

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ МАШИННО-АПАРАТУРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО

Паперняк Р. В. – аспірант кафедри обладнання харчових технологій
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя
ORCID ID: 0009-0007-2427-4590

Шинкарик М. М. – кандидат технічних наук, доцент, професор
кафедри обладнання харчових технологій
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя
ORCID ID: 0000-0003-3489-9803

Кравець О. І. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри обладнання харчових технологій
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя
ORCID ID: 0000-0002-3309-9962
Scopus-Author ID: 57211205224

Лукіяничук Б. Я. – головний технолог ПрАТ «Тернопільський молокозавод»
ORCID ID: 0009-0007-8561-3197

У даній роботі розглянуто комплексний підхід до оцінки машинно-апаратного забезпечення виробництва сиру кисломолочного з точки зору сталого розвитку.

Метою роботи був аналіз машинно-апаратних схем виробництва сиру кисломолочного з точки зору сталого розвитку.

Об'єкт досліджень: вплив виробництва сиру кисломолочного на споживача у взаємозв'язку зі сферою його існування та забезпечення якості життя.

Основними показниками у комплексному підході до оцінки технологічного процесу та його машинно-апаратного забезпечення в потокових лініях виробництва продукту були обрані наступні: якість готового продукту, санітарія, виробництво продукту з одиниці сировини, затрати енергоресурсів, вплив виробництва на навколишнє середовище.

Показники якості продукту і санітарії відносяться до сьогодення і забезпечуються якістю сировини, дотриманням вимог технологічного процесу та вибором машинно-апаратного забезпечення. Основну увагу було приділено таким показникам як затрати сировини і енергоресурсів, вплив виробництва на навколишнє середовище.

Як основні розглянуті дві схеми машинно-апаратного забезпечення виробництва на основі використання ванн для отримання сирного зерна та закритих апаратів горизонтального чи вертикального типу.

Проведений аналіз дозволив зробити наступні висновки.

З точки зору сталого розвитку (якість, санітарія, втрата сировини) для сквашування молока і утворення структури сиру перевагу необхідно надавати закритим апаратам горизонтального типу.

Механізація процесів виробництва призводить до підвищених втрат сировини у вигляді сирної пилки. Тому навіть при невеликих об'ємах виробництва доцільно проводити очищення сироватки від сирної пилки.

З точки зору вимог сталого розвитку (екологія, сировина) необхідно забезпечити необхідну безпеку повне перероблення початкового молока (в подальшому сироватки) збільшуючи концентрацію виробництва, або створенням окремих заводів для перероблення сироватки.

Доцільно розвивати нові технології і обладнання для виробництва сиру кисломолочного на основі ультрафільтраційного оброблення молока, а також інших продуктів з використанням сиру кисломолочного.

Ключові слова: сталій розвиток, сир кисломолочний, сировиготовлювач.

Paperniak R. V., Shynkaryk M. M., Kravets O. I., Lukiyanichuk B. Ya. A comprehensive approach to the evaluation of cottage cheese production equipment

This work considers a comprehensive approach to the evaluation of equipment for cottage cheese production from the point of view of sustainable development.

The purpose of the work was to analyze the equipment for the production of sour milk cheese from the point of view of sustainable development.

The object of research: the impact of the production of fermented milk cheese on the consumer in relation to the sphere of his existence and ensuring the quality of life.

The main indicators in the integrated approach to the evaluation of the technological process and its provision of equipment in the flow lines of product production were chosen as the following: quality of the finished product, sanitation, production of the product from a unit of raw materials, energy consumption, and the impact of production on the environment.

Indicators of product quality and sanitation relate to the present and are ensured by the quality of raw materials, compliance with the requirements of the technological process and the choice of machinery and equipment.

Two schemes for providing production equipment can be considered: the use of tubs for obtaining cheese grain and closed devices of horizontal or vertical type.

The analysis made it possible to draw the following conclusions.

From the point of view of sustainable development (some, sanitation, loss of raw materials), for the fermentation of milk and the formation of the structure of cheese, preference should be given to closed devices of the horizontal type.

Mechanization of production processes leads to increased losses of raw materials in the form of cheese dust. Therefore, even with small volumes of production, it is advisable to clean the whey from cheese dust.

From the point of view of the requirements of sustainable development (ecology, raw materials), it is necessary to ensure complete processing of the initial milk (in the future, whey) by increasing the concentration of production, or by creating separate factories for processing whey.

It is advisable to develop new technologies and equipment for the production of cottage cheese based on ultrafiltration processing of milk, as well as other products using sour milk cheese. **Key words:** sustainable development, cottage cheese, cheese maker.

