

# ТЕХНОЛОГІЯ ХАРЧОВОЇ ТА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 612.292:667.54

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.1/36>**Єфімова В.Г.**

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БІОЛОГІЧНО АКТИВНОЇ ДОБАВКИ З НАСІННЯ САФЛОРУ

*В дослідженні показано, що покращити харчування населення можливо шляхом розширення асортименту продуктів повсякденного вживання, за рахунок введення до складу біологічно активних добавок.*

*Дані роботи показують, що у рамках імпортозаміщення особливу увагу слід приділяти отриманню та використанню у виробництві продуктів харчування компонентів з регіональної сировини. В якості такого компонента в дослідженні було обрано продукти переробки насіння сафлору, що має унікальний хімічний склад, а саме містить велику кількість поліненасичених жирних кислот.*

*Показано, що на першому етапі дослідження біологічно активної добавки з меленого насіння сафлору було визначено органолептичні та фізико-хімічні властивості біологічно активних речовин, що входять до її складу.*

*В роботі відпрацьовано схему виготовлення біологічно активної добавки, а також визначено її органолептичні показники згідно ДСТУ 8840:2019.*

*Згідно ДСТУ ISO 10565:2003 одночасно було визначено масова частка вологи та вміст олії.*

*Показано, що для визначення перекисного та кислотного числа згідно ДСТУ 4350:2004 та ДСТУ 4570:2006 було проведене виділення масла з біологічно активної добавки насіння сафлору.*

*Визначено розмір частинок біологічно активної добавки, а також встановлено склад харчових та біологічно активних речовин, що містяться у біологічно активній добавці згідно ДСТУ 7491:2013.*

*Методом спектроскопії визначено вміст азоту та сирого протеїну у біологічно активній добавці ДСТУ 7169:2010.*

*З використанням метода газорідинної хроматографії було визначено жирно-кислотний склад біологічно активної добавки.*

*З використанням хроматографічних методів проведено аналіз амінокислотного складу білка біологічно активної добавки з насіння сафлору.*

*Визначено біологічну цінність біологічно активної добавки шляхом розрахунку амінокислотного скору.*

*Проведені дослідження показали, що біологічно активна добавка, яка була досліджена має високу харчову цінність, містить високий відсоток жиру білка та цілого ряду мікро- та макроелементів, які є незамінними елементами здорового харчування.*

*Розрахунок амінокислотного скору показав сумарну долю незамінних амінокислот у білку біологічно активної добавки, а також дозволив визначити лімітуючу амінокислоту.*

*Отже, в результаті виконаного комплексу науково-дослідних робіт експериментально обґрунтовано вибір біологічно активної добавки з меленого насіння сафлору, яку можна буде використовувати у хлібопекарному виробництві.*

**Ключові слова:** біологічно активна добавка, насіння сафлору, кислотне число, перекисне число, амінокислотний скор, нутрієнтний склад, незамінні амінокислоти.

### Постановка проблеми в загальному вигляді.

Відомо, що однією з причин зростання кількості хронічних захворювань населення працездатного віку, є незбалансоване харчування за нутрієнтним складом. Поліпшення харчування населення можливе шляхом розширення асортименту збагачених продуктів повсякденного споживання, до яких

у нашій країні, безсумнівно, належить хліб. Маючи традиційно звичний смак і аромат, енергетичну і харчову цінність, хліб корисний практично всім категоріям населення незалежно від віку, фізичної активності, особливостей життєдіяльності.

При цьому особливу увагу слід приділяти отриманню та використанню при виробництві

продуктів харчування компонентів з регіональної сировини, одними з яких можуть бути продукти переробки насіння сафлору, що має унікальний хімічний склад.

