

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА НИЗЬКОЛАКТОЗНИХ КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЇВ

Серенко А. А.

ВСТУП

Міжнародний та вітчизняний досвід створення спеціальних харчових продуктів свідчить про актуальність розроблення харчових продуктів категорії “freefrom”, зокрема для осіб із ферментопатіями, харчовими алергіями, хронічними захворюваннями, що пов’язані з «непереносимістю» певних нутрієнтів.

Одними з найбільш поширених харчових продуктів категорії “freefrom” є безлактозні або зі зниженим вмістом лактози, які призначені для харчування осіб із лактазною недостатністю. Розвиток цієї хвороби пов’язаний з відсутністю або недостатньою активністю ферменту лактази. За даними ВООЗ від лактазної недостатності страждають більше 11 % населення світу. Поширення цієї патології в Україні складає, в залежності від регіонів, 15–35 % дорослого населення. Люди з мальабсорбцією лактози, мають обмежувати або виключати з раціону харчування традиційні молочні продукти. Обмеження споживання цієї групи продуктів призводить до нераціонального харчування, а це, в свою чергу, до зростання рівня захворюваності населення, зниження працездатності та скорочення тривалості життя.

Для осіб із непереносимістю лактози в багатьох країнах розроблені технології і здійснюється виробництво безлактозних та низьколактозних молочних продуктів. На жаль, на вітчизняному ринку виробництво низьколактозних молочних продуктів неналагоджене і потреби населення забезпечуються за рахунок імпортованої продукції.

За даних умов розроблення технології і впровадження на вітчизняний ринок низьколактозних молочних продуктів у контексті державної політики у сфері здорового харчування, ресурсозбереження, нарощування високоякісної продукції вітчизняного виробництва є актуальним і своєчасним завданням.

На наш погляд, особливу увагу слід приділити кисломолочним напоям, зокрема йогуртам, які мають постійний попит у дитячого та дорослого населення, займають 27 % у загальному сегменті молочних продуктів на ринку.

1. Аналіз вітчизняного ринку безлактозних та низьколактозних молочних продуктів

Проблема харчування включена ООН до найважливіших глобальних проблем людства. Згідно з оцінками експертів ВООЗ здоров'я людей майже на 75 % залежить від способу життя, найважливішою складовою якого є харчування.

Враховуючи щорічне зростання в світі і, зокрема, в Україні аліментарних захворювань, збільшення кількості населення із ферментопатіями та зменшення природних продовольчих ресурсів доміантною постає проблема розроблення технологій молочних продуктів із регульованим нутрієнтним складом, як групи продуктів, що характеризується підвищеним попитом населення.

На сьогодні доцільність створення нових рецептур і технологій харчових продуктів категорії *freefrom* обумовлена насамперед їх високою затребуваністю та вузьким асортиментом вітчизняного виробництва. Одними з найбільш поширених харчових продуктів цієї категорії є безлактозні або зі зниженим вмістом лактози продукти, які призначені для харчування хворих з частковою (мальабсорбція лактози) або повною несприйнятливістю до лактози (інтолерантність до лактози).

За даними ВООЗ, на непереносимість лактози страждає 12–17 % населення Європи, для України цей показник становить 15–35 % дорослого населення¹. Загалом у світі близько 70–75 % населення не здатні нормально сприймати лактозу, яка міститься в харчових продуктах².

Непереносимість лактози – це нездатність організму людини засвоювати лактозу, що міститься в молоці та молочних продуктах³. Залежно від ступеня всмоктування лактози в тонкому кишківнику виділяють мальабсорбцію – часткова несприйнятливість до лактози, яка характеризується неповним її всмоктуванням стінками

¹ Гончар Ю. М. Технологія напівфабрикату на основі низьколактозної молочної сироватки : дис. ... доктора філософії : 181 «Харчові технології». Київ : КНТЕУ, 2021. 255 с

² Corgneau M., Scher J., Ritie-Pertusa L., Le D. T., Petit J., Nikolova Y., Gaiani C. Recent advances on lactose intolerance: Tolerance thresholds and currently available answers. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2017. Vol. 57. №. 15. P. 3344–3356.

³ Heyman M. B. Lactose intolerance in infants, children, and adolescents. *Pediatrics.*, 2006. Vol. 118. № 3. P. 1279–1286.

кишківника, та інтолерантність до лактози – повна несприйнятливість до неї організму⁴.

Оскільки молоко і молочні продукти є цінним джерелом незамінних нутрієнтів, виключення їх із раціону харчування призведе до споживання недостатньої кількості багатьох корисних речовин і, як наслідок, до зниження рівня працездатності й опірності організму захворюванням та іншим негативним факторам довкілля⁵. Саме тому перспективним напрямом розв'язання цієї проблеми є створення технологій молочних продуктів, вільних від лактози або зі зниженим її вмістом.

Питанням розроблення технології безлактозних та низьколактозних молочних продуктів присвячено праці дослідників багатьох країн світу, зокрема й провідних українських науковців^{6,7}. Їх наукові роботи⁸ пов'язані з вивченням методів видалення лактози та розроблення ресурсоощадних технологій безлактозних (низьколактозних) молочних продуктів. Використання таких продуктів у харчуванні людей із непереносимістю до лактози дає змогу наповнити раціон незамінними нутрієнтами молока без можливості погіршення стану здоров'я⁹.

Подальших досліджень й аналізу потребує сучасний стан ринку безлактозної та низьколактозної молочної продукції в контексті розвитку економіки України в умовах глобалізації виробничих процесів.

⁴ Suchy F. J., Brannon P. M., Carpenter T. O., Fernandez J. R., Gilsanz V., Gould J. B., Miller N. J. NIH consensus development conference statement: lactose intolerance and health. *NIH Consensus and State-of-the-science Statements*. 2010. Vol. 27. №2. P. 1–27.

