

УДК 664.849:664.144

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.4.26>

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕФІРУ НА ОСНОВІ РОСЛИННОГО ПІНОУТВОРЮВАЧА

Паламарек К. В. – кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій, готельно-ресторанного і туристичного сервісу Чернівецького торговельно-економічного інституту Державного торговельно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0003-4138-404X

Вдовічена О. Г. – магістр кафедри харчових технологій, готельно-ресторанного і туристичного сервісу Чернівецького торговельно-економічного інституту Державного торговельно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0003-0768-5519

Інноваційні тренди ресторанного господарства визначаються потребами споживачів обирати продукти, які відповідають вимогам НАССР, якості та здоров'я. В останні роки набуває популярності веганське харчування. Збільшується кількість людей, які виключають із раціону продукти тваринного походження і надають перевагу рослинним аналогам. Розробляються рослинні заміники м'яса, молока. Особлива увага приділена розробленню рослинних аналогів яєчної продукції (яєць, меланжу), які за текстурою та смаком відповідали б традиційним харчовим продуктам. Методика проведення досліджень ґрунтувалась на застосуванні системного аналізу різноманітних рослинних піноутворювачів (лецитин, кіноа, ксантанова камедь, кокосове молоко, аквафаба, сапоніни). Застосовано дослідження піноутворюючої здатності, стійкості піни, органолептичних показників з метою наукового обґрунтування та практичного застосування методів конструювання харчової продукції з урахуванням світових тенденцій. У статті представлено огляд складу аквафаби, функціональних властивостей, можливостей і проблем, пов'язаних із використанням аквафаби в харчових рецептах. На основі узагальнених літературних джерел сформовано технологію отримання аквафаби. Проведено порівняння піноутворюючої здатності яєчного білка та аквафаби. Досліджено стійкість піни та визначено вплив на пінну структуру таких інгредієнтів як винний камінь, лимонна кислота та сіль. Визначено фруктово-ягідну сировину, яка покращує органолептичні показники зефіру з використанням аквафаби. Розроблено технологію приготування зефіру на основі рослинного піноутворювача. Сенсорні показники розроблених виробів наведені на профілограмі якості. На основі проведеного аналізу та вивчення інноваційних технологій використання аквафаби розроблено зефір з використанням рослинного піноутворювача, який дозволить розширити асортимент продукції для веганів, людей які мають алергію на яйця та турбуються про сталій розвиток. Розвиток кондитерських виробів з використанням рослинної сировини потребує постійного вдосконалення. В подальших дослідженнях варто розширити асортимент продукції з використанням аквафаби.

Ключові слова: інновації, веганство, рослинний піноутворювач, аквафаба, зефір.

Palamarek K. V., Vdovichena O. H. Innovative zephyr technologies based on vegetable foaming form

Innovative trends in the restaurant industry are determined by the needs of consumers to choose products that meet the requirements of HACCP, quality and health. In recent years, vegan food has become popular. The number of people who exclude products of animal origin from their diet and prefer vegetable analogues is increasing. Vegetable substitutes for meat and milk are being developed. Special attention is paid to the development of vegetable analogues of egg products (eggs, melange), which would correspond to traditional food products in terms of texture and taste. The research methodology was based on the application of a systematic analysis of various plant foaming agents (lecithin, quinoa, xanthan gum, coconut milk, aquafaba,

saponins). The study of foaming ability, foam stability, organoleptic indicators was applied for the purpose of scientific substantiation and practical application of methods of designing food products taking into account world trends. The article presents an overview of the composition of aquafaba, functional properties, opportunities and problems associated with the use of aquafaba in food recipes. On the basis of generalized literary sources, the technology of obtaining aquafaba was formed. The foaming ability of egg white and aquafaba was compared. The stability of the foam was studied and the influence of such ingredients as tartaric acid, citric acid and salt on the foam structure was determined. The fruit and berry raw materials that improve the organoleptic indicators of marshmallows with the use of aquafaba have been determined. A technology for making marshmallows based on a vegetable foaming agent has been developed. Sensory indicators of the developed products are shown on the quality profile. Based on the analysis and study of innovative technologies for the use of aquafaba, a marshmallow with the use of a vegetable foaming agent was developed, which will allow expanding the range of products for vegans, people who are allergic to eggs and are concerned about sustainable development. The development of confectionery products using vegetable raw materials requires constant improvement. In further research, it is worth expanding the range of products using aquafaba.

Key words: innovation, veganism, vegetable foaming agent, aquafaba, marshmallow.