Таким чином, актуальними є дослідження в галузі розробки технології отримання біологічно активної добавки з насіння сафлору, що дозволяють отримувати на основі раціонального використання рослинної сировини продуктів, які сприяють покращенню структури харчування населення.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідження [1] показують, що квітки та насіння сафлору використовуються у світовій фармацевтичній практиці. Зокрема, за кордоном застосовується настій, настоянка, відвар квіток, олія насіння та суха сировина сафлору. У фармацевтичній промисловості України сафлору використовують

лише як компонент для виробництва біологічних активних добавок (БАД) [2].

В роботах [3, 4] наведено технологічні розробки існуючих функціональних продуктів харчування, зокрема, хлібобулочні вироби з харчовими інгредієнтами у дозах від 3% до 20-30% до загальної маси борошна – висівками, різними зерновими продуктами, соєвим борошном та інш; з мікронутрієнтами – вітамінами, мінеральними та іншими речовинами. Показано, що на сьогоднішній час асортимент таких продуктів невеликий, і є необхідність розширення асортименту продуктів харчування з рослинними біокоректорами, що, у свою чергу, буде сприяти розширенню сегмента здорових продуктів Українського ринку, і буде ще одним із шляхів раціональної переробки нетрадиційної рослинної сировини. В роботах [5, 6] зазначено, що останніми роками в раціонах харчування знизився вміст життєво важливих харчових речовин.

Відповідно до положення теорії адекватного харчування, поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) є функціональними інгредієнтами їжі,

що грають важливу роль у будові клітин, зменшенні рівня холестерину в крові та профілактиці формування атеросклерозу нестача ПНЖК у продуктах харчування, що відзначається сьогодні у всіх розвинених країнах світу, викликало бурхливе зростання робіт зі створення продуктів харчування із підвищеним вмістом ПНЖК.

При створенні таких продуктів необхідно враховувати комплексну оцінку ефективності ПНЖК, що передбачає аналіз хімічної структури та властивостей добавок із вмістом ПНЖК, на підставі яких прогнозується їх можливий вплив на реоло-

гічні, структурномеханічні властивості та фізіологічні ефекти, зумовлені споживанням харчового продукту, що містить ПНЖК.

**Формування цілей статті.** Метою роботи є теоретично обґрунтувати та підтвердити доцільність використання помеленого насіння сафлору у якості біологічно активної добавки, а саме дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників, складу харчових та біологічно активних речовин, що входять до її складу з використанням сучасних фізико-хімічних та органолептичних досліджень.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Серед місцевих ресурсів нетрадиційної рослинної сировини для хлібобулочних виробів можна виділити сафлор. Сафлор (сафлор фарбувальний, американський шафран, дикий шафран (лат. *Carthamus tinctorius* L.) – однорічна рослина з сімейства Айстрових (Asteraceae).

Сафлор фарбувальний широко застосовується у виробництві харчової олії, яку одержують з насіння цієї рослини.

Воно містить тригліцериди двічі ненасиченої лінолевої кислоти (70%) і тричі ненасиченої ліноленової кислоти (10%), причому з порівняно високим вмістом вітаміну Е. У сафлорі містяться пігменти (картамін), лігнани, полісахариди, ефірні олії, жирні олії (арахідонова кислота, лінолева кислота, ліноленова кислота, пальмітинова кислота, стеаринова кислота). Завдяки високому вмісту ПНЖК та невибагливості в обробці сафлор значно вирає серед інших олійних культур.

Нестача лінолевої кислоти у продуктах харчування або порушення метаболізму лінолевої кислоти іноді є причиною деяких захворювань.

Лінолева кислота зміцнює структуру клітинних мембран, при внутрішньому застосуванні сприяє зниженню рівня холестерину. Крім цього, лінолева кислота, що входить до складу олії сафлору володіє здатністю до регулювання метаболізму ліпідів, зниження маси тіла та жирових відкладень.

Все вищезазначене дає можливість застосування сафлору у якості нетрадиційної рослинної добавки для виробництва хлібобулочних виробів для тих, хто має надмірну масу тіла.

