

**Буняк Елена Васильевна**, асп., Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65000. Тел.: 0979974483; e-mail: bunyak.e.v@gmail.com.

**Bunyak Elena**, post-graduate student, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatnaya, st. 112, Odessa, Ukraine, 65000. Tel.: 0979974483; e-mail: bunyak.e.v@gmail.com.

**Валевська Людмила Олександрівна**, доц., кафедра технології зберігання зерна, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65000. Тел.: 0676828516; e-mail: ludmila\_valev@ukr.net.

**Валевская Людмила Александровна**, доц., кафедра технологии хранения зерна, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65000. Тел.: 0676828516; e-mail: ludmila\_valev@ukr.net.

**Valevskaya Liudmyla**, Associate Professor of Grain Storage Technology Department, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna, st. 112, Odessa, Ukraine, 65000. Tel.: 0676828516; e-mail: ludmila\_valev@ukr.net.

**Соц Сергій Михайлович**, канд. техн. наук, доц., декан факультету ТЗіЗБ, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65000. Тел.: 0487124128; e-mail: dekanat.zerno@gmail.com.

**Соц Сергей Михайлович**, канд. техн. наук, доц., декан факультета ТЗиЗБ, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65000. Тел.: 0487124128; e-mail: dekanat.zerno@gmail.com.

**Sots Serhiy**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Physics and Technology, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna, st. 112, Odessa, Ukraine, 65000. Tel.: 0487124128; e-mail: dekanat.zerno@gmail.com.

DOI: 10.5281/zenodo.2396108

УДК 635.24:577.152.3:579.864:543.241.5

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФЕРМЕНТАЦІЇ БУЛЬБ ТОПНАМБУРА

**І.Р. Біленька, Н.А. Лазаренко, О.В. Золовська**

*Викладено результати наукових досліджень щодо перебігу процесу ферментації бульб топнамбура. Для ферментативної обробки бульб вибрано*

---

© Біленька І.Р., Лазаренко Н.А., Золовська О.В., 2018

молочнокислі бактерії *Lactobacillus plantarum* штаму АН 11/16. Установлено, що процес відбувається в три етапи. Критерієм завершення ферментації було досягнення загальної кислотності напівфабрикату 0,8–0,9% (у перерахунок на молочну кислоту). Визначено параметри проведення ферментативної обробки: температура – 20 °С, тривалість – 10 діб, кількість закваски – 1% (від маси підготовленої сировини).

**Ключові слова:** топинамбур, ферментація, закваска, титрована кислотність.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАЦИИ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА

**И.Р. Беленькая, Н.А. Лазаренко, Е.В. Золовская**

*Изложены результаты научных исследований прохождения ферментации клубней топинамбура. Для ферментации клубней выбраны молочнокислые бактерии *Lactobacillus plantarum* штамма АН 11/16. Установлено, что ферментация происходит в три этапа. Критерием завершения ферментативной обработки было достижение общей кислотности 0,8–0,9% (в пересчете на молочную кислоту). Определены параметры проведения ферментации: температура – 20 °С, продолжительность – 10 суток, количество закваски – 1% (от подготовленного сырья).*

**Ключевые слова:** топинамбур, ферментация, закваска, титруемая кислотность.

## INVESTIGATION OF THE FERMENTATION PROCESS OF JERUSALEM ARTICHOKE TUBERS

**I. Bilenka, N. Lazarenko, O. Zolovska**

*Analysis of the existing range of products and technologies of fermented products led to the conclusion that there is a reasonable use of Jerusalem artichoke tubers as raw materials to produce this group of foods.*

*The process of Jerusalem artichoke tubers' fermentation is investigated. It is found that fermentation took place in three stages. The exudation of cell sap and intensive development of lactic acid bacteria were observed during the first phase. The second stage of fermentation was characterized by the accumulation of lactic acid. The third stage is characterized by a change in organoleptic qualities and physicochemical characteristics of the product. The criterion of the fermentation completion was achieving of total acidity 0,8–0,9% (calculated as lactic acid).*

*Fermentation provides the opportunity to get a product with original flavoring properties. It was important to explore the stages of the process. Identify factors that affect product quality. After 8 days of fermentation there is a slowdown in the accumulation of acidic components, which is explained by the reduction of*

*nutrients for microorganisms in the culture medium. In order to determine the optimal mode of fermentation of Jerusalem artichoke tubers, the effect of temperature and amount of fermentation on the duration of the process was investigated.*

*The fermentation temperature also affects the transparency of the juice from the fermented Jerusalem artichoke. At higher temperatures, we get juice with pronounced turbidity. The degree of transparency of juice was determined using a photoelectrocolorimeter based on the light transmission coefficient.*

