

УДК 637.344

DEVELOPMENT OF THE FERMENTED WHEY BEVERAGE TECHNOLOGY

K. Datsyshyn, V. Yukalo, G. Semenyshyn

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

Key words:

Milk whey
Fermented drink
Whey protein concentrate
Soy isolate

Article history:

Received 09.10.2023
Received in revised form
23.10.2023
Accepted 13.11.2023

Corresponding author:

K. Datsyshyn

E-mail:

katkostyuk3103@gmail.com

Citation: К. Є. Дацишин,
В. Г. Юкало, Г. М. Семен-
ишин (2023) Розроб-
лення технології фермен-
тованого сироваткового
напою. *Наукові праці*
НУХТ, 29(5), 89—98.
DOI: 10.24263/2225-2924-
2023-29-5-9

ABSTRACT

Whey is a by-product of cheese and casein production and one of the most valuable sources of dietary protein. Its amount is 80—90% of the total volume of milk received for processing. Proteins are one of the most valuable components of whey, which differ in structure and properties and are especially rich in essential amino acids — compared to casein, they contain more amount of lysine and tryptophan. The amount of essential amino acids is significantly higher not only compared to proteins of vegetable origin, but also to some proteins of meat and fish.

In order to expand the range of dairy products, as well as to enrich them with nutrients, along with the main raw materials, vegetable products are used. It is well known that legumes, in particular soybeans and peas, are a source of valuable vegetable protein. Mainly dairy products that are widely consumed, available to all population groups and are included in the daily diet are to be combined. Plant proteins are used in fermented beverages for various purposes. Their use for the production of low-fat dairy products with an increased level of protein is promising. In addition, it is economically justified to use such raw materials as stabilizers. Therefore, the goal of the work was to develop the technology of whey fermented drink enriched with whey protein concentrate and soy isolate solution. Drink samples with different ratios of these components were used for research: 90:10; 80:20; 70:30. To provide the product with good sensory indicators, apple pectin and carrot juice in the amount of 10%, 15% and 20% of the mass of the mixture were added to the recipe. Sensory and physicochemical indicators were determined in the obtained product. On the basis of the conducted sensory studies, as well as taking into account the indicators of acidity, moisture-holding capacity and the degree of syneresis, and their change during the recommended storage period, it was established that the optimal ratio of whey and soy isolate solution for the production of this type of product is 80:20, and the amount of carrot juice is 15 and 20% of the mixture mass. The introduction of this technology into production will make it possible to expand the assortment of fermented drinks based on milk whey and products with a high protein content, which can be recommended for the nutrition of athletes and active people.

DOI: 10.24263/2225-2924-2023-29-5-9

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФЕРМЕНТОВАНОГО СИРОВАТКОВОГО НАПОЮ

К. Є. Дацишин, В. Г. Юкало, Г. М. Семенишин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Молочна сироватка є побічним продуктом виробництва сирів та казеїну і одним із найцінніших джерел харчового білка. Кількість її становить 80—90% від загального обсягу молока, що надходить на переробку. Білки є однією із найбільш важливих складових частин сироватки, які відрізняються за структурою та властивостями і особливо багаті на незамінні амінокислоти — порівняно з казеїном вони містять більше лізину і триптофану. Кількість незамінних амінокислот у них значно вища не лише порівняно з білками рослинного походження, а й з деякими білками м'яса та риби.

Для розширення асортименту молочних продуктів, а також для збагачення їх поживним речовинами, поряд із основною сировиною, застосовують рослинну. Добре відомо, що бобові, зокрема соя, горох, є джерелом цінного рослинного білка. Комбінуванню підлягають в основному молочні продукти, які масово вживаються, доступні всім групам населення та входять у щоденний раціон харчування. Рослинні білки використовують у ферментованих напоях з різною метою. Перспективним є їх використання для випуску низькожирної молоковмісної продукції з підвищеним рівнем білка. Крім того, таку сировину економічно виправдано використовувати як стабілізатори. У статті розроблено технологію сироваткового ферментованого напою, збагаченого концентратом сироваткових білків і розчином соєвого ізоляту. Для проведення досліджень було використано взірці напою з різним співвідношенням даних компонентів: 90:10; 80:20; 70:30. Для надання продукту відповідних органолептичних показників у рецептуру було введено пектин яблучний і морквяний сік у кількості 10%, 15% та 20% від маси суміші. В отриманому продукті проводили визначення органолептичних і фізико-хімічних показників. На основі проведених органолептичних досліджень, а також враховуючи показники кислотності, вологостримувальної здатності і ступеня синерезису, та їх зміну протягом рекомендованого терміну зберігання, встановлено, що оптимальним співвідношенням сироватки та розчину соєвого ізоляту для виготовлення такого типу продукту є 80:20, а кількість морквяного соку 15% та 20% від маси суміші. Впровадження у виробництво розробленої технології надасть можливість розширити асортимент ферментованих напоїв на основі молочної сироватки та продуктів із підвищеним вмістом білка, що можуть бути рекомендованими для харчування спортсменів та активних людей.