В цьому дослідженні для отримання біологічно активної добавки насіння сафлору було промите, висушене гарячим повітрям до остаточної вологості 10%, а потім помелене до розміру частинок не більше 0,4 мм.

Визначення органолептичних показників біологічно активної добавки здійснювали за стан-

дартною методикою згідно ДСТУ 8840:2019 Насіння олійних культур. Методи визначення кольору та запаху.

Органолептичні показники біологічно активної добавки з меленого насіння сафлору наведено у Таблиці 1.

Масову частку вологи та вмісту олії в біологічно активній добавці з насіння сафлору визначали за ДСТУ ISO 10565:2003. Насіння олійних культур. Одночасне визначення вмісту олії та вологи.

Масову частку вологи та вмісту олії в біологічно активній добавці з насіння сафлору визначали за ДСТУ ISO 10565:2003. Насіння олійних культур. Одночасне визначення вмісту олії та вологи.

Далі було проведено виділення масла з біологічно активної добавки для визначення перекисного та кислотного числа здійснювали методом настоювання в етиловому ефірі.

Таблиця 1

### Органолептичні показники біологічно активної добавки

Найменування показника	Характеристика показника	Вимоги ДСТУ 8840:2019
Зовнішній вигляд	Подрібнений сипкий продукт без сторонніх та великих включень	Подрібнений сипкий продукт без сторонніх та великих включень
Колір	Сірий з коричневим відтінком	Сірий з коричневим відтінком
Запах	Властивий запах сафлору. Без стороннього запаху	Властивий запах сафлору. Без стороннього запаху

Кислотне число олії, яка була виділена з біологічно активної добавки визначали згідно з ДСТУ 4350:2004. «Олії. Методи визначення кислотного числа», а перекисне число за ДСТУ 4570:2006 «Жири рослинні та олії. Методи визначення».

Розмір частинок визначали шляхом просіювання через сито лабораторне з діаметром отворів 355 мкм.

Склад харчових та біологічно активних речовин, що містяться у біологічно активній добавці визначали за загальноприйнятими методиками:

ДСТУ 7491:2013 Насіння олійне, макухи та шроту. Визначання вологи, жиру, протеїну та клітковини методом спектроскопії в ближній інфрачервоній зоні; ДСТУ 7169:2010 Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначення вмісту азоту і сирого протеїну. Жирно-кислотний

склад біологічно активної добавки з насіння сафлору та метилові ефіри насичених жирних кислот визначали методом газорідинної хроматографії на газорідинному хроматографі GC-2010 Shimadzu (Німеччина) з полум'яно-іонізаційним детектором.

Аналіз амінокислотного складу білка біологічно активної добавки з насіння сафлору проводили на хроматографі Dionex Ultimate 3000 Thermo Scientific (США).

Біологічну цінність визначали шляхом розрахунку амінокислотного скору. Амінокислотний скор визначали як відсоткове співвідношення вмісту незамінної амінокислоти в білку продукту до її вмісту в «ідеальному білку» за формулою:

$$A = \frac{X_1}{X_2} \cdot 100\%, \quad (1)$$

$X_1$  – масова частка незамінної амінокислоти у продукту, що досліджується, мг на 1 г білка;  $X_2$  – масова частка незамінної амінокислоти в «еталонному білку», мг на 1 г білка. Еталонний білок — це теоретичний білок, ідеально збалансований за амінокислотним складом. Відповідно, СКОР усіх амінокислот в еталонному білку дорівнює 100%.

У таблиці 2 наведені фізико-хімічні показники біологічно активної добавки з насіння сафлору.