Постановка проблеми. З кожним роком по всьому світу зростає популярність веганства. Проведене у 2022 році дослідження Ipsos показало, що 46% споживачів у віці 16-75 років розглядають можливість скоротити споживання продуктів тваринного походження в майбутньому [1]. У 2023 році, згідно зі звітом «Miculous Research», 2,6 мільйона людей у Європі тепер є веганами, що становить 3,2% населення. За даними Smart Protein Project кількість споживання веганської продукції зросла на 17...25% в різних країнах [2]. В Україні близько 2 мільйонів вегетаріанців і веганів [3]. Основними причинами є такі фактори, як екологічна свідомість, етичні міркування, здоров'я, економічна доступність, вплив соціальних мереж та інфлюенсерів.

Існує значна кількість досліджень, що показують зв'язок між зменшенням споживання продуктів тваринного походження і поліпшенням здоров'я: зменшення ризику серцево-судинних захворювань, діабету, гіпертонії та деяких видів раку. Міністерство охорони здоров'я України визнало, що веганство є здоровим, забезпечує організм поживними речовинами та може принести користь здоров'ю для профілактики та лікування певних захворювань [4]. Відповідно до світових досліджень, заміна лише 10% продукції тваринного походження рослинним білком дозволить знизити ризик раку молочної залози на 32%, ризик деменції на 25%, загальний ризик смертності на 10%.

Останні роки багаті на інновації у сфері веганської продукції. Значну увагу приділено розробленню м'ясних продуктів рослинного походження. The Good Food Institute повідомив, що світові роздрібні продажі м'ясних продуктів рослинного походження становили 6,1 мільярда \$ за рік.

Зростає попит на екологічно чисті та рослинні реологічні добавки (піноутворювачі, емульгатори, гелеутворювачі та загусники тощо) для заміни яєць і молочних продуктів. Збільшується споживання рослинного молока та інших альтернатив молочних продуктів. Заміна яєць все ще є проблемою серед продуктів рослинного походження через високий вміст білка та кулінарні властивості, такі як здатність до емульгування, коагуляції, згущення та спінювання. Ніша, яка розвивається – це розроблення технологій із заміною яєчної продукції (яєць, меланжу), які за текстурою та смаком відповідали б традиційним харчовим продуктам.

За результатами опитування респондентів та проведенням аналізом асортиментного складу веганської продукції перспективним є розроблення збивних кондитерських виробів. До групи таких виробів відносять зефіри, які готуються з фруктовим пюре (яблучне, грушеве, персикове, абрикосове, смородинове тощо), цукру, агару та яєчних білків.

Інгредієнти, які використовуються для створення піни або стабілізаційних пінних структур і дозволяють замінити яєчні білки – це рослинні піноутворювачі. Дослідження рослинних піноутворювачів дозволить проаналізувати їх технологічні, структурно-механічні властивості та обрати оптимальний варіант заміни яєчних білків в технологічному процесі виготовлення зефіру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження рослинних піноутворювачів наведено в наукових працях вчених України та світу.

До рослинних піноутворювачів відноситься лецитин, кіноа, ксантанова камедь, кокосове молоко, аквафаба, сапоніни.

Для приготування пінних структур, мусів і емульсій використовують лецитин. Лецитин зазвичай отримують із соєвих бобів як побічний продукт виробництва рослинної олії на основі сої. Лецитин екстрагують із очищених варених соєвих бобів шляхом подрібнення бобів і подальшого механічного відділення (шляхом екстракції, фільтрації та промивання) сирого лецитину. Потім неочищений лецитин ферментативно модифікують. Більшість комерційного лецитину видобувається з соєвих бобів, що робить його придатним як для вегетаріанців, так і для веганів. Лецитин містить як гідрофобні, так і гідрофільні групи, тому його також можна використовувати для виготовлення емульсій. Mabel C. Tomás досліджує особливості отримання та використання лецитину з сої, ріпаку та соняшнику [7]. Фосфоліпідний склад лецитинів, отриманих із кількох природних джерел та застосування їх при приготуванні продуктів харчування досліджено Maria J. Alhajj, Nicolle Montero, Cristhian J. Yarce, Constain H. Salamanca [8].

Ксантанова камедь не створює піну, але використовується в технології десертів, оздоблювальних напівфабрикатів для стабілізації та підтримки вже утвореної пінної структури. Науковці S.I. Laneuville, P. Paquin, S.L. Turgeon досліджували вплив використання ксантанової камеді на структуру, стабільність та реологічні характеристики багатьох харчових систем [9].