Ключові слова: молочна сироватка, ферментований напій, концентрат сироваткових білків, соєвий ізолят.

Постановка проблеми. Молочна сироватка є вторинною сировиною при виробництві казеїну, сирів і сиру кисломолочного та одним із найважливіших джерел повноцінного білка. Останні дослідження показують, що сироватковий бі-

лок — це, мабуть, найцінніший у харчовому відношенні білок. Не дивно, що харчові ринки спортивного, клінічного та дитячого харчування сприяють безпрецедентному рівню інвестицій у виробництво молока. Однак, незважаючи на її корисні властивості, більша частина молочної сироватки просто зливається у стічні води і становить загрозу для навколишнього середовища, тому актуальним питанням сьогодення залишається пошук шляхів реалізації та використання молочної сироватки, а також можливих варіантів її переробки на харчові продукти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом на ринку харчування все більшої популярності набуває дієтичне та спортивне харчування з підвищеним вмістом білкових речовин. Для зростання силових показників, а також для відновлення всіх тканин організму спортсменам та активним людям потрібно споживати достатню кількість білка (Deeth, & Bansal, 2019). Особливий інтерес до молочної сироватки як загалом, так і до окремих її компонентів виявляють виробники продуктів харчування для спортсменів. Спортивне харчування — це відносно новий напрям у харчовій промисловості, тому ринок таких продуктів в Україні представлений в основному продукцією імпортного виробництва.

Сироватковий білок особливо підходить для спортивного харчування через високий вміст у ньому амінокислот з розгалуженим ланцюгом (АРЛ) (лейцин, ізолейцин і валін) (Dillon, 2013). Вміст АРЛ та лейцину у сироваткових білках складають 26 та 14 г на 100 г білка відповідно, що є вищим, ніж у будь-яких інших харчових білках (наприклад, м'яса: 18 і 8 г; сої: 18 і 8 г; пшениці: 15 і 7 г) (Deeth, & Bansal, 2019). Порівняно з теоретичним середнім значенням, обчисленим для інших білків, β -LG містить на 17% більше незамінних амінокислот, на 33,5% більше АРЛ і на 74% більше лейцину (Guo, & Wang, 2019). Амінокислоти з розгалуженим ланцюгом переважно метаболізуються м'язами, а не печінкою. Їх споживання інтенсифікує синтез білків і знижує рівень їх розпаду. Це пов'язано із здатністю амінокислот з розгалуженими ланцюгами активувати ключові ферменти, що беруть участь у синтезі білків у м'язах (Wolfe, 2017). Встановлено, що амінокислоти з розгалуженим ланцюгом також позитивно впливають на синтез білків м'язів у літніх людей (Dickinson, Volpi, & Rasmussen, 2013; Dickinson et al., 2014).

Останнім роками також набуло популярності використання рослинних білків, зокрема сої, у виробництві продуктів спеціального призначення (Hu, Liu, Wang, Yang, & Shao, 2022). Для спортсменів соєвий протеїн сприяє покращенню спортивних показників (Paul, & Mendelson, 2015). Підвищення ефективності відновних процесів, а також зменшення вираженості больового синдрому і запалення відбувається завдяки наявності ізофлавоноїдів (Zare et al., 2023). Крім того, соя забезпечує м'язову тканину всіма необхідними амінокислотами, і за допомогою соєвого протеїну м'язи стають і більшими, і сильнішими. Спортсмени, які включають у свій раціон і соєвий, і сироватковий протеїн, мають можливість отримати ряд додаткових переваг, обумовлених різними темпами розщеплювання і всмоктування амінокислот (Li, 2021). Сироватковий протеїн розщеплюється швидко, тоді як соєвий білок всмоктується поступово. Разом же вони забезпечують тривалий і рівномірний вступ амінокислот до основних м'язових груп (Kraemer et al., 2013; Silva, Carminatia, Junior, & Lollo, 2019; Zare et al., 2023).

