

УДК 664.6

Кошель О.Ю. доктор філософії, ст. викладач ORCID 0000-0002-2184-2106

Касьянова А.В. магістр факультету харчових технологій

Сумський національний аграрний університет

e-mail: koshelolena85@ukr.net, тел: 050-131-43-50

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОРОШКУ ВОДРОСТЕЙ СПІРУЛІНА У ВИРОБНИЦТВІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

***Анотація.** Повноцінне збалансоване харчування - основа нормальної життєдіяльності людини, запорука його здоров'я і довголіття. На жаль через низьку матеріальної забезпеченості значна частина населення світу не в змозі забезпечити собі адекватне харчування. При неадекватному харчуванні знижується імунітет і стійкість до впливу несприятливих факторів навколишнього середовища, порушується обмін речовин в організмі, що в підсумку призводить до розвитку різних захворювань. Найбільш ефективним та економічно доступним шляхом покращення забезпеченості населення мікронутрієнтами є додаткове збагачення ними продуктів харчування масового споживання.*

Традиційно лідируючу позицію в раціоні харчування основних груп населення займають хлібобулочні вироби, що мають високу енергетичну цінність, проте відзначаються низьким вмістом вітамінів, харчових волокон, незамінних амінокислот, мінеральних речовин. З огляду на національні традиції, соціально-економічну ситуацію в країні, споживчі характеристики, хліб є одним з найбільш перспективних для збагачення і поліпшення якості денних раціонів харчування і відповідно здоров'я населення. У зв'язку з цим, саме цілеспрямована оптимізація хімічного складу хлібобулочних виробів є дієвим засобом корекції харчового статусу населення. Тому велика увага приділяється розробці нових рецептур хлібобулочних виробів з використанням нетрадиційної рослинної сировини, багатой вітамінами, макро- і мікроелементами.

Спіруліна - це планктонна ціанобактерія, представник царства одноклітинних мікроорганізмів - прокаріотів, є чимось середнім, між бактерією і рослиною, її клітини не мають ядра, мітохондрії, ендоплазматичної сітки та інших структурних елементів. Завдяки такій будові білки, вітаміни та амінокислоти в ній не втрачають властивостей навіть під впливом високих температур навколишнього середовища. Спіруліну використовували як їжу протягом багатьох років. Однак широке визнання цієї рослини настало після проведення численних досліджень, присвячених вивченню впливу хімічного складу водоростей спіруліна на організм людини і тварин. Рослину стали вирощувати у

відкритих і закритих штучних водоймах в Америці, Європі та Азії. В даний час його вживають в їжу більше ніж в 40 країнах світу.

Ключові слова: *хлібобулочні вироби, водорості спіруліна, вітаміни, мінеральні речовини, хімічний склад.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Останнім часом хлібобулочні вироби набули значного інтересу дослідників, як об'єкт збагачення поживними речовинами, мінералами, вітамінами та іншими речовинами, враховуючи, те що хліб є невід'ємною складовою людського раціону у всьому світі.

В результаті аналізу споживання продуктів харчування в домогосподарствах було встановлено, що за обсягами споживання хліб та хлібні продукти посідають третє місце у раціоні українців, у той час як молоку і молочним продуктам належить 1 місце, а овочам і баштанним культурам – 2 місце [1]. Споживчий кошук українця передбачає споживання дорослою працездатною людиною 62 кг на рік хлібу пшеничного та 39 кг на рік хлібу житнього. Необхідність розширення асортименту хлібобулочних виробів за рахунок використання збагачених добавок обґрунтовано з різних причин. З одного боку, оздоровлення нації через хліб в країні є одним із пріоритетних завдань. Понад 70% регіонів України здійснюють випуск масових сортів хлібобулочних виробів. Але обсяги виробництва збагаченої продукції незначні і складають близько 7% загальної кількості їх виробництва [2]. Досліджуючи хлібний ринок можна зробити висновок, що збільшити виробництво своєї продукції хлібозаводам можливо тільки за рахунок зміни в структурі асортименту з урахуванням великої різноманітності споживчих смаків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Для створення збагачених хлібобулочних виробів можна використовувати різні шляхи. Одним з них є використання мікронутрієнтів - вітамінно-мінеральних сумішей: комплексів вітамінів (B1, B2, B3, B6, PP, фолієвої кислоти і ін.) Макро- і мікроелементів (залізо, йод, кальцій, магній і ін.) синтетичного походження. Один шлях реалізації - поетапний випуск хлібобулочних виробів, збагачених мікронутрієнтами, доводячи поступово виробництво до 30% загального обсягу продукції, що випускається. Інший шлях - використання природно-сировинних ресурсів, зокрема зернових, олійних культур у вигляді цілісного зерна, продуктів їх переробки (круп, борошна, висівки, багатозернових сумішей), продуктів переробки плодів, овочів, ягід і горіхів [3].

