. На наступному етапі напій фільтрують та зберігають за температури 4°C. Фізико-хімічні показники таких напоїв подані в **таблиці 8.16**. «Рослинне молоко», виготовлене внаслідок змішування кількох рослинних компонентів, має кращий харчовий профіль порівняно з «рослинним молоком», що виготовлене з кожного з цих компонентів окремо. Також спостерігається задовільна мікробіологічна стабільність комбінованих напоїв протягом 11-денного періоду їх зберігання за температури 4°C (*Silva et al., 2024*).

Ферментований напій на основі суміші «молока тигрового горіха» (*Cyperus esculentus*) та «молока з горіхів кеш'ю» розроблено у науковій праці (*Assamoi et al., 2023*). Для приготування «молока з тигрового горіха» (чуфа, земляний мигдаль), висушені бульбочки земляного мигдалю сортують, очищають від домішок, замочують у воді у співвідношенні 1:3 на 48 год, після чого промивають. Замочені бульбочки подрібнюють з

водою, а отриману масу проціджують для відокремлення «молока». «Молоко з горіхів кеш'ю» отримують шляхом очищення ядра від домішок, замочування у воді на 6 год, подрібнення з водою у співвідношенні 1:6 (ядро : вода) та фільтрування суспензії для відокремлення «молока». Обидва види «рослинного молока» змішують у співвідношенні 80:20 («молоко з тигрового горіха» : «молоко з горіха кеш'ю»), гомогенізують, пастеризують за температури 82°C протягом 10 хв. Після охолодження проводять контрольоване ферментування за температури 20–22°C шляхом внесення стартової культури у концентрації 10<sup>7</sup> КУО/г. Основні фізико-хімічні показники ферментованого напою: активна кислотність – рН 3,25–3,80, білки – 5,23–10,18%, жири – 25,0–35,0%, зола – 2,0–3,5%, сухі речовини – 8,32–11,83% (Assamoi et al., 2023).

**Таблиця 8.16** – Фізико-хімічні показники комбінованих напоїв («рослинного молока») з рослинної сировини (Silva et al., 2024)

Показники	Композиції комбінованих напоїв		
	К1	К2	К3
Вміст білків [г/100 г]	0,78±0,07	1,30±0,07	1,14±0,07
Вміст жирів [г/100 г]	3,60±0,15	2,70±0,10	3,40±0,17
Вміст вуглеводів [г/100 г]	3,40±0,28	2,68±0,15	3,19±0,29
Вміст води [г/100 г]	91,80±0,07	93,0±0,20	91,9±0,10
Вміст золи [г/100 г]	0,35±0,05	0,22±0,12	0,30±0,01
В'язкість [сП]	27,30±0,00	10,80±0,10	9,45±0,10
Кальцій (Ca) [мг/л]	27,8±12,4	10,4±0,1	52,1±1,1
Залізо (Fe) [мг/л]	2,79±0,30	2,02±0,20	2,25±0,10
Магній (Mg) [мг/л]	175,0±2,3	93,3±1,1	217,00±10,3
Калій (K) [мг/л]	351,0±20,3	340,0±66,5	1710±264
Фосфор (P) [мг/л]	289,0±2,0	100,0±7,4	367,0±30,3
Цинк (Zn) [мг/л]	3,49±0,20	2,18±0,20	3,84±0,50

**Примітка:** композиції комбінованих напоїв: К1 – 4,76% бразильські горіхи + 85,71% горіхи кеш'ю + 9,52% насіння соняшника; К2 – 69,75% горіхи кеш'ю + 13,04% фундук + 17,39% соя; К3 – 38,10% бразильські горіхи + 57,14% горіхи кеш'ю + 4,76% соя.

«Молоко з горіхів кеш'ю» використовують як основу для виготовлення йогурту (Shori et al., 2022). Для виготовлення «рослинного молока» горіхи кеш'ю замочують у дистильованій воді протягом 12 год (рис. 8.3), суміш подрібнюють та фільтрують. Проводять центрифугування суспензії за частоти 2000 об/хв та температури 4°C протягом 15 хв. Прозорий надосадовий шар пастеризують за температури 90°C протягом 5 хв. Для виготовлення йогурту змішують охолоджене пастеризоване «рослинне молоко» із закваскою (2%). Закваска містить

штами пробіотичних бактерій роду *Lactobacillus* spp., зокрема *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei* та *Lactobacillus plantarum*, які поєднують з *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Lactis*. Після інокулювання суміш інкубують за температури 42°C протягом 3 год до утворення згустку. Ферментування йогурту зупиняють шляхом охолодження у холодній водянній бані протягом 1 год. Зберігають йогурт за температури 4°C. Йогурт на основі «молока з горіхів кеш'ю» має більший вміст фенольних сполук та флавоноїдів, а також хороші органолептичні властивості (Shori et al., 2022).

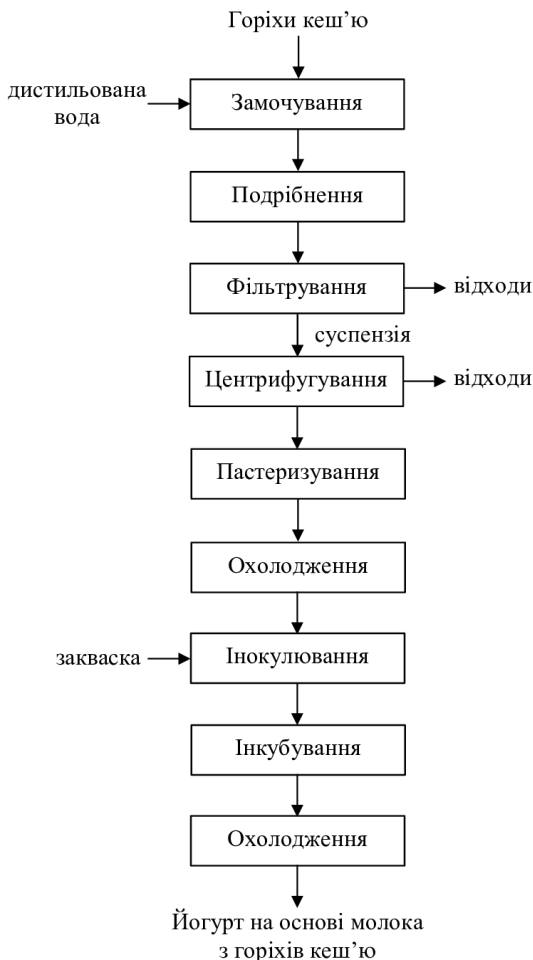


Рисунок 8.3 – Схема способу виготовлення йогурту на основі «молока з горіхів кеш'ю» (Shori et al., 2022)

Ще один спосіб виготовлення йогурту на основі «молока з горіхів кеш'ю» запропоновано у науковій праці (Jayeola et al., 2018). Відповідно до способу (рис. 8.4), ядра кеш'ю сушать за температури 60°C протягом 6 год для полегшення відокремлення тонкої оболонки (тести). Потім їх замочують в 5%-му розчині хлориду натрію (NaCl) на 8–10 год. Після замочування ядра очищують та подрібнюють до однорідної пастоподібної консистенції. Отриману пасту розчиняють у воді у співвідношенні 1:3, фільтрують, додають цукор та ароматизатори. Суміш пастеризують за температури 78°C протягом 30 хв та охолоджують до температури 45°C. Для приготування йогурту «молоко з горіхів кеш'ю» інокулюють *Streptococcus thermophilus* та інкубують за температури 45°C протягом 7 год до утворення згустку, готовий йогурт охолоджують. Фізико-хімічні показники йогурту на основі «молока з горіхів кеш'ю» подані в таблиці 8.17. Продукт має високий вміст білків (16,88%) та жирів (40,32%) порівняно з традиційним йогуртом. Активна кислотність розробленого йогурту (рН 4,20) знаходиться в типовому діапазоні для йогуртів.

Для виготовлення йогурту поєднують коров'яче молоко з «молоком з горіхів кеш'ю» (Olatidoje et al., 2017). Для виготовлення такого йогурту рекомендовано використовувати закваси з молочнокислими бактеріями *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus bulgaricus*. Виготовлення йогурту розпочинають із сортування ядер горіхів кеш'ю (рис. 8.5). Після цього їх промивають та бланшують для знищення мікроорганізмів та зменшення вмісту антипоживних речовин. Бланшовані ядра замочують у розчині натрію гідрокарбонату (0,05%) протягом однієї години з метою скорочення тривалості варіння та покращення смакових властивостей. Після замочування ядра очищують від оболонки (тести), повторно промивають та подрібнюють у вологому вигляді. Отриману масу фільтрують та кип'ятять протягом 20 хв із періодичним видаленням піни. Йогурт виготовляють на основі суміші «молока з горіхів кеш'ю» та відновленого коров'ячого молока, яку гомогенізують та пастеризують за температури 80°C протягом 30 хв. Охолоджену суміш інокулюють закваскою, ретельно перемішують та інкубують за температури 43°C протягом 5 год. Для покращення консистенції та стабільності до йогурту додають крохмаль, стабілізатори та емульгатори. Для підсолоджування до суміші додають цукор.

Результати аналізу фізико-хімічних показників композицій йогурту (таблиця 8.18) продемонстрували, що найбільш прийнятним є йогурт, що виготовляють з суміші коров'ячого молока (90%) та «молока з горіхів кеш'ю» (10%). Цей продукт має такі показники поживної цінності: вода – 86,67%, білки – 3,25%, жири – 3,18%, зола – 0,44%, лактоза – 6,77%. Титрована кислотність такого йогурту – 1,36%, а активна кислотність рН – 4,40. За органолептичними показниками цей йогурт не відрізняється від традиційного продукту (Olatidoje et al., 2017).



**Рисунок 8.4** – Схема способу виготовлення йогурту на основі «молока з сушених горіхів кеш'ю» (Jayeola et al., 2018)

**Таблиця 8.17** – Фізико-хімічні показники йогурту на основі «молока з горіхів кеш'ю» (*Jayeola et al., 2018*)

Показники	Значення	Показники	Значення
Вміст білків [%]	16,88	Вміст СР [%]	14,65
Вміст жирів [%]	40,32	Відносна густина	1,032
Вміст води [%]	64,52	Активна кислотність рН	4,20
Вміст золи [%]	0,84	Титрована кислотність [%]	0,55

**Примітка:** СР – сухі речовини.

Йогурт також виготовляють з суміші «соевого молока» та «молока з горіхів кеш'ю» (*Antoine et al., 2023*). Для приготування «соевого молока» цілі боби ретельно промивають, замочують у дистильованій воді протягом 48 год, після чого повторно промивають водою для видалення сторонніх домішок. Далі соєві боби очищують від оболонки і подрібнюють у співвідношенні 1 кг бобів до 5 л води. Отриману суспензію фільтрують для отримання «рослинного молока». Для отримання «молока з горіхів кеш'ю» їх очищають, замочують у воді протягом 6 год. Після цього воду зливають, а розм'якшені горіхи подрібнюють, додаючи воду у співвідношенні 1:6 (горіхи : вода). Отриману масу фільтрують для отримання «рослинного молока». Два види «рослинного молока» змішують у співвідношенні 80:20 (соеве : кеш'ю), гомогенізують, пастеризують за температури 82°C протягом 10 хв, після чого ферментують за температури 20–22°C шляхом внесення закваски у кількості 10<sup>7</sup> КУО/г. Активна кислотність таких йогуртів становить рН 3,3–3,9, а титрована кислотність – 0,66–0,99%. Вміст жирів у йогуртах на основі суміші різних видів «рослинного молока» залежно від їх співвідношення коливається в межах 34,50–38,25%, вміст білків – 6,43–12,17 мг/мл та вміст золи – 2,25–2,50% (*Antoine et al., 2023*).

Для виготовлення сироподібного продукту на основі «молока з горіхів кеш'ю» або у комбінації з «соевим молоком» ядра горіхів кеш'ю ретельно промивають та замочують протягом 8–10 год для гідратування, що сприяє підвищенню виходу «молока» (*Ouyezinka et al., 2019*). Зволожені ядра подрібнюють, а отриману суспензію фільтрують для відокремлення «горіхового молока». У випадку виготовлення продукту на основі суміші «молока з горіхів кеш'ю» та «соевого молока», їх змішують у співвідношенні: «молоко з горіхів кеш'ю» – 40%, «соеве молоко» – 60%. Суміш кип'ятять протягом 5 хв, періодично перемішуючи, після чого охолоджують до температури 78°C. Для коагулювання до суміші додають розчин коагулянта та перемішують. Суміш витримують протягом 30 хв для повного згортання. Згусток відціджують й пресують під навантаженням протягом 45 хв.

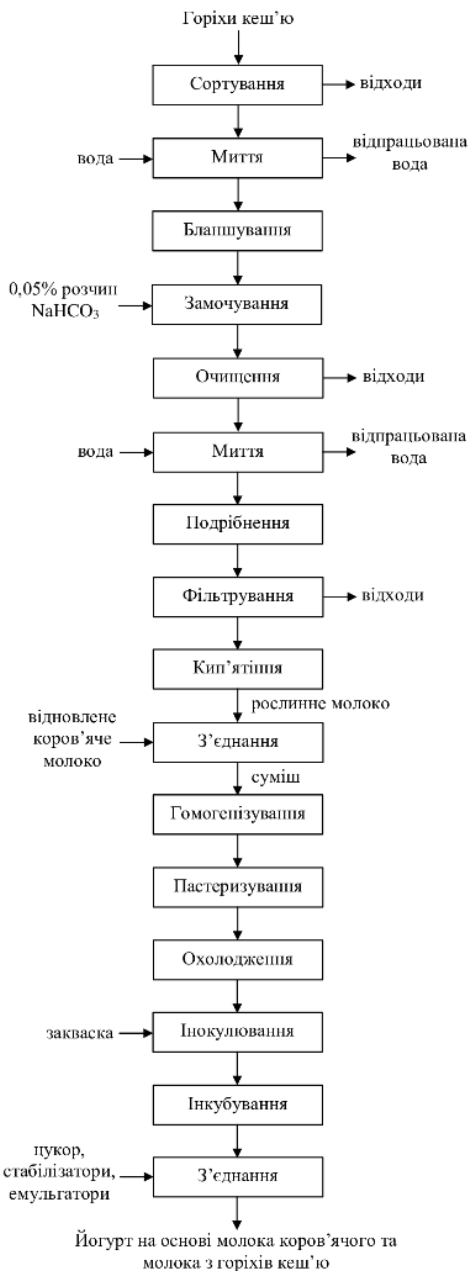


Рисунок 8.5 – Схема способу виготовлення йогурту на основі молока коров'ячого та «молока з горіхів кеш'ю» (Olatidoye et al., 2017)

**Таблиця 8.18** – Фізико-хімічні показники йогурту на основі молока коров'ячого та «молока з горіхів кеш'ю» (*Olatidoye et al., 2017*)

Показники	Композиції йогурту			
	K1	K2	K3	K4
Вміст білків [%]	3,21	2,65	2,80	2,98
Вміст жирів [%]	3,25	3,18	3,25	3,28
Вміст лактози [%]	6,31	6,77	6,75	6,80
Вміст води [%]	78,05	88,67	88,54	88,44
Вміст золи [%]	0,45	0,44	0,45	0,48
Вміст цукру [%]	14,20	18,31	18,66	18,96
Титрована кислотність [%]	1,46	1,36	1,35	1,50
Активна кислотність рН	4,35	4,30	4,28	4,25
Відносна густина	1,015	1,017	1,021	1,026

**Примітка:** композиції йогурту: K1 – 100% молоко коров'яче; K2 – 90% молоко коров'яче + 10% «молоко з горіхів кеш'ю»; K3 – 80% молоко коров'яче + 20% «молоко з горіхів кеш'ю»; K4 – 70% молоко коров'яче + 30% «молоко з горіхів кеш'ю».

**Таблиця 8.19** – Фізико-хімічні показники сироподібного продукту на основі «рослинного молока» (*Oyeuyinka et al., 2019*)

Показники	Композиції продукту	
	K1	K2
Вміст білків [% СР]	63,99±2,31	48,93±1,36
Вміст жирів [% СР]	6,34±0,93	26,86±2,42
Вміст вуглеводів [% СР]	10,45±2,59	5,17±1,38
Вміст води [%]	47,29±6,48	55,75±1,25
Вміст золи [% СР]	18,76±0,11	18,73±5,08
Вміст клітковини [% СР]	0,46±0,15	0,32±0,16
Активна кислотність рН	5,25±0,07	4,65±0,07
Титрована кислотність [%]	0,13±0,01	0,12±0,01

**Примітка:** СР – сухі речовини; композиції сироподібного продукту: K1 – 60% «соеве молоко» + 40% «молоко з горіхів кеш'ю»; K2 – 100% «молоко з горіхів кеш'ю».

Отриманий продукт нарізають прямокутними шматками та варять із додаванням солі, перцю й приправ. Фізико-хімічні показники сироподібного продукту на основі «молока з горіхів кеш'ю» подані в **таблиці 8.19**. Композиція продукту K1 має більший вміст білків (63,99% СР) порівняно з композицією K2 (48,93% СР), проте композиція K2 має істотно більший вміст жирів (26,86% СР). Вміст вуглеводів більший у

композиції К1 (10,45% СР) порівняно з композицією К2 (5,17% СР). Вміст золи в обох композиціях коливається в межах 18,73–18,76% СР. Вміст клітковини у продукті є низьким 0,32–0,46% СР. Показник активної кислотності композиції К1 більший (рН 5,25), тоді як композиція К2 має рН 4,65 (Ouyinka et al., 2019).

Жирнокислотний склад сироподібного продукту на основі «молока з горіхів кеш'ю» подано в **таблиці 8.20**. Цей продукт характеризується високим вмістом ненасичених жирних кислот. У композиції К2 (100% «молоко з горіхів кеш'ю») частка поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) становить 47,89%, а у композиції К1 вміст ПНЖК – 43,93%. Основну частку ПНЖК складає лінолева кислота, її вміст у композиції К2 – 44,66%, тоді як у композиції К1 – 40,90%. Вміст  $\alpha$ -ліноленової кислоти у композиції продукту К2 (5,82%) дещо менший порівняно з композицією К1 (6,19%). Серед мононенасичених жирних кислот (МНЖК) переважає олеїнова кислота: у композиції К1 – 21,23%, у композиції К2 – 18,82%. Загальний вміст МНЖК більший у композиції К1 (21,23%). У групі насичених жирних кислот (НЖК) переважають пальмітинова та стеаринова кислоти. Загальний вміст НЖК у композиції К2 менший порівняно з композицією К1 (Ouyinka et al., 2019).

**Таблиця 8.20** – Жирнокислотний склад сироподібного продукту на основі «рослинного молока» (Ouyinka et al., 2019)

Жирні кислоти	Композиції продукту [%]	
	К1	К2
Пальмітинова (C16:0)	26,51	25,26
Пальмітолеїнова (C16:1(n-7))	0,08	0,09
Маргарінова (C17:0)	0,01	0,01
Стеаринова (C18:0)	7,94	7,63
Олеїнова (C18:1(n-9))	21,23	18,82
Лінолева (C18:2(n-6))	40,90	44,66
$\alpha$ -ліноленова (C18:3(n-3))	6,19	5,82
Арахінова (C20:0)	0,50	0,19
Арахідонова кислота (C20:4(n-6))	0,04	0,04
Бегенова (C22:0)	0,07	0,07
Ерукова(C22:1(n-9))	0,08	0,09
Лігноцеринова (C24:0)	0,15	0,17
Насичені жирні кислоти (усього)	34,54	32,99
Мононенасичені жирні кислоти (усього)	21,23	18,82
Поліненасичені жирні кислоти (усього)	43,93	47,89

**Примітка:** композиції сироподібного продукту: К1 – 60% «соеве молоко» + 40% «молоко з горіхів кеш'ю»; К2 – 100% «молоко з горіхів кеш'ю».

На основі сумішей з тваринного молока (коров'ячого, верблюдячого) та «молока з горіхів кеш'ю» виготовляють йогуртовий сир (лабне) (Al-Sulbi & Shori, 2022). Для цього горіхи кеш'ю замочують у дистильованій воді протягом 12 год. Отриману суміш подрібнюють, фільтрують та центрифугують (2000 об/хв, 4°C) протягом 15 хв. Отримане «рослинне молоко» пастеризують за температури 90°C упродовж 5 хв. Змішують тваринне молоко і «рослинне молоко» та додають закваску (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*) у кількості 2%. Після додавання закваски суміш ретельно перемішують та інкубують за температури 41°C протягом 3 год. Йогурт центрифугують, внаслідок чого відокремлюється сироватка. Отриманий твердий осад (йогуртовий сир – лабне) зберігають за температури 4°C.

Розроблено сир на основі горіхів кеш'ю, збагачений ірландським мохом (*Chondrus crispus*) та червоними водоростями (*Porphyra* sp.) (Campos et al., 2024). Для виготовлення продукту червоні водорості (*Porphyra* sp.) та ірландський мох сушать на повітрі та подрібнюють до розміру частинок  $2,87 \pm 0,99$  мм (*C. Crispus*) та  $1,47 \pm 0,49$  мм (*Porphyra* sp.). Для запобігання мікробному забрудненню сировину обробляють УФ-опроміненням протягом 48 год. Горіхи кеш'ю замочують у воді на 12 год за температури 6–7°C. Після замочування їх варять протягом 2 хв у воді (температура  $\approx 88^\circ\text{C}$ ), зливають воду й подрібнюють до утворення густої пасти. Далі пасту змішують з харчовими дріжджами (3%), збагаченими вітаміном В<sub>12</sub>, білою місо-пастою (непастеризованою) та мінеральною водою до отримання однорідної маси. До суміші додають пробіотичний комплекс (0,1%), що містить *Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium lactis*. Отриману суміш пресують для відокремлення надлишкової рідини та жиру. У суміш додають рослинну сировину (*Chondrus crispus* або *Porphyra* sp.) у кількості 2%, формують продукт у форми та витримують протягом 2 діб за температури 6–7°C. Через 2 доби продукт виймають з форм та посипають поверхню сіллю (2%). Ферментований продукт сушать за температури 40°C протягом 30 год, після чого залишають для дозрівання за температури 6–8°C та вологості 45–73% з щоденним перевертанням упродовж 15 діб.

Фізико-хімічні показники сиру з ірландським мохом (*Chondrus crispus*) та червоними водоростями (*Porphyra* sp.) подані в **таблиці 8.21**. Вміст білків та жирів у збагачених композиціях ферментованого кеш'ю-сиру дещо менший внаслідок доданої рослинної сировини. Водночас вміст макро- та мікроелементів, зокрема Ca, K, Mg, Na, Fe, I, Se та Zn, істотно більший (**таблиця 8.22**). Основний вплив додавання ірландського моху (*Chondrus crispus*) та червоних водоростей (*Porphyra* sp.) пов'язано з органолептичними властивостями продукту (Campos et al., 2024), зокрема зміною кольору та окремих текстурних характеристик (твердості, пружності).

**Таблиця 8.21** – Фізико-хімічні показники сиру з ірландським мохом та червоними водоростями (*Campos et al., 2024*)

Показники	Композиції сиру		
	К1	К2	К3
Вміст білків [% СР]	18,92±0,00	18,26±0,45	18,73±0,20
Вміст жирів [% СР]	37,45±0,44	34,51±3,85	32,91±0,16
Вміст СР [%]	64,63±0,88	67,96±0,53	69,79±0,59
Вміст води [%]	35,37±0,88	32,04±0,53	30,21±0,59
Вміст золи [% СР]	2,81±0,08	3,63±0,15	3,12±0,09
Активна кислотність рН	5,27±0,12	5,07±0,15	5,07±0,06
Вміст NaCl [г/100 г]	2,67±0,21	2,50±0,10	2,43±0,15
Індекс білизни <i>WI</i>	45,67±1,88	41,55±2,16	36,44±2,46
Твердість [Н]	6,01±0,56	7,90±0,68	9,69±0,66
Пружність [мм]	1,70±0,25	1,91±0,30	2,29±0,19

**Примітка:** СР – сухі речовини; композиції сиру: К1 – без *Chondrus crispus* та *Porphyra* sp.; К2 – з додаванням *Chondrus crispus*; К3 – з додаванням *Porphyra* sp.

**Таблиця 8.22** – Вміст мінеральних речовин у сири з ірландським мохом та червоними водоростями (*Campos et al., 2024*)

Показники	Композиції сиру		
	К1	К2	К3
Кальцій (Ca) [г/кг СР]	0,81±0,09	1,07±0,06	1,77±0,19
Фосфор (P) [г/кг СР]	7,59±0,41	6,64±0,65	7,98±0,66
Магній (Mg) [г/кг СР]	3,13±0,19	3,51±0,15	3,19±0,50
Калій (K) [г/кг СР]	2,59±0,24	3,79±0,31	2,79±1,05
Натрій (Na) [г/кг СР]	6,19±0,24	9,53±0,18	7,38±1,10
Залізо (Fe) [мг/кг СР]	49,48±2,14	60,14±0,21	48,21±2,97
Селен (Se) [мг/кг СР]	2,05±0,02	2,54±0,33	2,15±0,19
Цинк (Zn) [мг/кг СР]	40,13±2,52	66,76±2,51	46,78±6,55
Манган (Mn) [мг/кг СР]	15,03±0,18	15,84±1,29	14,88±1,31

**Примітка:** СР – сухі речовини; композиції сиру: К1 – без *Chondrus crispus* та *Porphyra* sp.; К2 – з додаванням *Chondrus crispus*; К3 – з додаванням *Porphyra* sp.

«Молоко з горіхів кеш'ю» використовують для виготовлення морозива (*Yahaya et al., 2022*). Для цього обсмажені ядра горіхів кеш'ю замочують у воді протягом 6 год (**рис. 8.6**). Після замочування воду зціджують та подрібнюють ядра до стану пюре з додаванням води у співвідношенні 1:6 (ядра : вода). Суспензію фільтрують для отримання «рослинного молока з горіхів кеш'ю». «Рослинне молоко» кип'ятять до припинення піноутворення та охолоджують. «Молоко з горіхів кеш'ю»

використовують для часткової заміни знежиреного коров'ячого молока у складі суміші для морозива.



**Рисунок 8.6** – Схема способу виготовлення морозива із знежиреного коров'ячого молока та «молока з горіхів кеш'ю» (Yahaya et al., 2022)

Рекомендоване співвідношення у суміші для морозива: коров'яче молоко – 80%, «молоко з горіхів кеш'ю» – 20%. Компонентами суміші для морозива також є сухі знежирені молочні речовини, молочний жир, цукор, стабілізатор, емульгатор, вода. Усі компоненти ретельно перемішують, після чого суміш пастеризують за температури 80°C протягом 30 с і гомогенізують у два етапи за тиску 13,8 МПа та 3,6 МПа протягом 5 хв. Гомогенізовану суміш для морозива швидко охолоджують та витримують за температури 4°C протягом 8–10 год. Виготовлення морозива із суміші (фрізерування) проходить у морозилці протягом 20 хв. Збите морозиво зберігають за температури -20°C. Фізико-хімічні показники морозива з різним співвідношенням знежиреного коров'ячого молока та «молока з горіхів кеш'ю» подано в таблиці 8.23. За результатами аналізу вмісту основних поживних речовин встановлено, що композиції морозива з «молоком з горіхів кеш'ю» містять: білки – 3,12–3,93%, жири – 2,29–2,66%, вуглеводи – 11,0–13,1%, клітковина – 0,08–0,43%, вода – 80,1–81,9%, зола – 3,87–3,97%. Активна кислотність композицій морозива (після танення) з «молоком з горіхів кеш'ю» коливається у межах рН 7,0–7,1, а морозива із знежиреним коров'ячим молоком – рН 6,7.

**Таблиця 8.23** – Фізико-хімічні показники морозива із знежиреного коров'ячого молока та «молока з горіхів кеш'ю» (Yahaya et al., 2022)

Показники	Композиції морозива				
	К1	К2	К3	К4	К5
Вміст білків [%]	3,12	3,14	3,60	3,93	3,48
Вміст жирів [%]	2,66	2,49	2,43	2,29	2,69
Вміст вуглеводів [%]	13,10	11,00	12,43	11,38	13,17
Вміст клітковини [%]	0,08	0,21	0,43	0,36	0,25
Вміст золи [%]	3,87	3,89	3,95	3,97	3,12
Вміст води [%]	80,2	81,9	80,1	81,0	81,4
Активна кислотність рН	7,0	7,0	7,1	7,1	6,7

**Примітка:** композиції морозива: К1 – 90% знежирене коров'яче молоко (ЗКМ) + 10% «молоко з горіхів кеш'ю» (МГК); К2 – 80% ЗКМ + 20% МГК; К3 – 70% ЗКМ + 30% МГК; К4 – 60% ЗКМ + 40% МГК; К5 – 100% ЗКМ.

У науковій праці (Matabura, 2023) розроблено морозиво, що містить «молоко з горіхів кеш'ю», «кокосові вершки», банани, вершкове масло, цукор, деіонізовану воду та стабілізатор. Компоненти морозива змішують, пастеризують за температури 90°C протягом 1 хв та охолоджують за температури 4°C. Охолоджену суміш залишають на 24 год за температури 4°C для дозрівання. Після дозрівання суміш для морозива гомогенізують

та заморожують за температурі  $-20^{\circ}\text{C}$  протягом 12 год, після чого залишають ще на 24 год для твердіння.

Фізико-хімічні показники композицій морозива подані в **таблиці 8.24**. Зі зростанням вмісту «кокосових вершків» у рецептурі морозива вміст води зменшується, водночас вміст білків, жирів, золи та клітковини збільшується. Проте у композиціях морозива вміст вуглеводів істотно не змінюється. Танення морозива розпочинається після 60 хв. Композиція К1 повністю (100%) тоне за 150 хв, тоді як композиції К2 та К3 за цей проміжок часу тануть, відповідно, на 55% та 38% (Matabura, 2023).

**Таблиця 8.24** – Фізико-хімічні показники морозива із «молока з горіхів кеш'ю» (Matabura, 2023)

Показники	Композиції морозива [г/1000 г]		
	К1	К2	К3
Вміст білків	3,71±0,27	3,80±0,48	4,60±0,52
Вміст жирів	6,04±0,52	7,87±0,34	10,46±0,71
Вміст вуглеводів	23,68±2,14	23,58±1,80	22,17±2,16
Вміст клітковини	1,85±0,10	2,18±0,24	2,54±0,32
Вміст золи	0,62±0,05	0,75±0,06	0,93±0,04
Вміст води	64,10±1,41	61,82±1,05	59,30±1,20

**Примітка:** композиції морозива: К1 – 57,4% «молоко з горіхів кеш'ю» (МГК) + 12,0% «кокосові вершки» + 13,1% вода; К2 – 55,7% МГК + 15,0% «кокосові вершки» + 11,8% вода; К3 – 53,6% МГК + 18,0% «кокосові вершки» + 10,9% вода; в усіх композиціях: 7% банани + 6% цукровий сироп + 4% вершкове масло + 0,5% стабілізатор.

Для покращення органолептичних властивостей морозива, зокрема смаку, аромату та текстури, запропоновано поєднувати у рецептурі два інгредієнти – «кокосове молоко» та «молоко з горіхів кеш'ю» (Pangastuti & Kurnia, 2024). Результати аналізу вмісту жирів у морозиві, виготовленому на основі цих компонентів, показують, що зі збільшенням частки «молока з горіхів кеш'ю» зменшується вміст жирів у продукті. Зокрема, за співвідношень «кокосового молока» та «молока з горіхів кеш'ю» у морозиві 60:40, 50:50 та 40:60 вміст жирів, відповідно, становить 8,00%, 7,35% та 6,95% (Pangastuti & Kurnia, 2024). Вміст сухих речовин у морозиві, виготовленому із суміші різних видів «рослинного молока», коливається у межах 21,4–23,4% (Iwank Afifa & Kurnia, 2024).

### Список використаних джерел до розділу 8

Adeigbe, O.O., Olasupo, F.O., Adewale, B.D., & Muyiwa, A.A. (2015). A review on cashew research and production in Nigeria in the last four decades. *Scientific Research and Essays*, 10(5), 196-209. doi:10.5897/SRE2014.5953.

Al-Sulbi, O.S., & Shori, A.B. (2022). Viability of selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp. and sensory evaluation of concentrated yogurt (labneh) made from cow, camel, and cashew milk. *Food Science and Technology*, 42, e113321. doi:10.1590/fst.113321.