⁵ Leavitt M., Wilt T., Shaukat A. Clinical implication of lactose malabsorption versus lactose intolerance. *Journal of Clinical Gastroenterology*. 2013. Vol. 47. P. 471.

⁶ Романчук І. О., Мінорова А. В., Рудакова Т. В., Моїсєва Л. О. Закономірності ферментативного гідролізу лактози в молочній сировині. *Продовольчі ресурси* : зб. наук. праць. 2020. № 14. С. 165–174.

⁷ Roehr, C. C., Edenharter, G., Reimann, S, et al. Food allergy and nonallergic food hypersensitivity in children and adolescents. *Clin Exp Allergy*. 2004. Vol. 34 (10). P. 41. DOI:10.1111/j.1365-2222.2004.02080.

⁸ Трубнікова А. А. Розроблення технології безлактозного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 «Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів». Одеса : Одес. нац. акад. харч. технологій, 2019. 253 с.

⁹ Shaukat, A., Levitt, M. D., Taylor, B. C. Systematic review: effective management strategies for lactose intolerance. *Ann Intern Med*. 2010. Vol. 12 (152). P. 797–803. DOI: 10.7326/0003-4819-152-12-201006150-00241.

Світовий ринок безлактозних і низьколактозних молочних продуктів сегментується за видом продукції та географією. За першою ознакою сегментації розрізняють молочні продукти представлені на рис. 1¹⁰.

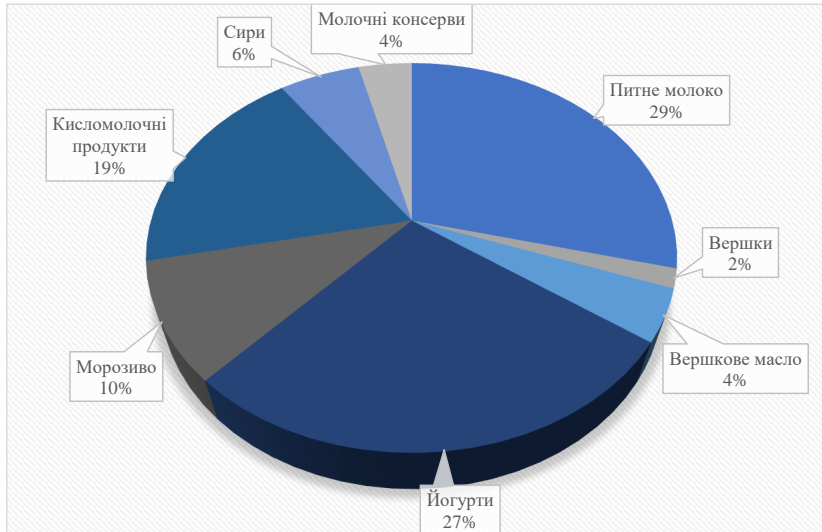


Рис. 1. Сегментація світового ринку безлактозної та низьколактозної молочної продукції за видом

За результатами аналізу споживчого ринку визначено, що найбільшим попитом серед осіб із мальабсорбцією або інтолерантністю до лактози мають питне молоко, йогурти та кисломолочні продукти. Світовий ринок молочних продуктів, вільних від лактози або зі зниженим її вмістом, динамічно розвивається.

Високий попит на безлактозні (низьколактозні) молочні продукти стимулює зростання ринку. Останніми роками така продукція стала частиною культури харчування у розвинених країнах. Проте в Україні цей ринок ще перебуває на стадії формування.

¹⁰ Ринок безлактозних продуктів за типом, формою, категорією та регіоном – глобальний прогноз до 2025 року. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/lactose-free-products-market-4457397.html>.

На сьогодні в Україні представлено 160 одиниць найменувань безлактозної та низьколактозної молочної продукції¹¹. Обсяг імпортованих товарів у загальному асортиментному ряді такої продукції становить 68.13 %, з яких 43.12 % належить рослинним аналогам молока (рис. 2)¹².

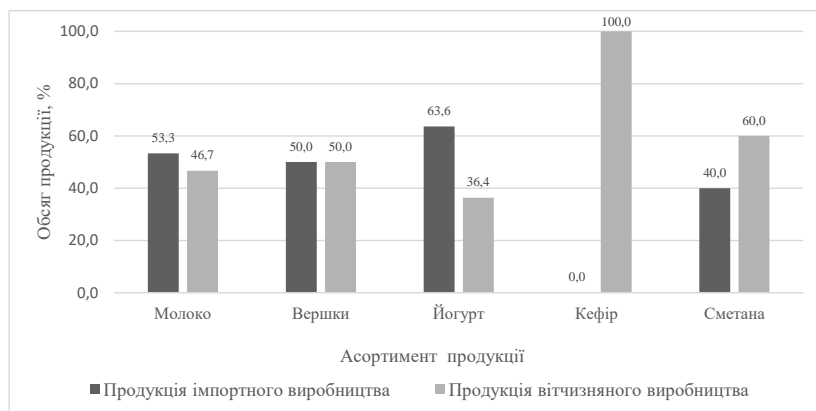


Рис. 2. Формування ринку безлактозних, низьколактозних молочних продуктів в Україні, %

Аналіз наведених даних доводить, що у формуванні ринку безлактозних і низьколактозних молочних продуктів України найбільша частка належить вітчизняним товарам, як-от кефір та сметана, найменша – йогуртам. Проте споживання йогуртів забезпечує організм корисними біологічно активними речовинами, продуктами метаболізму кисломолочних і біфідобактерій, сприяє кращому засвоєнню кальцію, зниженню рівня холестерину в крові, забезпечує нормалізацію мікрофлори кишківника¹³. Вони мають високий попит серед споживачів та займають значний сегмент ринку молочних продуктів (27 %), тому насичення його йогуртами вітчизняного

¹¹ Річний звіт по ринках молока. U-Food Association. URL: <https://issuu.com/ukrainian-food/docs/2019>.