Спіруліна – це прісноводні водорості, які природно ростуть в тропічних і субтропічних озерах. Історично використовувались як їжа корінними жителями Південної Америки, поки у 1970-х роках її не визнали джерелом білку рослинного походження. Її промислово вирощують у великих відкритих водоймах у контрольованих умовах, сушать і

продають у вигляді темно – зеленого порошку або пігулок для використання в якості харчової добавки Загальна мета виробництва спіруліни — забезпечити людей білковими ресурсами, а також отримати користь від багатства її біохімічної структури.

Потенційна користь спіруліни для здоров'я в основному пов'язана з її хімічним складом, який включає білки (від 60% до 70%)[4], вуглеводи (20%), жири (5%), незамінні амінокислоти[5], мінерали (особливо залізо), незамінні жирні кислоти, вітаміни та пігменти. У цьому відношенні три основні біологічно активні компоненти спіруліни, білок фікоціанін, сульфатовані полісахариди та γ -ліноленова кислота, відіграють значну роль у покращенні функцій людського організму[6]. Крім того, експериментальні дані підтверджують імуномодельючу та противірусну дію спіруліни [7]. Хімічний склад спіруліни наведений у таблиці 1.

Хімічний склад порошку спіруліни

Таблиця 1

Елемент	Вміст на 100г порошку
Білки	57,47 г.
Жири	7,72 г.
Вуглеводи	23,9 г.
Вітамін А	29,0 мкг.
Вітамін Е	5,0 мг.
Вітамін К	25,5 мкг.
Вітамін В1	2,4 мг.
Вітамін В2	3,7 мг.
Залізо	28,5 мг
Магній	195,0 мг.
Натрій	1048,0 мг.
Мідь	6,1 мг.
Марганець	1,9 мг.

Формування цілей статті.

Метою роботи є обґрунтування доцільності використання водоростей спіруліна для збагачення поживної цінності хлібобулочних виробів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Досліджувані зразки готували за традиційною технологією, опарним методом. Технологічну схему виробництва булочок зі спіруліною представлено на рис. 1., підсистемний аналіз – таблиця 2

Підсистемний аналіз виробництва булочок з порошком водоростей спіруліна Таблиця 2

Підсистема	Характеристика
А	Отримання готового продукту з заданими органолептичними показниками.
В	Послідовне здійснення операцій для отримання напівфабрикату.
С	Послідовне здійснення операцій для отримання тістової заготовки.
Д	Послідовне здійснення операцій для отримання опари.
Е	Отримання підготовленої сировини.

Для збагачення поживної цінності булочок, ми додали порошок водоростей спіруліни до пшеничного борошна у кількості від 2 до 3% з кроком варіювання 0,5 %. За контроль прийнято булочки пшеничні без добавок.