Вступ. Сир кисломолочний можна віднести до національних продуктів молочного ринку України, який споживається у свіжому вигляді, а також є складовим у продуктах хлібобулочної і кондитерської промисловості [1]. Як молочний продукт рекомендується для всіх вікових груп населення – характеризується підвищеним вмістом білку (14–18%) порівняно з молоком (3,2–+0,5), вмістом жиру до 18% та містить кальцій (120...160 мг/100 г) і фосфор (189 ...224мг/100 г) [2], які необхідні для утворення кісткової тканини [3]. Сировиною для виробництва сиру є незбиране молоко, знежирене молоко, маслянка (або ці сировини в сухому вигляді), які в процесі сквашування відповідними препаратами коагулюють. Необхідний вміст жиру у готовому продукті забезпечується підготовкою початкової сировини, або додаванням жирової фракції у сирну масу на завершальній стадії виробництва [4, 5]. Вміст білку досягається відділенням сироватки із коагульованого згустку.

Аналіз публікацій. Машино-апаратне забезпечення виробництва в основному визначається способом сквашування, відділення сироватки та охолодження продукту [6, 7]. За способом сквашування розрізняють сичужний, кислотно-сичужний та кислотний; відповідно до способу відділення сироватки

відрізняють традиційний та роздільний [8]. Роздільний спосіб передбачає відділення сироватки як більш легкої фракції сепаруванням знежиреного коагульованого молока, одержання пастоподібного продукту та подальше внесення вершків і вимагає встановлення значної кількості додаткового обладнання, крім цього пастоподібна консистенція значно зменшує подальші можливості використання продукту в кондитерській і хлібобулочній промисловості та за структурою не відповідає встановленому поняттю «сир кисломолочний». При традиційному способі сироватка відділяється самовільно в результаті порушення термодинамічної рівноваги коагульованого молока при розрізанні згустку та підігріві [8]. В подальшому необхідно відділити сироватку від дисперсної маси сироватка-сир, що є однією із трудомістких і тривалих в часі операцій. При сичужному сквашуванні дисперсну масу для відділення сироватки (самопресування) розливають у лавсанові мішечки, що не забезпечує належний рівень санітарії, вимагає великих затрат ручної праці та не піддається механізації, тому цей спосіб використовується рідко, при невеликих об'ємах виробництва [9, 10].

На даний час підприємства надають перевагу кислотному способу заквашування, інтенсифікації процесу синерезису шляхом підігріву, який на стадії утворення зерна піддається механізації і автоматизації, дозволяє підвищити продуктивність ліній та ефективно використовувати виробничі площі [8].

Сучасні потокові машинно-апаратурні лінії виробництва побудовані за змішаною схемою, при якій заквашування згустку та утворення сирних зерен проводять у періодичному процесі в апаратах ємкісного типу, яких встановлюють декілька. При цьому відділення сироватки та процес охолодження здійснюються неперервно.

Формулювання мети дослідження. Мета досліджень: аналіз машинно-апаратурних схем виробництва сиру кисломолочного з точки зору сталого розвитку.

Об'єктом в даному випадку є вплив виробництва сиру кисломолочного на споживача у взаємозв'язку зі сферою його існування та забезпечення якості життя.

Результати. Основними показниками у комплексному підході до оцінки технологічного процесу та його машинно-апаратурного забезпечення в поточних лініях виробництва продукту були обрані наступні: якість готового продукту, санітарія, виробництво продукту з одиниці сировини, затрати енергоресурсів, вплив виробництва на навколишнє середовище (рис. 1).