Antoine, A., Koua, A., Djeneba, O., & D'Avila, G. (2023). Primary characterization of a novel soymilk-cashew fermented with an improving of its antioxidant and anti-inflammatory contents. *Food and Nutrition Sciences*, 14, 421-435. doi:10.4236/fns.2023.145028.

Assamoi, A., Atobla, K., Ouattara, D., & Koné, R. (2023). Potential probiotic tiger nut-cashew nut-milk production by fermentation with two lactic bacteria isolated from Ivorian staple foods. *Agricultural Sciences*, 14, 584-600. doi:10.4236/as.2023.144039.

Aydar, E.F., Tutuncu, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70, 103975. doi:10.1016/j.jff.2020.103975.

Batubara, S. (2022). A combination of telang flower extracts and honey on cashew milk as a potential functional drink with high antioxidant content. *Current Developments in Nutrition*, 6(1), 505. doi:10.1093/cdn/nzac077.008.

Bruno, L.M., Lima, J.R., Wurlitzer, N.J., & Rodrigues, T.C. (2019). Non-dairy cashew nut milk as a matrix to deliver probiotic bacteria. *Food Science and Technology*, 40(3), 604-607. doi:10.1590/fst.14219.

Campos, B.M., Moreira-Leite, B., Salgado, A., Ramalho, E., Marmelo, I., Malfeito-Ferreira, M., Sousa, P., Diniz, M.S., & Mata, P. (2024). Fermented cashew nut cheese alternative supplemented with *Chondrus crispus* and *Porphyra* sp. *Applied Sciences*, 14(23), 11082. doi:10.3390/app142311082.

Chandrasekara, N., & Shahidi, F. (2011). Effect of roasting on phenolic content and antioxidant activities of whole cashew nuts, kernels, and testa. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(9), 5006-5014. doi:10.1021/jf2000772.

Chen, Y.-Y., Li, N.-y., Guo, X., Huang, H.-j., Garcia-Oliveira, P., Sun, J.-y., Zhang, J.-d., Prieto, M. A., Guo, Z.-q., & Liu, C. (2023). The nutritional and bio-active constituents, functional activities, and industrial applications of cashew (*Anacardium occidentale*): A review. *Food Frontiers*, 4, 1606-1621. doi:10.1002/fft2.250.

Da Silveira Maia, I.C., Cordeiro Macedo, E.B., Pereira dos Santos, L., de Oliveira Bordin, E., de Oliveira Lima, L., Feihmann, A.C., Marcolino, V.A., Barão, C.E., & Colombo Pimentel, T. (2025). Ultrasound as an alternative for pasteurization of cashew nut milks: Improvements in the rheological and technological properties, fatty acid profile and acceptance. *Food Bioscience*, 63, 105649. doi:10.1016/j.fbio.2024.105649.

Dendena, B., & Corsi, S. (2014). Cashew, from seed to market: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34, 753-772. doi:10.1007/s13593-014-0240-7.

Griffin, L.E., & Dean, L.L. (2017). Nutrient composition of raw, dry-roasted, and skin-on cashew nuts. *Journal of Food Research*, 6(6), 13-28. doi:10.5539/jfr.v6n6p13.

Iwank Afifa, S., & Kurnia, P. (2024). Test of total solids and melting rate of coconut milk-based ice cream combined with cashew milk. *Journal La Lifesci*, 5(3), 250-260. doi:10.37899/journallalifesci.v5i3.1457.

Jayeola, O., Yahaya, E., Ogunwolu, O., Igbinalolor, R., & Mokuwunye, C. (2018). Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of cashew milk formulated yoghurt. *African Journal of Food Science*, 12(8), 204-209. doi:10.5897/AJFS2017.1607.

Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E.K. (2016). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), 26-33. doi:10.1007/s11130-016-0583-0.

Karunasiri, A.N., Gunawardane, M., Senanayake, C.M., Jayathilaka, N., & Seneviratne, K.N. (2020). Antioxidant and nutritional properties of domestic and commercial coconut milk preparations. *International Journal of Food Science*, 2020, 3489605. doi:10.1155/2020/3489605.

Lima, J.R., Bruno, L.M., Wurlitzer, N.J., Sousa, P.H.M.D., & Holanda, S.A.D.M. (2020). Cashew nut-based beverage: Development, characteristics and stability during refrigerated storage. *Food Science and Technology*. doi:10.1590/fst.33819.

Malik, J.A., & Bhadauria, M. (2020). Cashew nut (*Anacardium occidentale*). In: G.A. Nayik, A. Gull (eds.), *Antioxidants in Vegetables and Nuts – Properties and Health Benefits* (pp. 539-557). Springer, Singapore. doi:10.1007/978-981-15-7470-2\_28.

Matabura, V.V. (2023). Plant-based ice cream: Processing, composition and meltdown properties analysis. *Tanzania Journal of Science*, 49(2), 446-455. doi:10.4314/tjs.v49i2.15.

Mendes, C., Costa, J., Vicente, A.A., Oliveira, M.B.P.P., & Mafra, I. (2019). Cashew nut allergy: Clinical relevance and allergen characterisation. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 57, 1-22. doi:10.1007/s12016-016-8580-5.

Muhammad, F.M., Ahsan, M., Rabia, S., & Nazir, A. (2017). Nutritional and sensory properties of cashew seed (*Anacardium occidentale*) milk. *Modern Concepts & Developments in Agronomy*, 1(1), 000501.

Nair, K.P. (2021). Cashew nut (*Anacardium occidentale* L.). In: *Tree Crops* (pp. 27-78). Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-030-62140-7\_2.

Oliveira, N.N., Mothé, C.G., Mothé, M.G., & Guimarães de Oliveira, L. (2020). Cashew nut and cashew apple: a scientific and technological monitoring

worldwide review. *Journal of Food Science and Technology*, 57, 12-21. doi:10.1007/s13197-019-04051-7.

Olatidoye, O.P., Sobowale, S.S., Ogundipe, O.O., Adebayo-Oyetoro, A.O., & Akinwande, F.F. (2017). Production and quality evaluation of imitation yoghurt from blends of cow milk and cashew nut milk (*Anacardium occidentale*). *International Journal of Advanced Research and Publications*, 1(5), 379-385.

Oyeyinka, A.T., Odukoya, J.O., & Adebayo, Y.S. (2019). Nutritional composition and consumer acceptability of cheese analog from soy and cashew nut milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43, e14285. doi:10.1111/jfpp.14285.

Pangastuti, D., & Kurnia, P. (2024). Fat content and antioxidant activity in coconut milk-based ice cream with cashew milk combination. *Journal La Lifesci*, 5(3), 261-266. doi.org:10.37899/journallalifesci.v5i3.1450.

Reyes-Jurado, F., Soto-Reyes, N., Dávila-Rodríguez, M., Lorenzo-Leal, A. C., Jiménez-Munguía, M. T., Mani-López, E., & López-Malo, A. (2021). Plant-based milk alternatives: Types, processes, benefits, and characteristics. *Food Reviews International*, 39(4), 2320-2351. doi:10.1080/87559129.2021.1952421.

Rico, R., Bulló, M., & Salas-Salvadó, J. (2016). Nutritional composition of raw fresh cashew (*Anacardium occidentale* L.) kernels from different origin. *Food Science & Nutrition*, 4, 329-338. doi:10.1002/fsn3.294.

Sanjana, K., Buvaneshwaran, M., Moses, J.A., Hema, V., & Sinija, V.R. (2025). Effect of thermal and high-pressure processing on the quality and shelf life of coconut-cashew nut milk beverage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 19, 1469-1481. doi:10.1007/s11694-024-03091-8.

Shori, A.B., Aljohani, G.S., Al-zahrani, A.J., Al-sulbi, O.S., & Baba, A.S. (2022). Viability of probiotics and antioxidant activity of cashew milk-based yogurt fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp. *LWT*, 153, 112482. doi:10.1016/j.lwt.2021.112482.

Silva, A.R.A.d., Santelli, R.E., Braz, B.F., Silva, M.M.N., Melo, L., Lemes, A.C., & Ribeiro, B.D. (2024). A comparative study of dairy and non-dairy milk types: Development and characterization of customized plant-based milk options. *Foods*, 13(14), 2169. doi:10.3390/foods13142169.

Tamuno, E.N.J., & Monday, A.O. (2019). Physicochemical, mineral and sensory characteristics of cashew nut milk. *International Journal of Food Science and Biotechnology*, 4(1), 1-6. doi:10.11648/j.ijfsb.20190401.11.

Walther, B., Guggisberg, D., Badertscher, R., Egger, L., Portmann, R., Dubois, S., Haldimann, M., Kopf-Bolan, K., Rhyn, P., Zoller, O., Veraguth, R. & Rezzi, S. (2022) Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. *Frontiers in Nutrition*, 9, 988707. doi:10.3389/fnut.2022.988707.

Williams, B., Hewage, S.P.W.R., Alexander, D., & Fernando, H. (2025). 1H-NMR lipidomics, comparing fatty acids and lipids in cow, goat, almond,

cashew, soy, and coconut milk using NMR and mass spectrometry. *Metabolites*, 15(2), 110. doi:10.3390/metabo15020110.

Yahaya, L.E., Aroyeun, S.O., Adeyemi, E.A., Oloyede, A.A., Mokwunye, F.C., Aroyeun, H.E., Raji, M.O., Ajewole, A.O., & Olalekan-Adeniran, M.A. (2022). Proximate, antioxidants, microbiological and sensory profiles of cashew kernel/skimmed milk (CKM/SKM) ice cream blends during storage. *African Journal of Food Science and Technology*, 13(5), 1-8. doi:10.14303//ajfst.2022.022.

Zheng, B., Zhou, H., & McClements, D.J. (2021). Nutraceutical-fortified plant-based milk analogs: Bioaccessibility of curcumin-loaded almond, cashew, coconut, and oat milks. *LWT*, 147, 111517. doi:10.1016/j.lwt.2021.111517.

## 9 «ФУНДУКОВЕ МОЛОКО»

## 9.1 Фундук та його властивості

Фундук належить до роду *Corylus avellana* L. родини *Betulaceae* (Wani et al., 2020). Плід фундука – це горіх, що містить шкаралупу з ядром у шкірці. Фундук зазвичай споживають у вигляді цілих горіхів (свіжих, обсмажених). Його широко використовують як інгредієнт у різноманітних харчових продуктах, зокрема у кондитерських виробках та випічці (*Shahidi et al., 2007*). Однак фундук є джерелом алергенів і його вживання може викликати алергічні реакції у чутливих осіб. Алергія на фундук – це IgE-опосередкована реакція гіперчутливості I типу, що викликається білками фундука та, зазвичай, виникає протягом кількох хвилин після споживання (*Calamelli et al., 2021*). Фундук також може бути потенційним джерелом мікотоксинів внаслідок грибкових інфекцій під час розвитку плодів та їх перероблення (*Salvatore et al., 2023*).

Хімічний склад фундука вказує на його високу харчову цінність (таблиця 9.1). У горіхах фундука високий вміст білків (10–24%) та жирів (50–73%). Кількість вуглеводів у горіхах коливається в межах 10–22%, а вміст золи – 2,2–2,8%. Фундук також містить значну кількість клітковини: нерозчинної – 10,67 г/100 г, розчинної – 2,21 г/100 г. Горіхи фундука мають низьку вологість – 3,9% (*Alasalvar et al., 2003*). Вміст целюлози та пектину у горіхах коливається в межах 1–3% (*Köksal et al., 2006*). Вміст фенольних кислот в екстракті ядра фундука зі шкіркою: галова кислота – 127±5 мкг/г, кавава кислота – 81±2 мкг/г, *p*-кумарова кислота – 208±15 мкг/г, ферулова кислота – 105±5 мкг/г, синапова кислота – 93±5 мкг/г (*Shahidi et al., 2007*). Порівняно з традиційно вирощеним, органічний фундук має більший вміст насичених жирних кислот, стеролів,  $\gamma$ -токоферолу, фенольних та флавоноїдних сполук, магнію, кальцію та хрому. Водночас вміст білків, золи, ненасичених жирних кислот та марганцю в органічному фундуку менший (*Karaosmanoğlu, 2022*).

Таблиця 9.1 – Вміст поживних речовин у фундуку

Параметри	Значення	Параметри	Значення
Вміст білків [%]	10–24 <sup>a</sup> 15,35 <sup>b</sup>	Вміст целюлози та пектину [%]	1–3 <sup>a</sup>
Вміст жирів [%]	50–73 <sup>a</sup> 61,21 <sup>b</sup>	Вміст води [%]	3,9 <sup>b</sup>
Вміст вуглеводів [%]	10–22 <sup>a</sup> 17,30 <sup>b</sup>	Вміст нерозчинної клітковини [г/100 г]	10,67 <sup>b</sup>
Вміст золи [%]	2,4–2,8 <sup>a</sup> 2,24 <sup>b</sup>	Вміст розчинної клітковини [г/100 г]	2,21 <sup>b</sup>

Примітка: <sup>a</sup>дані (*Köksal et al., 2006*); <sup>b</sup>дані (*Alasalvar et al., 2003*).

Довжина горіхів фундука коливається в межах 15,7–19,9 мм, тоді як ядро має довжину 11,2–15,1 мм (таблиця 9.2). Ширина цілого плоду становить 16,7–19,0 мм, а ядра – 12,6–14,0 мм. Товщина цілого горіха становить 15,7–17,3 мм, а ядра – 11,1–12,04 мм. Маса цілого фундука 1,483–2,314 г, тоді як маса ядра – 0,813–1,332 г. Ядра мають більшу густину (871,5–996,6 кг/м<sup>3</sup>) порівняно з цілими горіхами фундука (666,3–740,8 кг/м<sup>3</sup>). Насипна густина ядер горіха також більша (503,2–585,9 кг/м<sup>3</sup>) порівняно з цілими горіхами (402,3–438,0 кг/м<sup>3</sup>).

Таблиця 9.2 – Фізичні параметри фундука (Ozdemir & Akinci, 2004)

Параметр	Горіх фундука	Ядро фундука
Довжина [мм]	15,7–19,9	11,2–15,1
Ширина [мм]	16,7–19,0	12,6–14,0
Товщина [мм]	15,7–17,3	11,1–12,04
Маса [г]	1,483–2,314	0,813–1,332
Густина [кг/м <sup>3</sup> ]	666,3–740,8	871,5–996,6
Насипна густина [кг/м <sup>3</sup> ]	402,3–438,0	503,2–585,9

Фундук містить низку простих і складних цукрів, а також органічних кислот, що не лише впливають на смак, але й мають значення для його харчової цінності (таблиця 9.3). Загальний вміст цукрів у фундуку становить 3,58 г/100 г. Найбільшу частку серед них має сахароза – 2,67 г/100 г. Інші цукри представлені в менших кількостях: стахіоза – 0,48 г/100 г, фруктоза – 0,14 г/100 г, рафіноза – 0,14 г/100 г, глюкоза – 0,11 г/100 г. Щодо органічних кислот, їх загальний вміст у фундуку становить 1,624 г/100 г (таблиця 9.3). Домінує у горіхах яблучна кислота – 1,050 г/100 г. Інші кислоти містяться в менших кількостях: лимонна кислота – 0,412 г/100 г, щавлева кислота – 0,080 г/100 г, оцтова кислота – 0,049 г/100 г, молочна кислота – 0,032 г/100 г, малеїнова кислота – 0,001 г/100 г (Alasalvar et al., 2003).

У фундуку олеїнова кислота є домінуючою жирною кислотою, її вміст становить 74,2–82,8% від загального вмісту жирів (таблиця 9.4). Натомість  $\alpha$ -ліноленова кислота міститься в найменшій кількості – 0,029–0,076%. Фундук містить більше ненасичених жирних кислот (91,7–94,2%), ніж насичених жирних кислот (5,7–8,2%). Середнє співвідношення ненасичених до насичених жирних кислот становить 13,1, що вказує на переважання корисних жирів у складі фундука (Köksal et al., 2006). Завдяки високому вмісту ненасичених жирних кислот, зокрема мононенасичених, додавання фундука або його похідних до харчових продуктів може значно покращити їхню харчову цінність. Вміст олії у горіхах фундука становить 56,07–68,52% (Köksal et al., 2006).

**Таблиця 9.3** – Вміст цукрів та органічних кислот у фундуку  
(*Alasalvar et al., 2003*)

Цукри	Значення [г/100 г]	Органічні кислоти	Значення [г/100 г]
Фруктоза	0,14±0,05	Щавлева кислота	0,080±0,002
Глюкоза	0,11±0,03	Малеїнова кислота	0,001±0,000
Сахароза	2,67±0,43	Лимонна кислота	0,412±0,005
Міо-інозитол	0,04±0,01	Яблучна кислота*	1,050±0,036
Рафіноза	0,14±0,10	Молочна кислота	0,032±0,001
Стахіози	0,48±0,08	Оцтова кислота	0,049±0,001
Усього цукрів	3,58±0,56	Усього органічних кислот	1,624±0,032

**Примітка:** \*яблучна кислота може містити аскорбінової кислоти до 5,54 мг/100 г.

**Таблиця 9.4** – Вміст жирних кислот та олії у горіхах фундука  
(*Köksal et al., 2006*)

Жирні кислоти	Вміст [г/100 г]	Жирні кислоти	Вміст [г/100 г]
Пальмітинова (C16:0)	4,72–5,87	$\alpha$ -ліноленова (C18:3(n-3))	0,029–0,076
Пальмітолеїнова (C16:1(n-7))	0,22–0,48	ПНЖК	9,87–18,70
Стеаринова (C18:0)	0,86–2,49	Ненасичені жирні кислоти	91,7–94,2
Олеїнова (C18:1(n-9))	74,20–82,80	Насичені жирні кислоти	5,7–8,2
Лінолева (C18:2(n-6))	9,82–18,70	Вміст олії [%]	56,07–68,52

**Примітка:** ПНЖК – поліненасичені жирні кислоти.

Горіхи фундука містять більшість незамінних амінокислот, зокрема гістидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, треонін та валін (**таблиця 9.5**). Серед них лейцин має найбільший вміст – 924–1271 мг/100 г, натомість найменший вміст має метіонін (124–189 мг/100 г). 3-поміж замінних амінокислот найбільший вміст мають глутамінова кислота (2196–3475 мг/100 г) та аргінін (1187–2322 мг/100 г) (*Köksal et al., 2006*).

Горіхи фундука містять вітаміни групи В, вітамін С (аскорбінова кислота), вітамін Е (токоферол) та вітамін А (ретинол) (**таблиця 9.6**). Серед вітамінів групи В найбільший вміст мають вітамін В<sub>3</sub> (ніацин) та вітамін В<sub>6</sub> (піридоксин). Сукупна кількість усіх форм вітаміну Е (токоферол) у горіхах фундука коливається в межах 17,9–41,4 мг/100 г, з найбільшим вмістом  $\alpha$ -токоферолу (17,2–38,4 мг/100 г).

**Таблиця 9.5** – Амінокислотний склад фундука (*Köksal et al., 2006*)

Амінокислоти	Вміст [мг/100 г]	Амінокислоти	Вміст [мг/100 г]
Аланін	631–825	Гістидин	315–590
Аспарагінова кислота	489–1697	Ізолейцин	318–689
Глутамінова кислота	2196–3475	Лейцин	924–1271
Гліцин	513–724	Лізин	378–519
Пролін	513–819	Метіонін	124–189
Серин	494–1082	Фенілаланін	542–767
Тирозин	414–597	Треонін	416–517
Аргінін	1187–2322	Валін	616–807

**Таблиця 9.6** – Вміст вітамінів у горіхах фундука (*Köksal et al., 2006*)

Вітаміни	Вміст [мг/100 г]	Вітаміни	Вміст [мг/100 г]
Вітамін В <sub>1</sub>	0,106–0,580	Вітамін С	1,38–3,00
Вітамін В <sub>2</sub>	0,041–0,067	Ретинол	1,21–9,06
Вітамін В <sub>3</sub>	0,804–2,010	$\alpha$ -токоферол	17,2–38,4
Вітамін В <sub>6</sub>	0,216–0,716	$\gamma$ -токоферол [мкг/100 г]	0,38–2,98
Вітамін В <sub>9</sub> [мкг/100 г]	9–82	$\delta$ -токоферол	0,52–3,41

Вміст мінеральних речовин у ядрах фундука залежить від сорту та умов вирощування, зокрема ґрунту та кліматичних умов (**таблиця 9.7**). Серед макроелементів у горіхах фундука найбільше калію (382–1470 мг/100 г). Також у горіхах міститься фосфор (202–370 мг/100 г), кальцій (65–328 мг/100 г), магній (2,4–10,0 мг/100 г) та натрій (2,0–3,8 мг/100 г). Серед мікроелементів найбільший вміст у горіхах мають манган (2,4–10,0 мг/100 г) та залізо (3,2–5,1 мг/100 г). У меншій кількості у горіхах містяться цинк (2,2–4,4 мг/100 г), мідь (1,7–3,2 мг/100 г) та селен (0,06 мг/100 г).

**Таблиця 9.7** – Вміст мінеральних речовин у горіхах фундука

Мінеральні речовини	Вміст [мг/100 г]	Мінеральні речовини	Вміст [мг/100 г]
1	2	3	4
Фосфор (P)	202–370 <sup>a</sup> 355,7 <sup>b</sup>	Залізо (Fe)	3,2–5,1 <sup>a</sup> 4,97 <sup>b</sup>

Продовження таблиці 9.7

1	2	3	4
Натрій (Na)	2,0–3,8 <sup>a</sup> 3,13 <sup>b</sup>	Мідь (Cu)	1,7–3,2 <sup>a</sup> 1,6 <sup>b</sup>
Манган (Mn)	2,4–10,0 <sup>a</sup> 3,29 <sup>b</sup>	Кальцій (Ca)	65–328 <sup>a</sup> 193,4 <sup>b</sup>
Магній (Mg)	144–224 <sup>a</sup> 176,5 <sup>b</sup>	Цинк (Zn)	2,2–4,4 <sup>a</sup> 1,94 <sup>b</sup>
Калій (K)	382–1470 <sup>a</sup> 761,0 <sup>b</sup>	Селен (Se)	0,06 <sup>b</sup>

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (Köksal et al., 2006); <sup>b</sup>дані (Alasalvar et al., 2003).

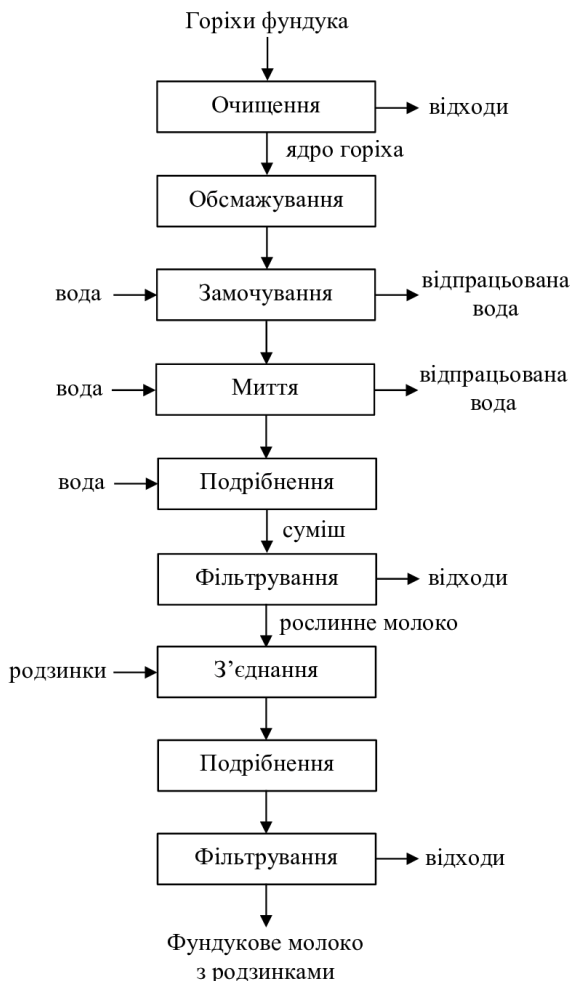
## 9.2 Технологія виготовлення «фундукового молока»

«Фундукове молоко», як і інші види «рослинного молока», можна охарактеризувати як колоїдну суспензію або емульсію, що містить розчинені та подрібнені рослинні компоненти (Şen & Okur, 2023). «Фундукове молоко» виготовляють або безпосередньо з горіхів фундука, або з побічного продукту (макухи) виробництва олії з фундука методом холодного пресування.

Для приготування «фундукового молока» горіхи фундука обсмажують за температури 140°C протягом 15 хв та замочують у воді протягом 8–10 год (рис. 9.1). Процес обсмажування має мінімальний вплив на склад «рослинного молока», але покращує смак продукту (Oh & Lee, 2024). Після миття горіхи подрібнюють з водою у співвідношенні 1:6 (горіхи : вода). «Рослинне молоко» отримують шляхом фільтрування суміші. Після фільтрування до суміші також можна додати родзинки з подальшим подрібненням та фільтруванням. Готовий напій зберігають за температури 4°C (Aysu et al., 2020).

Зростає інтерес виробників до збагачення харчових продуктів антиоксидантами та фенольними сполуками, отриманими з побічних продуктів перероблення рослинної сировини. Зокрема, науковці розробили рослинний напій, збагачений екстрактом шкірки фундука (Conte et al., 2025). Для виготовлення основи напою обсмажені горіхи фундука замочують у воді протягом 12 год, після чого до них додають воду у співвідношенні 1:5 (горіхи : вода) для отримання напою з вмістом сухих речовин 10 г/100 г (рис. 9.2). Суміш подрібнюють та фільтрують, внаслідок чого отримують молокоподібну рідину. Для збагачення поліфенолами до «фундукового молока» додають екстракт шкірки фундука та змішують. Збагачений напій пастеризують за температури 65°C протягом 30 хв для забезпечення мікробіологічної безпечності продукту. Пастеризований напій охолоджують та зберігають за

температури 4°C. Збагачене «рослинне молоко» містить більше поліфенолів, ніж звичайне «фундукове молоко». Водночас додавання екстракту шкірки фундука не погіршує органолептичні властивості продукту (Conte *et al.*, 2025).



**Рисунок 9.1** – Схема способу виготовлення «фундукового молока» з родзинками (Aysu *et al.*, 2020)

Додавання до «фундукового молока» пюре шипшини та суниці дозволяє збагатити його вітаміном С, фенольними сполуками, цукрами, органічними кислотами, природними барвниками (антоціани, ксантофіли

тощо) та пектинами, що покращує його харчову цінність і функціональні властивості (Çelik et al., 2023). Для виготовлення «фундукового молока» горіхи фундука обсмажують за температури 155°C протягом 45 хв, охолоджують та очищують від шкірки (рис. 9.3). До горіхів додають воду у співвідношенні 2:1 (вода : фундук). Суміш варять за температури 100°C протягом 20 хв, подрібнюють та додають воду. До «фундукового молока» також додають пюре шипшини чи суниці (20–60%) та цукор (6%). Отриману суміш гомогенізують, пастеризують за температури 85°C протягом 15 хв, охолоджують та зберігають за температури 4°C.

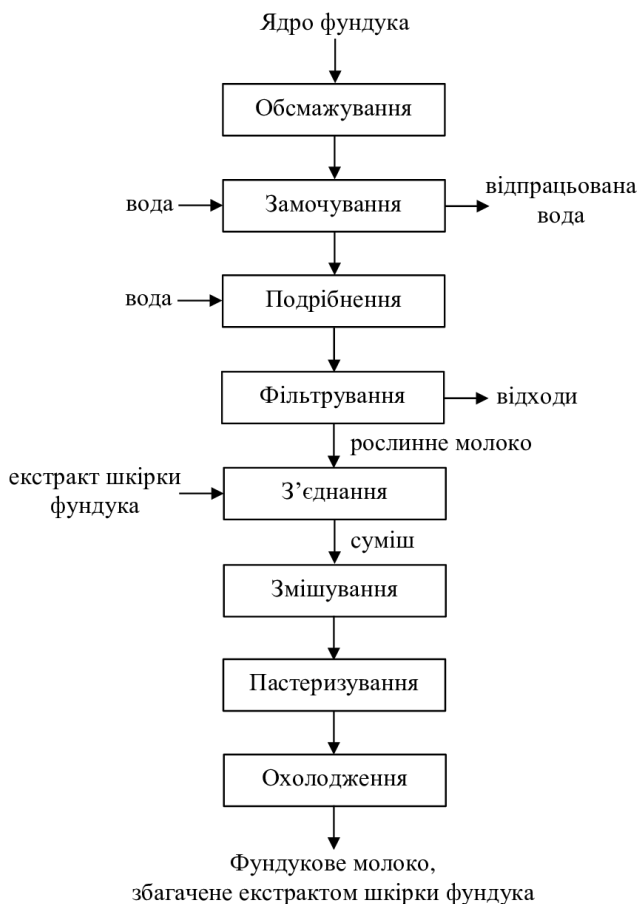
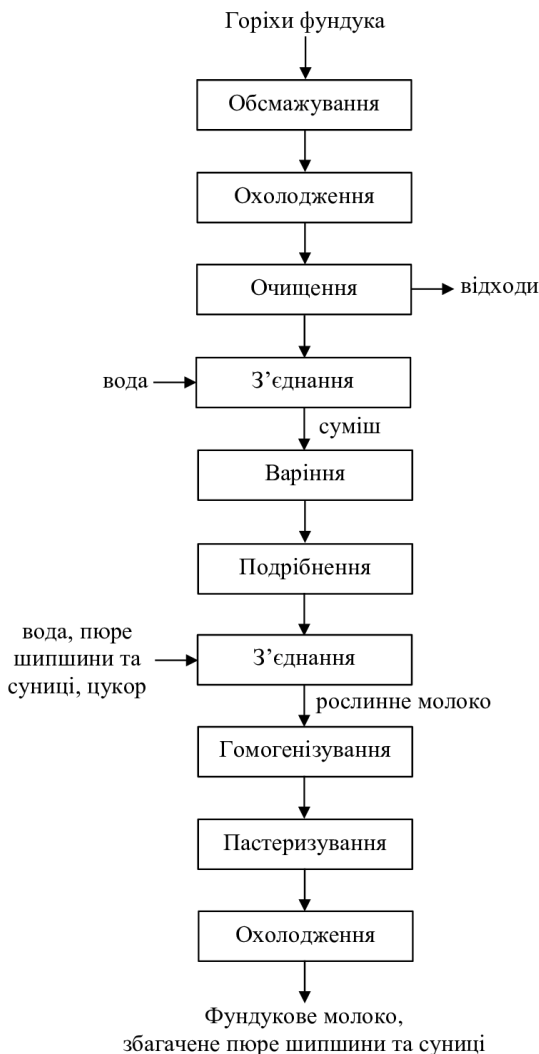


Рисунок 9.2 – Схема способу виготовлення «фундукового молока», збагаченого екстрактом шкірки фундука (Conte et al., 2025)



**Рисунок 9.3** – Схема способу виготовлення «фундукового молока» з додаванням пюре шипшини та суниці (Çelik et al., 2023)

З горіхів фундука виготовляють ферментоване «фундукове молоко» з використанням сирної сироватки та кефірної закваски (Maleki et al., 2015). Для виготовлення напою ядра фундука сушать за температури 35°C протягом 24 год (рис. 9.4). Після цього горіхи лущать та очищують від шкірки, попередньо замочивши їх у воді на 8–10 год. Очищені ядра змішують із сирною сироваткою як джерелом лактози у співвідношенні

1:20 (горіхи : сироватка). Суміш подрібнюють, а отриману суспензію фільтрують для отримання прозорого «фундукового молока». Напій пастеризують за температури 70°C протягом 15 хв. Пастеризоване «фундукове молоко» інокують кефірними зернами та інкубують за температури 20–30°C протягом 48 год. Після завершення ферментування кефірні зерна вилучають за допомогою сита, а отриманий ферментований напій зберігають за температури 4°C.