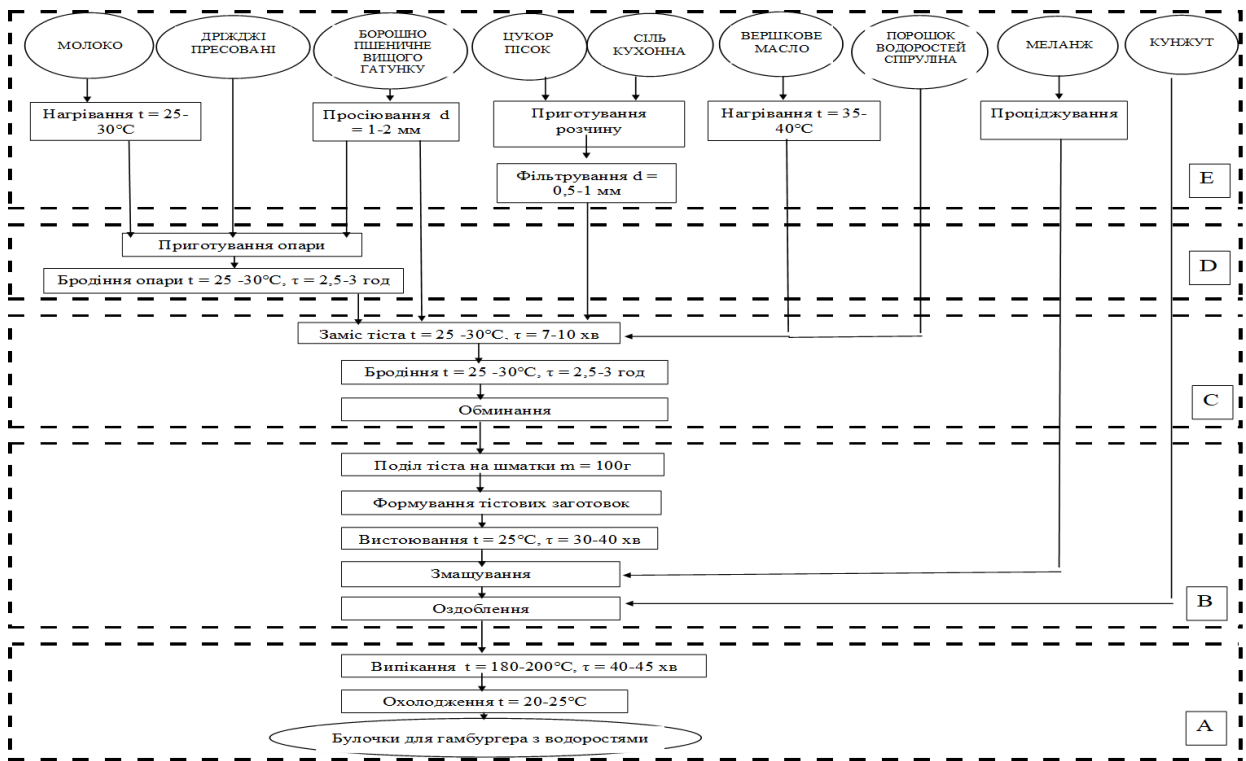


Рис. 1. Технологічна схема виробництва булочок з порошком водоростей спіруліна.

Для оцінювання органолептичних показників якості дослідних зразків булочок використали загальноприйняті методики та нормативні документи (ДСТУ 7044:2009 [8], ДСТУ-П 8536:2015 [9]). Результати органолептичної оцінки представлено у вигляді профіллограми на рис. 2.



Рис. 2. Результати органолептичної оцінки готового продукту.

У зразку 1 слабо відчувається присмак та запах водоростей спіруліна, колір булочок – блідо-зелений. Зразки 2 і 3 отримали майже ідентичні результати – присутній смак та запах водоростей спіруліна, колір – насичено-зелений. Консистенція у всіх зразках

ідентична. Таким чином, булочки збагачені порошком водоростей спіруліна мали гарні споживчі характеристики.

З фізико-хімічних показників для дослідження нами вибрано масову частку вологи та загальну кислотність, оскільки саме ці показники мають найбільший вплив на здатність хлібобулочних виробів до зберігання. Результати аналізу представлені в таблиці 3.

Фізико-хімічні показники булочок

Таблиця 3

Назва показника	Норма	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Масова частка вологи, % не більше	30,0-39,0	33,05	34,57	33,41	33,3
Загальна кислотність, градуси	3,0	2,2	2,5	2	2,2

Показники, визначені в усіх досліджених зразках, знаходяться в межах норми, що дає змогу використовувати цю технологію в промислових умовах.

Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень. Таким чином, розроблені зразки булочок пшеничних з додаванням порошку водоростей спіруліна отримали позитивні харчові, сенсорні та фізико-хімічні результати досліджень. Досягнуті додаванням спіруліни до хліба результати, відкривають перспективні можливості для переформулювання інших хлібобулочних виробів. Тому спіруліна є перспективним інгредієнтом для удосконалення технології хлібобулочних виробів. У подальших дослідженнях планується детально дослідити хімічний склад та харчову цінність водоростей спіруліна.