¹² Юдіна Т., Серенко А. Формування вітчизняного ринку безлактозних і низьколактозних молочних продуктів. *Міжнародний науково-практичний журнал «Товари і ринки»*. 2021. № 2. С. 33–43.

¹³ Дідух Н. А., Романченко С. В. Наукові основи виробництва напою кисломолочного для дитячого харчування з подовженим терміном зберігання. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2012. Вип. 42 (2). С. 251–259.

виробництва, вільними від лактози або зі зниженим її вмістом, є актуальним напрямом розвитку підприємств молокопереробної промисловості країни.

На формування вітчизняного ринку безлактозної та низьколактозної молочної продукції негативно впливає обмеження природних продовольчих ресурсів. Падіння виробництва молока через економічну нестабільність викликану військовими діями на території України, зменшення поголів'я корів, закриття молокопереробних господарств призвело до збільшення цін на молочну продукцію, зокрема безлактозну та низьколактозну. Тому на сьогодні домінує проблема повного збору та раціонального використання вторинної молочної сировини: знежиреного молока, скотин, сироватки, що отримують за традиційною технологією промислової переробки молока на вершкове масло, сири та казеїнати – у виробництві харчових продуктів, зокрема молочних категорії *freefrom*.

Необхідність створення нових технологій безлактозних або низьколактозних молочних продуктів із використанням локальної біодоступної сировини обумовлена насамперед високим попитом та вузьким асортиментом таких товарів вітчизняного виробництва. У контексті державної політики щодо ресурсоощадження, посилення орієнтації українських підприємств на розвиток виробництва імпортозамінних продуктів визначено напрями щодо розвитку вітчизняного ринку безлактозної та низьколактозної молочної продукції, а саме: нарощування обсягів виробництва високоякісної кисломолочної продукції, вільної від лактози або зі зниженим її вмістом, розроблення інноваційних технологій безлактозних і низьколактозних йогуртів на основі вторинної молочної сировини.

2. Використання вторинної молочної сировини в технології низьколактозних кисломолочних напоїв

Розробленню науково-практичних засад використання вторинної молочної сировини у технології харчових продуктів із регульованим нутрієнтним складом присвячені праці багатьох вітчизняних та закордонних вчених: Гніщевич В. А.,¹⁴ Мінорової А. В.,¹⁵

¹⁴ Гніщевич В. А., Юдіна Т. І., Гончар Ю. М. Технологія напівфабрикату на основі низьколактозної молочної сироватки та пюре гарбуза. *Міжнар. наук.-практ. журнал «Товари і ринки»*. 2018. № 4. С. 105–117. DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)10](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)10).

¹⁵ Романчук І. О., Мінорова А. В., Рудакова Т. В., Моїсєва Л. О. Закономірності ферментативного гідролізу лактози в молочної сировині. *Продовольчі ресурси : зб. наук. праць*. 2020. № 14. С. 165–174.

Романчук І. О.,¹⁶ Ткаченко Н. А.,¹⁷ Чагаровського О. П., Адріан І., Баунліє Г., Реннер З. та ін.

Водночас, незважаючи на велику кількість наукових досліджень щодо розроблення молочних продуктів з регульованим нутрієнтним складом виявлено, що системні дослідження, спрямовані на одержання низьколактозних молочних продуктів, зокрема йогуртів, на основі вторинної молочної сировини, відсутні.

Тому науковий і практичний інтерес становить розроблення інноваційних технологій безлактозних та низьколактозних йогуртів на основі вторинної молочної сировини. Це дозволить розширити асортимент вітчизняної молочної продукції оздоровчого призначення та забезпечити повноцінним харчуванням осіб з частковою або повною несприйнятливістю до лактози.

Загальні ресурси вторинної молочної сировини в Україні становлять 70 % від обсягу молока, що переробляється, і досягають щороку 2,9...3,2 млн т. Значний обсяг та висока харчова цінність білково-вуглеводної молочної сировини обумовлюють необхідність її повного збору та раціонального використання, зокрема у виробництві харчових продуктів.

Одним з видів вторинної молочної сировини, що отримують при виробництві вершкового масла, є сколотини. У загальному обсязі виробленої ВМС сколотини займають відносно невисоку частку (до 5 %)¹⁸. Однак за вмістом біологічно активних речовин сколотини є особливо цінною молочною сировиною.

Сколотини містять всі основні компоненти молока (крім жиру) у тих же кількостях (табл. 1), а по вмісту фосфоліпідів перевершує його, завдяки чому можуть вживатися без обмежень людьми будь-яких вікових категорій¹⁹.

¹⁶ Романчук, І. О.; Моїсєєва, Л. О.; Гондар, О. П.; Рудакова, Т. В. Закономірності формування кисломолочних згустків в молочних сумішах з гідролізованою лактозою та підвищеним вмістом сухих речовин. *Продовольчі ресурси : збірник наукових праць*. 2016. № 6. С 107–112.

¹⁷ Дідух, Н. А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів функціонального призначення : дис. ... доктора. техн. наук. Одеська національна академія харчових технологій МОН України. Одеса, 2008.

¹⁸ Юдіна Т. І. Розробка молочно-білкового концентрату зі сколотин та його використання у технологіях продуктів харчування : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Юдіна Тетяна Іллівна ; Харківська держ. академія технології та організації харчування. Харків, 2001. С. 214.

¹⁹ Золотухіна І. В. Технологія напівфабрикатів на основі сколотин для виробництва збітої десертної продукції : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Харківський державний університет харчування та торгівлі. Харків, 2006. 305 с.