Таблиця 2

### Фізико-хімічні показники біологічно-активної добавки з насіння сафлору

Найменування показник	Значення показника	Норма
Масова доля вологи, %	7,9	не більше 10
Масова доля масла, %	35,2	35,0-37,0
Кислотне число масла, що виділяється з біологічно активної добавки, мг КОН/г	1,7	не більше 4
Перекисне число масла, що виділяється з біологічно активної добавки, ммоль активного кисню/кг	4,5	не більше 10
Розмір частинок, мм	менше 0,37	не більше 0,37

Отже, дані, що наведені у Таблицях 1 та 2 свідчать, що біологічно активна добавка, що досліджується за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідає вимогам ДСТУ-Н CODEX STAN 192:2014 «Харчові добавки. Номенклатура та загальні вимоги».

У Таблиці 3 наведено склад харчових та біологічно активних речовин, що містяться у біологічно активній добавці з насіння сафлору.

Таблиця 3

## Склад харчових та біологічно активних речовин, що містяться у харчовій добавці з насіння сафлору

Найменування харчової та біологічно активної речовини	Вміст харчової та біологічно активної речовини у 100 гр біологічно активної добавки
Жири, г	35,2
Білки, г	16,2
Моно- та дисахариди, г	1,2
Харчові волокна, г	33,0
Мінеральні речовини, г	6,5
Макроелементи, мг:	
Калій	687,3
Кальцій	78,2
Магній	353,3
Фосфор	644,2
Мікроелементи:	
Залізо, мг	4,9
Вітаміни, мг:	
B <sub>1</sub>	1,16
B <sub>2</sub>	0,42
B <sub>5</sub>	4,04
PP	2,28
E	1,23
Енергетична цінність, ккал	454,4

З даних таблиці 3 випливає, що біологічно активна добавка з насіння сафлору характеризується підвищеною харчовою цінністю, відрізняється високим вмістом жиру (у середньому 35,2%), білка (в середньому 16,2%) та цілого ряду мікро- та макронутриєнтів. Макро та мікроелементи, а також вітаміни, що містяться у харчовій добавці з мelenого насіння сафлору, – незамінні елементи здорового харчування.

Жирно – кислотний склад ліпідів, що міститься у харчовій добавці з мelenого насіння сафлору наведено у Таблиці 4.

Результати досліджень амінокислотного складу і розрахунку амінокислотного скору білка наведено у Таблиці 5.

Дані таблиці 5 свідчать, що сумарна доля незамінних амінокислот у білку біологічно активної добавки з насіння сафлору становить 31% від маси білка, що обумовлює його високу біологічну цінність (74,4%). Розрахунок амінокислотного скору у білковій біологічно активній добавці свідчить про те, що лімітуючою амінокислотою є триптофан. Дані наведені в Таблиці 6.

Таблиця 4

## Жирно-кислотний склад ліпідів, що міститься у харчовій добавці з мelenого насіння сафлору

Найменування жирної кислоти	Вміст жирної кислоти, % від загальної суми жирних кислот
Насичені:	8,9
пальмітинова кислота C16:0	6,4
стеаринова кислота C18:0	2,3
бегенова кислота C22:0	0,2
Мононенасичені:	9,8
олеїнова кислота C18:1 (ω-9)	9,0
елаїдинова кислота C18:1 (ω-9)	0,8
Поліненасичені:	81,3
лінолева кислота C18:2 (ω-6)	48,4
руменова кислота C18:2	29,4
арахідонова кислота C20:4 (ω-6)	1,8
докозагексогенова кислота C22:6 (ω-6)	1,7

Таблиця 5

## Амінокислотний склад та амінокислотний скор білка біологічно активної добавки мelenого насіння сафлору

Найменування амінокислоти	Вміст амінокислоти, мг на 1 г білку/ амінокислотний скор відносно еталонного білка, %
Валін	54,2/90,4
Лейцин	57,8/81,9
Ізолейцин	29,4/73,5
Лізін	34,2/62,2
Метіонін + Цистин	38,9/111,1
Треонін	35,8/89,5
Триптофан	1,1/1,1
Фенілаланін+тирозин	63,7/106,2
Сума незмінних амінокислот, мг	305,6
Біологічна цінність білка, %	74,4

Таблиця 6

## Амінокислотний скор білків біологічно активної добавки

Найменування амінокислоти	Вміст амінокислоти, мг на 1 г білку
Валін	90
Лейцин	82
Ізолейцин	73
Лізін	62
Метіонін + Цистин	110
Треонін	90
Триптофан	1
Фенілаланін+тирозин	108

Отже аналіз даних хімічного складу біологічно активної добавки з меленого насіння сафлору показав, що її можна використовувати при виробництві хліба.

**Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень.** В результаті проведених досліджень визначено органолептичні

та фізико-хімічні показники біологічно активної добавки з меленого насіння сафлору.

Таким чином було показано можливість застосування біологічно активної добавки у рецептурах хліба з метою покращення якості та підвищення харчової цінності за рахунок зростання у готових виробів вмісту білка, харчових волокон та поліненасичених жирних кислот.

#### Список літератури:

1. Middeke J., Vivanti A. Predictors of nutrition care process knowledge and use among dietitians internationally. *Journal of human nutrition and dietetics*. 2022. Vol 35 (3). P. 466–478.
2. Alobo A.P. Effect of grewia venusta fresen mucilage on the proximate composition, physical and sensory properties of bread produced from wheat and cassava composite flours. *International Journal of Food Studies*. 2021. Vol. 6. P. 192–200.
3. Bergman J.W. Registration of ‘Nutrasaff’ safflower. *Journal of Plant Registration*. 2017. Vol. 2(1). P. 1639–1640.
4. Golkar P. Inheritance of flower color and spinelessness in safflower. *Journal of Genetics*. 2020. Vol. 2 (89). P. 259–262.
5. He J. New polyacetylene glucosides from the florets of *Carthamus tinctorius* and their weak anti-inflammatory activities. *Carbohydr Res*. 2018. Vol 13. P. 1903–1908.
6. Jabeen N. The activity of antioxidant enzymes in response to salt stress in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedlings raised from seed treated with chitosan. *J. Sci. Food Agric.* – 2019. Vol. 7. P. 1699–1705.

#### Yefimova V.G. STUDY OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF A SAFFLOWER BIOLOGICALLY ACTIVE SUPPLEMENT

*In the following, it is shown that it is possible to improve the eating habits of the population by expanding the range of products of everyday living, for the sake of introducing biologically active additives to the warehouse.*

*These works show that, within the framework of import substitution, special respect should be given to the selection of products from the regional raw. In the capacity of such a component, the product of the processing of safflower, which has a unique chemical warehouse, and itself avenges a large number of polyunsaturated fatty acids, was taken into consideration.*

*It is shown that at the first stage of adding biologically active additives from ground safflower, the organoleptic and physical and chemical powers of biologically active speeches were determined, which can be included up to the warehouse.*

*In the work, a scheme for the preparation of a biologically active additive was developed, as well as organoleptic indications.*

*The mass part of water and oil together was assigned at the same time.*

*It is shown that for the determination of peroxide and acid number oil was studied with a biologically active additive based on safflower.*

*By the method of spectroscopy, it was determined instead of nitrogen and crude protein in the biologically active additive. It is shown that the fatty acid warehouse of the biologically active additive was determined by gas chromatography.*

*Using various chromatographic methods, an analysis of the amino acid composition of the protein of a biologically active additive from safflower was carried out.*

*A study was carried out to confirm that a biologically active additive, that it can be a high food value, to avenge a high amount of fat protein and a whole series of micro- and macronutrients, as essential elements of healthy eating.*

*Investigation of the amino acid score by showing the total proportion of non-amino acids in the protein of biologically active additives, as well as allowing the use of a limiting amino acid.*

**Key words:** *biologically active additive containing safflower, acid number, peroxide number, amino acid score, nutrient warehouse, essential amino acids.*