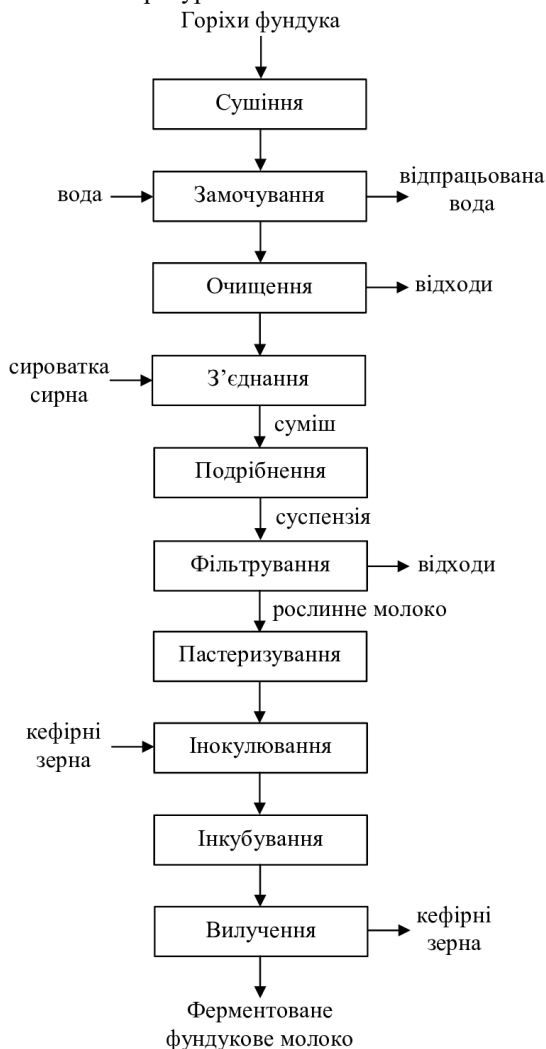


Рисунок 9.4 – Схема способу виготовлення ферментованого «фундукового молока» (Maleki et al., 2015)

Ферментування «фундукового молока» також проводять із використанням *Lactobacillus rhamnosus* GG та *Streptococcus thermophilus* (Bernat et al., 2014). У рецептуру напою рекомендовано додавати глюкозу (3 г/100 мл) та інулін (2,75 г/100 мл), а для забезпечення колоїдної стабільності перед тепловим обробленням – ксантанову камедь (0,05 г/100 мл) як загусник. Отриманий продукт характеризується високим рівнем виживання пробіотиків, що перевищує мінімальний рекомендований рівень для досягнення позитивного впливу на здоров'я людини, тому цей продукт може вважатися функціональним (Bernat et al., 2014).

Термічне оброблення спричиняє утворення білкових агрегатів та фазового розшарування у «фундуковому молоці». Натомість оброблення ультразвуком зменшує розмір частинок і покращує фізичну стабільність рослинного напою (Şen & Okur, 2023). Поєднання термічного оброблення (температура 85°C, тривалість 30 хв) з гомогенізуванням за високого тиску (172 МПа) суттєво покращує фізичну стабільність та зовнішній вигляд «фундукового молока» (Bernat et al., 2015). У випадку виготовлення рослинного напою з фундукової макухи раціональними параметрами гомогенізування «фундукового молока» є тиск 114 МПа та температура 38,1°C (Gul et al., 2018).

Інактивування мікроорганізми у «фундуковому молоці» традиційно досягається внаслідок термічного оброблення (пастеризування) за температури 85°C, однак такий спосіб спричиняє небажані зміни, зокрема втрати біоактивних сполук та погіршення структурних властивостей продукту. Тому науковці запропонували застосовувати для інактивування мікроорганізмів спосіб термосонікування (комбіноване оброблення ультразвуком та нагріванням) за амплітуди 60% протягом 25 хв та 80% протягом 15 хв (Atalar et al., 2019). Синергічне використання ультразвуку в поєднанні з тепловим обробленням може забезпечити низку переваг порівняно з традиційним термічним пастеризуванням, зокрема краще збереження органолептичних та поживних властивостей продукту. Такий підхід дозволяє досягти ефективної мікробіологічної безпечності продукту без значних змін кольору, смаку, текстури та зниження вмісту біологічно активних сполук (Atalar et al., 2019).

«Молоко» з горіха фундука має високу в'язкість, що зумовлено його природним складом, а це спричиняє збільшення енерговитрат під час його виготовлення та оброблення. Науковці запропонували використовувати гомогенізування за високого тиску (150 МПа) як ефективний спосіб покращення мікроструктурних властивостей напою та зниження його в'язкості (Gul et al., 2017). Внаслідок застосування цього способу розмір частинок суттєво зменшується, а їх розподіл змінюється з бімодального та полідисперсного на більш однорідний – монодисперсний. Унаслідок цього зменшується в'язкість напою та загальні енерговитрати на технологічні процеси.

Для зменшення вмісту афлатоксинів у «фундуковому молоці» рекомендовано проводити його оброблення активованим вугіллям та бентонітом, причому раціональний вміст обох адсорбентів – 6%, а тривалість оброблення – 60 хв (Çakir et al., 2023). Однак оброблення «рослинного молока» цими адсорбентами спричиняє зменшення вмісту вільних жирних кислот, загального вмісту фенольних сполук та загального вмісту токоферолів. Водночас спостерігалось збільшення в'язкості продукту, його рН та вмісту жирів.

Перероблення горіхів фундука, зокрема на «рослинне молоко», супроводжується утворенням значної кількості побічних продуктів та відходів. Найціннішими побічними продуктами є шкаралупа, шкірка та макуха. Ці компоненти багаті на біологічно активні сполуки, білки, харчові волокна, моно- та поліненасичені жирні кислоти, вітаміни, мінеральні речовини, фітостероли та сквален (Ceylan et al., 2022). На сьогодні основне використання побічних продуктів перероблення фундука обмежується переважно додаванням макухи й шкірки до кормів для тварин або використанням шкаралупи як низькоякісного джерела тепла. Однак зростає інтерес до перероблення та раціонального використання побічних продуктів як джерела біоактивних інгредієнтів у таких галузях, як харчова, фармацевтична та косметична (Ceylan et al., 2022).

### 9.3 Властивості та хімічний склад «фундукового молока»

Склад поживних речовин у рослинних напоях варіюється залежно від їхніх основних інгредієнтів та можливого збагачення (Kovanen et al., 2025). Вміст білків у «фундуковому молоці» коливається в межах 0,36–4,17%, а жирів – 1,55–6,56% (таблиця 9.8). Вуглеводів у «молоці» з горіхів фундука (2,31–3,23%) менше, ніж у коров'ячому молоці (4,47%). Вміст золи у «рослинному молоці» залежить від сировини, що використовується, та коливається у межах 0,30–0,65%.

**Таблиця 9.8** – Фізико-хімічні показники коров'ячого молока та «молока» з горіхів фундука

Продукти	Вміст [%]			
	білки	жири	зола	вуглеводи
Молоко коров'яче	2,82 <sup>b</sup>	3,42 <sup>b</sup>	0,62 <sup>a</sup>	4,47 <sup>b</sup>
«Фундукове молоко»	0,36 <sup>a</sup>	1,56 <sup>a</sup>	0,52 <sup>a</sup>	3,23 <sup>c</sup> 2,31 <sup>d</sup>
	4,17 <sup>c</sup>	1,55 <sup>c</sup>	0,65 <sup>c</sup>	
	2,30 <sup>d</sup>	6,56 <sup>d</sup>	0,30 <sup>d</sup>	

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (Jeske et al., 2016); <sup>b</sup>дані (Karunasiri et al., 2020); <sup>c</sup>дані (Atalar, 2019); <sup>d</sup>дані (Aysu et al., 2020).

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

У рослинному напої з горіхів фундука міститься глюкоза (0,058 мг/мл), фруктоза (0,057 мг/мл) та сахароза (1,653 мг/мл) (таблиця 9.9), натомість у молоці коров'ячому міститься лише лактоза. У рослинному напої у незначній кількості міститься крохмаль. Глікемічний індекс напою з горіхів фундука (55,76) більший, ніж у коров'ячого молока (46,93).

**Таблиця 9.9** – Порівняння складу цукрів у коров'ячому молоці та напої з горіхів фундука, а також їхній глікемічний індекс

Показники	Вміст	
	молоко коров'яче	напій з горіхів фундука
Вміст глюкози [мг/мл]	н.в. <sup>a</sup>	0,058 <sup>b</sup>
Вміст фруктози [мг/мл]	н.в. <sup>a</sup>	0,057 <sup>b</sup>
Вміст сахарози [мг/мл]	н.в. <sup>a</sup>	1,653 <sup>b</sup>
Вміст крохмалю [г/100 г]	н.в. <sup>c</sup>	0,04 <sup>a</sup>
Глікемічний індекс	46,93 <sup>a</sup>	55,76 <sup>a</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>дані (Jeske et al., 2016); <sup>b</sup>дані (Tsai et al., 2018); <sup>c</sup>дані (Walther et al., 2022).

Серед незамінних амінокислот у «фундуковому молоці» найбільший вміст мають лейцин (10,33 мг/г), валін (7,01 мг/г) та ізолейцин (6,07 мг/г) (таблиця 9.10). Серед замінних амінокислот у «рослинному молоці» переважає глутамінова кислота, вміст якої становить 34,52 мг/г. Найменший вміст серед амінокислот у «молоці» має триптофан (1,33 мг/г) (Tsai et al., 2018).

**Таблиця 9.10** – Амінокислотний склад «фундукового молока» (Tsai et al., 2018)

Амінокислоти	Вміст [мг/г]	Амінокислоти	Вміст [мг/г]
Гістидин	3,91±0,13	Серин	6,11±0,45
Треонін	4,58±0,29	Аргінін	19,29±1,23
Лізин	4,37±0,21	Гліцин	6,84±0,29
Метіонін	1,37±0,11	Аспарагінова кислота	15,24±0,91
Валін	7,01±0,21	Глутамінова кислота	34,52±2,92
Ізолейцин	6,07±0,34	Тирозин	3,34±0,09
Лейцин	10,33±0,44	Аланін	6,43±0,34
Фенілаланін	6,63±0,32	Пролін	5,82±0,38
Триптофан	1,33±0,15	Цистеїн	2,19±0,18

Коров'яче молоко характеризується високим вмістом насичених жирних кислот (71,1%), тоді як у «фундуковому молоці» їх вміст значно менший – 18,3% (таблиця 9.11). Найбільший вміст серед насичених жирних кислот у коров'ячому молоці мають пальмітинова (33,8%) та міристинова (11,8%) кислоти, тоді як у «фундуковому молоці» їх вміст становить лише, відповідно, 5,9% та 0,1%. У «фундуковому молоці» переважають мононенасичені жирні кислоти (79,8%). Їх вміст у «рослинному молоці» в 3,1 раза більший, ніж у коров'ячому молоці (25,9%). Основною мононенасиченою жирною кислотою в обох продуктах є олеїнова кислота, вміст якої у фундуковому молоці становить 78,3%, у той час як у коров'ячому – лише 18,6%. «Фундукове молоко» також має більший в 4 рази вміст поліненасичених жирних кислот, ніж коров'яче молоко. Найбільшу частку серед поліненасичених жирних кислот у «фундуковому молоці» має лінолева кислота (11,9%), що належить до омега-6 жирних кислот. Омега-3 жирні кислоти, зокрема  $\alpha$ -ліноленова кислота, містяться в обох продуктах у незначних кількостях: у коров'ячому молоці – 0,28%, у «фундуковому молоці» – 0,18%.

**Таблиця 9.11** – Склад жирних кислот у молоці коров'ячому та «фундуковому молоці» (Antunes et al., 2024)

Жирні кислоти	Вміст [% від загальної кількості жирних кислот]	
	молоко коров'яче	«фундукове молоко»
Міристинова кислота (C14:0)	11,80±0,15	0,10±0,01
Пальмітинова кислота (C16:0)	33,80±0,50	5,90±0,74
Маргарінова кислота (C17:0)	0,44±0,05	0,09±0,01
Стеаринова кислота (C18:0)	9,00±0,15	2,20±0,25
Генейкозанова кислота (C21:0)	0,04±0,02	0,02±0,03
Бегенова кислота (C22:0)	0,04±0,02	0,03±0,03
Трикозанова кислота (C23:0)	0,02±0,01	0,08±0,02
Лігноцеринова кислота (C24:0)	0,02±0,00	0,04±0,05
Пальмітолеїнова кислота (C16:1(n-7))	1,66±0,09	0,20±0,01
Олеїнова кислота (C18:1(n-9))	18,60±0,73	78,30±1,21
Вакценова кислота (C18:1(n-7))	0,55±0,04	1,15±0,07
Лінолева кислота (C18:2(n-6))	1,80±0,13	11,90±1,77
$\alpha$ -ліноленова кислота (C18:3(n-3))	0,28±0,01	0,18±0,05
Гадолеїнова кислота (C20:1(n-9))	0,10±0,03	0,12±0,04
Насичені жирні кислоти	71,10±0,90	18,30±5,10
Мононенасичені жирні кислоти	25,90±0,71	79,80±1,19
Поліненасичені жирні кислоти	3,00±0,13	12,00±0,71

Додавання до складу «фундукового молока» родзинок сприяє збагаченню напою корисними речовинами (Aysu et al., 2020). Зокрема, залежно від вмісту родзинок, основні показники напою такі: білки – 2,20–2,45%, жири – 6,25–7,25%, вуглеводи – 3,02–3,54% (таблиця 9.12). Додавання родзинок також покращує смакові властивості напою та сприяє збільшенню загального вмісту фенольних сполук. Зі збільшенням вмісту родзинок у напої збільшується вміст сухих речовин у ньому, однак вміст золи зменшується. Показник активної кислотності рН рослинного напою зменшується зі збільшенням вмісту родзинок. Водночас додавання родзинок спричиняє збільшення титрованої кислотності напою.

**Таблиця 9.12** – Фізико-хімічні показники «фундукового молока» з родзинками (Aysu et al., 2020)

Показники	Композиції напою			
	К1	К2	К3	К4
Вміст білків [г/100 г]	2,30±0,01	2,30±0,01	2,20±0,12	2,45±0,05
Вміст жирів [г/100 г]	6,56±0,04	6,25±0,60	7,25±0,12	6,47±0,16
Вміст вуглеводів [г/100 г]	2,31±0,07	3,02±0,44	3,17±0,03	3,54±0,09
Вміст СР [г/100 г]	11,47±0,06	11,81±0,05	12,84±0,02	12,69±0,04
Вміст золи [г/100 г]	0,30±0,02	0,24±0,01	0,22±0,01	0,23±0,01
Активна кислотність рН	6,82±0,04	6,51±0,01	6,20±0,02	5,84±0,01
Титрована кислотність [%]	0,009	0,024	0,045	0,054
Вміст фенольних сполук [мг/л]	51,45±5,46	65,44±5,30	76,02±0,38	97,25±4,98

**Примітка:** СР – сухі речовини; композиції напою: К1 – 100% «фундукове молоко» (ФМ); К2 – 99% ФМ + 1% родзинки; К3 – 97% ФМ + 3% родзинки; К4 – 95% ФМ + 5% родзинки.

Жирнокислотний склад фундукового напою з родзинками багатий на мононенасичені жирні кислоти, зокрема олеїнову кислоту (понад 80%) (таблиця 9.13). Вміст лінолевої кислоти, що є поліненасиченою жирною кислотою, у напої теж високий, натомість вміст  $\alpha$ -лінолевої кислоти – низький.

Фізико-хімічні показники «фундукового молока», збагаченого поре шипшини чи суниці, подані в таблиці 9.14. Збільшення частки фруктового пюре сприяє збільшенню вмісту загальних цукрів, в'язкості та кислотності

напоїв. Найбільші значення цих показників у композиції К6 (поре суниці 60%). Найбільший вміст вітаміну С (24,96 мг/100 г) та фенольних сполук (556,8 мг-екв ГК/100 г) у композиції К3 (поре шипшини 60%). Водночас лише композиції напою з поре суниці (К4–К6) містять антоціани, вміст яких збільшується пропорційно до збільшення вмісту поре. Вміст сухих речовин у фундуковому напої зменшується зі збільшенням частки поре. Додавання поре шипшини забезпечує збагачення напою фенольними сполуками та вітаміном С за помірної кислотності та в'язкості, тоді як поре суниці сприяє збільшенню вмісту цукрів й в'язкості продукту.

**Таблиця 9.13** – Жирнокислотний профіль «фундукового молока» з родзинками (Aysu et al., 2020)

Жирні кислоти	Композиції напою			
	К1	К2	К3	К4
Пальмітинова кислота (C16:0) [%]	4,96	4,78	5,06	4,85
Пальмітолеїнова кислота (C16:1(n-7)) [%]	0,13	0,12	0,13	0,12
Стеаринова кислота (C18:0) [%]	2,42	2,50	2,40	2,44
Олеїнова кислота (C18:1(n-9)) [%]	85,23	84,82	85,04	85,09
Лінолева кислота (C18:2(n-6)) [%]	7,14	7,66	7,25	7,38
$\alpha$ -ліноленова кислота (C18:3(n-3)) [%]	0,12	0,12	0,12	0,11

**Примітка:** композиції напою: К1 – 100% «фундукове молоко» (ФМ); К2 – 99% ФМ + 1% родзинки; К3 – 97% ФМ + 3% родзинки; К4 – 95% ФМ + 5% родзинки.

Вплив термічного оброблення (температура 80°C, тривалість 3 хв) та оброблення високим тиском (тиск 200–600 МПа, тривалість 5–10 хв) на властивості «фундукового молока» подано в **таблиці 9.15**. Оброблення «рослинного молока» високим тиском (ВТ), як і термічне оброблення (ТО), забезпечує мікробіологічну безпечність продукту. Активна кислотність рН продукту, обробленого ВТ та ТО, суттєво не відрізняється від рН необробленого напою. Напої, оброблені ВТ, мають більший вміст фенольних сполук і флавоноїдів порівняно з напоями, обробленими ТО. Загальний вміст цукрів у напоях, оброблених ВТ, суттєво не відрізняється від їх вмісту в необробленому напої, однак менший, ніж у напої, обробленому ТО. Причому найбільша різниця спостерігається у вмісті сахарози. Оброблення рослинного напою ВТ та ТО спричиняє зменшення вмісту незамінних і замінних амінокислот, однак ці способи оброблення не мають суттєвого впливу на жирнокислотний склад (Tsai et al., 2018).

**Таблиця 9.14** – Фізико-хімічні показники «фундукового молока», збагаченого поре шипшини та суниці (*Çelik et al., 2023*)

Показники	Композиції напою					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Вміст СР [%]	22,08	21,06	19,94	23,56	22,42	21,85
Активна кислотність рН	5,02	4,40	4,12	5,52	4,67	4,32
Титрована кислотність* (%)	0,141	0,263	0,400	0,199	0,308	0,520
Вміст глюкози [г/100 г]	0,356	0,803	0,930	0,833	1,739	2,024
Вміст фруктози [г/100 г]	0,448	0,944	1,076	0,915	1,129	1,914
Вміст сахарози [г/100 г]	6,574	6,140	6,276	6,158	6,156	6,334
Вміст цукрів [г/100 г]	7,348	7,887	8,283	7,906	9,024	10,271
Вміст вітаміну С [мг/100 г]	17,66	21,80	24,96	11,31	17,19	17,37
Вміст антоціанів [мг/л]	-	-	-	7,16	11,43	16,75
Вміст фенольних сполук [мг-екв ГК/100 г]**	183,5	364,4	556,8	38,99	60,57	66,15
В'язкість [сП]	11,10	21,60	34,20	28,55	87,45	206,50

**Примітка:** СР – сухі речовини; \* у перерахунку на яблучну кислоту; \*\* ГК – галова кислота; композиції продукту: K1 – 20% поре шипшини (ПШ); K2 – 40% ПШ; K3 – 60% ПШ; K4 – 20% поре суниці (ПС); K5 – 40% ПС; K6 – 60% ПС; у всіх композиціях – 6% цукор.

**Таблиця 9.15** – Вплив термічного оброблення та оброблення високим тиском на властивості «фундукового молока» (*Tsai et al., 2018*)

Показники	Спосіб оброблення «фундукового молока»				
	БО	ВТ 200 МПа	ВТ 400 МПа	ВТ 600 МПа	ТО
Вміст фенольних сполук [мг-екв ГК/ 100 г]*	936,2	1083,2	1028,4	1102,3	906,2
Вміст флавоноїдів [мг-екв К/100 г]**	461,4	460,6	478,2	489,2	446,3
Вміст сахарози [мг/мл]	1,653	1,629	1,633	1,591	2,197
Вміст глюкози [мг/мл]	0,058	0,062	0,064	0,073	0,050
Вміст фруктози [мг/мл]	0,057	0,060	0,061	0,067	0,046
Вміст цукрів [мг/мл]	1,768	1,718	1,784	1,731	2,297
Активна кислотність рН	6,19	6,23	6,24	6,28	6,20

**Примітка:** БО – без оброблення; ВТ – оброблення високим тиском (200 МПа, 400 МПа, 600 МПа); ТО – термічне оброблення (80°C, 3 хв); \*ГК – галова кислота; \*\*К – катехін.

## Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

У «фундуковому молоці» містяться вітамін В<sub>2</sub> (0,125 мг/100 г) та вітамін D (1,563 мкг/100 г) (Silva & Smetana, 2022). Серед мінеральних речовин у «фундуковому молоці» найбільше магнію (36,2 мг/л) та фосфору (26,7 мг/л) (таблиця 9.16). Калію у напої міститься менше, ніж 25,2 мг/л. Вміст кальцію у «фундуковому молоці» становить лише 4,14 мг/л. З-поміж мікроелементів у напої містяться залізо (1,13 мг/л) та цинк (0,88 мг/л).

**Таблиця 9.16** – Вміст мінеральних речовин у «фундуковому молоці» (Silva et al., 2024)

Мінеральні речовини	Вміст [мг/л]	Мінеральні речовини	Вміст [мг/л]
Кальцій (Ca)	4,14±1,93	Магній (Mg)	36,20±9,27
Залізо (Fe)	1,13±0,48	Фосфор (P)	26,70±3,97
Калій (K)	< 25,2	Цинк (Zn)	0,88±0,09

Значення в'язкості «фундукового напою» становить 24,80 мПа·с, що майже у вісім разів більше, ніж цей показник коров'ячого молока (3,15 мПа·с) (таблиця 9.17). Індекс білизни (56,31) фундукового напою значно менший порівняно з коров'ячим молоком (81,89). Щодо утворення осаду, то у коров'ячому молоці фіксується невеликий осад (0,60 мм), тоді як у фундуковому напої осад не виявлено.

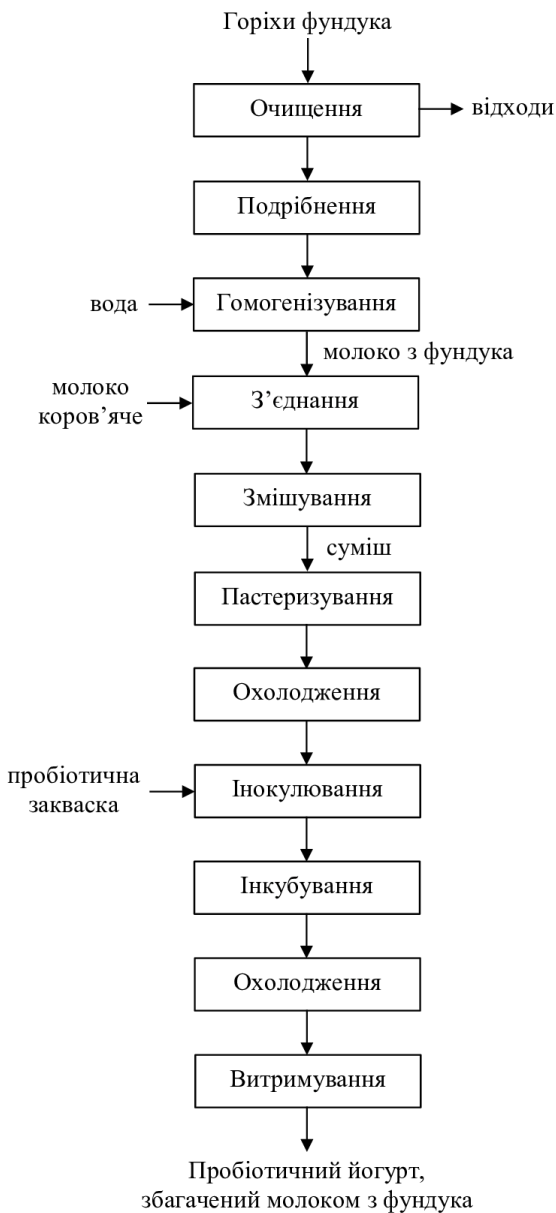
**Таблиця 9.17** – Фізичні властивості молока коров'ячого та напою з горіхів фундука (Jeske et al., 2016)

Продукти	В'язкість [мПа·с]	Індекс білизни WI	Висота осаду [мм]
Молоко коров'яче	3,15	81,89	0,60
«Фундукове молоко»	24,80	56,31	0,00

**Примітка:** висоту осаду визначали шляхом центрифугування продукту за параметрів: 1000 об/хв протягом 30 хв, потім 3000 об/хв протягом 60 хв за температури 24°C (Jeske et al., 2016).

### 9.4 Використання «фундукового молока»

«Фундукове молоко» використовують для збагачення корисними речовинами пробіотичного йогурту (Kalkan et al., 2025). Для приготування «фундукового молока» очищені горіхи подрібнюють та гомогенізують з додаванням води у співвідношенні 1:5 (горіхи : вода) (рис. 9.5). Отримане «рослинне молоко» додають до пастеризованого коров'ячого молока. Суміш пастеризують за температури 70°C протягом 15 хв.



**Рисунок 9.5** – Схема способу виготовлення пробіотичного йогурту, збагаченого «фундуковим молоком» (*Kalkan et al., 2025*)

Пастеризовану суміш охолоджують до 43°C та інокують пробіотичною закваскою (*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactocaseibacillus rhamnosus*, *Lactiplantibacillus plantarum* та *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis*) у кількості 4%. Початкова кількість бактерій під час інокулювання  $10^8$  КУО/мл. Ферментування проводять за температури 41°C до досягнення рН 4.7. Після інкубування продукт охолоджують та витримують за температури 4°C протягом 24 год для первинного формування текстурної структури (етап посткислотного дозрівання). Зберігають йогурт за температури 4°C.

Фізико-хімічні показники пробіотичного йогурту, збагаченого «фундуковим молоком», подані в **таблиці 9.18**. Зі збільшенням частки «фундукового молока» у продукті збільшуються рН йогурту, вміст сухих речовин, білків та фенольних сполук у ньому, а текстура йогурту стає більш однорідною та гущішою (*Kalkan et al., 2025*). За результатами мікробіологічного аналізу встановлено, що більший вміст «фундукового молока» (30–50%) сприяє підвищенню життєздатності пробіотичних культур у йогурті (*Kalkan et al., 2025*). Рекомендовано виготовляти йогурт з вмістом «фундукового молока» – 50%.

**Таблиця 9.18** – Фізико-хімічні показники пробіотичного йогурту, збагаченого «фундуковим молоком» (*Kalkan et al., 2025*)

Показники	Композиції йогурту				
	K1	K2	K3	K4	K5
Вміст білків [%]	3,35±0,35	3,89±1,63	3,93±1,56	4,06±1,48	4,11±1,98
Вміст СР [%]	12,29±0,52	12,65±0,02	12,70±0,23	13,50±0,21	15,22±0,68
Вміст золи [%]	0,80±0,01	0,58±0,04	0,65±0,03	0,63±0,01	0,48±0,10
Активна кислотність рН	4,27±0,00	4,74±0,00	4,84±0,00	5,00±0,00	5,16±0,00
Активність води $a_w$	0,9985	0,9859	0,9853	0,9854	0,9831
Твердість [Н]	0,72±0,07	0,59±0,08	0,75±0,29	0,77±0,30	1,01±0,27

**Примітка:** СР – сухі речовини; композиції йогурту: K1 – 100% молоко коров'яче пастеризоване (МК); K2 – 80% МК + 20% «фундукове молоко» (ФМ); K3 – 70% МК + 30% ФМ; K4 – 60% МК + 40% ФМ; K5 – 50% МК + 50% ФМ.

У науковій праці (*Gul et al., 2022*) також досліджена можливість виготовлення йогурту на основі суміші коров'ячого молока з напоєм, отриманим з побічного продукту (макухи) перероблення фундука на олію

шляхом холодного пресування. Для виготовлення рослинного напою макуху з фундука (вологість – 8,77%, білки – 45,62%, жири – 16,93%, вуглеводи – 23,89%, зола – 4,79%) подрібнюють до стану борошна (рис. 9.6).

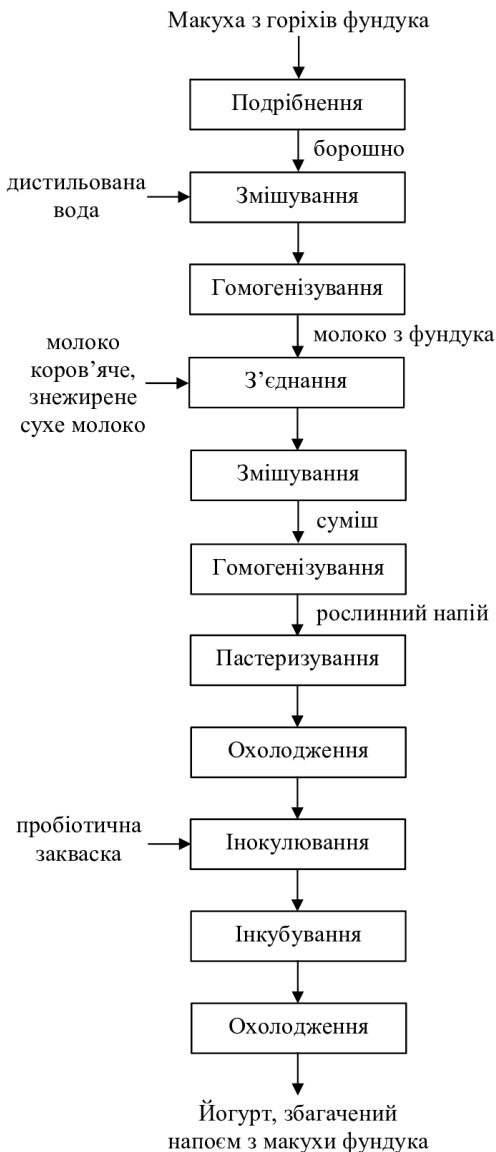


Рисунок 9.6 – Схема способу виготовлення йогурту, збагаченого напоєм з макухи фундука (Kalkan et al., 2025)

Борошно з макухи змішують з дистильованою водою у співвідношенні 1,25:10 (борошно : вода) та гомогенізують за тиску 100 МПа. Температура напою після оброблення становить 38°C, активна кислотність рН – 6,48, а хімічний склад такий: сухі речовини – 12,41%; білки – 4,71%; жири – 1,45%; вуглеводи – 3,03%; зола – 0,62%. На наступному етапі з'єднують коров'яче молоко з фундуковим напоєм та шляхом додавання знежиреного сухого молока досягають вмісту сухих речовин 14,5 г/100 г. Усі компоненти змішують, а отриману суміш гомогенізують за тиску 25 МПа та температури 65°C, після чого пастеризують за температури 90°C протягом 10 хв. Пастеризовану суміш швидко охолоджують до температури 45°C та інокують закваскою (*Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*). Інкубування проводять за температури 43°C протягом 4–5 год до досягнення рН 4,5.

Фізико-хімічні показники йогурту, виготовленого у цей спосіб, подано у **таблиці 9.19**. Використання напою з фундука сприяє покращенню водоутримуючої здатності та в'язкості йогурту. Зі зростанням вмісту рослинного напою у продукті збільшується вміст у ньому білків, фенольних сполук, яблучної кислоти, ненасичених жирних кислот, зокрема олеїнової та лінолевої (**таблиця 9.20**). Водночас зі збільшенням вмісту фундукового напою зменшується вміст жирів. Активна кислотність композицій йогуртів К2–К5 коливається в межах рН 4,49–4,59, а титрована кислотність – 0,83–0,88%. Найкращою за органолептичними показниками є композиція йогурту, що виготовлений з коров'ячого молока та фундукового напою у співвідношенні 3:1 (коров'яче молоко : фундуковий напій).

На основі «фундукового молока» також виготовляють рослинний ферментований продукт з використанням закваски Віілі (*Kalkan & Balpetek Külcü, 2022*). Віілі (Viili) – це традиційний скандинавський ферментований молочний продукт з характерною липкою та ниткоподібною текстурою.