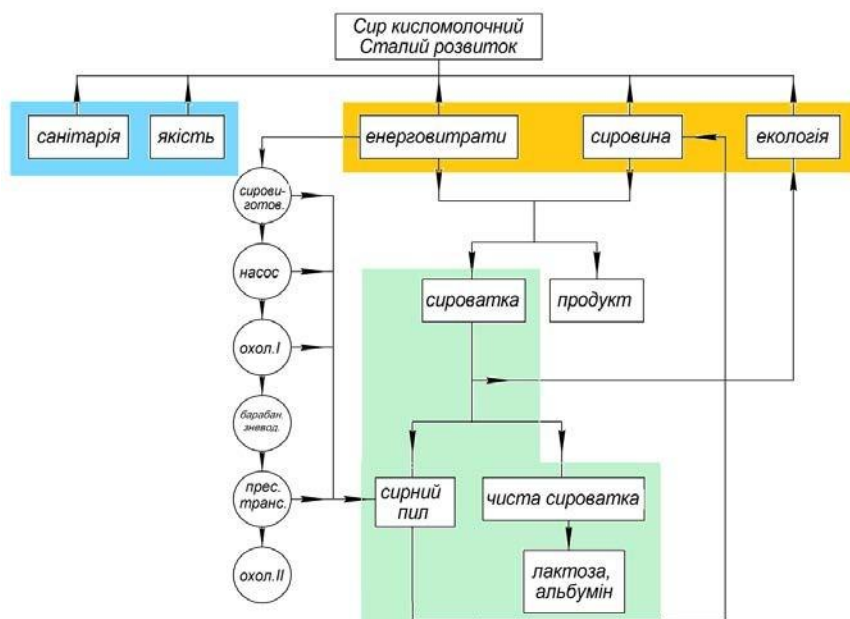


Рис. 1. Блок-схема взаємозв'язку показників сталого розвитку

Показники якості продукту і санітарії відносяться до сьогодення і забезпечуються якістю сировини, дотриманням вимог технологічного процесу та вибором машинно-апаратурного забезпечення та не мають впливу на довкілля.

Можна розглядати дві схеми машинно-апаратурного забезпечення виробництва: використання ванн для отримання сирного зерна та закритих апаратів горизонтального (рис. 2) чи вертикального типу (рис. 3). Вже на першому етапі виробництва перевагу віддають закритим апаратам – сировиготовлювачам [11], які забезпечують кращі санітарні умови виробництва та зменшують витрати на підігрів молока до заквашування та в процесі оброблення за рахунок зменшення втрат теплоти з відкритої поверхні. Для підігріву молока до сквашування та інтенсифікації відділення сироватки використовується теплообмінна сорочка [12], мішалки забезпечують розрізання і перемішування згустку, тобто формування відповідної структури готового продукту [13, 14].

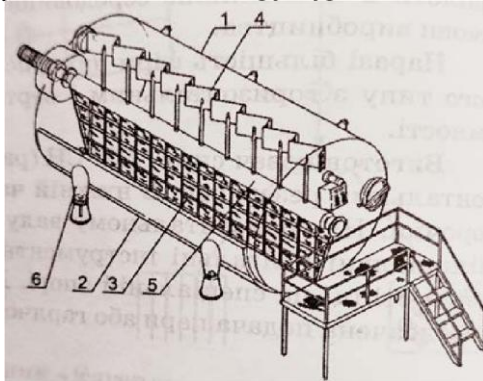


Рис. 2. Горизонтальний виготовлювач сиру фірми «Пасілак» [11]: 1 – корпус; 2 – теплообмінна сорочка; 3 – різальний інструмент; 4 – лопатка; 5 – вал

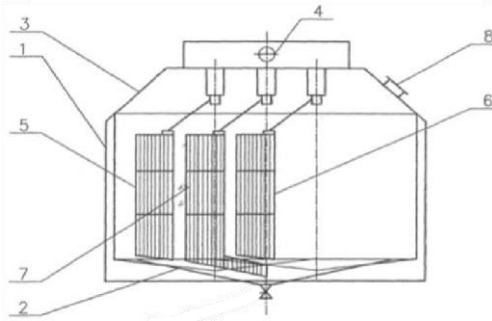


Рис. 3. Сировиготовлювач вертикального типу [15]: 1 – резервуар; 2 – днище; 3 – кришка; 4 – привід; 5–7 – мішалки; 8 – патрубок для подачі молока

Конструктивне виконання корпусу сировиготовлювача (горизонтальний, вертикальний) та мішалки впливає на якість оброблення згустку та утворення дрібних частинок білка (сирної пилуки). Вертикальні сировиготовлювачі займають менші виробничі площі, однак у горизонтальних сировиготовлювачах обробка згустку проходить в меншому шарі, що забезпечує менші втрати сировини. Конструкція горизонтальних сировиготовлювачів забезпечує роботу мішалки в коливальному режимі, а також різучі ножі і перемішуючі засоби не занурені у згусток, що дає можливість уникнути початкових втрат білку в результаті адгезії до поверхонь інструменту.

Основну масу сироватки (40–50%) відводять безпосередньо з апарату, а решту на перфорованих поверхнях (рис. 4), які можуть бути виконані у вигляді прес візків, перфорованих барабанів, а у лініях [16] з використанням транспортерів з дренажною стрічкою.