Соєвий білок, продукти переробки сої використовуються як піноутворювачі та стабілізатори в рецептурах кремів, соусів, десертної продукції. Mykhalevych Artur, Polishchuk Galyna, Buniowska-Olejnik Magdalena, Tomczynska-Mleko Marta, Mleko Stanislaw провели дослідження ізолятів соєвого білка [6].

В роботі Т.Т. Носенко наведено одержання білкового ізоляту із соняшникового шроту за допомогою протеолітичного ферменту [10].

Важливим показником тривалості життя науковці вважають споживання бобових – квасолі, нуту, гороху та сочевиці. А рідина з консервованого або вареного нуту (або інших бобових) має гарні піноутворювальні властивості.

Науковці Yue He, Venkatesh Meda, Martin J.T. Reaney, Rana Mustafa представили огляд складу аквафаби, функціональних властивостей, можливостей і проблем, пов'язаних із використанням аквафаби. Хімічні та функціональні властивості ізоляту та концентрату білка нуту описані в роботах Boye; Du Jiang, Yu, & Jane; Xu, Thomas, & Bhardwaj [11]. Потенціал аквафаби розглянуто в статті Stasiak Joanna [12]: досліджено піноутворюючу здатність, стабільність піни та розроблено технологію меренги та мусу. Гораш О.А., Грицайова А.О., Кохан О.О. дослідили можливість використання аквафаби в технології пастили. Лазарева Т.А., Благий О.С. розглянули поживну цінність та структурно-механічні властивості аквафаби з льону [13].

Оскільки аквафаба є дешевою та легкодоступною вона стала новою рослинною альтернативою заміникам яєць у виробництві різних харчових продуктів, таких як безе, мус, макарони, майонез і збиті вершки. Використання аквафаби в харчових продуктах дозволяє задовольнити потреби та попит споживачів, які

мають алергію на яйця, високий рівень холестерину та різні харчові вподобання (веганські та лакто-вегетаріанські) або релігійні переконання.

Формулювання цілей статті. Враховуючи тенденції до здорового харчування, зменшення алергенів в харчовій продукції, перехід на вегетаріанське харчування, релігійні заборони, сталий розвиток все більш актуальним є використання натуральної рослинної сировини. Враховуючі вищенаведені фактори доцільним є дослідження органолептичних, структурно-механічних властивостей рослинного піноутворювача аквафаби та розроблення інноваційних технологій зефіру на основі рослинного піноутворювача.

Аргументування актуальності поставленого завдання. Бобові можуть відігравати вирішальну роль у заміні тваринного білка в раціоні. Нут (*Cicer arietinum* L.) є другим найбільш споживаним продуктом із бобових культур у світі. Світове виробництво нуту зростає з кожним роком. Урожай бобових культур в Україні за 2023 рік становить $\cong 400$ тис.т. [14].

Останні дослідження показують, що в'язка рідина (аквафаба), яку можна злити з консервованого або вареного нуту, утворює стійкі піни, емульсії та гелі. Аквафабу можливо використовувати як веганську реологічну добавку в технології харчових продуктів, включаючи меренги, муст, збиті вершки, морозиво, коктейлі тощо. Аквафаба складається з води (92–95%) і сухої речовини (5–8%), яка включає вуглеводи (цукри, клітковину), білки (0,95–1,5%), сапоніни тощо.

За даними аналітичного огляду літератури з таких баз даних як Scopus, Web of Science, Pubmed, Google Scholar визначено та узагальнено параметри отримання аквафаби з високими показниками якості. Дані використано для підготовки нуту та використання отриманої рідини в подальших дослідженнях.

Обробка нуту складається основних етапів:

1. Замочування нуту протягом 8–10 годин при 4°C у співвідношенні нут:вода – 1:4.

2.1 Варіння у воді до готовності у співвідношенні нут:вода – 2:3. При подовженні часу варіння з 50 до 90 хвилин збільшується щільність розчину, що є позитивним показником для використання аквафаби в якості рослинного піноутворювача.

2.2. Охолодження.

Відварений нут можна використовувати одразу при приготуванні страв або провести вакуумування та заморозити. Залишки води є потенційним джерелом аквафаби.

Схема отримання аквафаби наведена на рис. 1.