Із вищенаведеної інформації можна зробити висновок про актуальність використання молочної сироватки як сировини для різноманітних продуктів харчування, зокрема ферментованих і неферментованих напоїв. Особливий інтерес становить її використання для виробництва спортивного харчування, зокрема і в поєднанні з білками рослинного походження, що сприятиме вищій харчовій та біологічній цінності таких продуктів.

Мета статті: розробити технологію сироваткового ферментованого напою, збагаченого концентратом сироваткових білків і соєвим ізолятом.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі **завдання дослідження:**

- провести підбір рецептурних компонентів і встановити їх оптимальне співвідношення;
- розробити технологію та рецептуру ферментованого сироваткового напою, збагаченого концентратом сироваткових білків і соєвим ізолятом;
- провести органолептичну оцінку та дослідити фізико-хімічні показники взірців сироваткового напою, збагаченого концентратом сироваткових білків і соєвим ізолятом.

Матеріали і методи. Для проведення досліджень було використано таку сировину: сироватку молочну підсирну; концентрат сироваткових білків («Mecovita», Poland); ізолят білків сої («Sinoglory», China); цукор ванільний згідно з ТУ У 10.8-01553439-008:2016; пектин яблучний відповідно до ДСТУ 6088:2009; свіжо-отриманий морквяний сік (pH 6,42; вміст сухих речовин 12%); закваска прямого внесення Йогурт («Vivo»), що містить у своєму складі чотири штами: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*.

Активну кислотність визначали потенціометрично на pH-метрі марки pH 150 МИ; визначення показників титрованої кислотності та ступеня синерезису проводили за загальноприйнятими методиками. Вологоутримувальну здатність (ВУЗ) досліджуваних зразків визначали центрифугуванням 10 г продукту при 4500 об/хв протягом 30 хв при 4 °С. Розрахунок проводили згідно з (Poltavska, & Kovalenko, 2014). Для оцінювання органолептичних показників (смак, запах, консистенція, зовнішній вигляд, колір) було створено дегустаційну комісію. Визначення проводили при температурі 18...22 °С.

Для характеристики соєвого ізоляту використовували лужну систему (pH 7,9), що включала 4,5 М сечовину (Yukalo, Storozh, Datsyshyn, & Krupa, 2018). Експрес-електрофорез сироватки та концентрату сироваткових білків проводили, як описано у (Yukalo, Datsyshyn, & Storozh, 2019).

Точність результатів гарантується триразовим повторенням експерименту. Отримані вимірювання були розраховані за допомогою стандартної статистичної програми Microsoft Excel. За допомогою цієї програми здійснювали також графічне представлення експериментальних даних.

Результати і обговорення. Для розширення асортименту ферментованих напоїв на основі молочної сироватки, що можуть бути рекомендовані для осіб, які потребують у своєму раціоні підвищених кількостей білка, запропоновано технологію ферментованого напою на основі молочної сироватки, збагаченого концентратом сироваткових білків і соєвим ізолятом. Як основу для виробництва напою

було використано підсирну сироватку, а також концентрат сироваткових білків (КСБ) («Місcovita», Польща) та ізолят соєвого білка («Sinoglory», Китай). Для характеристики основних складових компонентів було проведено електрофорез у пластинках поліакриламідного гелю (рис. 1). Результати електрофорезу вказують на присутність основних фракцій протеїнів сироватки молока у підсирній сироватці. У концентраті сироваткових білків частина білків, зокрема BSA та імуноглобуліни, знаходяться в денатурованому вигляді. Соєвий ізолят показав характерну електрофореграму в цій системі електрофорезу.