«Фундукове молоко» також використовують для виготовлення функціонального кефіру (*Atalar, 2019*). На першому етапі виготовляють «рослинне молоко» з макухи фундука (вода – 7,77 г/100 г, білки – 40,62 г/100 г, жири – 15,93 г/100 г, вуглеводи – 30,67 г/100 г, зола – 5,01 г/100 г), що отримують внаслідок вилучення олії з горіхів фундука способом холодного пресування (**рис. 9.7**). Макуху фундука змішують з водою у співвідношенні 1:9 (макуха : вода). Суміш гомогенізують за тиску 100 МПа, пастеризують за температури 90°C протягом 5–10 хв і охолоджують до температури ферментування (25°C). «Фундукове молоко», отримане у такий спосіб, має характеристики: рН – 6,60, сухі речовини – 9,6 г/100 г, білки – 4,17 г/100 г, жири – 1,55 г/100 г, вуглеводи – 3,23 г/100 г, зола – 0,65 г/100 г. На наступному етапі змішують пастеризоване напівжирне коров'яче молоко (рН – 6,74, білки – 2,81 г/

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

100 г, жири – 1,5 г/100 г, вуглеводи – 4,8 г/100 г) та «фундукове молоко», інокують суміш кефірною стартовою культурою та інкубують за температури 25°C протягом 20 год. Після інкубування кефір зберігають за температури 4°C.

**Таблиця 9.19** – Фізико-хімічні показники йогурту з коров'ячого молока та фундукового напою (*Gul et al., 2022*)

Показники	Композиції йогурту				
	K1	K2	K3	K4	K5
Вміст білків [%]	4,67±0,05	4,59±0,15	4,76±0,11	5,32±0,06	5,49±0,13
Вміст жирів [%]	3,19±0,03	2,98±0,10	2,78±0,23	2,38±0,05	1,40±0,10
Активна кислотність рН	4,61±0,02	4,56±0,05	4,59±0,01	4,58±0,03	4,49±0,04
Титрована кислотність* [%]	0,76±0,01	0,83±0,03	0,86±0,01	0,83±0,03	0,88±0,02
Вміст фенольних сполук [мкг-екв ГК/г]**	94,5±1,5	130,5±3,2	144,1±1,3	161,6±0,5	264,8±1,4

**Примітка:** \* у перерахунку на молочну кислоту; композиції йогурту: K1 – 100% молоко коров'яче (МК); K2 – співвідношення 3:1 (МК:НФ); K3 – співвідношення 2:1 (МК:НФ); K4 – співвідношення 1:1 (МК:НФ); K5 – 100% НФ (де НФ – напій з фундука); \*\*ГК – галова кислота.

**Таблиця 9.20** – Жирнокислотний профіль йогурту з коров'ячого молока та фундукового напою (*Gul et al., 2022*)

Жирні кислоти	Вміст у композиціях йогурту [%]				
	K1	K2	K3	K4	K5
1	2	3	4	5	6
Масляна (C4:0)	1,40	1,17	1,11	1,09	0,05
Капронова (C6:0)	1,00	0,85	0,75	0,74	0,07
Лауринова (C12:0)	1,82	1,53	1,17	1,16	0,11
Міристинова (C14:0)	8,65	7,17	6,63	6,10	0,54
Пентадеканова (C:15)	0,91	0,74	0,72	0,65	0,06

Продовження таблиці 9.20

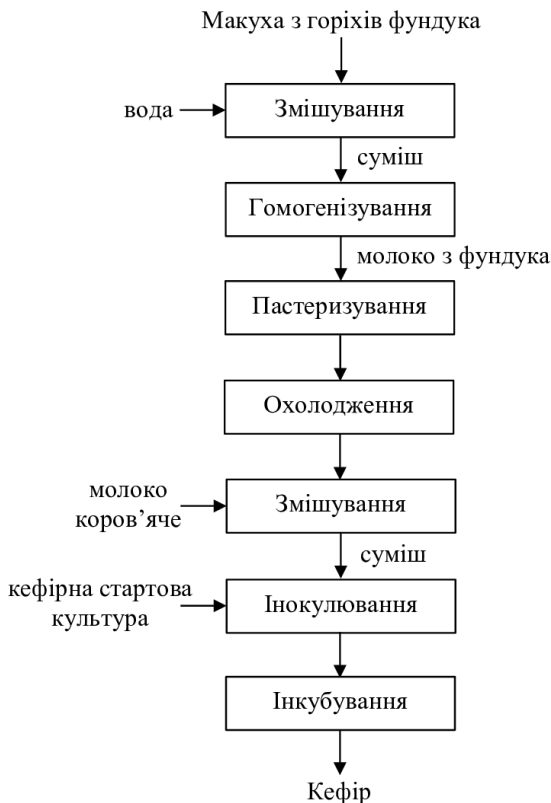
1	2	3	4	5	6
Пальмітинова (C16:0)	28,17	24,73	23,18	21,51	6,85
Пальмітолеїнова (C16:1(n-7))	1,24	1,04	0,99	1,20	0,15
Стеаринова (C18:0)	14,19	12,49	11,82	10,32	2,87
Олеїнова (C18:1(n-9))	27,37	35,01	37,33	42,96	74,77
Лінолева (C18:2(n-6))	1,38	3,00	3,62	6,01	12,33
$\alpha$ -ліноленова (C18:3(n-3))	0,53	0,47	0,43	0,37	0,11

**Примітка:** композиції йогурту: K1 – 100% молоко коров'яче (МК); K2 – співвідношення 3:1 (МК:НФ) (НФ – напій з горіхів фундука); K3 – співвідношення 2:1 (МК:НФ); K4 – співвідношення 1:1 (МК:НФ); K5 – 100% НФ.

Фізико-хімічні показники композицій кефіру з різним вмістом «фундукового молока» подані в **таблиці 9.21**. Додавання у рецептуру кефіру «фундукового молока» сприяє збільшенню в'язкості продукту, вмісту у ньому білків, жирів, сухих речовин, фенольних сполук та його водоутримуючої здатності. Зі збільшенням вмісту у продукті «фундукового молока» показник активної кислотності рН збільшується. З додаванням «рослинного молока» у кефірі зменшується вміст молочної та лимонної кислот, натомість збільшується вміст яблучної та оцтової кислот (Atalar, 2019). Додавання «фундукового молока» в кількості понад 50% спричиняє збільшення тривалості інкубування порівняно з продуктом з коров'ячого молока та уповільнення росту бактеріальної мікрофлори під час ферментування. Водночас «фундукове молоко» має стимулювальний вплив на ріст дріжджів (Atalar, 2019).

«Фундукове молоко», гомогенізоване за високого тиску, запропоновано використовувати як функціональний інгредієнт замість коров'ячого молока при виробництві морозива (Atalar et al., 2021). Для виготовлення «фундукового молока» використовують вичавки (макуху), отримані під час холодного пресування ядер фундука (**рис. 9.8**). Вичавки подрібнюють та змішують з дистильованою водою до досягнення концентрації 10%. Отриману суміш гомогенізують за високого тиску (100 МПа). Для корегування вмісту жирів у морозиві використовують молочні вершки з масовою часткою жирів 30%. Як стабілізатор використовують порошок салепу, а як підсолоджувач – цукор. Усі компоненти морозива змішують. Отриману суміш нагрівають, гомогенізують протягом 10 хв (частота 16000 об/хв, температура 70°C) та пастеризують за температури 80°C протягом 10 хв на водяній бані. Потім

суміш охолоджують до 4°C та витримують протягом 24 год за цієї ж температури. Морозиво виготовляють шляхом збивання охолодженої суміші за температури 0°C протягом 10 хв. Морозиво заморожують у морозильній камері за температури -18°C протягом 24 год та зберігають за цієї ж температури.



**Рисунок 9.7** – Схема способу виготовлення кефіру на основі «фундукового молока» (Atalar, 2019)

Зі збільшенням частки «фундукового молока» у морозиві збільшується вміст білків, жирів та сухих речовин (таблиця 9.22). Водночас зменшується показник активної кислотності та швидкість танення морозива. В'язкість та твердість морозива збільшуються зі збільшенням вмісту «фундукового молока». «Фундукове молоко» покращує органолептичні властивості продукту, якщо його вміст у морозиві до 75% (Atalar et al., 2021).

**Таблиця 9.21** – Фізико-хімічні показники кефіру на основі «фундукового молока» (Atalar, 2019)

Показники	Композиції кефіру			
	K1	K2	K3	K4
Вміст білків [г/100 г]	2,81±0,01	3,58±0,02	3,71±0,01	3,88±0,02
Вміст жирів [г/100 г]	1,53±0,03	1,59±0,02	1,64±0,02	1,66±0,02
Вміст СР [г/100 г]	9,32±0,04	9,36±0,02	9,41±0,20	9,38±0,04
Вміст золи [г/100 г]	0,72±0,01	0,65±0,01	0,59±0,01	0,57±0,01
Активна кислотність рН	4,63±0,02	4,64±0,03	4,72±0,01	4,77±0,06
Вміст фенольних сполук [мкг-екв ГК/г]*	78,1±1	103,4±2,1	116,0±1,0	132,5±4,4
Водоутримуюча здатність [%]	19,49±0,37	24,72±0,31	27,89±0,31	32,31±0,24

**Примітка:** СР – сухі речовини; ГК – галова кислота; композиції кефіру: K1 – 100% молоко коров'яче (МК); K2 – 75% МК + 25% «фундукове молоко» (ФМ); K3 – 50% МК + 50% ФМ; K4 – 25% МК + 75% ФМ.

Морозиво з «фундукового молока» запропоновано збагачувати вітаміном D, що міститься у слизі насіння льону (виділяється з насіння льону при його замочуванні або нагріванні у воді) (Didar et al., 2025).

«Фундукове молоко» у поєднанні з коров'ячим молоком, цукром та ефірною олією апельсина використовують для виготовлення молочної карамелі (dulce de leche) (Yangilar, 2023). На першому етапі для виготовлення «рослинного молока» горіхи фундука обсмажують за температури 140°C протягом 15 хв, охолоджують та очищають від шкірки. До очищених горіхів додають воду у співвідношенні 1:2 (горіхи : вода) та термічно обробляють за температури 105°C протягом 20 хв. На наступному етапі суміш гомогенізують та фільтрують. Отримане «рослинне молоко» з'єднують з пастеризованим коров'ячим молоком та іншими компонентами. Суміш компонентів гомогенізують та пастеризують на водяній бані за температури 70°C протягом 15 хв. Після пастеризування суміш охолоджують спочатку до температури 43°C, а потім зберігають до використання за температури 4°C. Для приготування молочної карамелі суміш варять до досягнення вмісту сухих речовин 65–70%. У готову суміш додають ефірну олію апельсина (1%).

Фізико-хімічні показники молочної карамелі подано у **таблиці 9.23**. Збільшення вмісту «фундукового молока» спричиняє збільшення вмісту білків, жирів, сухих речовин та золи, водночас вміст цукрів зменшується. Показник активної кислотності рН за збільшення вмісту «рослинного молока» – зменшується, а титрована кислотність – збільшується



Рисунок 9.8 – Схема способу виготовлення морозива з «фундукового молока» (Atalar et al., 2021)

**Таблиця 9.22** – Фізико-хімічні показники морозива з «фундукового молока» (Atalar et al., 2021)

Показники	Композиції морозива				
	K1	K2	K3	K4	K5
Вміст білків [%]	8,12	8,59	9,83	10,90	12,12
Вміст жирів [%]	7,94	7,95	7,95	8,02	8,01
Вміст СР [%]	33,87	34,80	36,77	36,65	35,16
Вміст золи [%]	1,17	1,25	1,19	1,19	1,15
Активна кислотність рН	6,61	6,56	6,48	6,26	6,19
Початок танення (20°C) [хв]	18,0	39,0	45,5	48,0	55,0
Швидкість танення [г/хв]	0,61	0,46	0,40	0,01	н.в.
Твердість [г]	67	81	118	206	340
В'язкість [Па·с]	0,37	0,87	0,96	0,96	1,02

**Примітка:** СР – сухі речовини; композиції морозива: K1 – 100% молоко коров'яче (МК); K2 – 75% МК + 25% «фундукове молоко» (ФМ); K3 – 50% МК + 50% ФМ; K4 – 25% МК + 75% ФМ; K5 – 100% ФМ.

**Таблиця 9.23** – Фізико-хімічні показники молочної карамелі (dulce de leche) (Yangilar, 2023)

Показники	Композиції продукту			
	K1	K2	K3	K4
Вміст білків [%]	11,70±1,12	12,51±0,38	13,44±0,34	14,27±0,13
Вміст жирів [%]	5,41±0,03	5,87±0,04	6,12±0,13	6,56±0,11
Вміст цукрів [%]	60,96±0,51	60,29±0,73	55,82±0,59	50,41±14,12
Вміст СР [%]	70,68±0,60	72,82±0,30	74,24±1,92	76,01±0,21
Вміст золи [%]	3,66±0,44	4,35±0,37	4,43±0,08	4,55±0,23
Активна кислотність рН	6,56±0,19	6,31±0,06	6,29±0,02	6,18±0,07
Титрована кислотність [%]	0,15±0,00	0,16±0,00	0,18±0,00	0,18±0,01

**Примітка:** СР – сухі речовини; композиції продукту: K1 – 100% молоко коров'яче (МК); K2 – 75% МК + 25% «фундукове молоко» (ФМ); K3 – 50% МК + 50% ФМ; K4 – 25% МК + 75% ФМ; у композиція K2, K3, K4 – 1% ефірної олії апельсина.

З «фундукового молока» шляхом розпилювального чи сублімаційного сушіння виготовляють сухе «молоко» (Ermis et al., 2018). Для цього необсмажені ядра фундука подрібнюють, замочують в дистильованій воді та гомогенізують (рис. 9.9). Суміш фільтрують через сито (40 мкм) і повторно гомогенізують за допомогою ультразвукового гомогенізатора (100 Вт, 20 кГц, 10 хв) для покращення дисперсії жирових глобул.

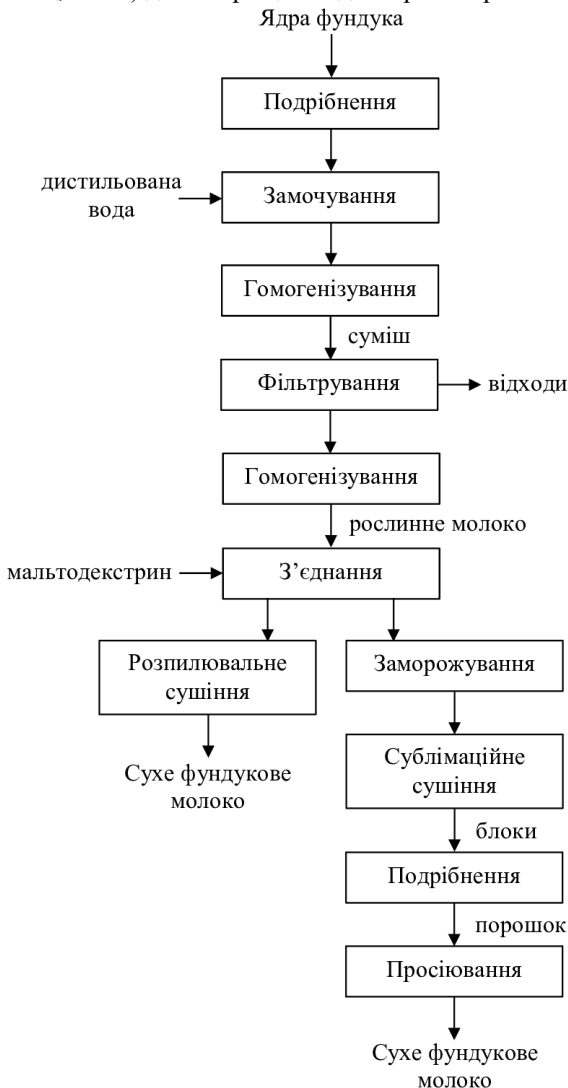


Рисунок 9.9 – Схема способу виготовлення сухого «фундукового молока» (Ermis et al., 2018)

У випадку розпилювального сушіння до «фундукового молока» додають мальтодекстрин. Температура повітря на вході у сушарку під час розпилювального сушіння становить 180°C, а на виході – 80°C. Швидкість подачі «рослинного молока» сягає 33–51 мл/хв. У випадку сублимованого сушіння «фундукове молоко» також змішують з мальтодекстрином, заповнюють ним місткості та заморожують за температури -45°C протягом 48 год. Після цього «рослинне молоко» сушать у сублимаційній сушарці за тиску 0,021 Па та температури -59°C протягом 7 діб. Сублимовані блоки після сушіння подрібнюють та просіюють для отримання порошку з необхідним розміром частинок. Порошок зберігають у герметичних поліетиленових пакетах за температури -20°C.

Фізико-хімічні показники сухого «фундукового молока», отриманого за різними способами сушіння, подані в **таблиці 9.24**. Додавання мальтодекстрину в «рослинне молоко» перед сушінням сприяє зменшенню вологості та активності води сухого «рослинного молока», і, водночас, збільшує розчинність порошку. Найбільшу розчинність (понад 63%) має продукт із вмістом мальтодекстрину 15%. Насипна густина порошку коливається в межах: у випадку розпилювального сушіння – 301–362 кг/м<sup>3</sup>, у випадку сублимаційного сушіння – 154–336 кг/м<sup>3</sup>. Зі збільшенням частки мальтодекстрину вміст золи у сухому «фундуковому молоці» зменшується.

**Таблиця 9.24** – Фізико-хімічні показники сухого «фундукового молока» (Ermis et al., 2018)

Спосіб сушіння	Вміст МД* [%]	Активність води $a_w$	Вологість [%]	Вміст золи [%]	Насипна густина [кг/м <sup>3</sup> ]	Розчинність [%]
РС	0	0,34	1,54	3,14	361	25,8
	5	0,30	1,13	2,26	301	40,9
	10	0,26	1,12	1,97	334	61,9
	15	0,25	1,08	1,55	362	64,9
СС	0	0,15	2,14	2,07	248	20,3
	5	0,11	1,44	1,46	154	36,4
	10	0,19	1,19	1,25	220	57,8
	15	0,16	1,19	1,15	336	63,6

**Примітка:** \*МД – мальтодекстрин; РС – розпилювальне сушіння; СС – сублимаційне сушіння.

Рослинні напої на основі горіхів, зокрема фундука, все більше використовують у хлібопекарському виробництві завдяки їхнім функціональним властивостям та харчовій цінності. Зокрема, фундуковий напій використовують для заміни води у рецептурі пшеничного хліба (Wirkijowska et al., 2025). Фізико-хімічні показники тіста та хліба з заміною

у рецептурі води на фундуковий напій подані в таблиці 9.25. Зі збільшенням вмісту рослинного напою збільшується водопоглинальна здатність тіста. Використання фундукового напою у рецептурі сприяє збільшенню виходу хліба та зменшенню його втрат під час випікання. Додавання рослинного напою у тісто суттєво не впливає на вміст білків та вуглеводів у хлібі, натомість вміст жирів збільшується зі збільшенням кількості рослинного напою. Збільшення вмісту рослинного напою також спричиняє збільшення вмісту золи та клітковини у продукті. Заміна води у рецептурі на фундуковий напій суттєво не впливає на вологість та твердість м'якушки. Індекс білизни хліба з фундуковим напоєм у рецептурі коливається в межах 55,0–61,4. У структурі м'якушки такого хліба переважають пори середнього розміру (0,1–0,9 мм<sup>2</sup>), що забезпечує бажаний об'єм хлібини та еластичність м'якушки. Використання напою з горіхів фундука забезпечує збереження світлого відтінку хліба та збільшує його жовтизну (*Wirkijowska et al., 2025*).

**Таблиця 9.25** – Фізико-хімічні показники тіста та хліба з заміною води на фундуковий напій (*Wirkijowska et al., 2025*)

Показники	Композиції тіста			
	K1	K2	K3	K4
1	2	3	4	5
Тісто				
Водопоглинаюча здатність тіста [%]	58,0±0,5	58,9±0,3	60,6±0,4	61,9±0,2
Хліб				
Вихід хліба [%]	140,8±0,5	142,7±0,5	144,1±0,1	145,2±0,3
Втрати при випіканні [%]	11,9±0,3	11,8±0,3	11,8±0,0	11,7±0,2
Питомий об'єм хліба [см <sup>3</sup> /г]	3,00±0,06	2,96±0,22	3,08±0,16	3,02±0,06
Вологість м'якушки через 24 год [%]	42,4±0,3	42,4±0,4	42,3±0,1	41,9±0,6
Вміст білків [%]	13,4±1,4	13,3±1,3	13,3±1,3	13,2±1,3
Вміст жирів [%]	2,12±0,08	2,42±0,48	2,74±0,08	3,06±0,09
Вміст вуглеводів [%]	78,4±1,8	78,1±1,7	77,8±1,7	77,5±1,7
Вміст золи [%]	2,32±0,01	2,34±0,01	2,37±0,02	2,39±0,02
Вміст клітковини [%]	3,6±0,5	3,7±0,5	3,7±0,5	3,8±0,5

Продовження таблиці 9.25

1	2	3	4	5
Твердість через 24 год [Н]	10,7±1,9	10,8±2,5	10,0±1,6	9,5±0,3
Індекс білизни WI	58,0±2,2	61,4±1,5	55,0±1,4	59,4±1,0

**Примітка:** композиції хліба (тіста): К1 – 75% вода + 25% фундуковий напій (ФН); К2 – 50% вода + 50% ФН; К3 – 25% вода + 75% ФН; К4 – 100% ФН; в усіх композиціях тіста: пшеничне борошно (600 г), пресовані дріжджі (18 г), сіль (9 г). Склад ФН: вода, горіхи фундука (3,5%), тростинний цукор, карбонат кальцію, стабілізатори (гуарова камедь, геланова камедь), морська сіль, ароматизатори та вітаміни Е, рибофлавін (В2), D і В12; харчова цінність ФН на 100 мл: білки – 0,5 г, жири – 2 г, вуглеводи – 3,8 г (цукри – 3,3 г), клітковина – 0,5 г, сіль – 0,18 г.

### Список використаних джерел до розділу 9

- Alasalvar, C., Shahidi, F., Liyanapathirana, C.M., & Ohshima, T. (2003). Turkish tumbul hazelnut (*Corylus avellana* L.). 1. Compositional characteristics. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(13), 3790-3796. doi:10.1021/jf0212385.
- Antunes, I., Bexiga, R., Pinto, C., Gonçalves, H., Roseiro, C., Bessa, R., Alves, S. & Quaresma, M. (2024). Lipid profile of plant-based milk alternatives (PBMA) and cow's milk: A comparison. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72(32), 18110-18120. doi:10.1021/acs.jafc.4c03091.
- Atalar, I. (2019). Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk. *LWT*, 107, 256-263. doi:10.1016/j.lwt.2019.03.013.
- Atalar, I., Gul, O., Saricaoglu, F.T., Besir, A., Gul, L.B., & Yazici, F. (2019). Influence of thermosonication (TS) process on the quality parameters of high pressure homogenized hazelnut milk from hazelnut oil by-products. *Journal of Food Science and Technology*, 56, 1405-1415. doi:10.1007/s13197-019-03619-7.
- Atalar, I., Kurt, A., Gul, O., & Yazici, F. (2021). Improved physicochemical, rheological and bioactive properties of ice cream: Enrichment with high pressure homogenized hazelnut milk. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 24, 100358. doi:10.1016/j.ijgfs.2021.100358.
- Aysu, Ş., Akıl, F., Çevik, E., Kılıç, M.E., & İlyasoğlu, H. (2020). Development of homemade hazelnut milk-based beverage. *Journal of Culinary Science & Technology*, 20(5), 421-429. doi:10.1080/15428052.2020.1859033.
- Bernat, N., Cháfer, M., Chiralt, A., & González-Martínez, C. (2014). Hazelnut milk fermentation using probiotic *Lactobacillus rhamnosus* GG and inulin. *International Journal of Food Science and Technology*, 49(12), 2553-2562. doi:10.1111/ijfs.12585.

Bernat, N., Cháfer, M., Rodríguez-García, J., Chiralt, A., & González-Martínez, C. (2015). Effect of high pressure homogenisation and heat treatment on physical properties and stability of almond and hazelnut milks. *LWT – Food Science and Technology*, 62(1), 488-496. doi:10.1016/j.lwt.2014.10.045.

Çakir, C., Turan, E. & Şimşek, A. (2023). The effects of bentonite and activated charcoal treatments on aflatoxin content (AFB<sub>1</sub>, AFB<sub>2</sub>, AFG<sub>1</sub>, and AFG<sub>2</sub>) and physicochemical characteristics of hazelnut milk. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17, 5256-5267. doi:10.1007/s11694-023-02024-1.

Calamelli, E., Trozzo, A., Di Blasi, E., Serra, L., & Bottau, P. (2021). Hazelnut allergy. *Medicina*, 57(1), 67. doi:10.3390/medicina57010067.

Çelik, S.K., Turan, E., & Şimşek, A. (2023). Some physicochemical and sensory properties of hazelnut beverages enriched with VIT-C source fruits and shelf life. *GIDA*, 48(1), 185-198. doi:10.15237/gida.GD22122.

Ceylan, F.D., Adrar, N., Bolling, B.W., & Capanoglu, E. (2022). Valorisation of hazelnut by-products: Current applications and future potential. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 39(2), 586-621. doi:10.1080/02648725.2022.2160920.

Conte, R., Sepe, F., Margarucci, S., Costanzo, E., Petillo, O., Peluso, G., Marcolongo, L., & Calarco, A. (2025). Functional plant-based beverage fortified with hazelnut cuticle polyphenols: Antioxidant and phenolic content characterization. *Molecules*, 30(3), 433. doi:10.3390/molecules30030433.

Didar, Z., Khodaparast, M.H.H. & Goharjoo, B. (2025). Flaxseed mucilage – stabilized double emulsion for vitamin D delivery in Hazelnut milk ice cream: *In vitro* stability and storage. *Journal of Food Science and Technology*, 62, 897-910. doi:10.1007/s13197-024-06078-x.

Ermis, E., Güner, K.Ö., & Yilmaz, M.T. (2018). Characterization of hazelnut milk powders: A comparison of spray-drying and freeze-drying. *International Journal of Food Engineering*, 14(11-12), 20180085. doi:10.1515/ijfe-2018-0085.

Gul, O., Atalar, I., Mortas, M., Saricaoglu, F.T., Besir, A., Gul, L.B., & Yazici, F. (2022). Potential use of high pressure homogenized hazelnut beverage for a functional yoghurt-like product. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94(1), e20191172. doi:10.1590/0001-3765202220191172.

Gul, O., Atalar, I., Saricaoglu, F.T., & Yazici, F. (2018). Effect of multi-pass high pressure homogenization on physicochemical properties of hazelnut milk from hazelnut cake: An investigation by response surface methodology. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42, e13615. doi:10.1111/jfpp.13615.

Gul, O., Saricaoglu, F.T., Mortas, M., Atalar, I., & Yazici, F. (2017). Effect of high pressure homogenization (HPH) on microstructure and rheological properties of hazelnut milk. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 411-420. doi:10.1016/j.ifset.2017.05.002.

Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E.K. (2016). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), 26-33. doi:10.1007/s11130-016-0583-0.

Kalkan, S., & Balpetek Külcü, D. (2022). Comparing the quality properties of cow milk and hazelnut milk fermented by Viili yogurt culture. *Journal of Culinary Science & Technology*, 22(5), 1008-1024. doi:10.1080/15428052.2022.2099333.

Kalkan, S., Incekara, K., Otağ, M.R., & Unal Turhan, E. (2025). The influence of hazelnut milk fortification on quality attributes of probiotic yogurt. *Food Science & Nutrition*, 13, e70235. doi:10.1002/fsn3.70235.

Karaosmanoğlu, H. (2022). Lipid characteristics, bioactive properties, and mineral content in hazelnut grown under different cultivation systems. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, e16717. doi:10.1111/jfpp.16717.

Karunasiri, A.N., Gunawardane, M., Senanayake, C.M., Jayathilaka, N., & Seneviratne, K.N. (2020). Antioxidant and nutritional properties of domestic and commercial coconut milk preparations. *International Journal of Food Science*, 2020, 3489605. doi:10.1155/2020/3489605.

Köksal, A.I., Artık, N., Şimşek, A., & Güneş, N. (2006). Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry*, 99(3), 509-515. doi:10.1016/j.foodchem.2005.08.013.

Kovanen, I., Kytä, V., Kärlund, A., Pajari, A.-M., Tuomisto, H., Saarinen, M., & Kolehmainen, M. (2025). Advancing methods for comparative nutritional LCA of milk and plant-based milk substitutes. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 30, 462-476. doi:10.1007/s11367-024-02407-6.

Maleki, N., Khodaiyan, F. & Mousavi, S.M. (2015). Antioxidant activity of fermented Hazelnut milk. *Food Science and Biotechnology*, 24, 107-115. doi:10.1007/s10068-015-0016-0.

Oh, J., & Lee, K.-G. (2024). Analysis of physicochemical properties of nut-based milk and sweetened condensed milk alternatives. *Food Chemistry*, 455, 139991. doi:10.1016/j.foodchem.2024.139991.

Ozdemir, F., & Akinci, I. (2004). Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *Journal of Food Engineering*, 63(3), 341-347. doi:10.1016/j.jfoodeng.2003.08.006.

Salvatore, M.M., Andolfi, A., & Nicoletti, R. (2023). Mycotoxin contamination in hazelnut: Current status, analytical strategies, and future prospects. *Toxins*, 15(2), 99. doi:10.3390/toxins15020099.

Şen, L., & Okur, S. (2023). Effect of hazelnut type, hydrocolloid concentrations and ultrasound applications on physicochemical and sensory characteristics of hazelnut-based milks. *Food Chemistry*, 402, 134288. doi:10.1016/j.foodchem.2022.134288.

Shahidi, F., Alasalvar, C., & Liyana-Pathirana, C.M. (2007). Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut

byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(4), 1212-1220. doi:10.1021/jf062472o.

Silva, A.R.A.d., Santelli, R.E., Braz, B.F., Silva, M.M.N., Melo, L., Lemes, A.C., & Ribeiro, B.D. (2024). A comparative study of dairy and non-dairy milk types: Development and characterization of customized plant-based milk options. *Foods*, 13(14), 2169. doi:10.3390/foods13142169.

Silva, B.Q., & Smetana, S. (2022). Review on milk substitutes from an environmental and nutritional point of view. *Applied Food Research*, 2(1), 100105. doi:10.1016/j.afres.2022.100105.

Tsai, M.-J., Cheng, M.-C., Chen, B.-Y., & Wang, C.-Y. (2018). Effect of high-pressure processing on immunoreactivity, microbial and physicochemical properties of hazelnut milk. *International Journal of Food Science + Technology*, 53, 1672-1680. doi:10.1111/ijfs.13751.

Walther, B., Guggisberg, D., Badertscher, R., Egger, L., Portmann, R., Dubois, S., Haldimann, M., Kopf-Bolan, K., Rhyn, P., Zoller, O., Veraguth, R. & Rezzi, S. (2022). Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. *Frontiers in Nutrition*, 9, 988707. doi: 10.3389/fnut.2022.988707.

Wani, I.A., Ayoub, A., Bhat, N.A., Dar, A.H., & Gull, A. (2020). Hazelnut. In: G.A. Nayik, A. Gull (Eds.), *Antioxidants in Vegetables and Nuts – Properties and Health Benefits* (pp. 559-572). Springer, Singapore. doi:10.1007/978-981-15-7470-2\_29.

Wirkijowska, A., Teterycz, D., & Zarzycki, P. (2025). The impact of nut-based plant beverages on wheat bread quality: A study of almond, hazelnut, and walnut beverages. *Applied Sciences*, 15(16), 8821. doi:10.3390/app15168821.

Yangilar, F. (2023). Effects of orange essential oil on some parameters of Dulce de Leche prepared with plant-based hazelnut milk and cow's milk combinations. Preprint (Version 1). doi:10.21203/rs.3.rs-2824182/v1.

## 10 «АРАХІСОВЕ МОЛОКО»

## 10.1 Арахіс та його властивості

Бобова культура *Arachis hypogaea*, відома як арахіс або земляний горіх, є надзвичайно важливою продовольчою рослиною (Bertioli et al., 2011). Насіння (ядра) арахісу споживають обсмаженими, а також додають до складу різних харчових продуктів, зокрема арахісової пасту, арахісової олії та інших харчових виробів (Chang et al., 2013). Ядра арахісу є джерелом поживних речовин (таблиця 10.1), зокрема вони містять: олія – 31,5–55,0%, білки – 20,0–36,9%, вуглеводи – 10,0–20,0%, зола – 2,02–2,05%, калорійність – 567 ккал/100 г (Özcan & Seven, 2003; Variath & Janila, 2017). Вміст клітковини в обсмажених ядрах арахісу становить 8 г/100 г, а цукрів – 4,18 г/100 г (Settaluri et al., 2012). З-поміж ідентифікованих цукрів в арахісі міо-інозитол, глюкоза, фруктоза, сахароза, рафіноза та стахіоза, причому на сахарозу припадає близько 90% усіх виявлених цукрів (Davis & Dean, 2016). Маса 1000 ядер арахісу – 903,7–1014,0 г, а відношення ширини до довжини – 0,541–0,550 (Özcan & Seven, 2003).