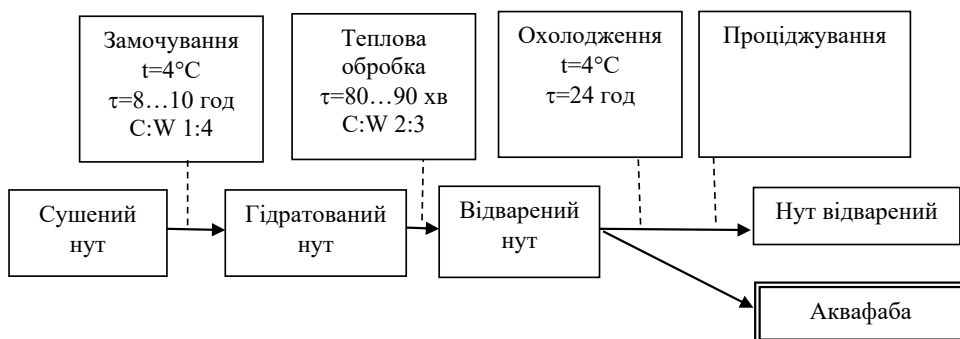


Рис. 1. Схема виробництва аквафаби з нуту

Отримана аквафаба не має сторонніх запахів та присмаків. Органолептичні показники притаманні даному продукту. Колір отриманої рідини – світло-коричневий. Щільність яєчного білка при температурі 20°C становить 1,045 г/см³, а отриманого розчину аквафаби – 1,020 г/см³.

Виклад основного матеріалу. Порівняно з яєчним білком, який містить \cong 11 г білка, аквафаба з нуту містить майже в 2 рази меншу кількість білка – 6 г. Окрім кількості білка, ще один важливий момент щодо різниці між білками в нуті та яйцях стосується їх хімічного складу, оскільки поглинання води білками сприяє гелеутворенню. Яєчні білки \cong на 55% складаються з водорозчинних білків, у нуті їх \cong 12%. Піна, яку утворюють яйця, складається здебільшого з овальбуміну, водорозчинного білка. Характерні особливості білків нуту можуть негативно впливати на його технологічні параметри.

При виготовленні зефіру і заміні яєчного білка рослинним піноутворювачем важливими показниками є вивчення піноутворювальної здатності аквафаби, стійкості піни, особливостей введення цуру в процесі збивання. Досліджено кінетику пінування яєчного білка та аквафаби з нуту (рис. 2).

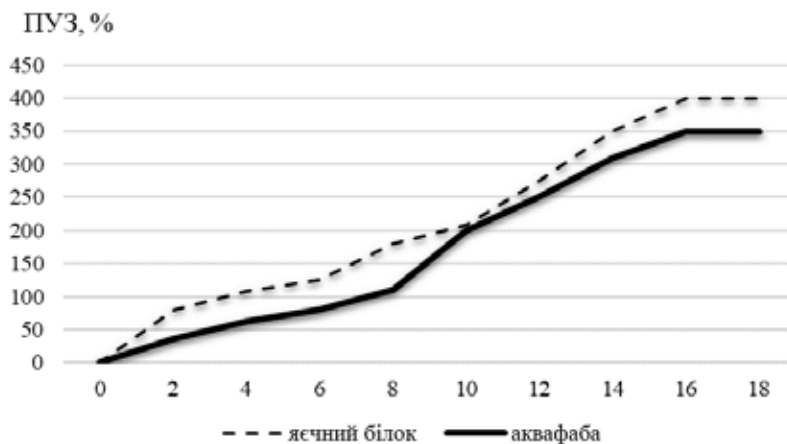


Рис. 2. Піноутворююча здатність яєчного білка та аквафаби

Для покращення піноутворюючої здатності та стійкості піни додавали лимонну кислоту, винний камінь та сіль в різних концентраціях до контрольного та дослідного зразків (табл. 1).

Таблиця 1

Концентрація добавок для покращення пінної структури аквафаби

Зразки	Винний камінь	Сіль	Лимонна кислота
1	1%	0,1%	0,1%
2	3%	0,3%	0,3%
3	5%	0,5%	0,5%

Винний камінь був доданий, оскільки наведені в літературних джерелах дослідження науковців [11,12] згадували про його здатність покращувати стабільність піни. Результати експериментальних досліджень показали, що найкраща

стабільність піни виявлена у зразків з додаванням винного каміння 3%. Додавання лимонної кислоти у кількості 0,3% і 0,5% забезпечувало більшу стабільність, ніж контрольний зразок аквафаби, оскільки збільшує дисульфідні зв'язки, створюючи зв'язок між білками. При цьому додавання лимонної кислоти в кількості 0,5% робить продукт кислим і погіршує органолептичні показники. Сіль як добавка в різних концентраціях не показала статистичних відмінностей порівняно з контролем. Додавання солі не суттєво покращує стабільність пінної структури аквафаби, а в кількості 0,5% показники погіршуються (рис. 3).