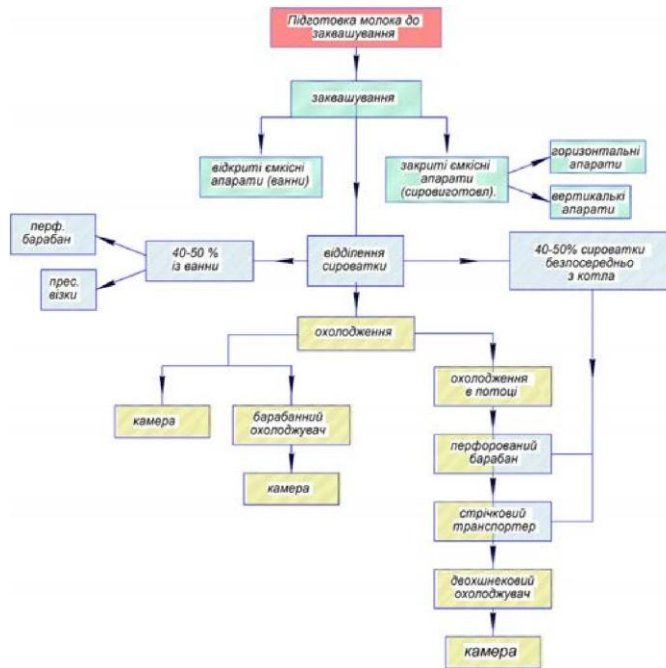


Рис. 4. Блок-схема машино-апаратного забезпечення виробництва сиру кисломолочного

Важливим є охолодження сирного зерна, яке проводять на кінцевому етапі виробництва [17, 18]. З цією метою використовують відведення теплоти при контакті сиру з охолоджуючою поверхнею (кондуктивний спосіб) та відведення теплоти безпосередньою подачею попередньо охолодженої сироватки у сирну масу, або охолодження сиру в сироватці іншим холодоагентом (конвективний спосіб).

До першого типу можна віднести охолоджувачі типу Д5-ОТЕ (рис. 5) та ОТД. В охолоджувачі Д5-ОТЕ [11] на зовнішню поверхню двостінного барабану тонким шаром подається сир після відведення сироватки. Між зовнішнім і внутрішнім циліндрами розміщена теплообмінна сорочка, по якій циркулює розсіл.

Дотикаючись до холодної поверхні сир примерзає, охолоджується за 12–13 с і зрізається паралельно встановленим до поверхні ножом. Недоліком такого апарату є відкрита поверхня охолодження, що знижує санітарні показники обладнання. В охолоджувачі типу ОТД (рис. 6) процес охолодження проходить в закритому потоці на внутрішній поверхні двох паралельно розміщених циліндрів з теплообмінною сорочкою, в яку подається розсіл.

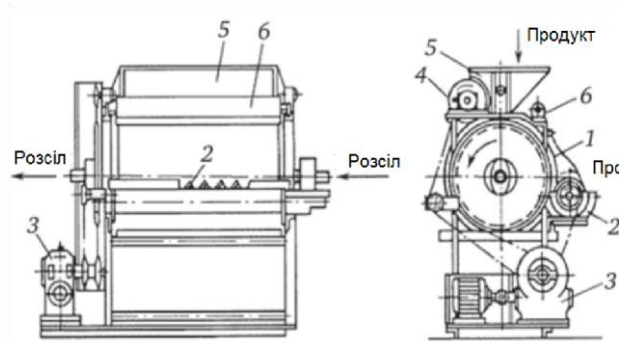


Рис. 5. Охолоджувач сиру кисломолочного Д5-ОТЕ:
1 – двостінний барабан; 2 – шнек; 3 – привід; 4 – валик;
5 – завантажувальний бункер; 6 – ніж

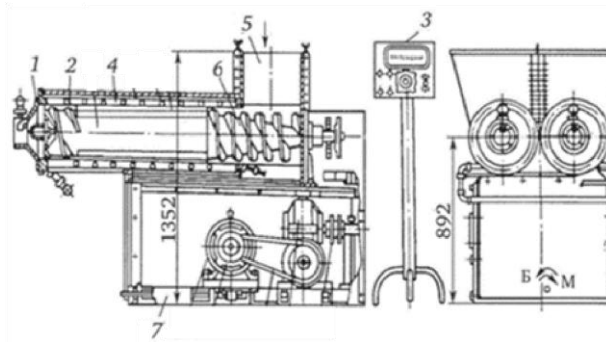


Рис. 6. Двоциліндровий охолоджувач ОТД: 1 – конусний патрубок;
2 – развантажувальні витки; 3 – пульт; 4 – теплообмінна сорочка; 5 – бункер;
6 – приймальна частина; 7 – станина

В середині циліндрів розміщений витиснювальний барабан, який конструктивно розділений на три частини. У центральній частині розміщено два ножі для очистки поверхні теплообміну і уникнення примерзання сиру, в передній і задній частині витки шнеку для транспортування продукту. Такий спосіб охолодження призводить до руйнування структури і використовується в лініях роздільного виробництва.