Таблиця 1

Хімічний склад білково-вуглеводної молочної сировини, %

Найменування сировини	Компоненти				
	сухі речовини	молочний жир	білки	лактоза	мінеральні речовини
Незбиране молоко	12,3	3,6	3,2	4,8	0,7
Знежирене молоко	8,8	0,05	3,2	4,8	0,75
Молочна сироватка	6,3	0,2	0,8	4,8	0,5
Сколотини	9,1	0,5	3,2	4,7	0,7

Слід зазначити, що хімічний склад і властивості сколотин залежать від способу виробництва вершкового масла. Сколотини, отримані при виготовленні масла способами збивання (періодичного та безперервного) відрізняється від сколотин способу перетворення високожирних вершків більш значним вмістом білку, жиру, мінеральних речовин та вітамінів²⁰. Проте найбільший інтерес у цій сировині представляють білкові речовини, що обумовлюють біологічну цінність сколотин.

Білки сколотин відрізняються від білків цільного й знежиреного молока по складу і фізико-хімічних властивостях. Вони представлені казеїном (близько 70 %) і сироватковими білками.

При переробці молока на вершкове масло методом перетворення високожирних вершків у результаті впливу ряду фізико-хімічних факторів у сколотинах підвищується вміст сироваткових білків у порівнянні з вихідним незбираним молоком на 8,6 %, із знежиреним молоком – на 10,5 %.

Сироваткові білки за своїм амінокислотним складом є повноцінними, оскільки містять у кращому сполученні незамінні амінокислоти, чим інші білки тваринного походження, а їхня біологічна цінність перевищує біологічну цінність білків курячого яйця. Сироваткові білки виконують в організмі людини важливі біологічні функції. Так, імуноглобулін виконує захисну функцію, він є носієм пасивного імунітету, лактоферін і лізоцим, що відносяться до ферментів сколотин, мають антибактеріологічні функції.

Відмінною рисою білкового складу сколотин є наявність білків оболонки жирових кульок, що переходять у них при фізико-хімічних і механічних впливах на молоко і вершки в процесі виробництва масла, у кількості 55 % від їхнього вмісту в оболонках.

²⁰ Золотухіна І. В. Технологія напівфабрикатів на основі сколотин для виробництва збитої десертної продукції: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / Харківський державний університет харчування та торгівлі. Харків, 2006. 305 с.

Амінокислотний склад білків оболонки жирових кульок відрізняється підвищеним вмістом аргініну, фенілаланіну і треоніну, що грають істотну роль у забезпеченні нормального росту і розвитку дітей; вміст метіоніну + цистину вищий, ніж в основному білку молока – казеїні. Загальна кількість амінокислот у сколотинах (3103 мг%) приблизно така ж, як і в незбираному молоці (3144 мг%). Вміст вільних амінокислот у сколотинах (1757 мг%) знаходиться на рівні їхнього вмісту в знежиреному молоці.

Таким чином, білки, що містяться в сколотинах, особливо сироваткові, володіють підвищеною біологічною цінністю і при їхньому використанні в харчуванні можуть відігравати значну роль у рішенні проблеми білкового дефіциту.

Вміст молочного жиру в сколотинах невеликий і складає 0,4...0,7%, але його харчова цінність досить висока, оскільки він є носієм біологічно активних речовин і незамінних жирних кислот²¹. Молочний жир у сколотинах перебуває у диспергованому стані, значна частинка жирових кульок має розміри менше 1 мкм, що сприяє кращому його засвоєнню організмом. Жир сколотин також характеризується вмістом цінних поліненасичених жирних кислот: лінолевої, ліноленової, арахідонової, які володіють антисклеротичними властивостями.

Сколотини відрізняються від цільного молока і вершків підвищеним вмістом окремих фракцій ліпідів, у той час як вміст жиру в них незначний

Фосфоліпіди складають 35...45% від загальної кількості ліпідів, що входять до складу оболонки жирових кульок²².

При виробництві масла способом збивання відбувається найбільш інтенсивне руйнування оболонки жирових кульок під дією фізичного дозрівання вершків і механічного впливу, у результаті чого велика частина ліпопротеїну переходить із поверхні жирової кульки в сколотини. Враховуючи це, саме сколотини, отримані методом збивання, є більш кращими для наступної переробки в продукти харчування.

²¹ Грек О. В., Поліщук Г. Є., Онопрійчук О. О. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки : навч. посіб. Київ : НУХТ. 2010. 258 с.

²² Золотухіна І. В. Наукове обґрунтування технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сироватки : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.16 / Харківський державний університет харчування та торгівлі. Харків, 2021. 400 с.

Особливу цінність сколотини представляють як джерело лецитину, що зв'язаний з білком і утворює високоактивний білково-лецитиновий комплекс. Останній знаходиться тільки в оболонці, що покриває жирову кульку сколотин.

Вуглеводний склад сколотин подібний до складу незбираного молока та продуктів його переробки. Він представлений головним чином лактозою й продуктами її гідролізу – глюкозою й галактозою²³. Вміст лактози в сколотинах складає до 5 %. Вона сприяє нормалізації у кишкового процесів бродіння і попереджає інтенсивний розвиток гнильних процесів. Лактоза сприяє не тільки підвищенню енергетичної цінності молочних продуктів, протіканню в організмі біохімічних і фізіологічних процесів, але і слугує субстратом для розвитку молочнокислих бактерій і дріжджів, що має важливе значення при виробництві кисломолочних продуктів, зокрема йогуртів.

Вітаміни в сколотинах містяться в значних кількостях і представлені групою водорозчинних вітамінів – С; В₁; В₂; В₆; В₁₂; РР і групою жиророзчинних вітамінів – А; Е. жиророзчинні вітаміни в сколотинах містяться в малій кількості, що пояснюється виділенням жирової фракції з незбираного молока при одержанні сколотин. У сколотинах, отриманих методом збивання вершків, вітаміну А міститься в 1,3 рази, Е – у 1,8 разів більше, ніж у сколотинах, отриманих методом перетворення високожирних вершків²⁴. Вміст вітаміну С у порівнянні з незбираним молоком значно нижче, що викликано впливом високих температур на молоко і вершки в процесі виробництва вершкового масла²⁵. Однак, по загальному набору й абсолютному вмісту вітамінів сколотини є біологічно повноцінним продуктом.