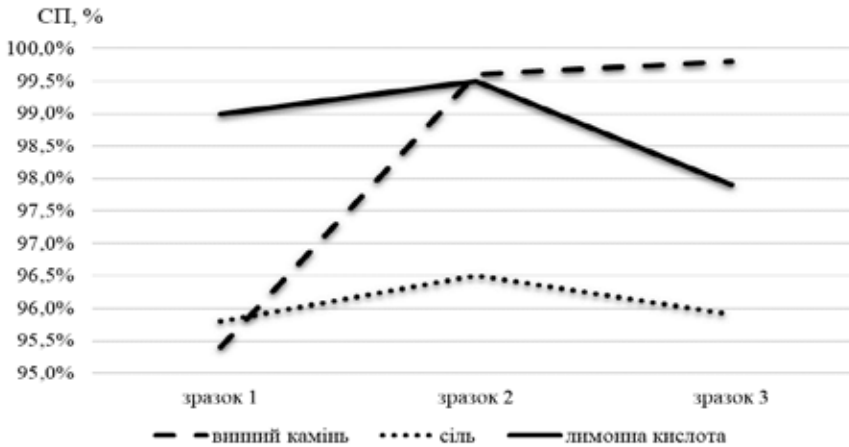


Рис. 3. Стабільність піни аквафаби при різних добавках і концентраціях

Використання натуральної аквафаби показало 82,7% стабільності піни. При використанні лимонної кислоти та винного каменю стабільність піни покращується і варіюється від 95 до 99%. Піна мала стійку консистенцію, однорідний зовнішній вигляд. Використання солі призводить до зниження в'язкості, меншої стійкості піни, вищої вологості продукції. Досліджено кінетику стійкості піни ячменного білка (зразок 1), аквафаби з нуту (зразок 2) та аквафаби з лимонною кислотою (0,1%) та винним каменем (3%) (зразок 3) (рис. 4).

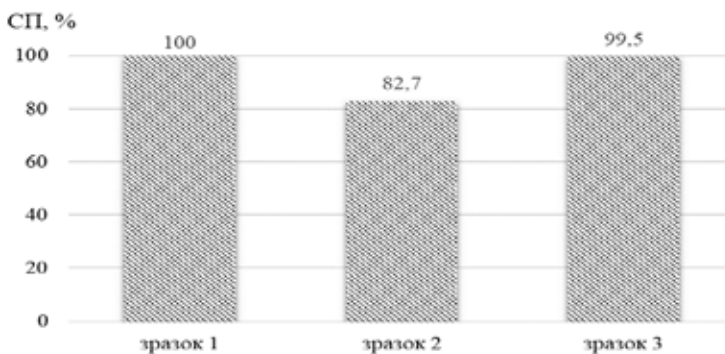


Рис. 4. Стійкість піни ячменного білка та аквафаби

З метою покращення органолептичних показників дослідного зразку на аквафабі, а саме кольору було досліджено сировину з високим вмістом пектину. Проаналізовано поживну цінність малини, чорної смородини, абрикосів, журавлини. Дослідили вміст харчових волокон у фруктах та ягодах (рис. 5).

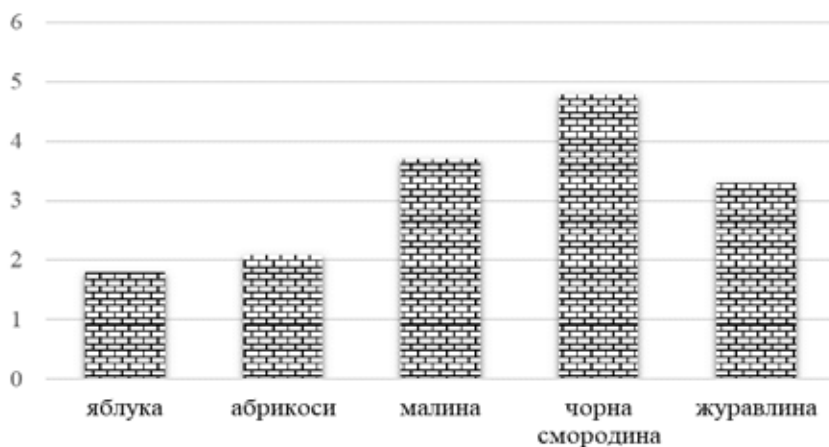


Рис. 5. Вміст харчових волокон

За результатами пропрацювань в рецептурі зефіру замість частки яблук використано чорну смородину у співвідношенні 2:1.