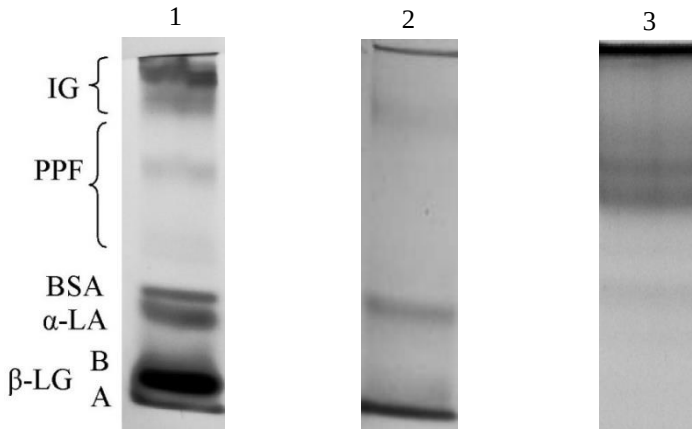


Рис. 1. Електрофореграми підсирної сироватки (1) та КСБ (2), отримані з допомогою експрес-електрофорезу; електрофореграма соєвого ізоляту (3), отримана в результаті електрофорезу у присутності сечовини

Для виготовлення ферментованого сироваткового напою було взято сухий концентрат сироваткових білків і 10% розчин соєвого ізоляту в таких співвідношеннях: 70:30, 80:20 та 90:10. Також у рецептуру для покращення органолептичних показників було введено морквяний сік (10%, 15% та 20% від маси нормалізованої суміші) та яблучний пектин. Сік моркви включає велику кількість пектину, який є хорошим гелеутворювачем. Також використання морквяного соку надасть продукту привабливого кольору. Окрім того, він містить калій, вітаміни А, К і С, каротиноїдні пігменти лютеїн і зеаксантин, які діють як антиоксиданти.

Застосування яблучного пектину у складі продукту забезпечує формування однорідної консистенції без відділення вільної вологи у процесі реалізації і зберігання. Для встановлення оптимальної кількості пектину було приготовлено дослідні взірці з різним його вмістом, від 1 до 50 г на 1000 кг продукту. Для виготовлення ферментованого напою на основі сироватки було взято кількість пектину 2 г на 1000 кг напою, оскільки взірці напою з вищим вмістом пектину не мали в'язкої консистенції, згусток був щільним, легко коловся на дрібні частинки, характерним було відділення сироватки від згустка. Це свідчить про те, що кількість внесеного пектину була зовеликою, однак, порівняно з взірцем без пектину, взірці

з пектином мали більш задовільний зовнішній вигляд і консистенцію. Рецептурний склад виготовлених взірців ферментованого сироваткового напою наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Рецептурний склад досліджуваних взірців, в кг на 1000 кг

Рецептурні компоненти		Сироватка	10% розчин соєвого ізоляту	Сік морквяний	Пектин яблучний	КСБ	Ванільний цукор
70:30	1	558,6	239,4	100	2	50	50
	2	488,6	209,4	200	2	50	50
	3	525,6	222,4	150	2	50	50
80:20	4	638,4	159,6	100	2	50	50
	5	597,7	150,03	150	2	50	50
	6	558,4	139,6	200	2	50	50
90:10	7	673,2	74,8	150	2	50	50
	8	718,2	79,8	100	2	50	50
	9	628,2	69,8	200	2	50	50
Контроль	K1	1000	—	—	—	—	—
	K2	718	179	—	2	50	50

Виготовлення напою проводили в термостатній камері. Технологічний процес здійснювали у такій послідовності:

- приготування нормалізованої суміші: підсирна сироватка, сухий концентрат сироваткових білків і 10% розчин соєвого ізоляту;
- змішування яблучного пектину з морквяним соком, витримування 30 хв;
- внесення морквяного соку з яблучним пектином у нормалізовану суміш;
- гомогенізація (50—70 °С, тиск 12,5 МПа) та теплова обробка (72±2 °С, 15—20 с) суміші;
- охолодження та заквашування суміші;
- сквашування при 40—45 °С, 4—5 год;
- охолодження, фасування, зберігання (2—4 °С).

Тривалість сквашування контрольного та досліджуваних взірців напою становила від 4 до 5 годин.