Враховуючи результати проведених досліджень визначено, що сколотини отримані при виробництві масла методом збивання вершків мають більшу біологічну цінність за рахунок високого вмісту повноцінних білків, низького вмісту жиру, повноцінного складу вітамінів та мінеральних речовин, співвідношення яких є оптимальним для засвоєння організмом. Отже, саме цей вид сколотин

²³ Золотухіна І. В. Наукове обґрунтування технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.16 / Харківський державний університет харчування та торгівлі. Харків, 2021. 400 с..

²⁴ Дейніченко Г. В., Юдіна Т. І., Ветров В. М. Нові види копреципітатів та їх використання в харчових технологіях : монографія. Донецьк : Донеччина, 2010. 176 с.

²⁵ Грек О. В., Онопрійчук О. О. Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини : підруч. Київ : НУХТ. 2020. 323 с.

обрано як молочну основу для подальших досліджень щодо розроблення технології низьколактозних йогуртів.

3. Технологія низьколактозних молочних сумішей для виробництва кисломолочних напоїв

На основі теоретичних та експериментальних досліджень сформовано робочу гіпотезу наукової роботи – використання молочних сумішей на основі сколотин у технології низьколактозних йогуртів забезпечує підвищення їх технологічної стабільності, харчової та біологічної цінності, дозволяє розширити асортимент молочної продукції з прогнозованими показниками якості для осіб із ферментопатіями та харчовими алергіями, що пов'язано з «непереносимістю» лактози, більш повноцінно використовувати харчових потенціал вторинної молочної сировини.

Об'єктом дослідження є процес гідролізу лактози у молочних сумішах на основі сколотин з підвищеним вмістом сухих речовин.

Предмет дослідження – сколотини, одержані при виробництві вершкового масла методом збивання вершків; дріжджовий ферментний препарат β -галактозидази GODO-YNL2 (Японія); модельні композиції з додаванням 2.5; 6.5; 8.5 % концентрату молочних білків (КМБ) для виробництва низьколактозних йогуртів.

У роботі використані сучасні методи та стандартні методики, викладені у науковій та науково-технічній літературі, що дозволяють надати характеристику хімічного складу, фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей, органолептичних показників сировини, напівфабрикатів та готової продукції.

Вміст лактози у досліджуваних зразках визначено хроматографічним методом на рідинному хроматографі LC-20 (фірми Shimadzu) з рефрактометричним детектором (колонка HC-75-Sa++ (250×4.7мм).

Технологія низьколактозних кисломолочних напоїв на основі сколотин розроблялася з врахуванням інноваційних напрямків переробки вторинної молочної сировини, застосовуючи методи ферментативного гідролізу що дозволяє отримати високі показники якості та харчової цінності продукту.

Вторинна молочна сировина, зокрема сколотини, має високу біологічну цінність, тому її використання доцільне в технологіях низьколактозних продуктів²⁶. Для проведення подальших досліджень

²⁶ Серенко А. А., Юдіна Т. І., Моїсєєва Л. О. Використання вторинної молочної сировини у виробництві низьколактозних йогуртів. *Обладнання та технології харчових виробництв* : зб. наук. пр. 2021. № 2. С. 5–12.

визначено основні фізико-хімічні показники сколотин, які наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники сколотин

Кислотність		Масова частка золи, %	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка жиру, %	Масова частка лактози, %
титрована, °Т	активна, од. рН				
16,0±0,3	6,67±0,01	0,64±0,02	8,22±0,03	0,50±0,05	4,56±0,04

Ефективність гідролізу лактози у сколотинах за оптимальних для ферментного препарату умов залежить від кислотності середовища, концентрації ферменту та тривалості оброблення.

У своїх дослідженнях науковці для гідролізу лактози у вторинній молочної сировині віддавали перевагу ферментним препаратам β-галак-тозидази дріжджового походження – GODO-YNL2 та MAXILACT LGi 5000. З метою економії ферментних препаратів та зменшення вартості готової продукції дози їх внесення становили 0.01, 0.03 та 0.06 %²⁷.

За сукупними даними дослідників різних наукових шкіл визна-чено, що достатній рівень ефективності гідролізу лактози у ВМС становить 85–90 %, враховуючи, що надалі в технології низьколактозних і безлактозних кисломолочних напоїв передбачено використання штамів мікроорганізмів з високою β-галактозидазною активністю²⁸.

Доведено, що раціональні параметри ферментативного гідролізу, які забезпечують розщеплення лактози у сколотинах на рівні 85–90 % початкового вмісту, такі: концентрація ферменту GODO-YNL2 – 0.03 %, тривалість процесу – 120 хв., рН 6.67, температура середовища – 40°C. Відповідно до ДСТУ 4343:2004 вміст сухих речовин у йогуртах має становити не менше ніж 9.5 %²⁹. За рекомендаціями

²⁷ Романчук І. О., Юдіна Т. І., Мінорова А. В., Моїсєєва Л. О., Серенко А. А., Бабко Д. Є. Ефективність гідролізу лактози у вторинній молочної сировині. *Продовольчі ресурси*. 2021. № 17. С. 129–136.

²⁸ Ibid.

²⁹ ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Загальні технічні умови. Київ : Держспожив-стандарт України, 2005. 11 с.