При приготуванні зефіру використано агар – рослинний драглетуворювач, який отримують з водоростей. Агар використовують, щоб зв'язати воду, яка міститься у фруктовому-ягідному пюре та аквафабі. Агар-агар буває різних форм: порошок, пластівці, нитки і навіть бруски. Найлегше працювати з порошком агару, оскільки він розчиняється в рідині практично миттєво. Тоді як пластівці та нитки агару перед кип'ятінням потрібно замочити у воді. Крім того, різні марки агар-агару мають різну силу. Для досліджень використано агар-агар міцністю 700-900 г/см².

Цукор – сухий та основний інгредієнт, який сприяє утворенню каркаса зефіру. При порушенні пропорцій, зменшенні кількості цукру, збільшенні води отриманий виріб буде мати підвищену вологість.

Було досліджено температуру при якій найкраще формувати зефір. При температурі нижче 40°C суміш застигає і формування виробів погіршується. При температурі вище 50°C відбувається розтікання сформованих напівфабрикатів, спостерігається відсутність чіткого рельєфу. Оптимальною температурою формування зефіру є 45...50°C

Розроблено технологію приготування зефіру з використанням рослинного піноутворювача – аквафаби (рис. 6).

Органолептичні показники розробленого зефіру характеризуються високими показниками і наближаються до контролю (рис. 7).

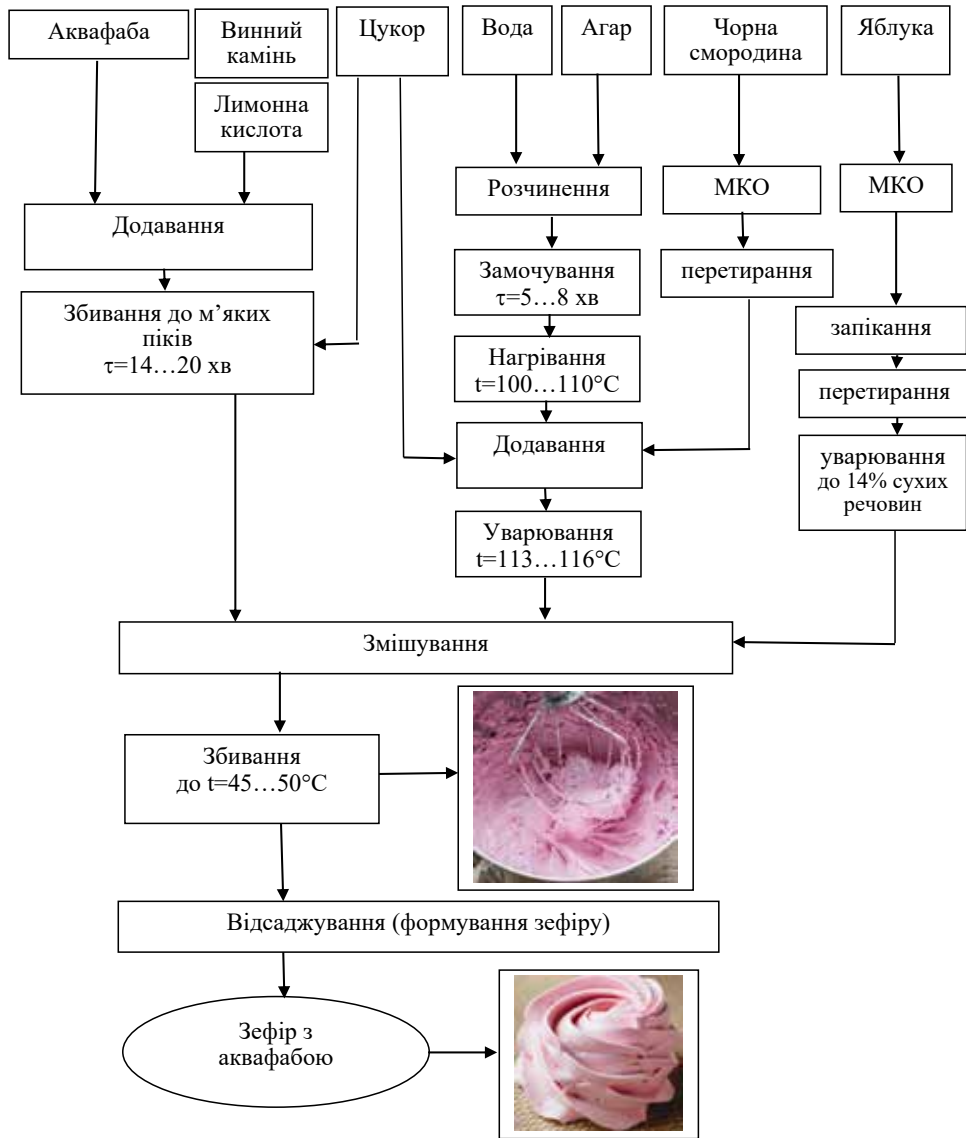


Рис. 6. Технологічна схема приготування зефіру з використанням рослинного піноутворювача