Вживання арахісу та продуктів з нього може спричинити алергічну реакцію (Settaluri et al., 2012). Арахіс також може бути джерелом афлатоксинів – токсичних речовин, що утворюються цвілевими грибами роду *Aspergillus* (Chang et al., 2013).

Таблиця 10.1 – Поживна цінність ядер арахісу

Вологість [%]	Білки [%]	Олія [%]	Целюлоза [%]	Зола [%]
5,59–6,07 <sup>a</sup>	35,9–36,9 <sup>a</sup> 20,0–35,0 <sup>b</sup>	31,5–44,1 <sup>a</sup> 40,0–55,0 <sup>b</sup>	1,11–1,22 <sup>a</sup>	2,02–2,05 <sup>a</sup>

Примітка: <sup>a</sup>дані (Özcan & Seven, 2003); <sup>b</sup>дані (Variath & Janila, 2017).

В обсмажених ядрах арахісу міститься насичених жирних кислот – 6,893 г/100 г, мононенасичених жирних кислот – 24,640 г/100 г та поліненасичених жирних кислот – 15,694 г/100 г (Settaluri et al., 2012). Основними жирними кислотами в ядрах арахісу є олеїнова (43,13–55,07%) та лінолева (25,13–35,20%) (таблиця 10.2), що свідчить про переважання моно- та поліненасичених жирів (Özcan & Seven, 2003). Серед насичених жирних кислот найбільше міститься пальмітинової (8,70–13,03%) і стеаринової (3,77–4,53%). Інші жирні кислоти, зокрема міристинова, бегенова, арахінова, пальмітолеїнова, гадолеїнова та  $\alpha$ -ліноленова, містяться у значно менших кількостях. Обсмажені ядра арахісу містять широкий спектр амінокислот (таблиця 10.3). Найбільший вміст мають глутамінова (4,949 г/100 г) та аспарагінова (2,888 г/100 г) кислоти, а також аргінін (2,832 г/100 г). Серед незамінних амінокислот найбільший вміст

Дударев І.М. «Рослинне молоко»: технологія, властивості, використання

мають лейцин (1,535 г/100 г), фенілаланін (1,227 г/100 г), валін (0,993 г/100 г) та лізин (0,850 г/100 г). Вміст триптофану та метіоніну є найменшим, відповідно, 0,230 г/100 г та 0,291 г/100 г (Settaluri et al., 2012).

**Таблиця 10.2** – Склад жирних кислот ядер арахісу (Özcan & Seven, 2003)

Жирні кислоти	Вміст [%]	Жирні кислоти	Вміст [%]
Міристинова (C14:0)	0,13–0,23	Лінолева (C18:2(n-6))	25,13–35,20
Пальмітинова (C16:0)	8,70–13,03	$\alpha$ -ліноленова кислота (C18:3(n-3))	0,20–0,30
Пальмітолеїнова (C16:1(n-7))	0,23–0,30	Арахінова (C20:0)	1,53–1,90
Стеаринова (C18:0)	3,77–4,53	Гадолеїнова (C20:1(n-9))	0,40–1,37
Олеїнова (C18:1(n-9))	43,13–55,07	Бегенова (C22:0)	2,40–3,17

**Таблиця 10.3** – Амінокислотний склад обсмажених ядер арахісу (Settaluri et al., 2012)

Амінокислоти	Вміст [г/100 г]	Амінокислоти	Вміст [г/100 г]
Гістидин	0,599	Серин	1,167
Треонін	0,811	Аргінін	2,832
Лізин	0,850	Гліцин	1,427
Метіонін	0,291	Аспарагінова кислота	2,888
Валін	0,993	Глутамінова кислота	4,949
Ізолейцин	0,833	Тирозин	0,963
Лейцин	1,535	Аланін	0,941
Фенілаланін	1,227	Пролін	1,045
Триптофан	0,230	Цистеїн	0,304

Ядра арахісу містять три основні фітостероли: кампестерол, стигмастерол та  $\beta$ -ситостерол (таблиця 10.4). У свіжих ядрах загальний вміст фітостеролів варіюється у межах 55,1–126,9 мг/100 г, з домінуванням  $\beta$ -ситостеролу (40,0–103,7 мг/100 г). Після обсмажування загальний вміст фітостеролів збільшується до 137,0 мг/100 г. Зокрема, в обсмаженому арахісі вміст кампестеролу становить 13,2 мг/100 г, стигмастеролу – 12,1 мг/100 г та  $\beta$ -ситостеролу – 76,8 мг/100 г. У смаженому арахісі середній вміст сквалену становить 11 мг/100 г (Davis & Dean, 2016).

**Таблиця 10.4** – Склад фітостеролів в ядрі арахісу (*Davis & Dean, 2016*)

Ядра арахісу	Вміст [мг/100 г]			
	кампестерол	стигмастерол	$\beta$ -ситостерол	усього
Свіжі	5,6–13,1	6,9–11,4	40,0–103,7	55,1–126,9
Обсмажені	13,2	12,1	76,8	137,0

Арахіс є цінним джерелом водорозчинних вітамінів групи В та жиророзчинного вітаміну Е (токоферолу) (**таблиця 10.5**). Серед вітамінів групи В особливо високим є вміст вітаміну В<sub>3</sub> – 13,53 мг/100 г. Також у значних кількостях містяться вітамін В<sub>1</sub> (1,0 мг/100 г) та вітамін В<sub>5</sub> (1,40 мг/100 г). У меншій кількості містяться вітамін В<sub>6</sub> (0,256 мг/100 г), вітамін В<sub>2</sub> (0,098 мг/100 г) та вітамін В<sub>9</sub> (145 мкг/100 г). Вміст токоферолу у свіжому арахісі становить 8,2 мг/100 г, натомість після обсмажування його вміст зменшується до 4,1 мг/100 г (*Toomer, 2017*).

**Таблиця 10.5** – Вміст вітамінів в арахісі (*Toomer, 2017*)

Вітаміни	Вміст	Вітаміни	Вміст
Токоферол [мг/100 г]	8,2*	Вітамін В <sub>3</sub> (ніацин) [мг/100 г]	13,53**
	4,1**	Вітамін В <sub>5</sub> (пантотенова кислота) [мг/100 г]	1,40**
Вітамін В <sub>1</sub> (тіамін) [мг/100 г]	1,0*	Вітамін В <sub>6</sub> (піридоксин) [мг/100 г]	0,256**
Вітамін В <sub>2</sub> (рибофлавін) [мг/100 г]	0,098**	Вітамін В <sub>9</sub> (фолієва кислота) [мкг/100 г]	145**

**Примітка:** \* свіжий арахіс; \*\* сухий обсмажений арахіс.

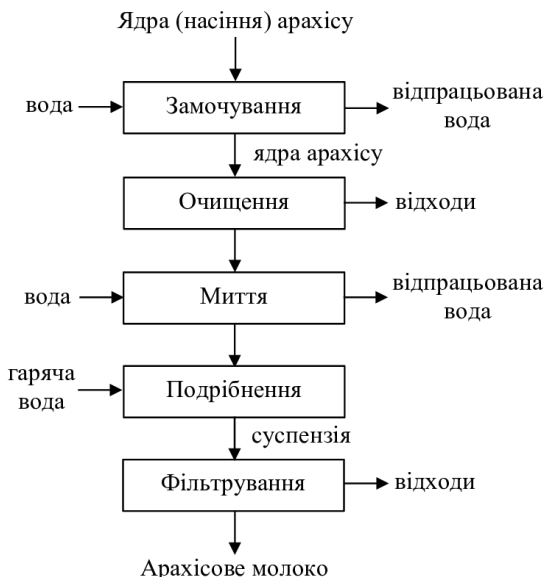
Арахіс є джерелом макро- та мікроелементів (**таблиця 10.6** – для сухого обсмаженого арахісу). Зокрема, арахіс містить макроелементи: калій – 658 мг/100 г, магній – 175 мг/100 г, фосфор – 358 мг/100 г. Однак вміст натрію є низьким – лише 5,6 мг/100 г. Також арахіс містить мікроелементи: цинк – 3,31 мг/100 г, залізо – 2,26 мг/100 г, манган – 2,06 мг/100 г, мідь – 0,67 мг/100 г, селен – 7,5 мкг/100 г (*Toomer, 2017*).

**Таблиця 10.6** – Вміст мінеральних речовин в арахісі (*Toomer, 2017*)

Мінеральні речовини	Вміст	Мінеральні речовини	Вміст
Калій (K) [мг/100 г]	658	Цинк (Zn) [мг/100 г]	3,31
Магній (Mg) [мг/100 г]	175	Залізо (Fe) [мг/100 г]	2,26
Натрій (Na) [мг/100 г]	5,6	Мідь (Cu) [мг/100 г]	0,67
Кальцій (Ca) [мг/100 г]	54	Манган (Mn) [мг/100 г]	2,06
Фосфор (P) [мг/100 г]	358	Селен (Se) [мкг/100 г]	7,50

## 10.2 Технологія виготовлення «арахісового молока»

«Арахісове молоко» зазвичай виготовляють шляхом замочування та подрібнення ядер арахісу у воді до утворення однорідної суспензії, яку потім фільтрують. Також цей напій можна виготовляти шляхом подрібнення обсмаженого або частково знежиреного арахісу без попереднього замочування для отримання сипкого борошна, до якого додають воду з метою утворення емульсії. Напій гомогенізують, пастеризують або стерилізують та збагачують поживними речовинами (вітамінами, мінеральними речовинами), а також додають ароматизатори (*Diarra et al., 2005*). Найпростіший спосіб виготовлення «арахісового молока» передбачає, що арахіс замочують у воді протягом 16–18 год у співвідношенні 1:3 (ядра : вода), після чого ядра очищують від шкірки (**рис. 10.1**). Очищені ядра миють у воді та подрібнюють з гарячою водою у співвідношенні 1:6 (ядра : вода). Отриману суспензію фільтрують, внаслідок чого отримують «арахісове молоко» (*Jain, et al., 2013*).



**Рисунок 10.1** – Схема способу виготовлення «арахісового молока» (*Jain, et al., 2013*)

Розглянемо способи виготовлення «арахісового молока» (**рис. 10.2**), описані у науковій праці (*Diarra et al., 2005*). На етапі підготовки сировини сухі ядра арахісу бланшують в 1,0%-му розчині гідрокарбонату натрію ( $\text{NaHCO}_3$ ) протягом 20 хв (співвідношення ядер до розчину – 1:5). Рекомендовано проводити бланшування за температури  $121^\circ\text{C}$  та тиску

103 кПа протягом 3 хв (Jain, et al., 2013). Після цього ядра замочують в 1%-му водному розчині  $\text{NaHCO}_3$  протягом 16–18 год за температури  $22^\circ\text{C}$ . Далі зливають розчин та миють ядра у проточній воді.

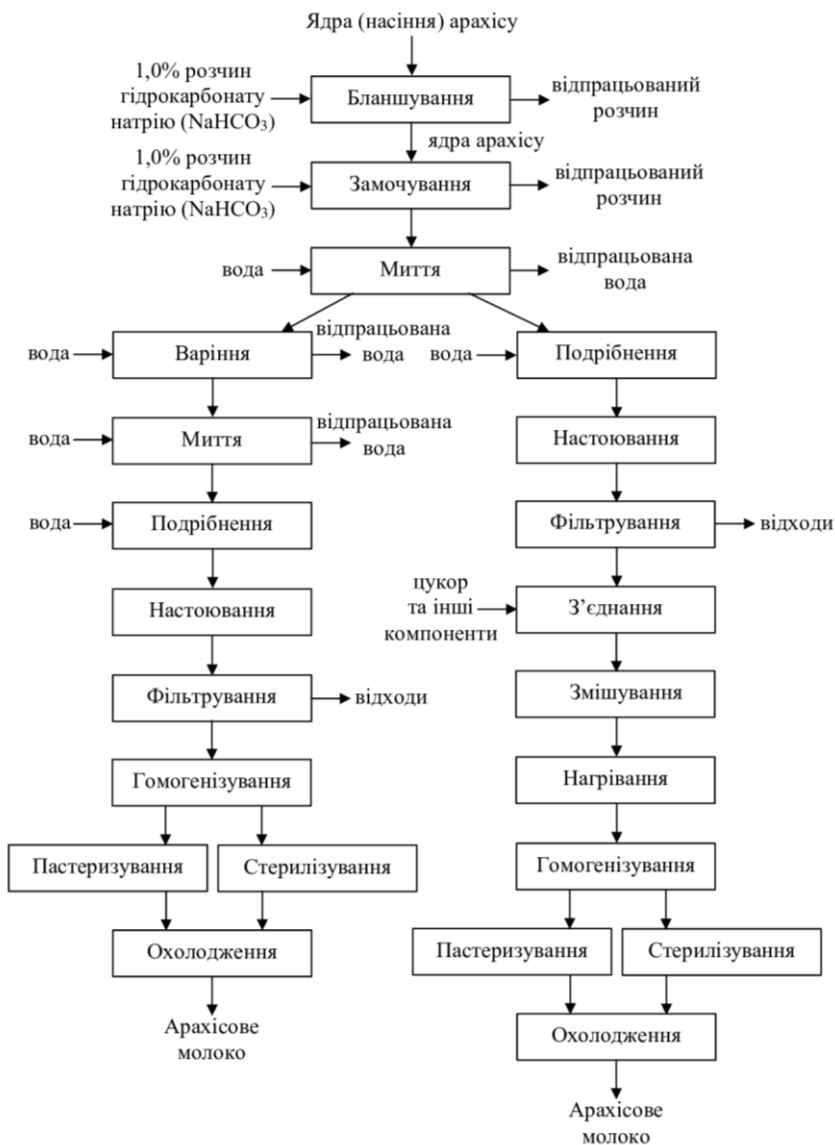


Рисунок 10.2 – Схема способів виготовлення «арахісового молока» з бланшуванням ядер (Diarra et al., 2005)

На наступному етапі можливі два варіанти виготовлення арахісового напою. Перший варіант передбачає додавання води до ядер у співвідношенні 1:2 (арахіс : вода), після чого ядра варять протягом 10–20 хв за температури 100°C. Після варіння воду зливають, арахіс знову миють у воді, додають воду у співвідношенні 1:5 (арахіс : вода), подрібнюють та настоюють протягом 4–5 год за температури 22°C. Суміш фільтрують та гомогенізують, а отримане «арахісове молоко» пастеризують (температура 100°C, тривалість 10 хв) або стерилізують (температура 121°C, тривалість 10 хв). Напій охолоджують до температури 4,4°C та зберігають за температури 1°C.

Другий варіант передбачає, що після миття арахіс подрібнюють з додаванням води у співвідношенні 1:6 (арахіс : вода), настоюють протягом 4–5 год за температури 22°C, фільтрують та додають рецептурні компоненти, зокрема цукор. Після цього проводять змішування та нагрівання суміші до температури 72°C з подальшим гомогенізуванням. Далі, як і в першому варіанті, напій пастеризують або стерилізують з подальшим охолодженням.

У науковій праці (Diarra et al., 2005) описано спосіб виготовлення ферментованого «арахісового молока» (рис. 10.3). Спочатку ядра сухого арахісу замочують в 1%-му розчині NaHCO<sub>3</sub> протягом 16–18 год за температури 22°C у співвідношенні 1:2 (арахіс : розчин). Далі зливають розчин та миють ядра у воді. Після миття арахіс подрібнюють з додаванням води у співвідношенні 1:5 (арахіс : вода), настоюють протягом 4–5 год за температури 22°C, фільтрують та стерилізують за температури 121°C протягом 10 хв. Стерилізований фільтрат швидко охолоджують, додають до нього лактозу (2%) та змішують. Суміш інокулюють композицією штамів (*Lactobacillus bulgaricus* та *Lactobacillus acidophilus*) у кількості 1% та інкубують за температури 37°C протягом 3 діб. Готовий ферментований арахісовий напій охолоджують та зберігають за температури 4°C.

Розроблено також спосіб виготовлення ферментованого напою на основі «арахісового молока» з додаванням ароматизаторів (полуничний та ванільний) (Sunny-Roberts et al., 2004). Виготовлення «рослинного молока» для напою проходить у традиційний спосіб, за винятком того, що для подрібнення очищених від оболонки насінин використовують стерилізовану воду за температури 121°C протягом 15 хв, а подрібнення насіння проводять з водою за співвідношення 5:7 (насіння : вода). «Арахісове молоко» пастеризують за температури 70°C протягом 20 хв. Після охолодження його інокулюють закваскою (*Lactobacillus bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus*). Інкубування проводять за температури 40°C протягом 36 год. Після завершення ферментування до продукту додають ароматизатор (4,0%) та цукор (2,0%).

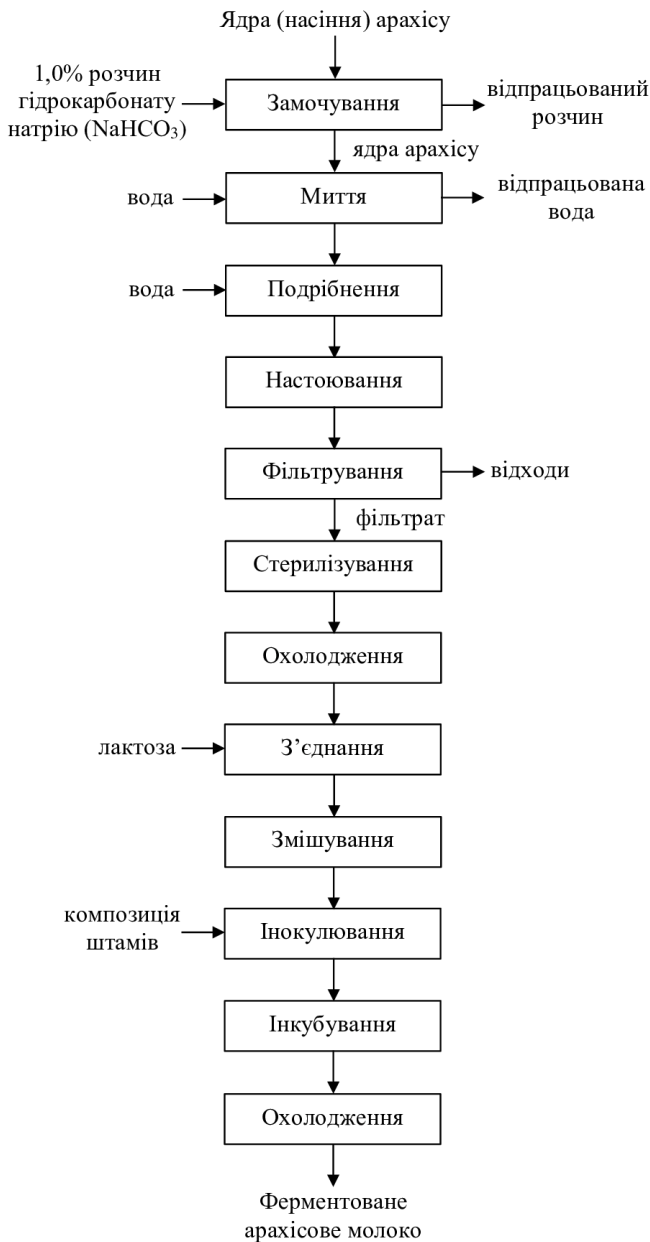
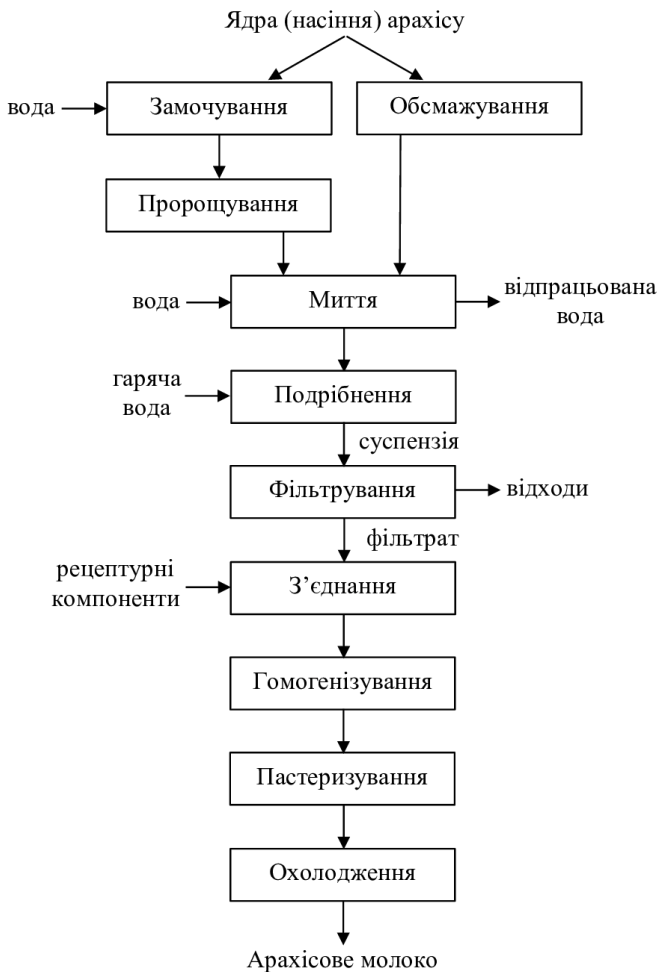


Рисунок 10.3 – Схема способу виготовлення ферментованого «арахісового молока» (Diarra et al., 2005)

«Арахісове молоко» виготовляють з обсмаженого або пророшеного насіння (*Sakthi et al., 2020*). У випадку обсмаженого арахісу (**рис. 10.4**), ядра спочатку обсмажують за температури 130°C протягом 20 хв (*Isanga & Zhang, 2009*), миють у воді та подрібнюють з додаванням гарячої води у співвідношенні 1:3 (арахіс : вода). Отриману суспензію фільтрують, додають підсолоджувачі або інші компоненти та гомогенізують. Готовий рослинний напій пастеризують за температури 85°C протягом 15 хв та охолоджують.



**Рисунок 10.4** – Схема способу виготовлення «арахісового молока» з обсмаженого чи пророшеного насіння арахісу (*Diarra et al., 2005*)

Поєднання обсмажування, гомогенізування за високого тиску та термічного оброблення (пастеризування за умов: температура 85°C, тривалість 10 хв; стерилізування за умов: температура 121°C, тривалість 15 хв) дозволяє отримати стабільний продукт з покращеними смаковими характеристиками – без необхідності у додаванні стабілізаторів або інших добавок (Zaaboul *et al.*, 2019).

У випадку пророщеного арахісу насіння спочатку замочують у воді на 60 год, після чого пророщують 18 год. Пророщений арахіс миють, подрібнюють, фільтрують, пастеризують та охолоджують у спосіб, як у випадку виготовлення напою з обсмаженого насіння арахісу.

До «арахісового молока» для збагачення корисними речовинами та покращення органолептичних властивостей додають пюре або м'якоть різних фруктів та ягід, зокрема м'якоть бразильської сливи (*Spondias tuberosa*) та гуяви (*Psidium guajava* L.) (De Albuquerque *et al.*, 2015).

Для виготовлення «арахісового молока» використовують систему мікрофлюїдизування (Dai *et al.*, 2022). Відповідно до способу, насіння арахісу обсмажують за температури 190°C протягом 35 хв, після чого охолоджують. Обсмажені ядра арахісу разом з гарячою водою (90°C) спрямовують у подрібнювач у співвідношенні 1:9 (арахіс : вода) для попереднього подрібнення. Після попереднього подрібнення отримане «арахісове молоко» охолоджують до температури 45°C. Потім його обробляють у мікрофлюїдизаторі за тиску 120 МПа за один прохід. Для запобігання мікробному забрудненню до «арахісового молока» додають азид натрію (0,02%). Виготовлення «арахісового молока» у такий спосіб суттєво покращує його стабільність та органолептичні властивості.

«Арахісове молоко» може містити мікотоксини. Науковці дослідили (Romero *et al.*, 2023), що озонування має потенціал для підвищення безпечності рослинних «молочних продуктів», зокрема, найбільш чутливі афлатоксини руйнуються протягом перших 30 хв оброблення продукту у такий спосіб. Також озонування може зменшувати рівень алергенів у рослинному напої.

### 10.3 Властивості та хімічний склад «арахісового молока»

Вміст білків у коров'ячому молоці (2,82%) та в «арахісовому молоці» (2,80%) подібний (таблиця 10.7). Натомість вміст жирів в «арахісовому молоці» (4,40%) більший порівняно з коров'ячим молоком (3,42%). Щодо вуглеводів, то у коров'ячому молоці їхній вміст – 4,47%, тоді як в «арахісовому молоці» – лише 2,00%. З-поміж вуглеводів в «арахісовому молоці» містяться: глюкоза – 0,05%, сахароза – 0,63%, пентозани – 0,20%, крохмаль – 0,20% (Diarra *et al.*, 2005). Вміст золи у коров'ячому молоці більший (0,62%) порівняно з «арахісовим молоком» (0,20%). Активна

кислотність рН «арахісового молока» без додавання будь-яких інших компонентів становить від 6,0 до 6,2 (Diarra et al., 2005).

**Таблиця 10.7** – Фізико-хімічні показники коров'ячого молока та «арахісового молока»

Продукти	Вміст [%]			
	білки	жири	зола	вуглеводи
Молоко коров'яче	2,82 <sup>b</sup>	3,42 <sup>b</sup>	0,62 <sup>a</sup>	4,47 <sup>b</sup>
«Арахісове молоко»	2,80 <sup>c</sup>	4,40 <sup>c</sup>	0,20 <sup>c</sup>	2,00 <sup>c</sup>

**Примітка:** <sup>a</sup>дані (Jeske et al., 2016); <sup>b</sup>дані (Karunasiri et al., 2020); <sup>c</sup>дані (Diarra et al., 2005).

Водночас поживна цінність «арахісового молока», зокрема вміст білків, жирів, вуглеводів, золи тощо може значно варіюватися залежно від сировини, рецептурного складу напою та способу його виготовлення. У **таблиці 10.8** подані фізико-хімічні показники «арахісового молока», виготовленого у різний спосіб. Вміст води у «рослинному молоці» коливається в межах 87,7–89,5% та суттєво не залежить від способу виготовлення напою. Відповідно, вміст сухих речовин (10,5–12,3%) теж суттєво не відрізняється у напоях, що виготовлені у різний спосіб. Найбільший вміст білків (3,8%) в «арахісовому молоці», виготовленому за традиційним способом (**таблиця 10.8**), причому він значно більший порівняно з даними, що представлені у **таблиці 10.7**. Аналогічна тенденція спостерігається і щодо вмісту жирів: традиційне «арахісове молоко» містить жирів 2,0%, тоді як за іншими способами можна отримати напій з вмістом жирів 1,6%. Інші науковці зазначають (Diarra et al., 2005), що вміст жирів в «арахісовому молоці» становить 4,4% (**таблиця 10.7**). Найменший вміст золи (0,16%) у напої, у способі виготовлення якого передбачено бланшування ядер арахісу, натомість традиційний спосіб виготовлення дозволяє отримати напій з вмістом золи 0,28%.

Ферментування «арахісового молока» спричиняє значні зміни у складі напою. Зокрема, вміст води у ферментованому напої становить 85,02%, що на 4,9% менше порівняно з неферментованим напоєм (89,40%) (**таблиця 10.9**). Внаслідок ферментування вміст білків в «арахісовому молоці» збільшується на 99,7% – з 2,98% до 5,95%. Вміст жирів, навпаки, зменшується на 13,3% – з 5,47% до 4,74%, а вміст вуглеводів зменшується на 22,7% – з 1,32% до 1,02%. Вміст золи у ферментованому «арахісовому молоці» у 6,8 раза більший, ніж у неферментованому напої. Натомість у неферментованому напої більший вміст клітковини. Показник активної кислотності ферментованого «арахісового молока» – рН 4,2, а титрована кислотність – 1,624% (у перерахунку на молочну кислоту) (Sunny-Roberts et al., 2004).

**Таблиця 10.8** – Фізико-хімічні показники «арахісового молока», виготовленого у різний спосіб (Jain, et al., 2013)

Показники	Спосіб виготовлення «арахісового молока»		
	традиційний*	1% NaHCO <sub>3</sub> **	бланшування***
Вміст води [%]	87,7	89,5	88,2
Вміст білків [%]	3,8	3,2	3,3
Вміст жирів [%]	2,0	1,6	1,6
Вміст золи [%]	0,28	0,25	0,16
Вміст СР [%]	12,3	10,5	11,8

**Примітка:** СР – сухі речовини; \*замочування ядер у воді протягом 16–18 год, очищення від шкірки, подрібнення в гарячій воді у співвідношенні 1:6 (арахіс : вода), фільтрування; \*\*замочування ядер у 1%-му розчині NaHCO<sub>3</sub> протягом 16–18 год у співвідношенні 1:3 (арахіс : розчин), очищення від шкірки, миття у воді, подрібнення в гарячій воді у співвідношенні 1:6 (арахіс : вода), фільтрування; \*\*\*бланшування ядер за температури 121°C та тиску 103 кПа протягом 3 хв, замочування у воді протягом 6 год у співвідношенні 1:3 (арахіс : вода), очищення від шкірки, подрібнення в гарячій воді у співвідношенні 1:6 (арахіс : вода), фільтрування.

**Таблиця 10.9** – Фізико-хімічні показники неферментованого та ферментованого «арахісового молока» (Sunny-Roberts et al., 2004)

Показники	«Арахісове молоко»	
	неферментоване	ферментоване
Вміст води [%]	89,40±3,32	85,02±0,14
Вміст білків [%]	2,98±0,03	5,95±0,08
Вміст жирів [%]	5,47±0,40	4,74±0,04
Вміст вуглеводів [%]	1,32±0,11	1,02±0,01
Вміст золи [%]	0,42±0,00	2,86±0,01
Вміст клітковини [%]	0,78±0,03	0,55±0,03

Ферментоване «арахісове молоко» характеризується більшим вмістом мінеральних речовин та вітамінів порівняно з неферментованим (**таблиця 10.10**). Зокрема, порівняно з неферментованим «молоком» вміст кальцію у ферментованому напої більший на 69,1%, фосфору – на 14,5%, а калію – на 15,1%. Щодо вітамінів, то у ферментованому напої вміст вітаміну В<sub>1</sub> на 45,2% більший порівняно з неферментованим напоєм. Вміст вітаміну В<sub>2</sub> у неферментованому напої 0,40 мг/100 г, а в ферментованому – 0,57 мг/100 г. Вітамін В<sub>3</sub> також міститься у більшій кількості у ферментованому напої (0,79 мг/100 г), ніж у неферментованому напої (0,63 мг/100 г).

Ферментування «арахісового молока» спричиняє збільшення вмісту таких амінокислот, як лізин, метіонін, цистеїн, фенілаланін, триптофан, гістидин та аргінін (**таблиця 10.11**). Водночас вміст деяких інших

амінокислот залишається відносно стабільним як у ферментованому, так і в неферментованому напої. Ферментування «арахісового молока» спричиняє зменшення вмісту у ньому лейцину, тирозину та валіну (*Sunny-Roberts et al., 2004*).