дослідників³⁰, для забезпечення зазначеного вмісту сухих речовин у готовому продукті, що позитивно впливає на формування консистенції, щільність кисломолочного згустку та структуру йогурту, раціональна концентрація сухих речовин у молочній основі для його виробництва має бути 12–14 %. Це досягається, як правило, внаслідок нормалізації сколотин сухими концентратами молочних білків.

Для нормалізації сколотин за вмістом сухих речовин при виробництві йогуртів використовують сироватку суху демінералізовану (ССД) та концентрат молочних білків (КМБ). Додавання ССД при виробництві йогуртів у кількості 0,6...4,0 % покращує органолептичні властивості готового продукту, збільшує в'язкість та знижує здатність кисломолочного згустку до синерезису. Однак значний вміст лактози (66 %) у сухій сироватці не дає змоги використовувати її у більших кількостях для виробництва йогуртів призначених для осіб з лактазною недостатністю.

Тому в подальших дослідженнях для нормалізації сколотин за вмістом сухих речовин при виробництві йогуртів використано КМБ із вмістом білку 85 % у сухій речовині. Використання КМБ при виробництві йогурту також сприяє покращенню органолептичних властивостей продукту, запобігає синерезису й уможливорює отримати продукт зі стабільною консистенцією, а також збільшує вихід готового продукту.

Розрахунковим шляхом визначено необхідну кількість КМБ для нормалізації сколотин за вмістом сухих речовин, складено рецептури молочних сумішей та визначеної їхні фізико-хімічні показники (табл. 3).

Таблиця 3

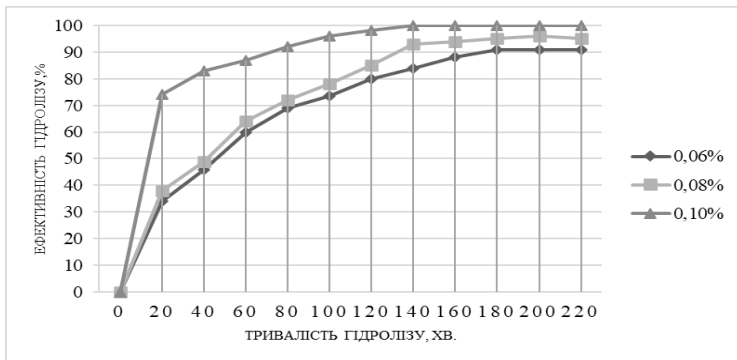
Фізико-хімічні показники молочних сумішей на основі сколотин

Дослідний зразок	Кислотність		Масова частка золи, %	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка жиру, %	Масова частка лактози, %
	титрована, °Т	активна, од. рН				
Сколотини (контроль)	16,0	6,67	0,64	8,22	0,50	4,56
Молочна основа нормалізована КМБ						
Суміш № 1	22,0	6,54	0,7	11,8	0,58	4,58
Суміш № 2	30,0	6,53	0,8	14,3	0,63	4,66
Суміш № 3	32,0	6,52	0,9	16,7	0,71	4,68

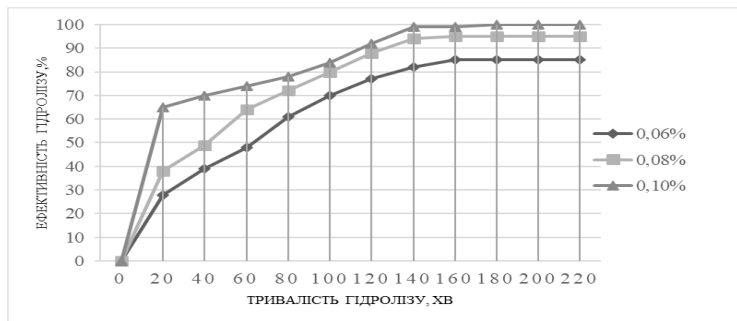
³⁰ Романчук І. О., Моїсєєва Л. О., Гондар О. П., Рудакова Т. В. Закономірності формування кисломолочних згустків в молочних сумішах з гідролізованою лактозою та підвищеним вмістом сухих речовин. *Продовольчі ресурси* : зб. наук. пр. 2016. № 6. С. 107–112.

У відповідності з рекомендаціями виробника ферментного препарату GODO-YNL2 та попередніми дослідженнями науковців ферментативний гідроліз лактози у скотинах з підвищеним вмістом сухих речовин проводили за температури 40 ± 1 °С та кислотності середовища 6,52...6,54 од. Тривалість процесу ферментативного гідролізу становила від 20 до 200 хвилин, періодичність відбору дослідних зразків 20 хв.

З метою економії дорогих ферментних препаратів, зниження собівартості готових продуктів та встановлення при цьому раціональних параметрів проведення гідролізу лактози у вторинній молочній сировині, у дослідженнях використано наступні дози внесення ферментів β -галактозидази – 0,06 %, 0,08 % та 0,1 %.

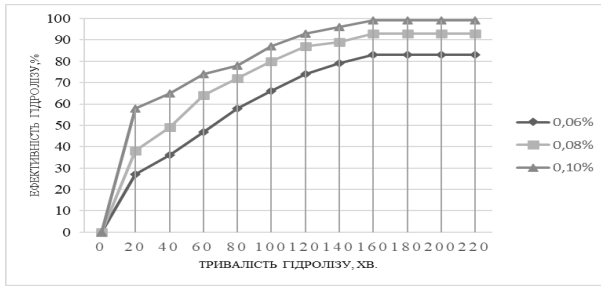


A – Молочна суміш № 1 із вмістом сухих речовин 11,8 %



B – Молочна суміш № 2 із вмістом сухих речовин 14,3 %

Рис. 3. Вплив дози ферментного препарату на ефективність гідролізу лактози у молочних сумішах



В – Молочна суміш № 3 із вмістом сухих речовин 16,7 %

Рис. 3. (продовження)

Результати досліджень, наведені на рисунку 3 (А), доводять, що раціональні параметри процесу ферментативного гідролізу лактози на рівні 85–90 % у молочній суміші № 1 такі: доза внесення ферментного препарату GODO-YNL2 – 0.06...0.08 %, тривалість – 160...180 хв, рН – 6.54.