Рис. 7. Органолептичні показники зефіру з аквафабою

Висновки. Розробляється все більше вегетаріанських продуктів, які імітують властивості м'яса, молока та яєць. Серед білків тваринного походження білки яєчного білка широко використовуються завдяки їхнім функціональним властивостям, таким як утворення піни, емульгування та стабілізація. Однак яєчні білки тісно пов'язані з харчовою алергією. Алергії на яйця, підвищення обізнаності про здоров'я, а також збільшення частки веганів збільшують інтерес до білків рослинного походження, головним чином сої, гороху та нуту, як можливих продуктів на заміну білків тваринного походження. Функціональні властивості бобових є важливими для їх поточного використання в харчових продуктах, і їх властивості досліджуються при розробці замінників тваринного білка. Дослідження аквафаби, як перспективного рослинного піноутворювача дозволяє розширити асортимент харчової продукції. Розроблений зефір з аквафабою з нуту має високі органолептичні показники і може бути рекомендований до впровадження в закладах ресторанного господарства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ipsos Global Website URL:<https://www.ipsos.digital/> (Дата звернення 10.10.2024)
2. Overall report: Evolving appetites: an in-depth look at European attitudes towards plant-based eating. A follow-up to the 2021 survey report, What Consumers Want. 2023 URL: <https://smartproteinproject.eu> (Дата звернення 10.10.2024)
3. Український тренд на веганство URL: <https://vegofwa.org/2022/03/08/ukrainian-trend-toward-vegan/> (Дата звернення 10.10.2024)
4. Чи здорове веганство? Висновки провідних організацій охорони здоров'я URL:<https://www.veganexpress.org/post/chy-zdorove-vehanstvo> (Дата звернення 10.10.2024)
5. The Vegan Society URL: <https://www.vegansociety.com/news/media/statistics/worldwide> (Дата звернення 10.10.2024)
6. Functional and technological properties of protein ingredients in whey ice cream / A. Mykhalevych, G. Polishchuk, M. Buniowska-Olejnik, M. Tomczyńska-Mleko, S. Mleko. *Ukrainian Journal of Food Science*. 2022. Vol. 10. Iss. 2. Pp. 125–135

7. Nieuwenhuyzen, Willem & Tomás, Mabel. Update on vegetable lecithin and phospholipid technologies. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2018. Vol.110. Pp. 472 – 486.
8. Lecithins from Vegetable, Land, and Marine Animal Sources and Their Potential Applications for Cosmetic, Food, and Pharmaceutical Sectors / Maria J. Alhadj, Nicolle Montero, Cristhian J. Yarse, Constain H. Salamanca URL:<https://www.mdpi.com/2079-9284/7/4/87#> (Дата звернення 10.10.2024)
9. S.I. Laneuville, P. Paquin, S.L. Turgeon Effect of preparation conditions on the characteristics of whey protein–xanthan gum complexes. *Food Hydrocolloids*. 2019. Vol. 14. Iss. 4 URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X00000035>. (Дата звернення 10.10.2024)
10. Носенко Т.Т. Одержання білкового ізоляту із соняшникового шроту за допомогою протеолітичного ферменту URL:<https://dSPACE.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/b5cca073-242a-418b-9b5b-00156b4f5dc4/content> (Дата звернення 10.10.2024)
11. Yue He, Venkatesh Meda, Martin J.T. Reaney, Rana Mustafa Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. Vol. 111. Pp. 27-42. URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224421001424> (Дата звернення 10.10.2024)
12. Stasiak, Joanna & Stasiak, Dariusz & Libera, Justyna. The Potential of Aquafaba as a Structure-Shaping Additive in Plant-Derived Food Technology. *Applied Sciences*. 2023. Vol.13. Pp. 86-110
13. Лазарева Т.А., Благий О.С. Перспективи використання аквафаби з льону URL:<http://repo.uira.edu.ua/jsrui/bitstream/> (Дата звернення 10.10.2024)
14. Нут: альтернатива м'ясу та рентабельність виробництва URL:<https://agroportal.ua/agrocheck/rozvinchuyemo-mifi/nut-alternativa-m-yasu-ta-rentabelnist-virobnictva> (Дата звернення 10.10.2024)
15. Evaluation of Changes in Protein Quality of High-Pressure Treated Aqueous Aquafaba / Fatemah B. Alsalman, Hosahalli S. Ramaswamy URL: <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/1/234> (Дата звернення 10.10.2024)