Забезпечення кінцевої вологості і температури продукту обмежують продуктивність ліній, так оброблення згустку з однієї 10 тонної ємності займає приблизно 3 години. Тому в сучасних лініях пропонують комбінований процес відділення сироватки – охолодження або їх суміщення. Так в лінії tewes bis суміш сиру і сироватки спочатку подається на трубчастий охолоджувач, далі відділення сироватки проходить на стрічковому транспортері в закритому потоці і кінцеве охолодження на двошнековому охолоджувачі, що супроводжується частковим руйнуванням структури.

У машині DONI Coolmatic [19] відділення сироватки проходить одночасно з охолодженням на стрічкових транспортерах, розміщених один над одним (рис. 7).

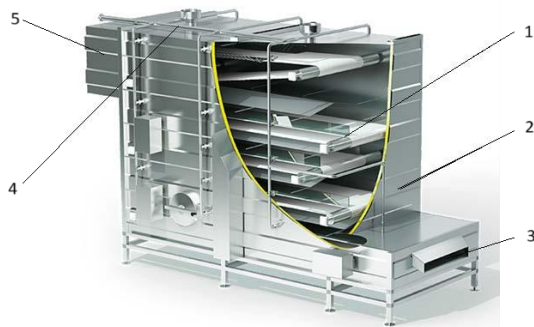


Рис. 7. Машина DONI Coolmatic для одночасного відділення сироватки та охолодження продукту: 1 – дренажна стрічкова системи; 2 – корпус; 3 – патрубок для подачі холодного повітря; 4 – трубопроводи системи СІР-миття; 5 – вузол подачі продукту

Продукт пересипається з верхньої стрічки на нижню, одночасно продувається охолодженим повітрям. Такий процес визначається високою енергоємністю. Проте в обох випадках виникають проблеми як із забезпеченням кінцевої температури так і з кінцевою вологістю готового продукту. Процес самовільного відділення сироватки від білка значно сповільнюється при охолодженні маси до температури нижче 25 °С тому необхідне доохолодження продукту в камері.

Розглянуті машино-апаратурні лінії не передбачають комплексну переробку сировини. Сироватка, утворена при виробництві основного продукту, створює значне екологічне навантаження на довкілля, але є цінною сировиною оскільки містить значну кількість лактози і білку [2, 3], який знаходиться у вигляді дисперсної фази казеїну (сирний пил) [20–22] і альбуміну. В той же час сироватку можна повністю переробляти за відомими технологіями [23–25], які використовуються при виробництві твердих сирів і економічно обґрунтовані при великих об'ємах виробництва.

Підвищення степені механізації технологічного процесу призводить до збільшення маси сирного пилу (рис. 8) в результаті дії перемішуючих і транспортуючих засобів, тому важливим і першим етапом переробки сироватки є її очищення від сирного пилу [7, 8].

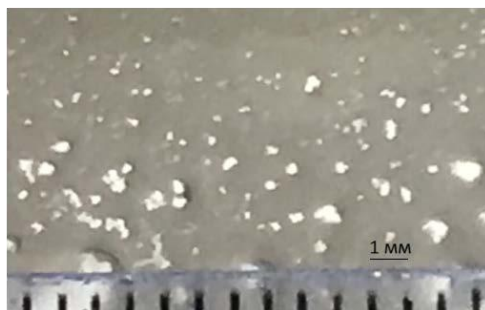


Рис. 8. Фото сирного пилу, відділеного із сироватки, отриманої при виробництві сиру кисломолочного

Відділений білок є повноцінною сировиною і може в подальшому використовуватись при виробництві плавлених сирів та інших продуктів. Тому навіть при невеликих об'ємах виробництва доцільно виділити білкову дисперсну фазу, яка утворюється в результаті механічної дії устаткування на продукт (фільтрування, сепарування).

Перспективним є використання ультрафільтрації для виробництва сиру кисломолочного. Як відомо сироватка становить 80–90% першопочаткового об'єму сировини. Разом із сироваткою відводиться частина жиру, при виробництві жирних сортів сиру кисломолочного та значна кількість цінних білків. Ультрафільтрація дозволяє зменшити втрати, збільшити вихід готового продукту і зробити продукт більш біологічно цінним. Найбільш перспективними в даному відношенні є процеси ультра і мікрофільтрації. Молоко концентрують на установках ультрафільтрації, після цього пастеризують і сквашують. В даному випадку вихід сиру кисломолочного може становити 100% від затраченої сировини, і, таким чином, сироватка буде відсутня. Так при традиційному способі витрачається 4,6–4,7 кг молока на виробництво 1кг продукту, а при використанні ультрафільтрації – 3,2–2,5 кг. Однак, утворений сирний згусток відрізняється смаком і консистенцією від традиційного сиру кисломолочного.

Висновки. З точки зору сталого розвитку (якісь, санітарія, втрата сировини) для сквашування молока і утворення структури сиру перевагу необхідно надавати закритим апаратам горизонтального типу.