Список літератури:

1. Демографічна та соціальна статистика. Споживання продуктів харчування в домогосподарствах у 2020 р. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення 13.04.2022 р.)
2. Склад споживчого кошика в Україні. URL: <https://maanimo.com/ua/indexes-/142767-skladspozhivchogo-koshika-v-ukrayini> (дата звернення 13.04.2022 р.)
3. Сафонова, О. М. Наукове обґрунтування та розроблення технологій борошняних кондитерських і хлібопекарських продуктів з використанням нетрадиційної борошняної сировини : дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01/ О. М. Сафонова ; НУХТ. – К., 2007. – 335 с.
4. M.S. Selmo, M.M. Salas-Mellado, Technological quality of bread from rice flour with Spirulina. *International Food Research Journal* (2014) 21(4): 1523- 1528.
5. Belay A. The potential application of Spirulina (Arthrospira) as a nutritional and therapeutic supplement in Health management. *Journal of the American Nutraceutical Association*. 2002;5:27–48.

6. B.C. Bolanho, M. Buranelo Egea, A.L. Morocho Jácome, I. Campos, J.C., Monteiro De Carvalho, E.D. Godoy Danesi, Antioxidant and nutritional potential of cookies enriched with *Spirulina platensis* and sources of fibre, *Journal of Food and Nutrition Research* (2014) Vol. 53, No. 2, pp. 171–179.
7. Burcu Ak.et.al. Int. Nutritional and Physicochemical Characteristics of Bread Enriched with Microalgae *Spirulina platensis* *Journal of Engineering Research and Application* ISSN : 2248-9622, Vol. 6, Issue 12, (Part -4) December 2016, pp.30-38
8. Вироби хлібобулочні правила приймання, методи відбирання проб, методи визначання органолептичних показників і маси виробів : ДСТУ 7044:2009. URL: https://dnaop.com/html/33865/doc%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_7044_2009
9. (дата звернення 13.04.2022 р.).
9. Вироби хлібобулочні. Органолептичне оцінювання показників якості : ДСТУ-П 8536:2015. http://document.ua/virobi-hlibobulochni_-organoleptichne-ocinyuvannja-pokaznikistd31282.html (дата звернення 13.04.2022 р.).
10. R. Henrikson, *Spirulina World Food*, Printed in the United States of America. Published by Ronore Enterprises, Inc. July 2021

References:

1. Demografichna ta sotsialna statystyka. Spozhyvannia produktiv kharchuvannia v domohospodarstvakh u 2020 r. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (data zvernennia 13.04.2022 r.)
2. Sklad spozhyvchoho koshyka v Ukraini URL: <https://maanimocom/ua/indexes-/142767-skladspozhivchogo-koshika-v-ukrayini> (data zvernennia 13.04.2022 r.)
3. Safonova, O. M. Naukove obgruntuvannia ta rozroblennia tekhnolohii boroshnianskykh kondyterskykh i khlibopekarskykh produktiv z vykorystanniam netradytsiinoi boroshniansoi syrovyny : dys. ... d-ra tekhn. nauk: 05.18.01/ O. M. Safonova ; NUKhT. – K., 2007. – 335 s.
4. M.S. Selmo, M.M. Salas-Mellado, Technological quality of bread from rice flour with *Spirulina*. *International Food Research Journal* (2014) 21(4): 1523- 1528.
5. Belay A. The potential application of *Spirulina* (*Arthrospira*) as a nutritional and therapeutic supplement in Health management. *Journal of the American Nutraceutical Association*. 2002;5:27–48.
6. B.C. Bolanho, M. Buranelo Egea, A.L. Morocho Jácome, I. Campos, J.C., Monteiro De Carvalho, E.D. Godoy Danesi, Antioxidant and nutritional potential of cookies enriched with *Spirulina platensis* and sources of fibre, *Journal of Food and Nutrition Research* (2014) Vol. 53, No. 2, pp. 171–179.

7. Burcu Ak.et.al. Int. Nutritional and Physicochemical Characteristics of Bread Enriched with Microalgae *Spirulina platensis* Journal of Engineering Research and Application ISSN : 2248-9622, Vol. 6, Issue 12, (Part -4) December 2016, pp.30-38
8. Vyroby khlibobulochni pravyla pryimannia, metody vidbyrannia prob, metody vyznachannia orhanoleptychnykh pokaznykiv i masy vyrobiv : DSTU 7044:2009. URL:https://dnaop.com/html/33865/doc%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_7044_2009. (data zvernennia 13.04.2022 r.)
9. Vyroby khlibobulochni. Orhanoleptychne otsiniuvannia pokaznykiv yakosti : DSTU-P8536:2015.http://document.ua/virobi-hlibobulochni_-organoleptichne-ocinyuvannja-pokaznikstd31282.html (data zvernennia 13.04.2022 r.)
10. R. Henrikson, *Spirulina World Food*, Printed in the United States of America. Published by Ronore Enterprises, Inc. July 2021