Досліджувані взірці мали морквяне забарвлення, інтенсивність була більшою в тих екземплярів, що містили більший відсоток морквяного соку. Смак — приємний, морквяно-кисломолочний з легкою кислотою та присмаком ванільного цукру.

Дані проведених органолептичних досліджень свідчать про те, що більшість дослідних взірців відповідають вимогам нормативних документів, які висуваються до ферментованих напоїв. Контрольний взірець 1 (K1), що містив лише підсирну сироватку та закваску, не мав характерного для кисломолочних напоїв згустку, а контрольний взірець 2 (K2) характеризувався значним відділенням сироватки. Взірці під номерами 1, 2 та 6 мали легкий гіркуватий присмак і відшарування сироватки після сквашування. Для взірця 7 також було характерним від-

шарування сироватки у значній мірі. Найкращими були органолептичні показники взірців 3, 5, 6, 8 та 9. Вадою продуктів цієї групи може бути відділення рідини під час зберігання, тому дослідження зміни органолептичних показників ми проводили протягом семи діб. За їх результатами зроблено висновок, що для більшості досліджуваних взірців дані показники залишаються незмінними протягом досліджуваного періоду. У 7 взірця до закінчення вказаного періоду спостерігалось значне відділення сироватки на поверхні напою, у 8 та 9 досліджуваних взірців характерною була незначна кількість виділеної рідини на поверхні. Смак і забарвлення залишались без помітних змін. Це дає змогу рекомендувати зберігання розробленого продукту протягом визначено часу. Однак, окрім органолептичних характеристик, необхідно здійснити аналіз фізико-хімічних показників.

Титрована кислотність є однією з найважливіших характеристик ферментованих напоїв. Зміну показників титрованої та активної кислотності наведено на рис. 2 та 3. Найнижчими показниками титрованої кислотності характеризувались взірці 8 та 9, для яких вона знаходилась у межах від 36 до 38 °Т у день виготовлення та підвищилась до 56—60 °Т через 7 діб. Потрібно відмітити, що у всіх взірців до 7 доби значення титрованої кислотності підвищувались у порівнянні і тими, що були зафіксовані в день виготовлення.

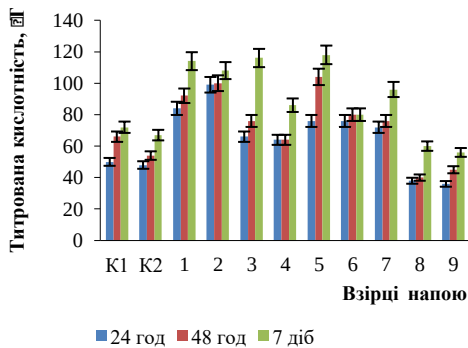


Рис. 2. Показники титрованої кислотності досліджуваних взірців

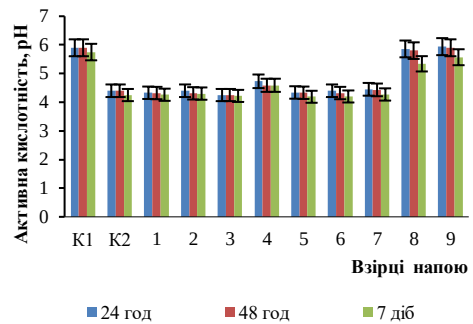


Рис. 3. Показники активної кислотності досліджуваних взірців

Значення цього показника для всіх взірців було в межах, що регламентують нормативні документи для продуктів цієї групи. Варто відмітити, що показник титрованої кислотності був на досить низькому рівні у двох із трьох досліджуваних взірців, що містили найбільшу кількість молочної сироватки. Порівнюючи ці значення з контрольними взірцями, можемо стверджувати, що таке співвідношення сироватки до соєвого ізоляту в рецептурі напою не є оптимальним, оскільки вимагає більше часу для досягнення регламентованих показників кислотності. З цієї групи досліджуваних взірців найактивніше наростала титрована кислотність у взірці 7, що містив 15% морквяного соку у своєму складі. Показники активної кислотності були найвищими в контрольного взірця 1, а також у досліджуваних 8 та 9, що підтверджує наші спостереження при дослідженні показника

титрованої кислотності.