Механізація процесів виробництва призводить до підвищених втрат сировини у вигляді сирної пилки. Тому навіть при невеликих об'ємах виробництва доцільно проводити очищення сироватки від сирної пилки.

З точки зору вимог сталого розвитку (екологія, сировина) необхідно забезпечити повне перероблення початкового молока (в подальшому сироватки) збільшуючи концентрацію виробництва, або створенням окремих заводів для перероблення сироватки.

Розвивати нові технології і обладнання для виробництва сиру кисломолочного на основі ультрафільтраційного оброблення молока, а також інших продуктів з використанням сиру кисломолочного.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ведмеденко О., Суровицький П. Сучасний стан молочної промисловості в Україні. Актуальні питання харчової промисловості та перспективи розвитку галузі. 2021. С. 110-112.
2. Тютюкова Д. О. Аналіз технологій продукції з сиру кисломолочного як передумова інноваційного задуму нової продукції / Д. О. Тютюкова, Н. Г. Гринченко, П. П. Пивоваров, О. О. Гринченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. №. 1. 2017. С. 103-117.
3. Korzun, V.N., Antonyuk, I.Yu., "Technology cottage cheese casseroles with high nutritional value" ["Tekhnologiya zapikanok iz kislomolochnogo siру pidvishchenoi harchovoi cinnosti"], Scientific works, ONAHT, No. 41, Vol. 2, 2014 pp. 63-67.

4. Грек О.В. Технологія сиру кисломолочного та сиркових виробів. К.: Нухт, 2009. 235 с.
5. Пелих В. Г., Шишман В. В., Ушакова, С. В. Особливості виробництва м'яких сирів з використанням рослинної клітковини. Таврійський науковий вісник. 2021. № 122 С. 258-262.
6. Бовкун А.О. Дослідження структурно-реологічних характеристик пастоподібного плавленого сиру // Вісник аграрної науки. – 2002 – № 4. – С. 81-82.
7. Єресько Г.О., Гуляєв-Зайцев С.С., Бовкун А.О. Фізико-хімічні процеси виробництва пастоподібних плавлених сирів на основі кисломолочного сиру // Вісник аграрної науки. – 2001 – № 9. – С.62-64.
8. Сир кисломолочний. Технічні умови: ДСТУ 4554:2006. – [чинний від 01–07–2007]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 14 с.
9. Tratnik, L., Božanić, R., Mioković, G., Šubarić, D.. Optimization of manufacture and quality of Cottage cheese. Food Technology and Biotechnology, № 39, 2001. 43-48.
10. Souza, J. L. F., Silva, M. A. P., Silva, R. C. F., Carmo, R. M., Souza, R. G., Célia, J. A., Oliveira, K. B., Plácido, G. R., Lage, M. E., Nicolau, E. S.. Effect of whey storage on physicochemical properties, microstructure and texture profile of ricotta cheese. African Journal of Biotechnology, 15(47). 2016. 2649-2658.
11. Єресько, Г. О., Шинкарик, М. М., Ворощук, В. Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворощук В.Я. К.: «ІНКОС», 2007, 344 с.
12. Wolfgang K. Heiland, Richard P. Konstance, Joseph F. Flanagan, James C. Craig Jr.. Design and Operation of an Experimental Cheese Processor. Journal of Dairy Science, 71(9), 1988. 2388-2394.
13. Єресько, Г.О. Вплив високотемпературної обробки на сиропридатність молока / Г.О. Єресько, Ю.Т. Орлюк, Ф.А. Федін, Т.В. Семко // Вісник аграрної науки. № 1. 2008. С. 58-59.
14. Орлюк Ю.Т. Реологічні особливості виробництва сиру / Ю.Т. Орлюк, М.М. Шинкарик, О.І. Кравець, М.Р. Коневич / Збірник наукових праць «Продовольчі ресурси» № 10. 2018 р. С. 226-231.
15. Пат. на корисну модель № 87752 МПК А01J 25/00. Сировиготовлювач. Орлюк Ю.Т. Інститут продовольчих ресурсів НААН – заявл. 10.06.2013; опубл. 25.02.2014, Бюл. № 4.
16. Improvement of environmental sustainability of milk processing enterprises / Oleh Kravets, Mariia Shynkaryk, Viktor Kravets // Scientific Journal of TNTU. Tern.: Vol 114. No 2. TNTU, 2024. P. 111-118.
17. Шинкарик М. М. Комплексний підхід до оцінки якості технологічного процесу виробництва сиру кисломолочного неперервним способом / М. М. Шинкарик, О.І. Кравець, Паперняк Р.В. // Зб. тез доп. XIV Міжнародної науково-практичної конференції Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем 23-24 травня 2024 р. м. Чернігів, 2024. С. 310-312. Emmons, D. B., Beckett, D. C., Campbell, J. N., Humbert, E. S.. Reduced washing of Cottage cheese and increased recovery of whey solids. № 11. 1978. 1815-1818.
18. Кравець О.І. Дослідження компресійно-фільтраційних властивостей казеїну-сирцю / О.І. Кравець, М.М. Шинкарик, В.І. Кравець, М.А. Стадницький // Таврійський науковий вісник. Технічні науки. №.4, 2024. С. 227-237