*The fermentation parameters were determined: temperature – 20 °C, time – 10 days, the amount of yeast – 1% (prepared from raw materials). Lactic acid bacteria *Lactobacillus plantarum* strain AN 11/16 were selected for fermentation of tubers.*

**Keywords:** *Jerusalem artichoke, fermentation, ferment, total acidity.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** На сьогодні харчова промисловість України майже не виробляє ферментованої продукції тривалого зберігання, за винятком обмеженого асортименту квашених овочів та фруктів. Завдяки добрим смаковим, дієтичним і оздоровчим властивостям ферментовані продукти користуються підвищеним попитом у населення.

Завдяки унікальному хімічному складу цього овоча вживання бульб топінамбура позитивно впливає на організм людини, має оздоровлювальний ефект. Він майже не накопичує нітратів, важких металів і радіонуклідів, містить клітковину, пектин, органічні кислоти, білки, незамінні амінокислоти та вітаміни. Крім того, топінамбур є перспективною сировиною для харчової промисловості, оскільки продукцію на його основі можна виробляти в осінньо-зимовий період, що дозволяє відмінити сезонність роботи більшості підприємств. Тому дослідження, спрямовані на створення нових ферментованих продуктів харчування на основі топінамбура з пре- та пробіотичними властивостями, викликають сьогодні теоретичний і практичний інтерес.

Для виробництва ферментованих продуктів як основний компонент використовували бульби топінамбура, тому дослідження є актуальними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні вітчизняна промисловість виробляє здебільшого квашену білокачанну капусту, солоні огірки та мочені яблука [1].

Ферментовані овочі містять багато смакових, поживних, ароматичних речовин, які необхідні для раціонального харчування, сприяють покращенню процесів травлення і більш повному засвоюванню нутрієнтів. Зміни хімічного складу первинної сировини спричинені складними біохімічними процесами, що відбуваються під впливом комплексу ферментів, які продукуються мікроорганізмами.

Залежно від умов ферментації, специфічність ферментів і активність їх дії на речовини, що містяться в сировині, можуть бути різними. У разі порушення анаеробних умов ферментації високу активність виявляють пектолітичні та амілолітичні ферменти, що спричиняють гідроліз пектинових речовин і мацерацію тканин [2; 3].

Існує технологія отримання традиційної італійської страви «Бровада», яка полягає у ферментації очищеної ріпи з виноградними вичавками з додаванням води та з додаванням або без солі [4].

У ході дослідження змін хімічного складу капустиного соку під час ферментації молочнокислими бактеріями штаму *L.acidophilus* КБСАП-1 ученими встановлено, що кількість макроелементів залишилася без змін, кількість мікроелемента заліза збільшилася, що пояснюється його переходом під час ферментації із зв'язаних форм у вільні. Унаслідок ферментації кількість нітратів зменшилася на 50–60% порівняно з початковою [5].

Досліджено вибір штамів молочнокислих бактерій для ферментації соку буряку з метою отримання продукту, який зможе регулювати кислотно-лужну рівновагу в організмі людини. Доведено, що найбільше зменшення рН спостерігалось для штаму *Lactobacillus curvatus* 2770 [6].

Л.В. Капрельянц і З.А. Бандарик розробили технологію ферментованих комбінованих продуктів на основі молочної сироватки та овочевих соків. Закваску молочнокислих бактерій вносили в кількості 3% від об'єму соку, використовуючи штам *Lactobacillus acidophilus* Ер 317/402, ферментацію проводили протягом 24 годин. Використовували соки з моркви, огірка, буряку та картоплі [7].

А.Т. Безусов і Л.П. Холодний [8] розробили технологію консервів із ферментованих томатів, які мають високі споживчі властивості. Їхня біологічна цінність визначається вмістом пектинових речовин, харчових волокон та вітаміну С. Технологія полягає в тому, що цілі томати піддають ферментації молочнокислими бактеріями штаму *Lactobacillus plantarum* АН 11/16 протягом 5–8 діб за температури 20...25 °С до накопичення в розсолі 0,9–1,4% молочної кислоти.

**Мета статті.** Метою наукових досліджень є вивчення процесу ферментації бульб топінамбура та встановлення оптимальних параметрів для досягнення кращої якості продукту.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження проводилися на кафедрі технології ресторанного й оздоровчого харчування Одеської національної академії харчових технологій.