REFERENCES:

1. Ipsos Global Website. Retrieved from: <https://www.ipsos.digital/> (Accessed 10 October 2024) (in English).
2. Overall report: Evolving appetites: an in-depth look at European attitudes towards plant-based eating. A follow-up to the 2021 survey report, 'What Consumers Want' (2023) Retrieved from: <https://smartproteinproject.eu> (Accessed 10 October 2024) (in English).
3. Nut: alternatyva miasu ta rentabelnist vyrobnytstva [Ukrainian trend towards veganism]. Retrieved from: <https://vegofwa.org/2022/03/08/ukrainian-trend-toward-vegan/> (Accessed 10 October 2024) (in Ukrainian).
4. Chy zdorove vehanstvo? Vysnovky providnykh orhanizatsii okhorony zdorovia [Is veganism healthy? Conclusions of leading health care organizations]. Retrieved from: <https://www.veganexpress.org/post/chy-zdorove-vehanstvo> (Accessed 10 October 2024) (in Ukrainian).
5. The Vegan Society Retrieved from: <https://www.vegansociety.com/news/media/statistics/worldwide> (Accessed 10 October 2024) (in English)
6. Mykhalevych A., Polishchuk G., Buniowska-Olejnik M., Tomczyńska-Mleko M. (2022) Functional and technological properties of protein ingredients in whey ice cream. *Ukrainian Journal of Food Science*. Vol. 10. Iss. 2. Pp. 125–135 (in Ukrainian).
7. Nieuwenhuyzen, Willem & Tomás, Mabel. (2018). Update on vegetable lecithin and phospholipid technologies. *European Journal of Lipid Science and Technology*. Vol.110. Pp. 472 – 486 (in English)

8. Lecithins from Vegetable, Land, and Marine Animal Sources and Their Potential Applications for Cosmetic, Food, and Pharmaceutical Sectors Retrieved from: <https://www.mdpi.com/2079-9284/7/4/87#> (Accessed 10 October 2024) (in English).
 9. Laneuville S.I., Paquin P., Turgeon S.L. (2019) Effect of preparation conditions on the characteristics of whey protein–xanthan gum complexes. *Food Hydrocolloids (electronic journal)*. Vol. 14, Issue 4. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X00000035>. (Accessed 10 October 2024) (in English).
 10. Nosenko T.T. Oderzhannia bilkovoho izoliatu iz soniashnykovoho shrotu za dopomohoiu proteolitychnoho fermentu [Preparation of protein isolate from sunflower meal using a proteolytic enzyme]. Retrieved from: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/b5cca073-242a-418b-9b5b-00156b4f5dc4/content> (Accessed 10 October 2024) (in Ukrainian).
 11. Yue He, Venkatesh Meda, Martin J.T. Reaney, Rana Mustafa (2021) Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. *Trends in Food Science & Technology (electronic journal)*. Vol. 111, Pages 27-42 Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224421001424> (Accessed 10 October 2024) (in English).
 12. Stasiak, Joanna & Stasiak, Dariusz & Libera, Justyna. (2023). The Potential of Aquafaba as a Structure-Shaping Additive in Plant-Derived. *Food Technology. Applied Sciences*. Vol.13. Pages 86-110 (in English).
 13. Lazareva T.A., Blahyy O.S. Perspektyvy vykorystannia akvafaby z lonu [Prospects for the use of aquafaba from flax]. Retrieved from: <http://repo.uipa.edu.ua/jspui/bitstream/> (Accessed 10 October 2024) (in Ukrainian).
 14. Nut: alternatyva miasu ta rentabelnist vyrobnytstva [Chickpea: alternative to meat and profitability of production]. Available at: <https://agroportal.ua/agrocheck/rozvinchuyemo-mifi/nut-alternativa-m-yasu-ta-rentabelnist-virobnictva> (Accessed 10 October 2024) (in Ukrainian).
 15. Fatemah B. Alsalman, Hosahalli S. Ramaswamy. Evaluation of Changes in Protein Quality of High-Pressure Treated Aqueous Aquafaba Retrieved from: <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/1/234> (Accessed 10 October 2024) (in English)
-