**Таблиця 10.10** – Вміст мінеральних речовин та вітамінів у неферментованому та ферментованому «арахісовому молоці» (*Sunny-Roberts et al., 2004*)

Мінеральні речовини та вітаміни	«Арахісове молоко»	
	неферментоване	ферментоване
Кальцій (Ca) [мг/100 г]	32,45±1,41	54,86±1,20
Фосфор (P) [мг/100 г]	78,43±1,10	89,84±1,20
Калій (K) [мг/100 г]	262,73±0,16	302,44±0,20
Вітамін В <sub>1</sub> (тіамін) [мг/100 г]	0,62±0,16	0,90±0,02
Вітамін В <sub>2</sub> (рибофлавін) [мг/100 г]	0,40±0,04	0,57±0,20
Вітамін В <sub>3</sub> (ніацин) [мг/100 г]	0,63±0,67	0,79±1,45

**Таблиця 10.11** – Амінокислотний склад неферментованого та ферментованого «арахісового молока» (*Sunny-Roberts et al., 2004*)

Амінокислоти	Вміст [г/16 г N]		Амінокислоти	Вміст [г/16 г N]	
	НМ	ФМ		НМ	ФМ
Ізолейцин	3,60	3,14	Тирозин	3,98	2,47
Лейцин	6,21	6,10	Треонін	3,01	4,15
Лізин	3,90	7,28	Триптофан	1,41	2,43
Метіонін	1,12	3,15	Валін	4,10	3,98
Цистеїн	1,20	1,89	Гістидин	2,13	2,37
Фенілаланін	5,00	6,89	Аргінін	7,84	9,97

**Примітка:** НМ – неферментоване «арахісове молоко»; ФМ – ферментоване «арахісове молоко».

«Арахісове молоко» характеризується високим вмістом ненасичених жирних кислот, що складають 82,58%, причому з них мононенасичених кислот – 48,52%, а поліненасичених кислот – 34,06% (**таблиця 10.12**). Вміст насичених жирних кислот у «рослинному молоці» становить 17,20%. Серед мононенасичених жирних кислот в «арахісовому молоці» переважає олеїнова кислота, вміст якої становить 47,46%. З-поміж поліненасичених жирних кислот найбільший вміст має лінолева (34,06%). Пальмітинова кислота має найбільший вміст (11,26%) серед насичених жирних кислот.

**Таблиця 10.12** – Склад жирних кислот в «арахісовому молоці»  
(*Elsabie & Einen, 2016*)

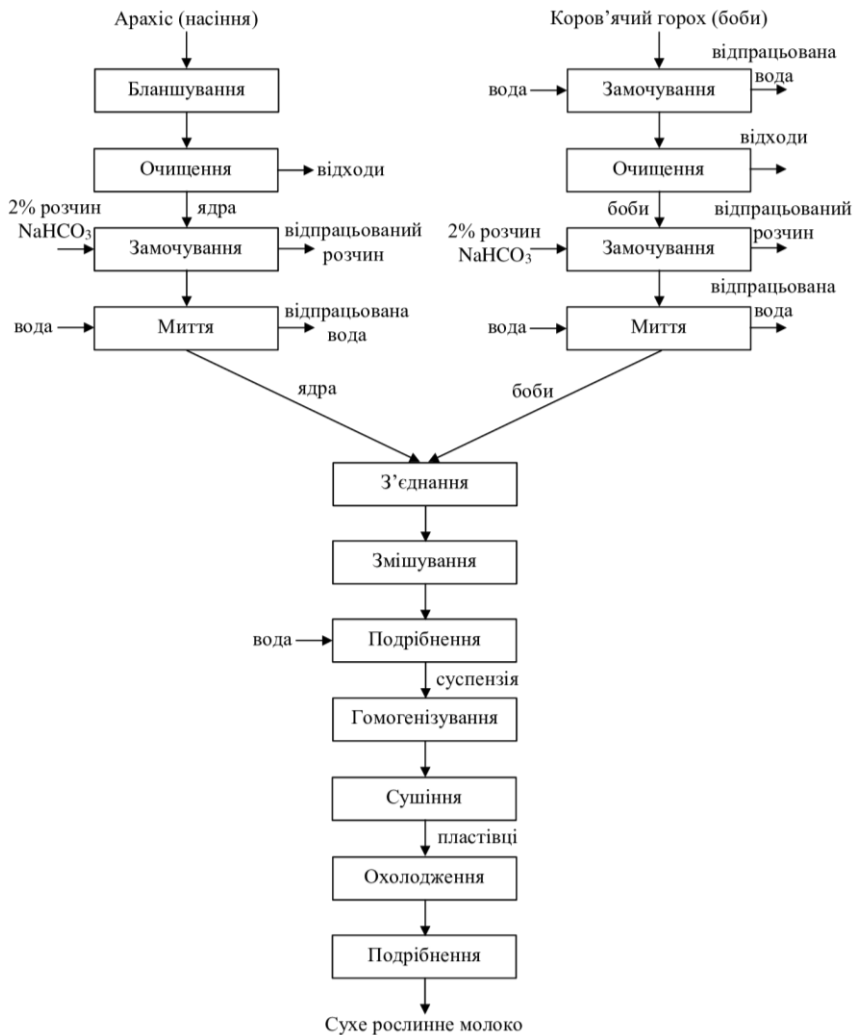
Жирні кислоти	Вміст [%]	Жирні кислоти	Вміст [%]
Пальмітинова (C16:0)	11,26	Олеїнова (C18:1(n-9))	47,46
Стеаринова (C18:0)	2,71	Лінолева (C18:2(n-6))	34,06
Арахінова (C20:0)	1,16	Гадолейнова (C20:1(n-9))	0,95
Бегенова (C22:0)	1,98	Насичені жирні кислоти	17,20
Пальмітолейнова (C16:1(n-7))	0,10	Мононенасичені жирні кислоти	48,52
Гептадеценава (C17:1)	0,10	Поліненасичені жирні кислоти	34,06

#### 10.4 Використання «арахісового молока»

«Арахісове молоко» комбінують з тваринним молоком, з нього або з його суміші з іншим «рослинним молоком» шляхом сушінню виготовляють порошкоподібний продукт, що легко відновлюється після змішування з водою (*Diarra et al., 2005*). Зокрема, розроблено спосіб виготовлення сухого «рослинного молока» на основі «молока» з арахісу та коров'ячого гороху (*Vigna unguiculata*), що можна використовувати як замітник коров'ячого молока у виробництві шоколаду (*Aidoo et al., 2010*). Відповідно до способу виготовлення, насіння арахісу бланшують у киплячій воді протягом 1 хв, після чого очищують від шкірки (**рис. 10.5**). Для усунення специфічного бобового присмаку в готовому продукті та пом'якшення структури очищені ядра арахісу замочують у 2%-му розчині гідрокарбонату натрію ( $\text{NaHCO}_3$ ) протягом 18 год, а потім миють у воді. Коров'ячий горох також замочують у воді на 5 хв, після чого очищають від шкірки. Очищені боби замочують у 2%-му розчині  $\text{NaHCO}_3$  протягом 3 год, після чого миють у воді. Після підготовки очищений арахіс та коров'ячий горох змішують. Суміш подрібнюють з водою у співвідношенні 1:2 (суміш : вода) до стану суспензії. Отриману масу гомогенізують в колоїдному млині до стану однорідного, дрібнодисперсного молока. Готове «молоко» сушать у вальцовій сушарці. Сухі пластівці охолоджують та подрібнюють у молотковому млині до стану порошку (*Aidoo et al., 2010*).

Фізико-хімічні показники сухого знежиреного коров'ячого та сухого «рослинного молока» подані в **таблиці 10.13**. Вміст білків у сухому знежиреному молоці більший на 26,7–36,5% порівняно з сухим рослинним порошком з арахісу та коров'ячого гороху, причому зі збільшенням вмісту арахісу у продукті вміст білків збільшується. Натомість вміст жирів у

сухому «рослинному молоці» у 20,8–39,7 раза більший, ніж у сухому знежиреному коров'ячому молоці. Збільшення вмісту арахісу у сухому «рослинному молоці» спричиняє збільшення вмісту жирів у ньому. Вміст вуглеводів у сухому «рослинному молоці» коливається в межах 23,10–42,26%, а в сухому коров'ячому молоці – 48,27%. Збільшення вмісту арахісу спричиняє зменшення вмісту вуглеводів у продукті.



**Рисунок 10.5** – Схема способу виготовлення сухого «рослинного молока» на основі «молока» з арахісу та коров'ячого гороху (Aidoo et al., 2010)

Вміст золи у сухому коров'ячому молоці у 3,2–3,9 раза більший порівняно з рослинним аналогом, причому збільшення вмісту арахісу у рецептурі продукту спричиняє зменшення вмісту золи. Вміст клітковини у сухому коров'ячому молоці становить 0,26%, що значно менше, ніж у композиціях сухого «рослинного молока» (1,20–2,58%). Показники активної кислотності у продукті з рослинної сировини коливається в межах від рН 6,33 до рН 6,97, а сухе коров'яче молоко має рН 6,60. Титрована кислотність сухого «молока» з арахісу та коров'ячого гороху становить 0,02–0,03%, а сухого коров'ячого молока – 0,16%. Насипна густина порошку з рослинної сировини (0,52–0,54 г/см<sup>3</sup>) менша, порівняно з цим показником для сухого коров'ячого молока (0,76 г/см<sup>3</sup>). Водночас водопоглинальна здатність, навпаки, значно більша в рослинних композиціях продукту.

Вміст мінеральних речовин у сухому «рослинному молоці» менший порівняно з сухим коров'ячим молоком, крім вмісту заліза та магнію (таблиця 10.3). Кальцію в продукті з рослинної сировини в 26,1–55,2 раза менше, ніж у сухому коров'ячому молоці. Натомість заліза у сухому «рослинному молоці» у 5,3–20,2 раза більше, ніж у сухому коров'ячому молоці (Aidoo et al., 2010).

**Таблиця 10.13** – Фізико-хімічні показники сухого коров'ячого молока та сухого «рослинного молока» (Aidoo et al., 2010)

Показники	Композиції сухого продукту			
	K1	K2	K3	K4
1	2	3	4	5
Вміст білків [%]	38,18	27,97	29,06	30,14
Вміст жирів [%]	1,03	21,42	33,56	40,92
Вміст вуглеводів [%]	48,27	42,26	30,83	23,10
Вологість [%]	4,15	3,26	3,14	2,34
Вміст золи [%]	8,11	2,51	2,21	2,10
Вміст клітковини [%]	0,26	2,58	1,20	1,40
Активна кислотність рН	6,60	6,97	6,97	6,33
Титрована кислотність* [%]	0,16	0,02	0,02	0,03
Насипна густина [г/см <sup>3</sup> ]	0,76	0,54	0,52	0,52
Водопоглинальна здатність [г води/г продукту]	0,31	0,93	0,96	0,72
Натрій (Na) [мг/100 г]	620,9	460,7	460,1	431,7
Калій (K) [мг/100 г]	1452,0	651,0	560,1	562,3
Кальцій (Ca) [мг/100 г]	734,4	23,9	13,3	28,1
Цинк (Zn) [мг/100 г]	9,34	5,54	4,63	4,89

Продовження таблиці 10.13

1	2	3	4	5
Залізо (Fe) [мг/100 г]	1,27	6,78	17,47	25,63
Фосфор (P) [мг/100 г]	968,0	189,2	238,9	221,3
Магній (Mg) [мг/100 г]	90,5	141,4	132,8	136,5

**Примітка:** \* у перерахунку на молочну кислоту; композиції сухого продукту: К1 – сухе незжирене коров'яче молоко; К2 – співвідношення 1:1 (арахіс (А) : коров'ячий горох (КГ)); К3 – співвідношення 2:1 (А : КГ); К4 – співвідношення 3:1 (А : КГ).

Для збагачення корисними речовинами до «арахісового молока» додають сухе коров'яче молоко. У науковій праці (*Siddeeg et al., 2020*) досліджено властивості «арахісового молока» з різним вмістом сухого коров'ячого молока (**таблиця 10.14**). Зі збільшенням частки сухого коров'ячого молока у складі напою спостерігається суттєве збільшення вмісту основних поживних речовин. Зокрема, при збільшенні частки сухого молока з 3% до 12% вміст білків збільшується від 1,7% до 6,3%, жирів – від 1,0% до 6,3%, вуглеводів – від 3,3% до 7,5%, золи – від 0,4% до 0,8%. Водночас зі збільшенням частки сухого молока в напої вміст води зменшується від 88,9% до 83,1%. Показник активної кислотності композицій напою коливається в межах рН 6,2–6,6. В'язкість комбінованого напою коливається в межах 3–8 мПа·с, причому вона збільшується зі збільшенням вмісту сухого молока. Додавання у напій сухого коров'ячого молока спричиняє збільшення його густини (1,01–1,05 г/см<sup>3</sup>). Збільшення частки сухого молока сприяє збільшенню вмісту напої натрію, калію та кальцію.

**Таблиця 10.14** – Фізико-хімічні показники комбінованого напою на основі «арахісового молока» (*Siddeeg et al., 2020*)

Показники	Композиції напою			
	К1	К2	К3	К4
Вміст білків [%]	1,7	3,1	5,0	6,3
Вміст жирів [%]	1,0	3,6	4,9	6,3
Вміст вуглеводів [%]	3,3	5,6	6,9	7,5
Вміст води [%]	88,9	87,2	85,4	83,1
Вміст золи [%]	0,4	0,5	0,6	0,8
Активна кислотність рН	6,6	6,5	6,3	6,2
В'язкість [мПа·с]	3,0	4,0	6,0	8,0
Густина [г/см <sup>3</sup> ]	1,01	1,02	1,03	1,05
Натрій (Na) [мг/100 г]	38,0	44,0	54,0	58,0
Калій (K) [мг/100 г]	55,0	72,0	82,0	89,0
Кальцій (Ca) [мг/100 г]	10,0	12,0	14,0	18,0

**Примітка:** композиції напою: К1 – 3% сухого коров'ячого молока (СКМ); К2 – 6% СКМ; К3 – 9% СКМ; К4 – 12% СКМ.

Розроблено ферментований рослинний напій на основі суміші «молока» з коров'ячого гороху (*Vigna unguiculata*) та «арахісового молока» з використанням пробіотичної культури *Lactocaseibacillus rhamnosus* (*Chawafambira et al., 2022*). Для приготування «рослинного молока» з коров'ячого гороху, боби замочують у дистильованій воді протягом 5 хв, після чого очищають від оболонки. Очищені боби замочують у 0,75%-му розчині  $\text{NaHCO}_3$  при рН 8 протягом 6 год, після чого миють дистильованою водою. Для приготування «молока» з арахісу, насіння арахісу бланшують у гарячій воді (температура 80°C) протягом 1 хв, очищають від шкірки та замочують у 1%-му розчині  $\text{NaHCO}_3$  при рН 8,2 протягом 9 год. Після цього очищені ядра також промивають дистильованою водою. Боби коров'ячого гороху та ядра арахісу змішують з водою у співвідношенні 1:2 (боби + ядра : вода) та подрібнюють до утворення суспензії. Отриману масу фільтрують, внаслідок чого одержують «рослинне молоко». Комбіноване «рослинне молоко» пастеризують за температури 85°C протягом 5 хв та охолоджують до температури 30°C. Далі «рослинне молоко» інокують закваскою (2%), змішують та інкубують. Фізико-хімічні показники ферментованого напою з різним співвідношенням між двома видами «рослинного молока» подано в таблиці 10.15.

**Таблиця 10.15** – Фізико-хімічні показники комбінованого напою на основі «арахісового молока» (*Chawafambira et al., 2022*)

Показники	Композиції ферментованого напою		
	К1	К2	К3
Вміст білків [г/100 г]	6,30±0,01	5,60±0,02	6,80±0,02
Вміст жирів [г/100 г]	3,40±0,01	3,30±0,03	3,55±0,01
Вміст вуглеводів [г/100 г]	5,18±1,80	5,46±1,18	6,05±1,03
Вміст води [г/100 г]	89,80±0,01	90,10±0,02	91,50±0,03
Вміст золи [г/100 г]	1,26±0,03	1,04±0,01	1,10±0,05
Вміст клітковини [г/100 г]	1,18±0,01	0,80±0,01	0,72±0,03
Кальцій (Ca) [мг/100 г]	45,30±0,08	51,20±0,02	60,40±0,07
Залізо (Fe) [мг/100 г]	0,48±0,05	0,50±0,06	0,58±0,03
Калій (K) [мг/100 г]	222,50±0,01	202,30±0,01	243,10±0,06
Магній (Mg) [мг/100 г]	20,80±0,06	18,60±0,02	21,40±0,05
Натрій (Na) [мг/100 г]	13,80±0,08	13,40±0,05	14,20±0,03
Цинк (Zn) [мг/100 г]	0,18±0,06	0,21±0,05	0,27±0,06
Фосфор (P) [мг/100 г]	60,20±0,06	66,70±0,07	69,20±0,04

**Примітка:** композиції напою: К1 – співвідношення КГМ:АМ (1:1); К2 – співвідношення КГМ:АМ (2:1); К3 – співвідношення КГМ:АМ (3:1); КГМ – «молоко» з коров'ячого гороху; АМ – «молоко» з арахісу.

Вміст білків у напої коливається в межах 5,6 – 6,8 г/100 г, а жирів 3,30–3,55 г/100 г (КЗ). Вміст вуглеводів збільшується зі збільшенням вмісту «молока» з коров'ячого гороху у напої (5,18–6,05 г/100 г). Вміст води у комбінованому напої коливається в межах 89,8–91,5 г/100 г, а золи – 1,04–1,26 г/100 г. Збільшення частки в напої «молока» з коров'ячого гороху спричиняє зменшення у ньому вмісту клітковини та збільшення вмісту кальцію, фосфору, заліза та цинку (*Chawafambira et al., 2022*).

Науковці досліджували можливість виготовлення комбінованого ферментованого напою з арахісу та сої (*Santos et al., 2014*). Для виготовлення «арахісового молока» ядра арахісу обсмажують за температури 130°C протягом 20 хв. Після охолодження арахіс очищають від шкірки та замочують у 0,5%-му розчині  $\text{NaHCO}_3$  на 12 год. Після цього ядра промивають проточною водою та змішують з дистильованою водою у співвідношенні 1:5 (ядра : вода). Суміш подрібнюють та фільтрують. «Соеве молоко» виготовляють у такий спосіб: соєві боби замочують у дистильованій воді за температури 25°C протягом 16 год. Потім боби подрібнюють з додаванням води. Отриману суспензію фільтрують та кип'ятять протягом 5 хв. Після виготовлення «арахісове молоко» та «соеве молоко» змішують у співвідношенні 2:1 (арахісове : соєве). Отриману суміш пастеризують за температури 90°C протягом 20 хв та охолоджують. До пастеризованої арахісово-соєвої суміші вносять стартові культури. Інкубування триває за температури 37°C до 24 год, після чого ферментований продукт витримують ще 24 год за температури 4°C. Як стартові культури рекомендовано використовувати комбінації штамів: *Saccharomyces cerevisiae* + *Pediococcus acidilactici*; *S. cerevisiae* + *Lactocaseibacillus acidophilus*; *P. acidilactici* + *L. acidophilus*; *S. cerevisiae* + *P. acidilactici* + *L. acidophilus*. Амінокислотний склад ферментованого «арахісово-соєвого молока» порівняно з неферментованим подано в **таблиці 10.16**. Очевидно, що на амінокислотний склад суттєво впливає комбінація стартових культур, оскільки вміст амінокислот коливається в широких межах для ферментованого «молока».

«Арахісове молоко» використовують для виготовлення йогурту (*Isanga & Zhang, 2009*). Для виготовлення «арахісового молока» ядра арахісу обсмажують за температури 130°C протягом 20 хв (**рис. 10.6**). Після обсмажування їх очищують від шкірки та замочують у розчині гідрокарбонату натрію ( $\text{NaHCO}_3$ ) протягом 12 год. Очищені ядра промивають водою, змішують з водою у співвідношенні 1:5 (арахіс : вода) та подрібнюють. Отриману суспензію фільтрують, внаслідок чого отримують «арахісове молоко». До «арахісового молока» (вміст сухих речовин 12 г/100 г) додають сухе знежирене коров'яче молоко (4 г/100 г).

Суміш нагрівають, перемішують та витримують за температури 43°C протягом 30 хв. Далі додають сахарозу (7 г/100 мл) як підсолоджувач. Отриману суміш гомогенізують за тиску 25 МПа та пастеризують за

температури 85°C протягом 30 хв. Пастеризовану суміш охолоджують до температури 43°C, додають закваску (*Lactobacillus bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus* у співвідношенні 1:1) в кількості 3 мл/100 мл та інкубують за температури 43°C протягом 4–5 год до досягнення рН 4,6. Після інкубування йогурт охолоджують, перемішують та зберігають за температури 5°C.

**Таблиця 10.16** – Амінокислотний склад неферментованого та ферментованого «арахісово-соєвого молока» (*Santos et al., 2014*)

Амінокислоти	Вміст [г/100 г СР]		Амінокислоти	Вміст [г/100 г СР]	
	НМ	ФМ		НМ	ФМ
Ізолейцин	1,78	1,67–2,10	Тирозин	1,61	1,45–1,80
Лейцин	2,90	2,72–3,27	Треонін	1,71	1,52–1,97
Лізин	1,75	1,65–2,10	Гліцин	1,93	1,76–2,09
Метіонін	0,50	0,51–0,67	Валін	2,01	1,89–2,42
Цистеїн	0,67	0,20–0,76	Пролін	2,40	2,16–2,65
Фенілаланін	1,54	1,35–1,67	Аргінін	4,80	4,33–5,07
Гістидин	1,12	0,97–1,32	Аланін	1,92	1,78–2,19
Аспарагінова кислота	5,13	4,77–5,62	Глутамінова кислота	9,44	8,9–10,4
Серин	2,20	2,03–2,63			

**Примітка:** НМ – неферментоване «арахісово-соєве молоко»; ФМ – «арахісово-соєве молоко», ферментоване різними комбінаціями стартових культур.

Фізико-хімічні показники йогуртів на основі «арахісового молока» та відновленого коров'ячого молока подані в **таблиці 10.17**. Йогурт на основі «арахісового молока» містить більше білків та жирів, але менше вуглеводів та лактози порівняно з традиційним йогуртом. Він також збагачений залізом, магнієм, цинком, міддю та манганом, хоча має менший вміст кальцію та натрію. Вміст води у йогуртах відрізняється незначно, натомість вміст золи у йогурті на основі «арахісового молока» у 1,8 раза менший, ніж у традиційного продукту. У йогурті на основі «арахісового молока» серед незамінних амінокислот найбільший вміст мають треонін (8,72 мг/мл), лейцин (4,43 мг/мл), лізин (4,33 мг/мл) та фенілаланін (4,37 мг/мл) (**таблиця 10.18**). Серед замінних амінокислот домінують аланін (9,47 мг/мл), аспарат (8,32 мг/мл) і серин (2,15 мг/мл). Йогурт на основі «арахісового молока» містить більше деяких незамінних амінокислот (треонін, аргінін, валін, ізолейцин, лейцин і лізин) порівняно з йогуртом з коров'ячого молока (*Isanga & Zhang, 2009*). Йогурт на основі «арахісова молока» також містить більше ненасичених жирних кислот (переважно олеїнової та лінолевої кислот) порівняно з йогуртом з коров'ячого молока (**таблиця 10.19**) (*Isanga & Zhang, 2009*).

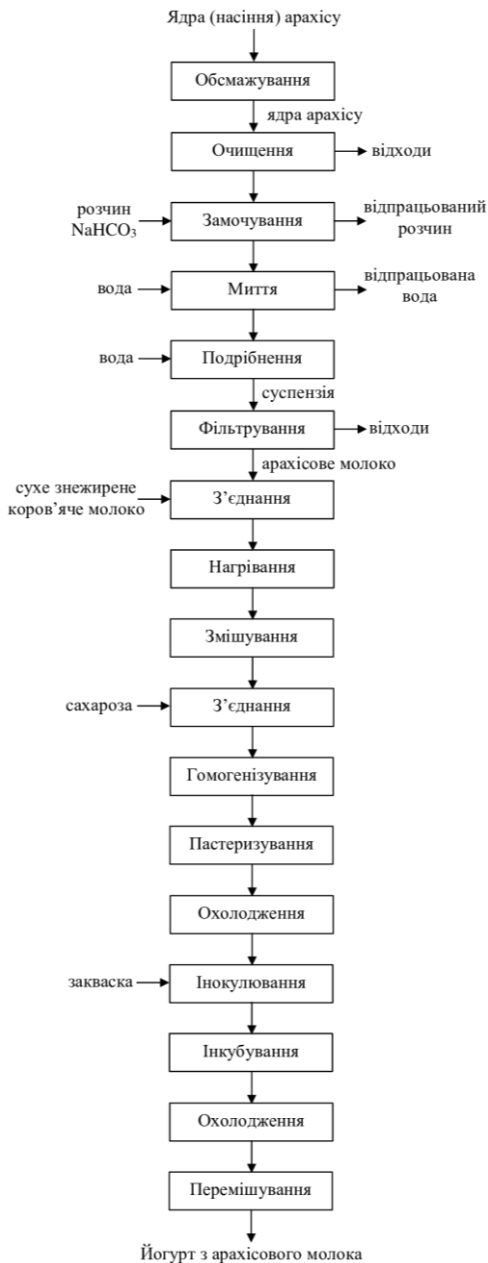


Рисунок 10.6 – Схема способу виготовлення йогурту на основі «арахісового молока» (Isanga & Zhang, 2009)

**Таблиця 10.17** – Фізико-хімічні показники йогуртів на основі «арахісового молока» та коров'ячого молока (*Isanga & Zhang, 2009*)

Показники	Йогурт на основі «арахісового молока»	Йогурт з відновленого коров'ячого молока
Вміст білків [г/100 г]	5,17±0,26	3,59±0,25
Вміст жирів [г/100 г]	5,84±0,19	2,61±0,02
Вміст вуглеводів [г/100 г]	8,58±0,14	10,64±0,17
Вміст води [г/100 г]	78,84±0,15	79,09±0,33
Вміст золи [г/100 г]	0,61±0,02	1,10±0,06
Вміст лактози [г/100 мл]	1,73±0,01	4,93±0,01
Вміст СР [г/100 г]	21,16±0,15	20,91±0,33
Кальцій (Ca) [мкг/г]	703	1082
Залізо (Fe) [мкг/г]	3,88	2,00
Калій (K) [мкг/г]	1380	1309
Магній (Mg) [мкг/г]	290	93
Манган (Mn) [мкг/г]	2,77	0,14
Цинк (Zn) [мкг/г]	8,98	5,22
Мідь (Cu) [мкг/г]	1,22	0,33
Натрій (Na) [мкг/г]	448	660

**Таблиця 10.18** – Амінокислотний склад йогурту на основі «арахісового молока» (*Isanga & Zhang, 2009*)

Амінокислоти	Вміст [мг/мл]	Амінокислоти	Вміст [мг/мл]
Гістидин	1,98	Серин	2,15
Треонін	8,72	Аргінін	3,35
Лізин	4,33	Гліцин	2,74
Метіонін	6,24	Аспарат	8,32
Валін	3,70	Глутамат	2,75
Ізолейцин	3,43	Тирозин	4,51
Лейцин	4,43	Аланін	9,47
Фенілаланін	4,37	Пролін	1,09
		Цистеїн	4,50

Науковці розробили ферментований молочний продукт типу індійського йогурту (*curd*) на основі «арахісового молока» (*Yadav et al., 2010*). Для приготування «арахісового молока» попередньо очищені від шкірки ядра арахісу бланшують парою протягом 3 хв та замочують у воді протягом 6 год. Ядра подрібнюють з підведенням до них пари, після чого отриману масу фільтрують для одержання «арахісового молока».

«Рослинне молоко» нагрівають до 60°C, додають цукрозу (6%), сухе знежирене молоко (4,24%) та карбоксиметилцелюлозу (0,19%). Після цього суміш гомогенізують за тиску 17,2 МПа, кип'ятять протягом 5 хв, охолоджують до температури 37°C, інокують стартовою культурою (2,5%) та інкубують за температури 37°C протягом 18 год. Поживна цінність отриманого йогурту: вологість – 84,8%, білки – 3,2%, жири – 3,5%, вуглеводи – 8,0%, зола – 0,5%, кислотність (у перерахунку на молочну кислоту) – 0,58%. В'язкість йогурту становить 291,4 сП, а твердість продукту – 1,3 Н (Yadav et al., 2010).

**Таблиця 10.19** – Склад жирних кислот у йогуртах на основі «арахісового молока» та коров'ячого молока (Isanga & Zhang, 2009)

Жирні кислоти	Вміст у йогурті [г/100 г]	
	з коров'ячого молока	з «арахісового молока»
Пальмітинова кислота (C16:0)	33,73	16,63
Стеаринова кислота (C18:0)	12,05	4,88
Арахінова кислота (C20:0)	0,25	1,77
Бегенова кислота (C22:0)	-	4,44
Олеїнова кислота (C18:1(n-9))	24,72	42,63
Лінолева кислота (C18:2(n-6))	3,78	15,56
Гадолейнова кислота (C20:1(n-9))	-	0,94

Розроблено функціональний ферментований арахісовий аналог сиру з використанням пробіотичних бактерій *Lactobacillus rhamnosus* (Sharma et al., 2018). Спосіб виготовлення аналогу сиру передбачає, що арахіс замочують у воді за температури 20–22°C протягом 6 год (рис. 10.7). Після замочування насіння очищують від шкірки та миють у воді. Очищений арахіс подрібнюють з водою у співвідношенні 1:6 до отримання однорідної суспензії. Отриману арахісову масу нагрівають на водяній бані за температури 85°C протягом 45 хв та фільтрують для відокремлення «арахісового молока» від твердих залишків. «Арахісове молоко» нагрівають до температури 95°C протягом 5 хв та охолоджують до 80°C при постійному змішуванні. До охолодженого «молока» додають розчин хлориду магнію (MgCl<sub>2</sub>) у концентрації 0,5% та змішують протягом 10 хв. «Молоку» дають можливість коагулювати протягом 15 хв. Отриманий згусток відціджують та пресують протягом 15 хв. Для ферментування «арахісового сиру» стартову культуру (*Lactobacillus rhamnosus*) додають до пресованого згустку. Ферментування сирного згустку проводять за температури 37°C протягом 24 год. Після завершення ферментування до продукту додають розчини кухонної солі (1%) та чорний перець. Готовий продукт зберігають за температури 4°C.

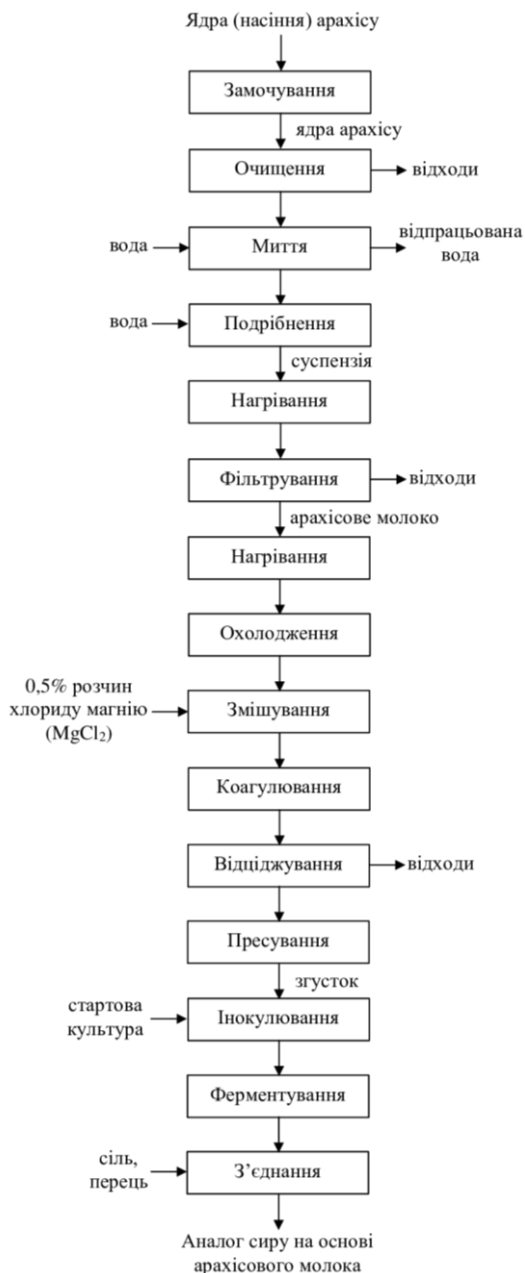


Рисунок 10.7 – Схема способу виготовлення ферментованого аналогу сиру на основі «арахісового молока» (Sharma et al., 2018)

Фізико-хімічні показники ферментованого та неферментованого аналогу сиру на основі «арахісового молока» подані в **таблиці 10.20**. Ферментування продукту спричиняє зменшення вмісту білків та вуглеводів, натомість вологість, вміст жиру та золи суттєво не змінюються. Показник активної кислотності ферментованого продукту (рН 4,26) менший, ніж неферментованого (рН 5,90). Відповідно, титрована кислотність ферментованого аналога сиру на основі «арахісового молока» (0,95%) більша, ніж неферментованого (0,88%).