Встановлено (рисунок 3 Б, В), що для досягнення ефективності гідролізу лактози в межах 85–90 % її початкового вмісту в молочних сумішах № 2 і № 3 доза внесення ферментного препарату становить 0.06...0.08 та 0.08...0.1 %, тривалість процесу – 160...180 та 140...160 хв., рН – 6.53 та 6.52 відповідно.

З метою визначення ефективності гідролізу лактози у молочних сумішах на основі сколотин з підвищеним вмістом сухих речовин досліджено їх вуглеводний склад (табл. 4).

Таблиця 4

Характеристика вуглеводного складу гідролізованих молочних сумішей

Дослідний зразок	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка лактози початкова, %	Масова частка лактози після гідролізу, %	Ступінь гідролізу, %
Суміш № 1	11,8	4,58	0,41	91
Суміш № 2	14,3	4,66	0,60	87
Суміш № 3	16,7	4,68	0,84	82

У виробництві низьколактозних йогуртів рекомендуються як молочна основа розроблені молочні суміші № 1 і № 2 із вмістом сухих речовин 11.8 і 14.3 % відповідно. Визначено раціональні параметри

гідролізу сколотин з підвищеним вмістом сухих речовин, що забезпечують ефективність гідролізу лактози на рівні 85–90 % та економію дорогих ферментних препаратів, зниження енерговитрат і собівартості готової продукції.

Подальшими дослідженнями передбачено використання гідролізованої суміші у виробництві низьколактозних йогуртів та визначення раціональних параметрів процесу їх сквашування заквасками молочнокислих бактерій.

ВИСНОВКИ

1. За результатами аналізу літературних джерел визначено що сучасні тенденції формування ринку здорового харчування в Україні характеризуються зростанням попиту на продукцію з регульованим нутрієнтним складом.

2. Підтверджено актуальність проблеми розроблення та впровадження на вітчизняний ринок інноваційних технології низьколактозних кисломолочних напоїв для харчування осіб із ферментопатіями та харчовими алергіями, що пов'язані із непереносимістю лактози.

3. На основі порівняння хімічного складу вторинної молочної сировини обґрунтовано вибір сколотин, що характеризуються високою біологічною цінністю, як молочної основи для виробництва низьколактозних кисломолочних напоїв.

4. Складено рецептури молочних сумішей з підвищеним вмістом сухих речовин завдяки використанню концентрату молочних білків. Визначено, що для забезпечення необхідного вмісту сухих речовин у сколотинах на рівні 12...14 %, масова частка концентрату молочних білків у молочних сумішах становить 2,5, 6,5, 8,5 %.

5. Досліджено характер процесу гідролізу лактози у молочних сумішах з на основі сколотин з підвищеним вмістом сухих речовин. Встановлено, що раціональні параметри процесу ферментолізу лактози на рівні 85–90 % у молочній суміші із вмістом сухих речовин 11,8 % такі: доза ферментного препарату – 0,06–0,08 %, тривалість 160–180 хв, рН-6,54. Визначено, що для досягнення ефективності гідролізу лактози в межах 85–90 % її початкового вмісту в молочних сумішах із вмістом сухих речовин 14,3 % та 16,7 % доза внесення ферментного препарату – 0,06–0,08 та 0,08–0,1 %, тривалість процесу – 160–180 та 140–160 хв, рН – 6,53 та 6,52 відповідно.

АНОТАЦІЯ

На сьогодні доцільність створення нових рецептур і технологій харчових продуктів категорії *freefrom* обумовлена насамперед їх високою затребуваністю та вузьким асортиментом вітчизняного виробництва. Одними з найбільш поширених харчових продуктів цієї категорії є безлактозні або зі зниженим вмістом лактози продукти, які призначені для харчування хворих із непереносимістю лактози.

За даними ВООЗ від лактазної недостатності страждають більше 11 % населення світу. Поширення цієї патології в Україні складає, в залежності від регіонів, 15–35 % дорослого населення. Люди з мальабсорбцією лактози, мають обмежувати або виключати з раціону харчування традиційні молочні продукти. Обмеження споживання цієї групи продуктів призводить до нераціонального харчування, а це, в свою чергу, до зростання рівня захворюваності населення, зниження працездатності та скорочення тривалості життя.

За даних умов розроблення технології і впровадження на вітчизняний ринок низьколактозних молочних продуктів у контексті державної політики у сфері здорового харчування, ресурсозбереження, нарощування високоякісної продукції вітчизняного виробництва є актуальним і своєчасним завданням.

На наш погляд, особливу увагу слід приділити кисломолочним напоям, зокрема йогуртам, які мають постійний попит у дитячого та дорослого населення, займають 27 % у загальному сегменті молочних продуктів на ринку.

На основі результатів проведених теоретичних та експериментальних досліджень у роботі наведено технологію гідролізованих молочних сумішей на основі сколотин з підвищеним вмістом сухих речовин для виробництва низьколактозних кисломолочних напоїв. Обґрунтовано доцільність нормалізації сколотин з використанням концентрату молочних білків, що сприяє покращенню органолептичних властивостей продукту, запобігає синерезису й уможлиблює отримати продукт зі стабільною консистенцією. Визначено раціональні параметри ферментативного гідролізу лактози у молочних сумішах із підвищеним вмістом сухих речовин.

Література

1. Гончар Ю. М. Технологія напівфабрикату на основі низьколактозної молочної сироватки: дис. ... доктора філософії : 181 «Харчові технології». Київ : КНТЕУ, 2021. 255 с
2. Corgneau M., Scher J., Ritie-Pertusa L., Le D. T., Petit J., Nikolaeva Y., Gaiani C. Recent advances on lactose intolerance: Tolerance

thresholds and currently available answers. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2017. Vol. 57. № 15. P. 3344–3356.