Звертаючи увагу на те, що ферментація дає можливість отримати продукт з оригінальними смаковими властивостями, важливо було дослідити етапи перебігу процесу та визначити чинники, які впливають на якість продукту. Ферментацію бульб топінамбура проводили в три етапи. На першому етапі спостерігали виділення клітинного соку та інтенсивний розвиток молочнокислих бактерій. Другий етап бродіння характеризувався накопиченням молочної кислоти. На третьому етапі відбувалася зміна органолептичних і фізико-хімічних показників якості продукту. Ураховуючи, що молочнокислі бактерії поводяться як факультативні анаероби, а більшість небажаних мікроорганізмів є суворими аеробами, процес ферментації проводили без доступу кисню.

На розробку режиму ферментації впливають такі чинники: вид закваски та її кількість, наявність кисню, температура та тривалість процесу. Перед ферментацією бульби топінамбура мили, піддавали НВЧ-обробці (за розробленим режимом) та подрібнювали на шматки розміром 20–30 мм.

Приготування закваски розпочинали з підготовки поживного середовища, основою якого був відвар із топінамбура. Бульби подрібнювали та заливали водою у співвідношенні 1:4. Цю суміш проварювали до розм'якшення сировини, після чого фільтрували. Поживне середовище охолоджували до температури 30 °С та вносили чисту культуру молочнокислих бактерій у кількості 1%, витримували протягом 3 діб за температури 25...30 °С. Добраякісна закваска повинна бути каламутною та мати приємний кислуватий смак і запах. Підготовлену таким чином закваску додавали до подрібненого топінамбура, розподіляючи рівномірно між шарами сировини.

Для кожного виду мікроорганізмів існують найбільш сприятливі температурні режими, за яких вони найкраще розвиваються. Для молочнокислих бактерій оптимальна температура перебуває в межах 30...40 °С. Оптимальна температура для розвитку *L.plantarum* АН 11/16 становить 30 °С.

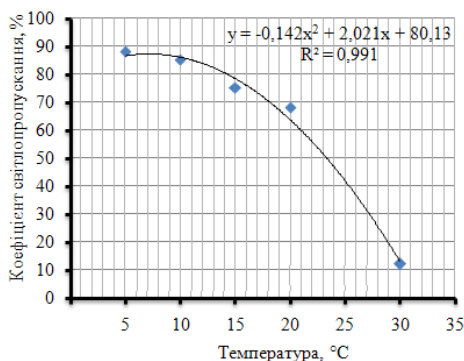
Результати дослідження щодо впливу температури на тривалість ферментації наведено на рис. 1. Ці результати свідчать, що залежно від можливостей виробництва можна корегувати швидкість процесу температурним фактором. Але потрібно враховувати, що в разі підвищення температури втрачається зовнішній вигляд продукту, він набуває більш кислого смаку та створюються умови для розвитку небажаної мікрофлори.

Виявлено, що температура ферментації впливає на прозорість ферментованого соку. За більш високої температури сік має більш

виражену каламутність. Ступінь прозорості соку визначали за допомогою фотоелектроколориметра за коефіцієнтом світлопропускання. Вплив температури ферментації на прозорість соку показано на рис. 2.



**Рис. 1. Вплив температури на тривалість ферментації напівфабрикату з топінамбура**



**Рис. 2. Вплив температури ферментації на прозорість соку**

Результати досліджень були використані для побудови лінії Тренда. Після побудови цієї лінії отримали рівняння залежності коефіцієнта світлопропускання від значень температури ферментації. Коефіцієнт кореляції в розрахунках становив 0,991.

Аналізуючи отримані результати і співставляючи їх з органолептичними показниками, виявлено, що за температур ферментації вище 20 °C сік був із вираженою каламутністю, а за температур нижче 20 °C відбувалася повільна ферментація. Так, за

15 °C молочнокислі бактерії майже припиняють свій розвиток. Тому було вирішено проводити ферментацію за температури (20±2) °C.

Залежність титрованої (у перерахунку на молочну кислоту) та активної кислотності від тривалості ферментації за температури 20 °C показана на рис. 3, 4.