O.Koshel, A. Kasianova

Sumy national agrarian university

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF SPIRULINA ALGAE POWDER IN THE PRODUCTION OF BAKERY PRODUCTS

Summary

A complete balanced diet is the basis of a person's normal life, the key to his health and longevity. Unfortunately, due to low material security, a large part of the world's population is unable to provide adequate nutrition. Inadequate nutrition reduces immunity and resistance to adverse environmental factors, impaired metabolism in the body, which ultimately leads to the development of various diseases. The most effective and cost-effective way to improve the supply of micronutrients is to further enrich food for mass consumption.

Traditionally, the leading position in the diet of the main groups of the population is occupied by bakery products that have high energy value, but are low in vitamins, dietary fiber, essential amino acids and minerals. Given the national traditions, socio-economic situation in the country, consumer characteristics, bread is one of the most promising for enriching and improving the quality of daily diets and, accordingly, the health of the population. In this regard, it is the purposeful optimization of the chemical composition of bakery products that is an effective means of correcting the nutritional status of the population. Therefore, much attention is paid to the development of new recipes for bakery products using non-traditional vegetable raw materials rich in vitamins, macro-and micronutrients.

Spirulina is a planktonic cyanobacterium, a representative of the kingdom of unicellular microorganisms - prokaryotes, is something in between the bacterium and the plant, its cells do not have a nucleus, mitochondria, endoplasmic reticulum and other structural elements. Due to

this structure, proteins, vitamins and amino acids in it do not lose their properties even under the influence of high ambient temperatures. Spirulina has been used as food for many years. However, the widespread recognition of this plant came after numerous studies examining the effects of the chemical composition of spirulina algae on humans and animals. The plant began to be grown in open and closed artificial reservoirs in America, Europe and Asia. It is currently eaten in more than 40 countries.

Key words: *bakery products, spirulina algae, vitamins, minerals, chemical composition.*

О.Кошель, А. Касьянова

Сумской национальный аграрный университет

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКА ВОДОРОСТЕЙ СПИРУЛИНА
В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Аннотация

Полноценное сбалансированное питание – основа нормальной жизнедеятельности человека, залог его здоровья и долголетия. К сожалению из-за низкой материальной обеспеченности значительная часть населения мира не в состоянии обеспечить себе адекватное питание. При неадекватном питании снижается иммунитет и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, нарушается обмен веществ в организме, что в итоге приводит к развитию различных заболеваний. Наиболее эффективным и экономически доступным путем улучшения обеспеченности населения микронутриентами есть дополнительное обогащение ими продуктов питания массового потребления.

Традиционно лидирующее положение в рационе питания основных групп населения занимают хлебобулочные изделия, обладающие высокой энергетической ценностью, однако отличаются низким содержанием витаминов, пищевых волокон, незаменимых аминокислот, минеральных веществ. Учитывая национальные традиции, социально-экономическую ситуацию в стране, потребительские характеристики, хлеб является одним из наиболее перспективных для обогащения и улучшения качества дневных рационов питания и соответственно здоровья населения. В этой связи именно целенаправленная оптимизация химического состава хлебобулочных изделий является действенным средством коррекции пищевого статуса населения. Поэтому большое внимание уделяется разработке новых рецептур хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья, богатого витаминами, макро- и микроэлементами.

Спирулина – это планктонная цианобактерия, представитель царства одноклеточных микроорганизмов – прокариот, является чем-то средним, между бактерией и растением, ее

клетки не имеют ядра, митохондрии, эндоплазматической сетки и других структурных элементов. Благодаря такому строению белки, витамины и аминокислоты в нем не теряют свойств даже под влиянием высоких температур окружающей среды. Спирулин использовали как пищу на протяжении многих лет. Однако широкое признание этого растения наступило после проведения многочисленных исследований, посвященных изучению влияния химического состава водорослей спирулина на организм человека и животных. Растение стали выращивать в открытых и закрытых искусственных водоемах в Америке, Европе и Азии. В настоящее время его употребляют в пищу более чем в 40 странах мира.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, водоросли спирулины, витамины, минеральные вещества, химический состав.