3. Heyman M. B. Lactose intolerance in infants, children, and adolescents. *Pediatrics*. 2006. Vol. 118. № 3. P. 1279–1286.

4. Suchy F. J., Brannon P. M., Carpenter T. O., Fernandez J. R., Gilsanz V., Gould J. B., Miller N. J. NIH consensus development conference statement: lactose intolerance and health. *NIH Consensus and State-of-the-science Statements*. 2010. Vol. 27. № 2. P. 1–27.

5. Leavitt M., Wilt T, Shaukat A. Clinical implication of lactose malabsorption versus lactose intolerance. *Journal of Clinical Gastroenterology*. 2013. Vol. 47. P. 471.

6. Романчук І. О., Мінорова А. В., Рудакова Т. В., Моїсєєва Л. О. Закономірності ферментативного гідролізу лактози в молочній сировині. *Продовольчі ресурси* : зб. наук. праць. 2020. № 14. С. 165–174.

7. Roehr, CC.; Edenharter, G; Reimann, S, et al. Food allergy and nonallergic food hypersensitivity in children and adolescents. *Clin Exp Allergy*. 2004. Vol. 34(10). P. 41. DOI:10.1111/j.1365-2222.2004.02080.

8. Трубнікова А. А. Розроблення технології безлактозного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів: дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.04 «Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів». Одеса : Одес. нац. акад. харч. технологій, 2019. 253 с.

9. Shaukat, A.; Levitt, MD.; Taylor, B. C. Systematic review: effective management strategies for lactose intolerance. *Ann Intern Med*. 2010. Vol. 12(152). P. 797–803. DOI: 10.7326/0003-4819-152-12-201006150-00241.

10. Ринок безлактозних продуктів за типом, формою, категорією та регіоном – глобальний прогноз до 2025 року. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/lactose-free-products-market-4457397.html>.

11. Річний звіт по ринках молока. U-Food Association. URL: <https://issuu.com/ukrainian-food/docs/2019>.

12. Юдіна Т., Серенко А. Формування вітчизняного ринку безлактозних і низьколактозних молочних продуктів. Міжнародний науково-практичний журнал «Товари і ринки». 2021. № 2. С. 33–43.

13. Дідух Н. А., Романченко С. В. Наукові основи виробництва напою кисломолочного для дитячого харчування з подовженим терміном зберігання. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2012. Вип. 42 (2). С. 251–259.

14. Гніщевич В. А., Юдіна Т. І., Гончар Ю. М. Технологія напівфабрикату на основі низьколактозної молочної сироватки та пюре

гарбуза. Міжнар. наук.-практ. журнал «Товари і ринки». 2018. № 4. С. 105–117. DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)10](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)10).

15. Романчук І. О., Мінорова А. В., Рудакова Т. В., Моїсеєва Л. О. Закономірності ферментативного гідролізу лактози в молочній сировині. *Продовольчі ресурси*: зб. наук. праць. 2020. № 14. С. 165–174.

16. Романчук І. О., Моїсеєва Л. О., Гондар О. П., Рудакова Т. В. Закономірності формування кислomолочних згустків в молочних сумішах з гідролізованою лактозою та підвищеним вмістом сухих речовин. *Продовольчі ресурси*. Збірник наукових праць 2016. № 6. С. 107–112.

17. Дідух, Н. А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів функціонального призначення : дис. ... доктора. техн. наук / Одеська національна академія харчових технологій МОН України. Одеса, 2008.

18. Юдіна Т. І. Розробка молочно-білкового концентрату зі сколотин та його використання у технологіях продуктів : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Юдіна Тетяна Іллівна ; Харківська держ. академія технології та організації харчування. Харків. 2001. 214.

19. Золотухіна І. В. Технологія напівфабрикатів на основі сколотин для виробництва збитої десертної продукції : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Харківський державний університет харчування та торгівлі. Харків, 2006. 305с.

20. Грек О. В., Поліщук Г. Є., Онопрійчук О. О. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки : навч. посіб. Київ : НУХТ. 2010. 258 с.

21. Золотухіна І. В. Наукове обґрунтування технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.16 / Харківський державний університет харчування та торгівлі. Харків. 2021. 400с.

22. Дейниченко Г. В., Юдіна Т. І., Ветров В. М. Нові види копреципітатів та їх використання в харчових технологіях : монографія. Донецьк : Донеччина, 2010. 176 с.

23. Грек О. В., Онопрійчук О. О. Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини : підруч. Київ : НУХТ. 2020. 323 с.

24. Серенко А. А., Юдіна Т. І., Моїсеєва Л. О. Використання вторинної молочної сировини у виробництві низьколактозних йогуртів. *Обладнання та технології харчових виробництв* : зб. наук. пр. 2021. № 2. С. 5–12.

25. Романчук І. О., Юдіна Т. І., Мінорова А. В., Моїсеєва Л. О., Серенко А. А., Бабко Д. Є. Ефективність гідролізу лактози у вторинній молочної сировині. *Продовольчі ресурси*. 2021. № 17. С. 129–136.

26. ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Загальні технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 11 с.

27. Романчук І. О., Моїсєєва Л. О., Гондар О. П., Рудакова Т. В. Закономірності формування кисломолочних згустків в молочних сумішах з гідролізованою лактозою та підвищеним вмістом сухих речовин. *Продовольчі ресурси*: зб. наук. пр. 2016. № 6. С. 107–112.

Information about the author:

Serenko Anton Andriiovych,

Postgraduate Student at the Department
of Technology and Organization of Restaurant Business
State University of Trade and Economics
19, Kyoto str., Kyiv, 02156, Ukraine