Ступінь синерезису є одним із показників властивостей кисломолочних напоїв, що дає змогу визначити міцність сквашеного згустка. Дослідження здійснювали при температурі 18—20 °С через 15 та 30 хв після початку досліду. Результати дослідження цього показника наведено на рис. 4. Із результатів видно, що найвищий показник ступеня синерезису має контрольний взірець 1, досліджувані зразки 1, 3 та 4. Найнижчим ступінь синерезису був у взірця 8, що містив найбільшу кількість сироватки.

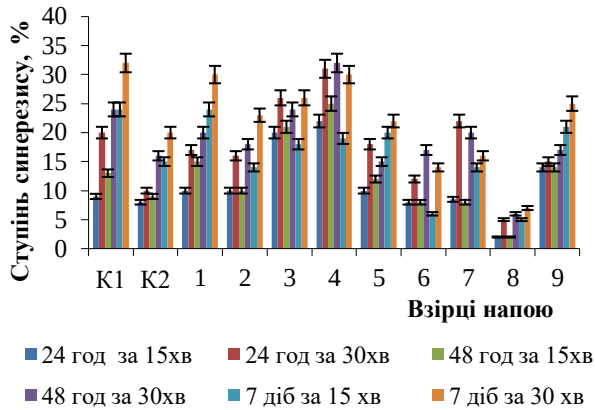


Рис. 4. Визначення ступеня синерезису досліджуваних взірців

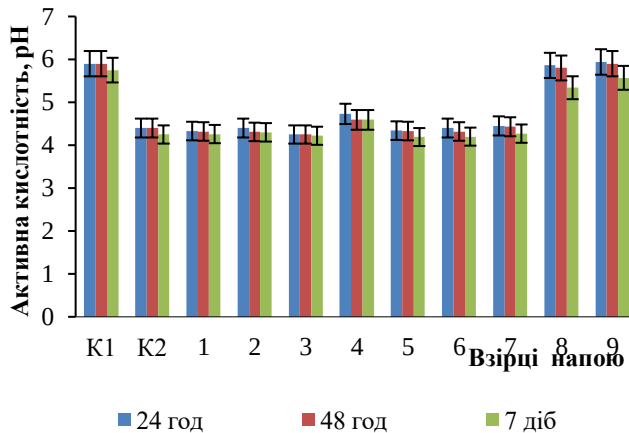


Рис. 5. Показники вологоутримувальної здатності

Вологоутримувальна здатність ферментованих напоїв характеризує здатність згустка утримувати вологу. Враховуючи дані досліджень, що наведені на рис. 5, можна відзначити те, що вологоутримувальна здатність усіх взірців коливається у межах від 25,8 до 42,6 та у межах від 25,1 до 43,7 через 7 діб від початку проведення експерименту.

Лише у візрі 9 вологоутримувальна здатність через 7 діб після виготовлення опустилась до значення 10,7. Найнижчим показником характеризувався контрольний візрі 1 (від 7 до 13,1). Контрольний візрі 2 має показник вологоутримувальної здатності вищий від контрольного візрі 1, однак все ж таки він є значно нижчим від вологоутримувальної здатності інших досліджуваних візрі. Високе значення цього показника в інших досліджуваних візрі забезпечується використанням яблучного пектину та морквяного соку. Найкращими показниками вологоутримувальної здатності характеризувались досліджувані візрі 2 та 5.

Висновки

1. Розроблено технологію ферментованого напою на основі підсирної сироватки, збагаченого концентратом сироваткових білків і соєвим ізолятом, в рецептурі якого для досягнення хороших органолептичних показників та необхідної вологоутримувальної здатності було використано пектин яблучний і морквяний сік.

2. Оптимальним співвідношенням підсирної сироватки та розчину соєвого ізоляту при виготовленні ферментованого напою є 80:20, при цьому досягається значення кислотності напою, що відповідає вимогам нормативних документів. Найкращими органолептичними (смак, колір, консистенція) та фізико-хімічними показниками характеризувались візрі 5 та 6, що містили 2 г пектину та 15% і 20% морквяного соку. На основі проведених досліджень встановлено рекомендований термін зберігання ферментованого сироваткового напою 7 діб при температурі 2—4 °C.

3. Враховуючи рецептурний склад і підвищений вміст повноцінних сироваткових білків та соєвого ізоляту, розроблений ферментований напій може бути рекомендованим для харчування спортсменів і людей, які ведуть активний спосіб життя.