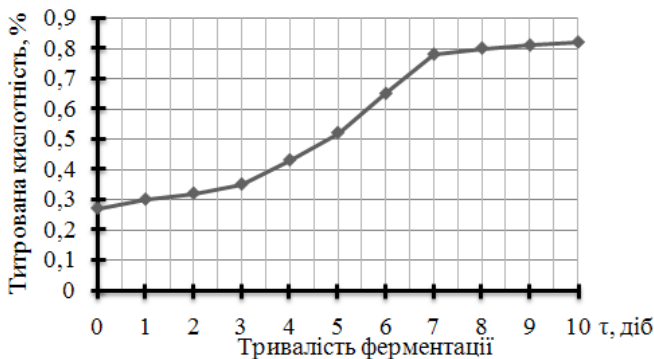


Рис. 3. Залежність титрованої кислотності від тривалості ферментації

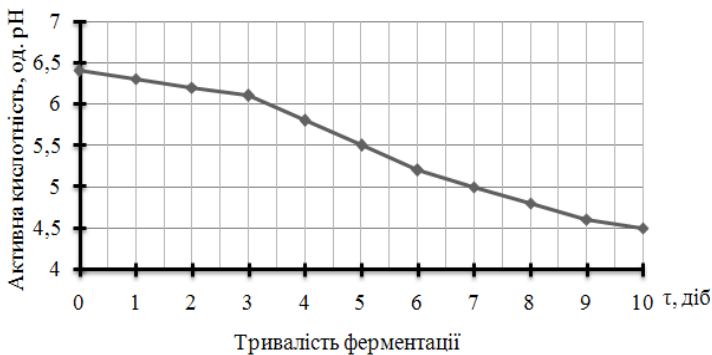


Рис. 4. Залежність активної кислотності від тривалості ферментації

На рис. 3 видно стрімке підвищення кислих складових у період із 3-ої по 8-му добу. Це пов'язано з високою активністю молочнокислих бактерій, що у свою чергу сприяє накопиченню молочної кислоти в продукті.

Після 8-ї доби ферментації накопичення кислих складових уповільнюється, що пояснюється зменшенням поживних речовин для мікроорганізмів у середовищі культивування.

Дані, наведені на рис. 4, свідчать про те, що активна кислотність, навпаки, стрімко зменшується з 3-ої по 8-му добу і на 10-ту добу ферментації продукту становить 4,5.

Із метою визначення оптимального режиму ферментації бульб топінамбура було досліджено вплив температури та кількості закваски на тривалість перебігу процесу. Результати досліджень подано в табл. 1.

Таблиця 1

**Вплив температури та кількості закваски на тривалість ферментації**

(n = 3, p ≥ 0,95)

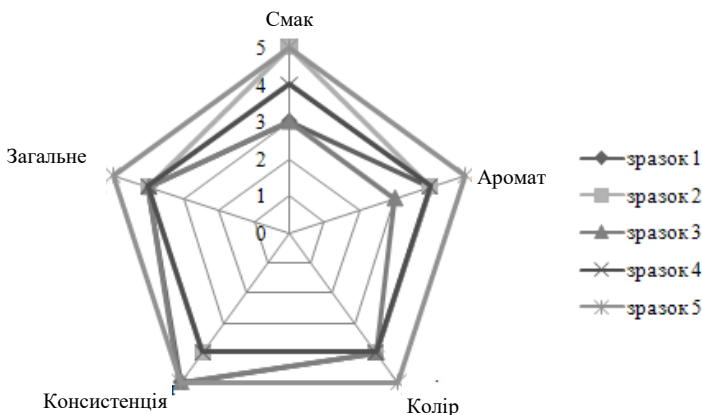
Номер зразка	Температура ферментації, °С	Кількість внесеної закваски, % (від маси підготовленої сировини)	Тривалість ферментації, діб
1	18	0,8	16
2	18	1,0	14
3	18	1,2	9
4	20	0,8	12
5	20	1,0	10

Для наведених у табл. 1 зразків був проведений органолептичний аналіз за такими показниками: смак, аромат, колір, консистенція, загальне враження. Для оцінювання показників використовували п'ятибальну систему. За результатами побудовано профілограму (рис. 5).

На рис. 5 показано, що за результатами органолептичного аналізу найкращим виявився зразок під номером 5 (для якого ферментацію проводили за температури 20 °С протягом 10 діб та вносили закваску в кількості 1%).

Проаналізувавши наведені в таблиці 1 дані та результати органолептичної оцінки (рис. 5), бачимо, що за температури ферментації 20 °С і кількості внесеної закваски 1% тривалість ферментації становить 10 діб. За температури ферментації 18 °С і кількості внесеної закваски 0,8% тривалість процесу зменшується до 6 діб, але з органолептичної точки зору ферментований топінамбур був кисліший та мав менш пружну консистенцію. Для всіх зразків ферментацію проводили до накопичення титрованих кислот у кількості 0,8–0,9% (у перерахунку на молочну кислоту).