**Таблиця 10.20** – Фізико-хімічні показники ферментованого та неферментованого аналогу сиру на основі «арахісового молока» (Sharma et al., 2018)

Показники	Аналог сиру на основі «арахісового молока»	
	неферментований	ферментований
Вміст білків [%]	23,38±0,05	20,25±0,11
Вміст жирів [%]	22,30±0,17	22,40±0,42
Вміст вуглеводів [%]	7,72±0,03	5,34±0,04
Вологість [%]	65,74±0,03	65,73±0,03
Вміст золи [%]	1,55±0,01	1,57±0,01
Активна кислотність рН	5,90±0,08	4,26±0,28
Титрована кислотність [%]	0,88±0,02	0,95±0,03

### Список використаних джерел до розділу 10

Aidoo, H., Sakyi-Dawson, E., Tano-Debrah, K., & Saalia, F.K. (2010). Development and characterization of dehydrated peanut-cowpea milk powder for use as a dairy milk substitute in chocolate manufacture. *Food Research International*, 43(1), 79-85. doi:10.1016/j.foodres.2009.08.018.

Bertioli, D.J., Seijo, G., Freitas, F.O., Valls, J.F.M., Leal-Bertioli, S.C.M., & Moretzsohn, M.C. (2011). An overview of peanut and its wild relatives. *Plant Genetic Resources*, 9(1), 134-149. doi:10.1017/S1479262110000444.

Chang, A.S., Sreedharan, A., & Schneider, K.R. (2013). Peanut and peanut products: A food safety perspective. *Food Control*, 32(1), 296-303. doi:10.1016/j.foodcont.2012.12.007.

Chawafambira, A., Jombo, T.Z., & Mkungunugwa, T. (2022). Effect of *Lactocaseibacillus rhamnosus* Yoba fermentation on physicochemical properties, amino acids, and antioxidant activity of cowpea-peanut milk. *Journal of Food Quality*, 2022, 3192061. doi:10.1155/2022/3192061.

Dai, T., Shuai, X., Chen, J., Li, C., Wang, J., Liu, W., Liu, C., & Wang, R. (2022). Whole peanut milk prepared by an industry-scale microfluidization

system: Physical stability, microstructure, and flavor properties. *LWT*, 171, 114140. doi:10.1016/j.lwt.2022.114140.

Davis, J.P., & Dean, L.L. (2016). Peanut composition, flavor and nutrition. In: H.T. Stalker, R.F. Wilson (Eds.), *Peanuts* (pp. 289-345). AOCS Press. doi:10.1016/B978-1-63067-038-2.00011-3.

De Albuquerque, E.M.B., Almeida, F.deA.C., Gomes, J.P., Alves, N.M.C., & Silva, W.P.D. (2015). Production of «peanut milk» based beverages enriched with umbu and guava pulps. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 14(1), 61-67. doi:10.1016/j.jssas.2013.07.002.

Diarra, K., Nong, Z.G., & Jie, C. (2005). Peanut milk and peanut milk based products production: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(5), 405-423. doi:10.1080/10408390590967685.

Elsabie, W.B., & Einen, K.A. (2016). Comparative evaluation of some physicochemical properties for different types of vegan milk with cow milk. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 7(11), 457-461. doi:10.21608/jfds.2016.46060.

Isanga, J., & Zhang, G. (2009). Production and evaluation of some physicochemical parameters of peanut milk yoghurt. *LWT – Food Science and Technology*, 42(6), 1132-1138. doi:10.1016/j.lwt.2009.01.014.

Jain, P., Yadav, D.N., Rajput, H., & Bhatt, D.K. (2013). Effect of pressure blanching on sensory and proximate composition of peanut milk. *Journal of Food Science and Technology*, 50, 605-608. doi:10.1007/s13197-011-0373-5.

Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E.K. (2016). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), 26-33. doi:10.1007/s11130-016-0583-0.

Karunasiri, A.N., Gunawardane, M., Senanayake, C.M., Jayathilaka, N., & Seneviratne, K.N. (2020). Antioxidant and nutritional properties of domestic and commercial coconut milk preparations. *International Journal of Food Science*, 2020, 3489605. doi:10.1155/2020/3489605.

Özcan, M., & Seven, S. (2003). Physical and chemical analysis and fatty acid composition of peanut, peanut oil and peanut butter from ÇOM and NC-7 cultivars. *Grasas y Aceites*, 54(1), 12-18. doi:10.3989/gya.2003.v54.i1.270.

Romero, A.C., Sartori, A.G.O., Caetano-Silva, M.E., de Alencar, S.M., Calori, M.A., & Augusto, P.E.D. (2023). Ozone processing of peanut «milk»: Degradation of aflatoxins, impact on quality attributes and the potential effect on peanut allergens. *Journal of Cleaner Production*, 405, 136950. doi:10.1016/j.jclepro.2023.136950.

Sakthi, T.S., Meenakshi, V., Kanchana, S., & Vellaikumar, S. (2020). Study on standardisation and quality evaluation of peanut milk by different processing methods. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 12(5), 60-72. doi:10.9734/EJNFS/2020/v12i530228.

Santos, C.C.A.doA., Libeck, B.daS., & Schwan, R.F. (2014). Co-culture fermentation of peanut-soy milk for the development of a novel functional beverage. *International Journal of Food Microbiology*, 186, 32-41. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2014.06.011.

Settaluri, V.S., Kandala, C.V.K., Puppala, N., & Sundaram, J. (2012). Peanuts and their nutritional aspects – A review. *Food and Nutrition Sciences*, 3(12), 1644-1650. doi: 10.4236/fns.2012.312215.

Sharma, P., Sharma, D., & Amin, A. (2018). Development of a functional fermented peanut-based cheese analog using probiotic bacteria. *BioTechnologia. Journal of Biotechnology Computational Biology and Bionanotechnology*, 99(4), 435-441. doi:10.5114/bta.2018.79973.

Siddeeg, A., Salih, Z.A., Ammar, A.F., Saeed, N.S.M., Howladar, S.M., & Alzahrani, F.O. (2020). Production of peanut milk and its functional, physiochemical, nutritional and sensory characteristics. *Annual Research & Review in Biology*, 35(8), 79-88.

Sunny-Roberts, E.O., Otunola, E.T. & Iwakun, B.T. (2004). An evaluation of some quality parameters of a laboratory-prepared fermented groundnut milk. *European Food Research and Technology*, 218, 452-455. doi:10.1007/s00217-004-0880-y.

Toomer, O.T. (2017). Nutritional chemistry of the peanut (*Arachis hypogaea*). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(17), 3042-3053. doi:10.1080/10408398.2017.1339015.

Variath, M.T., & Janila, P. (2017). Economic and academic importance of peanut. In: R. Varshney, M. Pandey, N. Puppala (Eds.), *The Peanut Genome. Compendium of Plant Genomes* (pp. 7-26). Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-319-63935-2\_2.

Yadav, D.N., Singh, K.K., Bhowmik, S.N., & Patil, R.T. (2010). Development of peanut milk-based fermented curd. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(12), 2650-2658. doi:10.1111/j.1365-2621.2010.02446.x.

Zaaboul, F., Raza, H., Cao, C., & Yuanfa, L. (2019). The impact of roasting, high pressure homogenization and sterilization on peanut milk and its oil bodies. *Food Chemistry*, 280, 270-277. doi:10.1016/j.foodchem.2018.12.047.

## 11 «ВІВСЯНЕ МОЛОКО»

### 11.1 Зерно вівса та його властивості

У харчовій промисловості зерно вівса використовують для виробництва вівсяних пластівців, каш, печива, локшини, хліба, йогуртів та безалкогольних напоїв (Yang et al., 2023). Зерно вівса також є основною сировиною для виробництва такого безалкогольного напою як «вівсяне молоко». Популярність продуктів з вівса пов'язана з їхніми корисними властивостями для здоров'я людини (Alemayehu et al., 2023). Наукові дослідження свідчать про корисний вплив продуктів з вівса на зниження ризику серцево-судинних захворювань, дерматологічних порушень і цукрового діабету 2 типу (Paudel et al., 2021).

Найбільш поширеними у вирощуванні видами вівса є півчастий овес (*Avena sativa* L.) та голозерний овес (*Avena nuda* L.) (Plamada et al., 2023). Овес належить до зернових культур, що містять велику кількість харчових волокон – 13,66–30,17 г/100 г (Sterna et al., 2016), зокрема водорозчинних волокон – 2,2–7,8 г  $\beta$ -глюкану/100 г, та білків – 11–20 г/100 г (Patsioura et al., 2011). У вівсі  $\beta$ -глюкан відрізняється від  $\beta$ -глюкану ячменю та пшениці багатьма фізико-хімічними властивостями, зокрема розчинністю, гелеутворенням та молекулярною масою, причому усі з них позитивно впливають на фізіологічні функції шлунково-кишкового тракту людини (Gorash et al., 2017). Білок вівса забезпечує кращий баланс більшості незамінних амінокислот для людини, ніж інші зернові (Gorash et al., 2017). Склад амінокислот у зерні вівса подано в таблиці 11.1. З-поміж незамінних амінокислот у зерні вівса найбільший вміст має лейцин: у лущеному вівсі – 9,17 г/кг; у голозерному вівсі – 10,18 г/кг (Sterna et al., 2016). Також значний вміст у зерні валіну, фенілаланіну та ізолейцину.

**Таблиця 11.1** – Склад амінокислот у лущеному та голозерному вівсі (Sterna et al., 2016)

Амінокислота	Вміст [г/кг]		Амінокислота	Вміст [г/кг]	
	Л	Г		Л	Г
Валін	6,01	6,98	Лейцин	9,17	10,18
Ізолейцин	4,41	5,10	Серин	5,26	6,41
Аспарагінова кислота	8,36	10,24	Глутамінова кислота	24,21	29,66
Лізин	3,79	4,92	Пролін	7,08	8,17
Треонін	4,30	4,77	Гліцин	5,83	6,62
Фенілаланін	5,56	6,50	Аланін	5,43	6,31
Метіонін	1,73	2,20	Тирозин	3,61	4,34
Гістидин	3,68	4,27	Аргінін	9,78	10,88

**Примітка:** Л – лущений овес; Г – голозерний овес.

Білок вівса сприймається більшістю людей з целиакією, що робить його важливою сировиною для безглютенового ринку, що постійно зростає (*Mäkinen et al., 2024*). Овес можна віднести до безглютенових інгредієнтів, якщо його виробляють та переробляють у спосіб, що унеможливує забруднення злаками, які містять глютен (*Martínez-Villaluenga & Peñas, 2017*). Вміст жиру в лущеному зерні вівса коливається в межах 4,8–6,0% (*Capouchová et al., 2021*), а крохмалю – 27,3–50,0% (*Sterna et al., 2016*). Сорти голозерного вівса характеризуються суттєво більшим вмістом жиру порівняно з плівчастими сортами (*Leszczyńska et al., 2023*). Хоча вміст крохмалю в зерні вівса є меншим порівняно з іншими злаками, він має менший розмір гранул, більший вміст амілози, а також характеризується високою в'язкістю та здатністю утримувати воду, тому його використовують у продуктах як загусник та гелеутворювач (*Leszczyńska et al., 2023*).

Овес все ще недооцінений порівняно з пшеницею, рисом та ячменем, незважаючи на унікальний склад поживних речовин, необхідних для організму людини (*Stewart & McDougall, 2014*). Овес є джерелом тіаміну, фолієвої кислоти, пантотенової кислоти та мінеральних речовин (Mn, Mg, Se, Fe, Zn та Cu) (*Chen et al., 2021*). У зерні вівса значний вміст вітаміну E – 4,5–12,3 мг/кг (*Sterna et al., 2016*). Вміст мінеральних речовин у зерні вівса подано в **таблиці 11.2**. Овес є джерелом калію та має низький вміст натрію, причому співвідношення Na:K менше за одиницю (*Chu, 2014*). У зерні вівса значний віст мікроелементів, зокрема заліза (45,8–57,9 мг/кг) та цинку (28,2–32,7 мг/кг) (*Wojtacki et al., 2024*). Користь продуктів з вівса для здоров'я людини також пов'язана з умістом у ньому антиоксидантних сполук, зокрема токолінів (16–94 мг/кг). У зерні містяться токофероли та токотрієноли, фенольні сполуки, особливо ферулова кислота (250 мг/кг), а також стерол (447 мг/кг) та фітинова кислота (5,6–8,7 мг/г) (*Martínez-Villaluenga & Peñas, 2017*).

**Таблиця 11.2** – Вміст мінеральних речовин у зерні вівса  
(*Wojtacki et al., 2024*)

Мінеральні речовини	Вміст [мг/100 г]	Мінеральні речовини	Вміст [мг/кг]
Азот (N)	1,535–2,002	Мідь (Cu)	1,950–2,733
Фосфор (P)	0,258–0,305	Залізо (Fe)	45,8–57,9
Калій (K)	0,418–0,463	Цинк (Zn)	28,2–32,7
Магній (Mg)	0,111–0,127	Манган (Mn)	23,9–27,3
Кальцій (Ca)	0,072–0,180		

Овес має найбільший вміст жирних кислот серед усіх зернових, зокрема містить найвищий рівень ненасичених жирних кислот порівняно з усіма іншими злаками (*Van den Broeck et al., 2016*). Він джерело лінолевої

кислоти (37,8–40,0%), олеїнової кислоти (34,8–38,5%) та пальмітинової кислоти (17,1–19,8%) (Capouchová et al., 2021). Сума мононенасичених, поліненасичених і насичених жирних кислот у вівсі становить, відповідно, 36,1–39,7%, 40,17–42,7% та 19,4–22,4% (Capouchová et al., 2021).

## 11.2 Технологія виготовлення «вівсяного молока»

Процес первинного перероблення зерна вівса зазвичай містить технологічні операції: очищення, сортування, лущення. Виробництво вівсяних напоїв розпочинають з замочування зерна вівса з подальшим подрібненням, фільтруванням та пастеризуванням рідкої складової. Твердий залишок (пульпу), що залишається після фільтрування, зазвичай використовують для годівлі тварин, компостування, виробництва біогазу або утилізують (Le et al., 2025).

Технологія виробництва «вівсяного молока» містить технологічні операції (рис. 11.1): подрібнення вівса, змішування вівса з водою, ферментативне гідролізування (вівсяна суспензія), фільтрування, гомогенізування (Yu et al., 2023). На 1 кг плющеного вівса додають 2,7 кг води та 77,78 мг  $\alpha$ -амілази (Deswal et al., 2013). У результаті отримують 2,85 кг «вівсяного молока» та 0,86 кг вівсяних вичавок. Оптимальні умови ферментативного гідролізу для приготування напою: температура – 65°C, тривалість процесу – 60 хв (Yu et al., 2023).

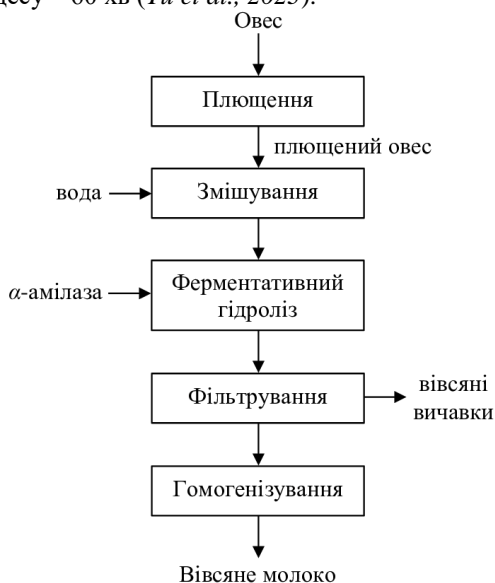


Рисунок 11.1 – Схема способу виготовлення «вівсяного молока» (Deswal et al., 2013)

Процес виробництва «вівсяного молока» може проходити і за іншою технологічною схемою. Після очищення овес бланшують за температури 95°C протягом 5 хв. Далі його подрібнюють з додаванням води у співвідношенні 1:6 та витримують за температури 95°C протягом 10 хв. Після цього до суміші додають  $\alpha$ -амілазу (0,3 мл/100 г зерна), глікозилазу (0,5 мл/100 г зерна) та  $\beta$ -глюканазу (0,05 мл/100 г зерна). Гідроліз проводять за температури 100°C протягом 1 год, після чого суміш фільтрують та додають ріпакову олію (1%). Отриману суміш диспергують за частоти 5000 об/хв упродовж 1 хв, а далі проводять дворазове гомогенізування за високого тиску (45 МПа). На завершальному етапі напій стерилізують за температури 135°C протягом 5 с (Zhou et al., 2023).

Харчова промисловість виготовляє вівсяні напої за різними рецептурами. Склад інгредієнтів у деяких напоях такого типу та їхню поживну цінність подано в таблиці 11.3.

**Таблиця 11.3** – Склад інгредієнтів у вівсяних напоях та їхня поживна цінність (McCarron et al., 2024)

Композиції напоїв	Вміст [г/100 г]			
	Б	Ж	В	С
Вівсяна основа (вода, овес 10%), ріпакова олія, карбонат кальцію, фосфати кальцію, сіль, вітаміни (D <sub>2</sub> , рибофлавін, B <sub>12</sub> ), йодид калію (Ca 120 мг/100 г)	1,0	2,8	6,6	0,10
Овес (15%), вода, ріпакова олія, сіль	1,3	1,5	7,7	0,18
Овес 9%, вівсяне борошно 1%, рослинна клітковина з цитрусових, вода, сіль	0,0	0,8	11,0	0,05
Вівсяна основа (вода, овес (9,8%)), клітковина з кореня цикорію, соняшникова олія, кальцій (трикальційфосфат), морська сіль, стабілізатор (геланова камедь), вітаміни (B <sub>2</sub> , B <sub>12</sub> , D <sub>2</sub> ) (Ca 120 мг/100 г)	0,3	1,5	6,6	0,09
Вода, овес (10%), ріпакова олія, трикальційфосфат, карбонат кальцію, сіль (Ca 120 мг/100 г)	0,2	2,1	9,5	0,10
Вода, органічний безглютенний овес (11%), органічна холодного віджимання соняшникова олія, морська сіль	0,8	1,6	6,1	0,10

**Примітка:** Б – білки; Ж – жири; В – вуглеводи; С – сіль.

При виробництві напою емульсії можна виготовляти з оливкової, кукурудзяної, кокосової, соняшникової, соєвої та інших рослинних олій. Також для покращення властивостей емульсії до напою додають загусники. Небажаний смак у «вівсяному молоці» може бути спричинений ліпідною реакцією, що пов'язана з окисненням ланцюгів ненасичених жирних кислот. Для маскування небажаного запаху до напою додають натуральні або синтетичні добавки (бензальдегід, метилантранілат, діацетил, коричний альдегід тощо) (Yu et al., 2023).

### 11.3 Властивості та хімічний склад «вівсяного молока»

Сорт вівса та спосіб оброблення сировини визначають склад і властивості «вівсяного молока» (Yu et al., 2023). Напій збагачують поживними речовинами, передусім, внаслідок використання вівса або продуктів його перероблення, що містять вітаміни, мінеральні та фітохімічні речовини (поліфеноли, флавоноїди та сапоніни) (Li et al., 2022). Вміст поживних речовин у «вівсяному молоці» залежить від рецептурного складу напою та може коливатися в межах (Walther et al., 2022): білки – 2,8–5,8 г/кг; жири – 13,4–15,4 г/кг; вуглеводи – 6,1–69,7 г/кг; сухі речовини – 86,3–98,0 г/кг. Енергетична цінність «вівсяного молока», залежно від його складу, становить 168–441 ккал/кг (Walther et al., 2022).

У таблиці 11.4 подані фізичні властивості коров'ячого молока та «вівсяного молока». В'язкість «вівсяного молока» (6,77 мПа·с) удвічі більша за цей показник коров'ячого молока 3,15 мПа·с (Jeske et al., 2016). Висота осаду у «вівсяному молоці» у 5,85 раза більша, ніж у коров'ячому молоці. Індекс білизни коров'ячого молока становить 81,89, а «вівсяного молока» – лише 60,21 (таблиця 11.4).

**Таблиця 11.4** – Порівняння фізичних властивостей коров'ячого молока та «вівсяного молока» (Jeske et al., 2016)

Продукти	В'язкість [мПа·с]	Індекс білизни WI	Висота осаду [мм]
Молоко коров'яче	3,15±0,01	81,89±0,01	0,60±0,05
«Вівсяне молоко»	6,77±1,03	60,21±4,46	3,51±0,60

**Примітка:** висоту осаду визначали шляхом центрифугування продукту за параметрів: 1000 об/хв протягом 30 хв, потім 3000 об/хв протягом 60 хв за температури 24°C (Jeske et al., 2016).

У таблиці 11.5 здійснено порівняння поживної цінності коров'ячого молока та «вівсяного молока». Вміст білків у молоці коров'ячому у 5,3 раза більший порівняно з «вівсяним молоком», а вміст жиру – у 8,6 раза.

Золи у коров'ячому молоці також у 3,1 раза більше, ніж у «вівсяному молоці». Вміст крохмалю у «вівсяному молоці» – 2,0 г/100 г.

**Таблиця 11.5** – Порівняння поживних речовин у молоці коров'ячому та «вівсяному молоці» [г/100 г]

Продукти	Білки	Жири	Зола	Крохмаль
Молоко коров'яче	3,70±0,14 <sup>a</sup>	3,28±0,05 <sup>a</sup>	0,62±0,01 <sup>a</sup>	н.в. <sup>b</sup>
«Вівсяне молоко»	0,70±0,19 <sup>a</sup>	0,38±0,06 <sup>a</sup>	0,20±0,00 <sup>a</sup>	2,00±0,20 <sup>a</sup>

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>дані (Jeske et al., 2016); <sup>b</sup>дані (Walther et al., 2022).

Склад цукрів у коров'ячому молоці та «вівсяному молоці» подано в **таблиці 11.6**. Загальний вміст цукрів у коров'ячому молоці та «вівсяному молоці» суттєво не відрізняється. Молоко коров'яче містить лактозу та галактозу, натомість «вівсяне молоко» – глюкозу та мальтозу. Глікемічний індекс «вівсяного молока» (59,61) більший, ніж молока коров'ячого (46,93) (Jeske et al., 2016).

**Таблиця 11.6** – Порівняння складу цукрів у коров'ячому молоці та «вівсяному молоці» [г/100 г] та їхній глікемічний індекс (ГІ) (Jeske et al., 2016)

Продукти	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Мальтоза	Всього цукрів	ГІ
Молоко коров'яче	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	3,38±0,04	46,93
«Вівсяне молоко»	0,01±0,00	н.в.	н.в.	3,34±0,17	3,35±0,18	59,61

**Примітка:** н.в. – не виявлено; молоко коров'яче містить 3,33% лактози та 0,05% галактози, а вівсяне молоко не містить лактози чи галактози.

У **таблиці 11.7** подано дані щодо вмісту вітамінів у коров'ячому молоці та «вівсяному молоці». Вівсяний напій поступається за вмістом більшості вітамінів (біотин, нікотинова кислота, вітамін В<sub>2</sub>, вітамін В<sub>6</sub>, вітамін В<sub>12</sub>, пантотенова кислота, фолієва кислота, вітамін К<sub>1</sub>) коров'ячому молоку, однак має більший вміст вітаміну В<sub>1</sub> та вітаміну Е.

«Вівсяне молоко» поступається за вмістом мінеральних речовин коров'ячому молоку (**таблиця 11.8**). Однак «вівсяне молоко» містить манган (0,15 мг/кг), залізо (0,83 мг/кг) та мідь (0,07 мг/кг), яких не виявлено в коров'ячому молоці (Walther et al., 2022). Навіть у збагаченому кальцієм «вівсяному молоці» його вміст у 2,2 раза менший порівняно з коров'ячим молоком.

**Таблиця 11.7** – Порівняння вмісту вітамінів (середні значення) у коров'ячому молоці та «вівсяному молоці» [мкг/100 г] (Walther et al., 2022)

Вітаміни	Молоко коров'яче	«Вівсяне молоко»	Вітаміни	Коров'яче молоко	«Вівсяне молоко»
Біотин	1,7	1,3	Вітамін В <sub>12</sub>	0,2	0,1*
Нікотинова кислота	132,4	60,7	Пантотенова кислота	357,9	145,4
Вітамін В <sub>1</sub>	11,9	25,2	Фолієва кислота	3,2	2,3
Вітамін В <sub>2</sub>	108,3	14,0*	Вітамін К <sub>1</sub>	0,2	0,1
Вітамін В <sub>6</sub>	20,1	5,0	Вітамін Е	89,1	513,7**

**Примітка:** \*збагачене вітамінами; \*\*містить соняшникову олію.

**Таблиця 11.8** – Порівняння вмісту мінеральних речовин (середні значення) у коров'ячому молоці та «вівсяному молоці» (Walther et al., 2022)

Мінеральні речовини	Коров'яче молоко	«Вівсяне молоко»	Мінеральні речовини	Коров'яче молоко	«Вівсяне молоко»
Фосфор (P) [мг/кг]	924	289	Мідь (Cu) [мг/кг]	н.в.	0,07
Натрій (Na) [мг/кг]	381	395	Кальцій (Ca) [мг/кг]	1121	499 <sup>a,b</sup>
Манган (Mn) [мг/кг]	н.в.	0,15	Цинк (Zn) [мг/кг]	3,42	0,28
Магній (Mg) [мг/кг]	100	42,0	Селен (Se) [мкг/кг]	16,21	1,60
Калій (K) [мг/кг]	1615	296	Сірка (S) [мг/кг]	305	79
Залізо (Fe) [мг/кг]	н.в.	0,83	Йод (I) [мкг/кг]	115,70	12,83

**Примітка:** н.в. – не виявлено; <sup>a</sup>містить добавку фосфату кальцію; <sup>b</sup>містить добавку *Lithothamnium calcareum*.

Амінокислотний склад «вівсяного молока» подано в **таблиці 11.9**. Його амінокислотний склад залежить від способу оброблення сировини, концентрації вівса, а також наявності додаткових компонентів. «Вівсяне молоко» має неповноцінний амінокислотний склад з низьким вмістом лізину, що є його обмежувальною амінокислотою. Хоча цей напій містить інші незамінні амінокислоти, їхній рівень недостатній для забезпечення повноцінного білкового профілю. Отже, для забезпечення повноцінного білкового раціону «вівсяне молоко» доцільно поєднувати з іншими джерелами білка (наприклад, горіхи або насіння).

**Таблиця 11.9** – Амінокислотний склад «вівсяного молока»  
(Yu et al., 2023)

Амінокислоти	Вміст [мг/100 г]	Амінокислоти	Вміст [мг/100 г]
Гістидин	2,85–3,68	Фенілаланін	5,46–5,48
Ізолейцин	4,15–4,41	Треонін	3,25–4,30
Лейцин	7,89–9,17	Триптофан	3,61–4,09
Лізин	3,79–3,91	Валін	5,34–6,01
Метіонін	1,73–1,93		

Загальний вміст насичених жирних кислот у коров'ячому молоці значно більший (72,10 г/100 г) порівняно з «вівсяним молоком» (17,92 г/100 г) (**таблиця 11.10**). Основними насиченими жирними кислотами у коров'ячому молоці є пальмітинова кислота (34,53 г/100 г) та міристинова кислота (12,55 г/100 г), тоді як у «вівсяному молоці» домінує пальмітинова кислота (14,78 г/100 г), але її вміст удвічі менший. Ненасичені жирні кислоти представлені у значно більшій кількості у «вівсяному молоці» (82,08 г/100 г) порівняно з коров'ячим молоком (27,71 г/100 г). Зокрема, вміст поліненасичених жирних кислот у «вівсяному молоці» становить 37,83 г/100 г, тоді як у коров'ячому молоці – лише 3,30 г/100 г. Найбільший вміст у вівсяному напої має лінолева кислота (36,67 г/100 г), вміст якої у коров'ячому молоці дуже низький (2,37 г/100 г). Мононенасичених жирних кислот також більше у «вівсяному молоці» (41,12 г/100 г). Серед них найбільший вміст у «вівсяному молоці» має олеїнова кислота (38,84 г/100 г), що майже вдвічі перевищує відповідний показник для коров'ячого молока (19,53 г/100 г) (Moore et al., 2023). Співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами омега-6 та омега-3 у «вівсяному молоці» становить 84–105:1 (у випадку використання в рецептурі соняшникової олії) (Walther et al., 2022).

**Таблиця 11.10** – Порівняння складу жирних кислот у коров'ячому молоці та «вівсяному молоці» (Moore et al., 2023)

Жирні кислоти	Вміст [г/100 г загальної кількості жирних кислот]	
	молоко коров'яче	«вівсяне молоко»
1	2	3
Каприлова кислота (C8:0)	1,37	0,02
Міристинова кислота (C14:0)	12,55	0,29
Пальмітинова кислота (C16:0)	34,53	14,78
Пальмітолеїнова кислота (C16:1(n-7))	0,94	0,17

## Продовження таблиці 11.10

1	2	3
Маргарінова кислота (C17:0)	0,60	0,05
Стеаринова кислота (C18:0)	9,40	2,33
Вакценова кислота (C18:1(n-7))	1,93	0,90
Олеїнова кислота (C18:1(n-9))	19,53	38,84
Лінолева кислота (C18:2(n-6))	2,37	36,67
$\alpha$ -ліноленова кислота (C18:3(n-3))	0,49	0,67
Неонова кислота (C19:1)	0,16	0,05
Арахінова кислота (C20:0)	0,19	0,26
Гадолейнова кислота (C20:1(n-9)) та 13-ейкозенова кислота (C20:1(n-7))	0,00	0,73
Ейкозапентаєнова (C20:5(n-3))	0,05	0,12
Бегенова кислота (C22:0)	0,11	0,26
Ерукова (C22:1(n-9))	0,00	0,20
Лігноцеринова кислота (C24:0)	0,00	0,26
Насичені жирні кислоти	72,10	17,92
Мононенасичені жирні кислоти	24,33	41,12
Поліненасичені жирні кислоти	3,30	37,83
Ненасичені жирні кислоти	27,71	82,08

#### 11.4 Використання «вівсяного молока»

Споживачі звертають свою увагу на «рослинне молоко» внаслідок проблем з непереносимістю лактози, алергії та деяких захворювань, що спричинені коров'ячим молоком, а також з огляду на значні викиди вуглецю у тваринництві (Yu et al., 2023). З-поміж багатьох різновидів «рослинного молока», що представлені на світовому ринку, найбільш швидко поширюється «вівсяне молоко», що зумовлено його м'якою текстурою та приємним смаком (Cui et al., 2023). «Вівсяне молоко» не містить лактози, натомість містить різноманітні поживні речовини та фітохімічні речовини (Yu et al., 2023).

«Вівсяне молоко» споживають безпосередньо чи використовують в рецептурах харчових продуктів, зокрема у рецептурах хліба, печива, безалкогольних та слабоалкогольних напоїв, а також в рецептурах йогурту, морозива, соусів тощо (Raikos et al., 2020; Demir et al., 2021).

Порівняння йогуртів з «вівсяного молока» та коров'ячого молока за складом поживних речовин подано в таблиці 11.11. Йогурти з «вівсяного молока» збагачують вітамінами та мінеральними речовинами для задоволення харчових потреб споживачів (Gupta & Bisla, 2019).

**Таблиця 11.11** – Вміст поживних речовин у «вівсяному йогурті» (на 100 г продукту) (Gupta & Bisla, 2019)

Показники	Йогурт	
	з молока коров'ячого	з «вівсяного молока»
Вологість [%]	86,81±0,56	80,90±1,08
Вміст золи [г]	0,63±0,04	0,83±0,11
Вміст жирів [г]	3,47±0,20	2,18±0,10
Вміст білків [г]	4,62±0,09	1,99±0,10
Вміст заліза [мг]	1,06±0,30	1,55±0,05

Йогурт з «вівсяного молока» порівняно з йогуртом з коров'ячого молока має менший вміст жиру на 37,2% та білків на 56,9%, водночас має більший вміст заліза на 46,2% та золи на 31,7% (Gupta & Bisla, 2019).

Науковці дослідили можливість використання «вівсяного молока» для приготування кефіру (Dinkçi et al., 2015). Характеристика такого кефіру з різним співвідношенням коров'ячого молока та «вівсяного молока» подана у **таблиці 11.12**. За збільшення вмісту у продукті «вівсяного молока» у ньому зменшується вміст жирів та білків. Водночас за зміни співвідношення між коров'ячим молоком та «вівсяним молоком» вміст сухих речовин у кефірі суттєво не змінюється. Збільшення частки «вівсяного молока» у кефірі спричиняє зменшення показника активної кислотності рН напою.