Література

Deeth, H., & Bansal, N. (Eds). (2019). *Whey Proteins From Milk to Medicine*. London: Academic Press.

Dickinson, J. M., Gundermann, D. M., Walker, D. K., Reidy, P. T., Borack, M. S., Drummond, M. J. (2014). Leucine-enriched amino acid ingestion after resistance exercise prolongs myofibrillar protein synthesis and amino acid transporter expression in older men. *Journal of Nutrition*, 144(11), 1694—1702. doi: 10.3945/jn.114.198671.

Dickinson, J. M., Volpi, E., & Rasmussen, B. B. (2013). Exercise and nutrition to target protein synthesis impairments in aging skeletal muscle. *Exercise and Sport Science Review*, 41, 216—223. doi: 10.1097/JES.0b013e3182a4e699.

Dillon, E. L. (2013). Nutritionally essential amino acids and metabolic signaling in aging. *Amino Acids*, 45(3), 431—441. doi: 10.1007/s00726-012-1438-0.

Kraemer, W. J., Solomon-Hill, G., Volk, M. B., Kupchak, B. R., Looney, D. P., Dunn-Lewis, C., ..., Volek, J. S. (2013). The effects of soy and whey protein supplementation on acute hormonal responses to resistance exercise in men. *Journal of the American College of Nutrition*, 32(1), 66—74. doi: 10.1080/07315724.2013.770648.

Silva, S. M. M., Carminatia, B. C., Junior, V. A. S. & Lollo P. C. B. (2019). Comparison of the Effects of Soy Protein and Whey Protein Supplementation during Exercise: a Systematic Review. *Journal of Health Sciences*, 21(4), 397—403. doi: 10.17921/2447-8938.2019v21n4p397-403.

Greg, P., & Mendelson, G. J. (2015). Evidence Supports the Use of Soy Protein to Promote Cardiometabolic Health and Muscle Development. *Journal of the American College of Nutrition*, 34(1), 56—59. doi: 10.1080/07315724.2015.1080531.

Guo, M., & Wang, C. (2019). Chemistry of Whey Proteins In: M. Guo (Ed.), *Whey Protein Production, Chemistry, Functionality, and Applications* (51—77). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.

Hu, G.-G., Liu, J., Wang, Y.-H., Yang, Z.-N. & Shao, H.-B. (2022). Applications of Plant Protein in the Dairy Industry. *Foods*, 11(8), 1067. <https://doi.org/10.3390/foods11081067>.

Li, C., Meng, H., Wu, S., Fang, A., Liao, G., Tan, X., ..., Zhu, H. (2021). Daily Supplementation With Whey, Soy, or Whey-Soy Blended Protein for 6 Months Maintained Lean Muscle Mass and Physical Performance in Older Adults With Low Lean Mass. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 121(6), 1035—1048. doi: 10.1016/j.jand.2021.01.006.

Poltavska, O., & Kovalenko, N. (2014). Effect of functional fiber on viability of lactic acid bacteria and bifidobacteria during storage. *Food science and technology*, 4(29) 22—27.

Yukalo, V. G., Storozh, L. A., Datsyshyn, K. Ye., & Krupa, O. M. (2018). Electrophoretic systems for the preparative fractionation of proteins-precursors of bioactive peptides from cow milk. *Food science and technology*, 12(2), 26—32.

Yukalo, V., Datsyshyn, K., & Storozh, L. (2019). Electrophoretic system for express analysis of whey protein fractions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(11 (98)), 37—44. doi: 10.15587/1729-4061.2019.160186.

Wolfe, R. R. (2017). Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: myth or reality? *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(30). doi: 10.1186/s12970-017-0184-9.

Zare, R., Devrim-Lanpir, A., Guazzotti, S. Redha, A. A., Prokopidis, K., ... Aragon, A. A. (2023, Aug. 21). Effect of Soy Protein Supplementation on Muscle Adaptations, Metabolic and Antioxidant Status, Hormonal Response, and Exercise Performance of Active Individuals and Athletes: A Systematic Review of Randomised Controlled Trials. *Sports Medicine*. doi: 10.1007/s40279-023-01899-w.