19. Кравець О.І. Відділення білкової дисперсної фази від сироватки як шлях економії сировини та підвищення екологічної безпеки / О.І. Кравець, М.М. Шинкарик // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. № 8. 2011. С. 13-16

20. Shynkaryk M. Mathematical modelling of the separation of suspension process on the filter with self-purifier filter element / M. Shynkaryk, O. Kravets / Ukrainian Food Journal. № 1. 2016. P. 135-143.

21. Кравець О.І. Фільтр із самоочисним фільтрувальним елементом для очищення молочної сироватки / О.І. Кравець, М.М. Шинкарик / Науковий журнал «Інтернаука» – 2021 р. – № 3 (103). – С. 58-61.

22. Romanchuk, I.O.; Minorova, A.V.; Krushelnytska, N.L. Physical-chemical composition and technological properties of demineralized milk whey received by membrane methods. Agric. Sci. Pract. 5(3), 2018, pp 33-39.

23. Мінорова, А.В.; Романчук, І.О. Розроблення технології напоїв на основі молочної гідролізованої сироватки. Молочна промисловість. № 2(37). 2007. С. 34-36.

24. Романчук, І.О.; Рудакова, Т.В. Технологія комбінованого молочного продукту тривалого строку зберігання. Молочна промисловість. № 2(27). 2006. С. 34-35.

25. Heat exchange in a chamber apparatus with a circulation circuit during cheese masses production / Mariia Shynkaryk, Viktor Voroshchuk, Oleh Kravets, Olha Krupa, Natalia Zvarych // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2022. — Vol 108. — No 4. — P. 43–53.

REFERENCES:

1. Vedmedenko O., & Surovytskyi P. (2021) Suchasnyi stan molochnoi promyslovosti v Ukraini. Aktualni pytannia kharchovoi promyslovosti ta perspektyvy rozvytku haluzi, pp. 110–112.

2. Tiutiukova D.O., Hrynchenko N.H., Pyvovarov P. P., & Hrynchenko O.O. (2017). Analiz tekhnologii produktii z syru kyslomolochnoho yak peredumova innovatsiinoho zadumu novoi produktii. Prohresyvni tekhnika ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli, 1, S. 103-117.

3. Korzun, V.N., & Antonyuk, I.Yu. (2014), "Technology cottage cheese casseroles with high nutritional value" ["Tekhnologiya zapikanok iz kyslomolochnoho siru pidvishchenoi harchovoi cinnosti"], ONAHT, 2(41), pp. 63-67.

4. Hrek O.V. (2009). Tekhnologhiia syru kyslomolochnoho ta syrkovykh vyrobiv. K.: Nukht, 235 s.

5. Pelykh V. H., Shyshman V. V., & Ushakova S. V. (2021). Osoblyvosti vyrobnytstva miakyykh syriv z vykorystanniam roslynnoi klitkovyny. Tavriiskyi naukovi visnyk, 122, S. 258-262

6. Bovkun A.O. (2002). Doslidzhennia strukturno-reolohichnykh kharakterystyk pastopodibnoho plavlenoho syru. Visnyk ahrarnoi nauky, 4, S.81-82.

7. Yeresko H.O., Huliaiev-Zaitsev S.S., & Bovkun A.O. (2001). Fyzyko-khimichni protsesi vyrobnytstva pastopodibnykh plavlenykh syriv na osnovi kyslomolochnoho syru. Visnyk ahrarnoi nauky, №9, S.62-64.

8. Syr kyslomolochnyi. (2007). Tekhnichni umovy: DSTU 4554:2006. – [chynnyi vid 01–07–2007]. – K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 14s.

9. Tratnik, L., Božanić, R., Mioković, G., & Šubarić, D. (2001). Optimization of manufacture and quality of Cottage cheese. Food Technology and Biotechnology, 39, 43-48.