**Таблиця 11.12** – Характеристика кефіру з додаванням «вівсяного молока» (Dinkçi et al., 2015)

Показники	Кефір з молока коров'ячого	Кефір із суміші коров'ячого молока (К) та «вівсяного молока» (В) у співвідношенні [%] (К:В)		
		80:20	60:40	40:60
Вміст сухих речовин [%]	11,02±0,04	10,99±0,10	10,94±0,04	10,76±0,01
Вміст жирів [%]	2,83±0,10	2,50±0,00	2,05±0,00	1,50±0,00
Вміст білків [%]	3,48±0,02	2,78±0,00	2,15±0,02	1,53±0,10
Активна кислотність рН	4,48±0,00	4,55±0,01	4,42±0,01	4,31±0,00

«Рослинне молоко» може бути використане для заміни коров'ячого молока в рецептурах морозива. Його використання дозволяє створити продукт із подібними фізико-хімічними властивостями, текстурою та смаком до традиційного молочного морозива (McClements & Grossmann,

2022). Науковці розробили морозиво з «вівсяного молока» та морквяного соку з низьким вмістом жиру, що є поживною альтернативою традиційному морозиву на молочній основі (Pasala et al., 2024). Воно поєднує в собі кремову текстуру «вівсяного молока» з природною солодкістю та яскравим кольором морквяного соку, створюючи унікальний смаковий профіль, що приваблює споживачів, які піклуються про своє здоров'я. У цьому морозиві менше калорій (130 ккал/100 г) і жиру (вміст поживних речовин: білки – 3,0%, жири – 2,2%, вуглеводи – 24,0%, клітковина – 0,5%), що робить його придатним для тих, хто шукає більш легкий варіант десерту (Pasala et al., 2024). Збитість морозива з «вівсяного молока» (16,96%) менша, ніж збитість морозива, виготовленого з коров'ячого молока (53,51%) (Pasala et al., 2024). Для покращення реологічних властивостей морозива з «вівсяним молоком» доцільно додавати в його рецептуру ксантанову камедь у кількості 0,5%. У такий спосіб можна досягнути стабільної структури морозива, зокрема протягом перших 10 хв тане лише 10% морозива (Henden et al., 2024).

Для виробників соусів актуальним завданням є розроблення продуктів зі зниженим вмістом жиру та збагачених нутрієнтами рослинного походження. Зокрема, розроблені квасолеві соус, що містять «вівсяне молоко» та порошки сублімованих фруктів, овочів та ягід, а також цикорій (рис. 11.2) (Дударев & Кузьмін, 2022; Dudarev & Kuzmin, 2023). Консистенція цих соусів однорідна та подібна до густого пюре. Смак соусів з ягідними порошками приємний з ягідним післясмаком, злегка кислуватий та негострий. Соус з морквяним порошком має легкий смак моркви, а соус з цикорієм – легкий смак цикорію. Соуси з ягідними порошками мають приємний ягідний аромат з кислинкою. Соус з морквяним порошком не має вираженого аромату, натомість соус з цикорієм має легкий аромат кави. Колір соусів залежить від використаної сировини. Вміст інноваційних інгредієнтів у розроблених соусах, їх поживна цінність та фізико-хімічні показники подані в таблиці 11.13.

У розроблених соусах вміст поживних речовин становить: жири – 20%; білки – 15,7–16,2%; вуглеводи – 45,0–46,1% (таблиця 11.13). Масова частка вологи у соусах – 54,8–56,0%. Титрована кислотність соусів у перерахунку на оцтову кислоту – 0,14–0,18% (Dudarev & Kuzmin, 2023).

Також розроблено майонезний соус з вмістом «вівсяного молока» 20,4%, що має кращі сенсорні властивості та вищий індекс якості порівняно з традиційним домашнім майонезом (Dudarev et al., 2024). Розроблений соус має білий колір з сіруватим відтінком (рис. 11.3), приємний смак і запах, кремоподібну консистенцію.

Порівняння фізико-хімічних показників традиційного домашнього майонезу з показниками майонезу, що містить «вівсяне молоко» (вміст 20,4%), подано у таблиці 11.14. Масова частка вологи у соусі з «вівсяним молоком» у 2,2 раза більша, ніж у традиційному майонезному соусі.

Стабільність емульсії обидвох соусів становить 100%. Титрована кислотність розробленого соусу – 0,23%, а домашнього майонезного соусу – 0,27%. Значення показника, що характеризує в'язкість соусу з «вівсяним молоком» (за Боствіком), становить 8,45 см/30 с, що значно перевищує значення цього показника для традиційного майонезного соусу (0,35 см/30 с). Це спричинено більшим вмістом вологи у розробленому соусі і, як наслідок, майонезний соус з «вівсяним молоком» має більшу текучість і меншу в'язкість.



**Рисунок 11.2** – Зразки квасолевого соусу з «вівсяним молоком» та рослинними інгредієнтами: а – з порошком моркви; б – з порошком смородини; в – з порошком чорниці; г – з цикорієм (пастою)  
(Дударев & Кузьмін, 2022; Dudarev & Kuzmin, 2023)

**Таблиця 11.13** – Вміст інноваційних інгредієнтів у соусах, їх поживна цінність та фізико-хімічні показники (Dudarev & Kuzmin, 2023)

Показники	Соуси			
	з порошком чорниці	з порошком смородини	з порошком моркви	з цикорієм
1	2	3	4	5
Вміст ВК [мас. %]	69,7	71,8	71,2	70,7
Вміст ВМ [мас. %]	7,4	5,3	5,9	6,4

Продовження таблиці 11.13

1	2	3	4	5
Вміст ПС /ПЦ [мас. %]	2,0	2,0	2,0	2,0
Вміст білків [%]	15,7	16,2	16,0	15,9
Вміст жирів [%]	20,0	20,0	20,0	20,0
Вміст вуглеводів [%]	45,0	46,1	45,8	45,5
Титрована кислотність* [%]	0,15±0,02	0,16±0,02	0,14±0,01	0,18±0,02
Масова частка вологи [%]	56,0±0,3	55,1±0,3	54,8±0,2	54,8±0,4

**Примітка:** ВК – квасоля варена; ВМ – «вівсяне молоко»; ПС – порошок сублимованих ягід чи овочів; ПЦ – паста цикорію; \*у перерахунку на оцтову кислоту.



**Рисунок 11.3** – Зовнішній вигляд зразків майонезного соусу:  
а – традиційний домашній; б – з «вівсяним молоком»  
(Dudarev et al., 2024)

Майонезний соус з «вівсяним молоком» порівняно з традиційним має менший вміст жирів на 21,1% та білків на 8%. Водночас вміст вуглеводів у розробленому майонезному соусі більший на 12,5% порівняно з традиційним продуктом (**таблиця 11.14**). Внаслідок меншого вмісту жирів та білків енергетична цінність розробленого соусу на 20,5% менша, ніж у домашнього майонезу.

**Таблиця 11.14** – Фізико-хімічні показники та енергетична цінність майонезних соусів (Dudarev et al., 2024)

Показники	Майонезний соус	
	традиційний домашній	з «вівсяним молоком» (20,4%)
Масова частка вологи [%]	15,15±0,22	33,03±0,19
Титрована кислотність* [%]	0,27±0,01	0,23±0,01
Стабільність емульсії [%]	100,0	100,0
В'язкість за Боствіком, см/30 с	0,35±0,05	8,45±0,05
Вміст жирів [%]	76,3	60,2
Вміст білків [%]	2,5	2,3
Вміст вуглеводів [%]	2,4	2,7
Енергетична цінність [ккал/100 г]	705,8	561,2

**Примітка:** \*у перерахунку на оцтову кислоту.

Розроблені безалкогольні напої з «вівсяним молоком» на основі яблучного, апельсинового, яблучно-вишневого та яблучно-чорносмородинового соку. Склад цих напоїв та їхні фізико-хімічні показники подано в **таблиця 11.15**. Напої є однорідними непрозорими рідинами, колір яких залежить від використаної сировини (**рис. 1.4**). Смак напоїв прийнятний з кислинкою, слабо виражена фруктовата чи ягідна складові, з вівсяним присмаком (Дударев & Кухар, 2023).

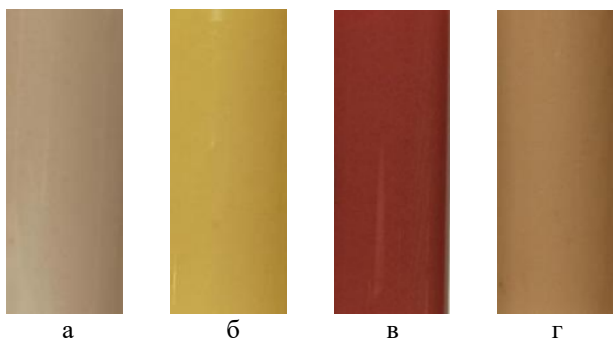
**Таблиця 11.15** – Вміст складових у безалкогольних напоях з соками та «вівсяним молоком», а також їхні фізико-хімічні показники (Дударев & Кухар, 2023)

Показники	Напій безалкогольний			
	з соком яблучним	з соком апельсиновим	з соком яблучно-вишневим	з соком яблучно-чорносмородиновим
Вміст соку [мас. %]	55,0	55,0	70,0	55,0
Вміст ВМ [мас. %]	45,0	45,0	30,0	45,0
Вміст СР [%]	10,47±0,2	10,81±0,32	11,18±0,19	10,20±0,16
Густина [кг/м <sup>3</sup> ]	1040,2±3,2	1041,7±2,5	1043,1±2,8	1039,1±2,1
Активна кислотність рН	3,20±0,02	3,40±0,02	3,60±0,02	3,70±0,02

**Примітка:** ВМ – «вівсяне молоко»; СР – сухі речовини.

Густина розроблених напоїв змінюється в межах 1039,4–1043,1 кг/м<sup>3</sup>, а вміст сухих речовин – 10,20–11,18% (**таблиця 11.15**). Активна кислотність напоїв залежить від сировини, що використовують. Найменше

значення показника активної кислотності (рН 3,2) має напій з соком яблучним, а найбільше значення (рН 3,7) – напій з соком яблучно-чорносмородиновим.



**Рисунок 11.4** – Зовнішній вигляд безалкогольних напоїв з соками та «вівсяним молоком»: а – з соком яблучним; б – з соком апельсиновим; в – з соком яблучно-вишневим; г – з соком яблучно-чорносмородиновим (Дударев & Кухар, 2023)

Розроблено також напій для вегетаріанців, що містить у складі: «рослинне молоко» (50%), сік яблучний (30%), чай чорний «Basilur» (заварка) (20%) (Дударев та ін., 2025). Цей напій має приємний яблучний смак та запах, світлий жовто-бежевий колір та рідку однорідну консистенцію. Основні фізико-хімічні показники напою такі: густина –  $1031 \pm 2,8$  кг/м<sup>3</sup>; вміст сухих речовин –  $7,80 \pm 0,15\%$ ; активна кислотність – рН 4,6. Напій не містить доданого цукру та барвників, масова частка поживних речовин у ньому становить (%): білки – 0,62; жири – 1,25; вуглеводи – 6,34. Енергетична цінність розробленого напою становить 39,1 ккал/100 г.

Розроблені композиції пивних напоїв з «вівсяним молоком» та соками, склад яких та фізико-хімічні показники подано в **таблиці 11.16**. Пивні напої мають оригінальні смако-ароматичні властивості, покращені фізико-хімічні показники, зокрема меншу масову частку спирту порівняно з пивом.

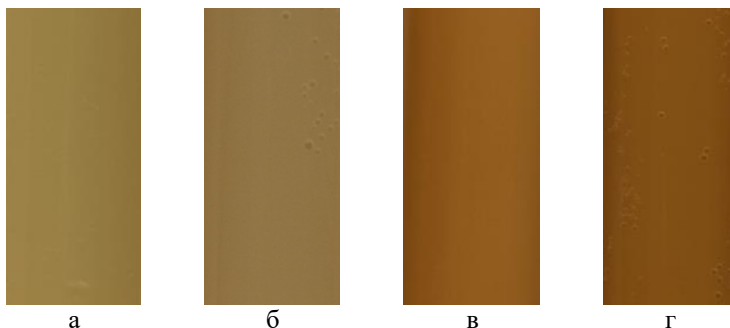
Пивні напої є непрозорими однорідними рідинами, що насичені вуглекислим газом, колір яких залежить від сировини (**рис. 11.5**). Смак та аромат пивних напоїв також залежить від рецептурних компонентів. Для напоїв характерний хмельовий смак з гіркотою. У напоях з соками смак кислувато-солодкуватий, також відчувається вівсяний післясмак. Розроблені напої збагачені вітамінами, мінеральними і фітохімічними

речовинами, що містяться в натуральних яблучно-чорносмородиновому і яблучно-чорничному соках, а також у «вівсяному молоці» (Дударев, 2023).

**Таблиця 11.16** – Вміст складових у пивних напоях з «вівсяним молоком» та соками, а також їхні фізико-хімічні показники (Дударев, 2023)

Показники	Напій пивний			
	К1	К2	К3	К4
Вміст ПС [мас. %]	70,0	50,0	-	-
Вміст ПТ [мас. %]	-	-	60,0	50,0
Вміст ВМ [мас. %]	30,0	30,0	40,0	30,0
Вміст СЯС [мас. %]	-	20,0	-	-
Вміст СЯЧ [мас. %]	-	-	-	20,0
Об'ємна частка спирту [% об.]	3,1	2,3	2,6	2,2
Густина [кг/м <sup>3</sup> ]	1062	1068	1066	1070
Активна кислотність рН	5,2	4,8	5,3	4,9
Вміст білків [г/100 г]	0,3	0,4	0,4	0,4
Вміст жирів [г/100 г]	0,8	0,8	1,0	0,8
Вміст вуглеводів [г/100 г]	5,2	6,1	5,5	6,2

**Примітка:** К1, ..., К4 – композиції пивного напою; ПС – пиво світле; ПТ – пиво темне; ВМ – «вівсяне молоко»; СЯС – сік яблучно-чорносмородиновий; СЯЧ – сік яблучно-чорничний; СР – сухі речовини.



**Рисунок 11.5** – Зовнішній вигляд пивних напоїв з «вівсяним молоком» та соками: а – К1; б – К2; в – К3; г – К4 (вміст компонентів у напоях див. у таблиці 11.16) (Дударев, 2023)

Основним побічним продуктом виробництва «вівсяного молока» є вівсяна пульпа (нерозчинний залишок). При виробництві 1 кг «вівсяного молока» утворюється 0,20–0,45 кг вівсяної пульпи, що багата на білок, харчові волокна,  $\beta$ -глюкан, ліпіди та біологічно активні сполуки (Le et al., 2025). Однак цей продукт швидко розкладається через мікробну

активність. Склад вівсяної пульпи залежить від сорту вівса та способу його оброблення. Вівсяна пульпа має високу вологість (54,3–65,0%), внаслідок чого у неї короткий термін зберігання (*Helstad et al., 2023; Le et al., 2025*). Також пульпа містить поживні речовини (на 100 г СР): білки – 25,71–52,10%, жири – 7,79–14,28%, вуглеводи – 12,30–27,49%, крохмаль – 27,32%, нерозчинна клітковина – 22,97%, розчинна клітковина – 3,19 %,  $\beta$ -глюкан – 7% (*Aiello et al., 2021; Le et al., 2025*). Щоб мати можливість використовувати вівсяну пульпу як складову харчових продуктів, вона повинна бути мікробіологічно стабілізована для гарантування безпечності харчових продуктів, зокрема шляхом пастеризування (*Helstad et al., 2023*).

Вівсяна пульпа є цінним функціональним харчовим інгредієнтом, особливо для тих, хто піклується про своє здоров'я. Спосіб її перероблення містить технологічні операції висушування, подрібнення та просіювання перед додаванням у різні харчові продукти. Завдяки високому вмісту харчових волокон і  $\beta$ -глюкану вівсяна пульпа не лише покращує харчовий профіль щоденних продуктів, але й допомагає задовольнити щоденну потребу людини у клітковині (*Le et al., 2025*).

Вівсяну пульпу можна використовувати у рецептурі пшеничного хліба для збільшення вмісту харчових волокон (*Bartkiene et al., 2021*). Також вівсяну пульпу можна використовувати в рецептурах аналогів «рослинного м'яса» (*Le et al., 2025*). Відходи виробництва «вівсяного молока» (після фільтрування) термічно обробляють за температури 50°C протягом 3 год. Висушений залишок подрібнюють до стану порошку та використовують для випікання кондитерських виробів, зокрема печива. Печиво, виготовлене з вівсяного порошку, має високу харчову цінність завдяки високому вмісту білків, харчових волокон,  $\beta$ -глютену, загального поліфенолу та антиоксидантної здатності (**таблиця 11.17**).

**Таблиця 11.17** – Харчова цінність відходів виробництва «вівсяного молока» (вівсяного порошку) та печива з нього  
(*Wang et al., 2023*)

Показники	Вівсяний порошок	Печиво з вівсяного порошку
Вологість [%]	10,99±0,18	5,04±0,15
Вміст золи [г/100 г]	3,02±0,01	1,94±0,01
Вміст жирів [г/100 г]	4,34±0,10	14,46±0,3
Вміст білків [г/100 г]	7,56±0,12	5,55±0,27
Вміст цукрів [г/100 г]	33,93±0,39	39,98±0,42
Вміст $\beta$ -глюкану [г/100 г]	7,62±0,11	5,89±0,10
Вміст харчових волокон [г/100 г]	12,77±0,42	16,82±0,01
Вміст вуглеводів [г/100 г]	61,32±0,21	56,19±0,26

### Список використаних джерел до розділу 11

Дударев, І.М., & Кузьмін, О.В. (2022). Стратегії удосконалення майонезного соусу. *Товарознавчий вісник*, 15(2), 5-21. doi:10.36910/6775-2310-5283-2022-16-1.

Дударев, І. (2023). Розроблення композицій пивних напоїв із «вівсяним молоком» та соками. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*, 6(2), 214-231. doi:10.31866/2616-7468.6.2.2023.291704.

Дударев, І.М., & Кухар, Р.Ю. (2023). Дослідження властивостей соковмісних напоїв з вівсяним молоком. *Товарознавчий вісник*, 16(1), 28-46. doi:10.36910/6775-2310-5283-2023-17-3.

Дударев, І.М., Ющук, С.Р., & Кухар, Р.Ю. (2025). Розроблення крафтового напою для вегетаріанців. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*, 25(1), 99-106. doi:10.32782/2078-0877-2025-25-1-12.

Aiello, G., Li, Y., Xu, R., Boschini, G., Juodeikiene, G., & Arnoldi, A. (2021). Composition of the protein ingredients from insoluble oat byproducts treated with food-grade enzymes, such as amylase, cellulose/xylanase, and protease. *Foods*, 10(11), 2695. doi:10.3390/foods10112695.

Alemayehu, G.F., Forsido, S.F., Tola, Y.B., & Amare, E. (2023). Nutritional and phytochemical composition and associated health benefits of oat (*Avena sativa*) grains and oat-based fermented food products. *The Scientific World Journal*, 2023, 2730175. doi:10.1155/2023/2730175.

Bartkiene, E., Bartkevics, V., Pugajeva, I., Borisova, A., Zokaityte, E., Lele, V., Starkute, V., Zavistanaviciute, P., Klupsaite, D., Zadeike, D., & Juodeikiene, G. (2021). The quality of wheat bread with ultrasonicated and fermented by-products from plant drinks production. *Frontiers in Microbiology*, 12, 652548. doi:10.3389/fmicb.2021.652548.

Capouchová, I., Kouřimská, L., Pazderů, K., Škvorová, P., Božík, M., Konvalina, P., Dvořák, P., & Dvořáček, V. (2021). Fatty acid profile of new oat cultivars grown via organic and conventional farming. *Journal of Cereal Science*, 98, 103180. doi:10.1016/j.jcs.2021.103180.

Chen, O., Mah, E., Dioum, E., Marwaha, A., Shanmugam, S., Malleshi, N., Sudha, V., Gayathri, R., Unnikrishnan, R., Anjana, R.M., Krishnaswamy, K., Mohan, V., & Chu, Y. (2021). The role of oat nutrients in the immune system: A narrative review. *Nutrients*, 13(4), 1048. doi:10.3390/nu13041048.

Chu, Y.-F. (2014). *Oats nutrition and technology*. Oxford, UK: Wiley Blackwell.

Cui, L., Jia, Q., Zhao, J., Hou, D., & Zhou, S. (2023). A comprehensive review on oat milk: From oat nutrients and phytochemicals to its processing technologies, product features, and potential applications. *Food & Function*, 14(13), 5858-5869.

Demir, H., Simsek, M., & Yildirim, G. (2021). Effect of oat milk pasteurization type on the characteristics of oat milk yogurts. *LWT*, 110271. doi:10.1016/j.lwt.2020.110271.

Deswal, A., Deora, N.S., & Mishra, H.N. (2013). Optimization of enzymatic production process of oat milk using response surface methodology. *Food and Bioprocess Technology*, 7(2), 610-618. doi:10.1007/s11947-013-1144-2.

Dinkçi, N., Kesenkaş, H., Korel, F., & Kımık, Ö. (2015). An innovative approach: cow/oat milk based kefir. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 65(3), 177-186. doi:10.15567/mljekarstvo.2015.0304.

Dudarev, I., & Kuzmin, O. (2023). Influence of plant-based ingredients on the sensory and physicochemical indicators of salad dressing. *Scientific Works of NUFT*, 29(2), 124-138. doi:10.24263/2225-2924-2023-29-2-12.

Dudarev, I., Kuzmin, O., Stukalska, N., Antonenko, A., Brovenko, T., Kovalenko, N., & Lebedenko, T. (2024). Using oat milk to reduce the caloric value of a functional mayonnaise sauce. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 23(1), 29-38. doi:10.17306/J.AFS.001184.

Gorash, A., Armonienè, R., Mitchell Fetch, J., Liatukas, Ž., & Danytė, V. (2017). Aspects in oat breeding: nutrition quality, nakedness and disease resistance, challenges and perspectives. *Annals of Applied Biology*, 171(3), 281-302. doi:10.1111/aab.12375.

Gupta, S.H.R.I.S.T.I., & Bisla, G.I.T.A. (2019). Nutritional and sensory characteristics of oat milk based yoghurt. *International Journal of Applied Home Science*, 6(6-8), 261-265. doi:10.36537/IJAHS/6.6-8/261-265.

Helstad, A., Marefati, A., Ahlström, C., Rayner, M., Purhagen, J., & Östbring, K. (2023). High-pressure pasteurization of oat okara. *Foods*, 12(22), 4070. doi:10.3390/foods12224070.

Henden, Y., Gümüş, T., Kamer, D.D.A., Kaynarca, G.B., & Yücel, E. (2024). Optimizing vegan frozen dessert: The impact of xanthan gum and oat-based milk substitute on rheological and sensory properties of frozen dessert. *Food Chemistry*, 460(3), 140787. doi:10.1016/j.foodchem.2024.140787.

Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E.K. (2016). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), 26-33. doi:10.1007/s11130-016-0583-0.

Le, M.S., Hermansen, C., & Vuong, Q.V. (2025). Oat milk by-product: A review of nutrition, processing and applications of oat pulp. *Food Reviews International*, 1–38. doi:10.1080/87559129.2025.2450263.

Leszczyńska, D., Wirkijowska, A., Gasiński, A., Średnicka-Tober, D., Trafiałek, J., & Kazimierzczak, R. (2023). Oat and oat processed products – Technology, composition, nutritional value, and health. *Applied Sciences*, 13(20), 11267. doi:10.3390/app132011267.

Li, X., Zhou, L., Yu, Y., Zhang, J., Wang, J., & Sun, B. (2022). The potential functions and mechanisms of oat on cancer prevention: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(46), 14588-14599. doi:10.1021/acs.jafc.2c06518.

Mäkinen, O.E., Ercili-Cura, D., Poutanen, K., Holopainen-Mantila, U., Lehtinen, P., & Sozer, N. (2024). Protein from oat: structure, processes, functionality, and nutrition. In: Editor(s): S. Nadathur, J.P.D. Wanasundara, L. Scanlin, *Sustainable Protein Sources* (2<sup>nd</sup> Ed.) (pp. 121-141), Academic Press. doi:10.1016/B978-0-323-91652-3.00006-X.

Martínez-Villaluenga, C., & Peñas, E. (2017). Health benefits of oat: Current evidence and molecular mechanisms. *Current Opinion in Food Science*, 14, 26-31. doi:10.1016/j.cofs.2017.01.004.

McCarron, R., Methven, L., Grahl, S., Elliott, R., & Lignou, S. (2024). Oat-based milk alternatives: The influence of physical and chemical properties on the sensory profile. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1345371. doi:10.3389/fnut.2024.1345371.

McClements, D.J., & Grossmann, L. (2022). Dairy alternatives – Cheese, yogurt, butter, and ice cream. In: *Next-Generation Plant-based Foods* (pp. 443-521). Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-030-96764-2\_9.

Moore, S.S., Costa, A., Pozza, M., Vameralli, T., Niero, G., Censi, S., & De Marchi, M. (2023). How animal milk and plant-based alternatives diverge in terms of fatty acid, amino acid, and mineral composition. *npj Science of Food*, 7, 50. doi:10.1038/s41538-023-00227-w.

Pasala, S., Rani, A.S., Sireesha, K.N., & Reddy, G.V.K. (2024). Nutritional and sensory impact of oat milk and carrot juice fortification in low-fat vanilla ice cream. *International Journal of Advances in Agricultural Science and Technology*, 11(6), 1-8.

Patsioura, A., Galanakis, C.M., & Gekas, V. (2011). Ultrafiltration optimization for the recovery of  $\beta$ -glucan from oat mill waste. *Journal of Membrane Science*, 373(1-2), 53-63. doi:10.1016/j.memsci.2011.02.032.

Paudel, D., Dhungana, B., Caffè, M., & Krishnan, P. (2021). A review of health-beneficial properties of oats. *Foods*, 10(11), 2591. doi:10.3390/foods10112591.

Plamada, D., Teleky, B.-E., Nemes, S. A., Mitrea, L., Szabo, K., Călinoiu, L.-F., Pascuta, M.S., Varvara, R.-A., Ciont, C., Martău, G. A., Simon, E., Barta, G., Dulf, F.V., Vodnar, D.C., & Nătescu, M. (2023). Plant-based dairy alternatives – A future direction to the milky way. *Foods*, 12(9), 1883. doi:10.3390/foods12091883.

Raikos, V., Juskaite, L., Vas, F., & Hayes, H.E. (2020). Physicochemical properties, texture, and probiotic survivability of oat-based yogurt using aquafaba as a gelling agent. *Food Science & Nutrition*, 8, 6426-6432. doi:10.1002/fsn3.1932.

Sterna, V., Zute, S., & Brunava, L. (2016). Oat grain composition and its nutrition benefice. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 8, 252-256. doi:10.1016/j.aaspro.2016.02.100.

Stewart, D., & McDougall, G. (2014). Oat agriculture, cultivation and breeding targets: Implications for human nutrition and health. *British Journal of Nutrition*, 112(S2), S50-S57. doi:10.1017/S0007114514002736.

Van den Broeck, H.C., Londono, D.M., Timmer, R., Smulders, M.J.M., Gilissen, L.J.W.J., & Van der Meer, I.M. (2016). Profiling of nutritional and health-related compounds in oat varieties. *Foods*, 5(1), 2. doi:10.3390/foods5010002.

Walther, B., Guggisberg, D., Badertscher, R., Egger, L., Portmann, R., Dubois, S., Haldimann, M., Kopf-Bolanz, K., Rhyn, P., Zoller, O., Veraguth, R. & Rezzi, S. (2022). Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. *Frontiers in Nutrition*, 9, 988707. doi: 10.3389/fnut.2022.988707.

Wang, A., Zhu, Y., Zou, L., Zhao, G., & Wu, J. (2023). Development of protein-enriched biscuit based on oat-milk byproduct fortified with chickpea flour. *LWT*, 177, 114594. doi:10.1016/j.lwt.2023.114594.

Wojtacki, M., Żuk-Gołaszewska, K., Duliński, R., Giza-Gołaszewska, J., Kalisz, B., & Gołaszewski, J. (2024). Fatty acid composition, oxidative status, and content of biogenic elements in raw oats modified through agricultural practices. *Foods*, 13(22), 3622. doi:10.3390/foods13223622.

Yang, Z., Xie, C., Bao, Y., Liu, F., Wang, H., & Wang, Y. (2023). Oat: Current state and challenges in plant-based food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 134, 56-71. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.02.017>.

Yu, Y., Li, X., Zhang, J., Li, X., Wang, J., & Sun, B. (2023). Oat milk analogue versus traditional milk: Comprehensive evaluation of scientific evidence for processing techniques and health effects. *Food Chemistry: X*, 19, 100859. doi:10.1016/j.fochx.2023.100859.

Zhou, S., Jia, Q., Cui, L., Dai, Y., Li, R., Tang, J., & Lu, J. (2023). Physical-chemical and sensory quality of oat milk produced using different cultivars. *Foods*, 12(6), 1165. doi:10.3390/foods12061165.

## ВИСНОВКИ

У результаті комплексного дослідження сучасних аспектів виготовлення, властивостей та використання «рослинного молока» сформовано висновки:

По-перше, «рослинне молоко» є перспективною альтернативою традиційному тваринному молоку, що може задовольнити потреби широкого кола споживачів, зокрема осіб з непереносимістю лактози, алергією на білки молока, а також тих, хто дотримується вегетаріанського або веганського способу життя. Широкий асортимент сировини – соя, рис, кокосові горіхи, насіння коноплі, гречка, мигдаль, горіхи кеш'ю, фундук, арахіс, овес – дозволяє створювати різноманітні продукти зі специфічними органолептичними та харчовими властивостями.

По-друге, вивчення фізико-хімічних характеристик рослинної сировини і технологічних параметрів виробництва показало, що кожен вид «рослинного молока» має свої особливості, які необхідно враховувати при оптимізуванні технологічних процесів: первинного оброблення сировини, подрібнення, гомогенізування, ферментування, пастеризування тощо. Увагу у процесі виробництва напоїв доцільно приділяти збереженню біологічно активних речовин та покращенню поживної цінності.

По-третє, хімічний склад «рослинного молока» значно варіюється залежно від виду сировини та технології виготовлення. Зокрема, соєве молоко характеризується високим вмістом білків, рисове – низьким вмістом білків, кокосове – високим вмістом жирів, а конопляне і гречане – багаті на незамінні жирні кислоти. Різноманітність харчового складу відкриває широкі можливості для розроблення функціональних продуктів із заданими властивостями.

По-четверте, «рослинне молоко» має великий потенціал для використання в якості інгредієнта у виробництві інших харчових продуктів з додатковими функціональними властивостями, а також у кулінарії. Це сприяє розширенню асортименту продуктів, що не містять тваринного молока, задовольняючи зростаючий попит на здорове та екологічно відповідальне харчування.

По-п'яте, розроблені способи перероблення побічних продуктів, що залишаються після виробництва «рослинного молока», дозволяють ефективно використовувати ці відходи для створення кормів, харчових добавок тощо, підвищуючи загальну економічну ефективність та екологічність виробництва.

Загалом, представлені у монографії матеріали можуть слугувати основою для подальших досліджень і впровадження інновацій у галузі виробництва рослинних напоїв. Вони сприятимуть розвитку сучасної харчової промисловості, задоволенню різноманітних споживчих запитів та формуванню сталих систем харчування майбутнього.

Для нотаток

Для нотаток

Для нотаток

Наукове видання

Дударєв І. М.

**«РОСЛИННЕ МОЛОКО»:  
ТЕХНОЛОГІЯ, ВЛАСТИВОСТІ, ВИКОРИСТАННЯ**

*Монографія*

Друкується в авторській редакції

Формат 60x84 1/16. Обсяг 18,14 ум. друк. арк., 17,98 обл.-вид. арк.  
Наклад 300 пр. Зам. 134. Видавець і виготовлювач – Вежа-Друк  
(м. Луцьк, вул. Шопена, 12, тел. +38 066 936 25 49).  
Свідоцтво Держ. комітету телебачення та радіомовлення України  
ДК № 4607 від 30.08.2013 р.