10. Souza, J. L. F., Silva, M. A. P., Silva, R. C. F., Carmo, R. M., Souza, R. G., Célia, J. A., Oliveira, K. B., Plácido, G. R., Lage, M. E., & Nicolau, E. S. (2016). Effect of whey storage on physicochemical properties, microstructure and texture profile of ricotta cheese. *African Journal of Biotechnology*, 15(47), 2649-2658.
11. Yeresko, H. O., Shynkaryk, M. M., & Voroshchuk, V. Ya. (2007). Tekhnolohichne obladnannia molochnykh vyrobnytstv. Yeresko H.O., Shynkaryk M.M., Voroshchuk V.Ia. K.: «INKOS», 344 s.
12. Wolfgang K. Heiland, Richard P. Konstance, Joseph F. Flanagan, James C. & Craig Jr. (1988). Design and Operation of an Experimental Cheese Processor. *Journal of Dairy Science*, 71(9), 2388-2394.
13. Yeresko, H.O., Orliuk Yu.T., Fedin F.A., & Semko T.V. (2008). Vplyv vysokotemperaturnoi obrobky na syropydatnist moloka. *Visnyk aharnoi nauky*. № 1, 2008, S. 58-59.
14. Orliuk Yu.T., Shynkaryk M.M., Kravets O.I., & Konevych M.R. (2018). Reolohichni osoblyvosti vyrobnytstva syru. *Prodovolchi resursy*, № 10, S. 226-23115.
15. Orliuk Yu.T. (2014). Pat. na korysnu model № 87752 MPK A01J 25/00. Syrovyhotovliuvach. Instytut prodovolchykh resursiv NAAN – zaiavl. 10.06.2013; opubl. 25.02.2014, Biul. № 4.
16. Kravets O., Shynkaryk M., & Kravets V. (2024). Improvement of environmental sustainability of milk processing enterprises. *Scientific Journal of TNTU*, 2(114), P. 111-118.
17. Shynkaryk M. M. Kompleksnyi pidkhid do otsinky yakosti tekhnolohichnoho protsesu vyrobnytstva syru kyslomolochnoho neperervnym sposobom / M. M. Shynkaryk, O.I. Kravets, Paperniak R.V. // Zb. tez dop. KhIV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii Kompleksne zabezpechennia yakosti tekhnolohichnykh protsesiv ta system 23-24 travnia 2024 r. m. Chernihiv, 2024. S. 310-312. Emmons, D. B., Beckett, D. C., Campbell, J. N., Humbert, E. S.. Reduced washing of Cottage cheese and increased recovery of whey solids. № 11. 1978. 1815-1818. Emmons, D. B., Beckett, D. C., Campbell, J. N., & Humbert, E. S. (1978). Reduced washing of Cottage cheese and increased recovery of whey solids, 2(13), 13-17.
18. Kravets O.I. Doslidzhennia kompresiiino-filtratsiinykh vlastyvostei kazeinu-syrtsiu / O.I. Kravets, M.M. Shynkaryk, V.I. Kravets, M.A. Stadnytskyi // Tavriiskyi naukovyi visnyk. Tekhnichni nauky. №.4, 2024. S. 227-237
19. Kravets O.I., & Shynkaryk M.M. (2011). Viddilennia bilkovoi dyspersnoi fazy vid syrovatky yak shliakh ekonomii syrovyny ta pidvyshchennia ekolohichnoi bezpeky. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho aharnoho universytetu*, 8, S. 13-16.
20. Shynkaryk M.M., & Kravets O.I. (2016). Mathematical modelling of the separation of suspension process on the filter with self-purifier filter elementio *Ukrainian Food Journal*, № 1, P. 135-143.
21. Kravets O.I., & Shynkaryk M.M. (2021). Filtr iz samoochysnym filtruvalnym elementom dlia ochystky molochnoi syrovatky. *Naukovyi zhurnal «Internauka»*, 3 (103), S. 58-61.
22. Romanchuk, I.O., Minorova A.V., & Krushelnytska N.L. (2018). Physicalchemical composition and technological properties of demineralized milk whey received by membrane methods. *Agric. Sci. Pract.*, 5(3), pp. 33-39.
23. Minorova A.V., & Romanchuk I.O. (2007). Rozroblennia tekhnolohii napoiv na osnovi molochnoi hidrolizovanoi syrovatky. *Molochna promyslovist*, 2(37), S. 34-36.

24. Romanchuk I.O., & Rudakova T.V. (2006). Tekhnolohiia kombinovanoho molochnoho produktu tryvaloho stroku zberihannia. *Molochna promyslovist*, 2(27). S. 34-35.

25. Heat exchange in a chamber apparatus with a circulation circuit during cheese masses production / Mariia Shynkaryk, Viktor Voroshchuk, Oleh Kravets, Olha Krupa, Natalia Zvarych // *Scientific Journal of TNTU*. — Tern.: TNTU, 2022. — Vol 108. — No 4. — P. 43–53.