**Рис. 5. Органолептична оцінка ферментованих зразків топінамбура**

**Висновки.** Ураховуючи основні чинники, що впливають на якість перебігу ферментації бульб топінамбура, та отримані в результаті досліджень дані, встановлено такі параметри процесу: кількість внесеної закваски молочнокислих бактерій 1% від маси підготовленої сировини, температура 20 °С, тривалість процесу 10 діб до досягнення загальної кислотності продукту 0,8–0,9%. Доведено високу якість напівфабрикату за органолептичними показниками, його можна використовувати як рецептурний компонент або основу для виготовлення напоїв у закладах ресторанного господарства.

### Список джерел інформації / References

1. Орлова Н. Я. Товарознавство продовольчих товарів. Фрукти, ягоди, овочі, гриби та продукти їхньої переробки / Н. Я. Орлова, П. Х. Пономарьов. – К. : КНТУ, 2002. – 360 с.

Orlova, N., Ponomariov, P. (2002), *Commodity food products. Fruits, berries, vegetables, mushrooms and products of their processing [Tovaroznnavstvo prodovol'nykh tovariv. Fruky, yahody, ovochi, hryby ta produkty yikhnoyi pererobky]*, KNTU, Kyiv, 360 p.

2. Фізико-хімічні основи консервного виробництва / Б. Л. Флауменбаум, А. Т. Безусов, В. М. Сторожук, Г. П. Хомич. – О. : Друк, 2006. – 400 с.

Flaumenbaum, B., Bezusov, A., Storozhuk, V., Homich, G. (2006), *Physico-chemical principles of canning [Fiziko-himichni osnovi konservnoho virobnytstva]*, Druk, Odessa, 400 p.

3. Афанасьева В. С. Расширить ассортимент солено-квашенной продукции / В. С.Афанасьева, Н. Е.Кузнецова, Л. М. Назарова // Пищевая пром-сть. – 1990. – №6. – С. 12–14.

Afanasyeva, V., Kuznetsova, N., Nazarova, L. (1990), "To expand the range of salted-sour products" ["Rasshyryt assortymnt soleno-kvashennoj produkecy"], *Food industry*, No. 6, pp. 12-14.

4. Maifreni, M., Marino, M., Conte, L. (2004), "Lactic acid fermentation of Brassica rapa: chemical and microbial evaluation of a typical Italian product (brovada)", *Eur. Food Res. Technol.*, Vol. 218, No. 5, pp. 469-473.

5. Развязная И. Б. Исследование процессов ферментации капустяного сока молочнокислыми бактериями / И. Б. Развязная, В. Н. Тимофеева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 7. – С. 27–29.

Razvyaznaya, I., Timofeeva, V. (2008), "Research of fermentation processes of cabbage juice with lactic acid bacteria" ["Yssledovanye processov fermentacyy kapustjanoho soka molochnokyslymy bakteryjamy"], *Storage and processing of agricultural raw materials*, No. 7, pp. 27-29.

6. Barath, A., Halasz, A., Nemeth, E., Zalan, Z. (2004), "Selection of LAB strains for fermented red beet juice production", *Eur. Food Res. and Technol.*, Vol. 218, No. 2, pp. 184-187.

7. Бондарик З. А. Разработка технологии лактоферментированных комбинированных продуктов : дис. ... канд. техн. наук : 03.00.20 / Бондарик З. А. ; Одесская гос. акад. пищевых технологий. – О., 1998. – 189 с.

Bondarik, Z. (1998), *Development of the technology of lactofermented combined product : dissertation* [*Razrobotka tehnolohyy laktofermentyrovannyh kombynyrovannyh produktov: dys. ... kand. tehn. nauk*], Odessa, 189 p.

8. Холодный Л. П. Разработка технологии лактоферментированных консервированных продуктов : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.13 / Холодный Л. П. ; Одесская нац. акад. пищевых технологий. – О., 2007. – 212 с.

Holodnyj, L. (2007), *Development of technology lacto-fermentated canned foods : dissertation* [*Razrobotka tehnologii laktofermentirovannyh konservirovannyh produktov: dis. ... kand. tehn. nauk*], Odessa, 212 p.

**Биленька Ірина Ремівна**, канд. техн. наук, доц., кафедра технології ресторанного і оздоровчого харчування, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. Тел.: (048)712-40-57; e-mail: foodprofi.onaft@gmail.com.

**Беленькая Ирина Ремовна**, канд. техн. наук, доц., кафедра технології ресторанного і оздоровительного питания, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. Тел.: (048)712-40-57; e-mail: foodprofi.onaft@gmail.com.

**Bilenka Irina**, PhD, Ass. Prof., Department of Technologies of Restaurant and Health Food, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: str. Kanatna, 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel.: (048)712-40-57; e-mail: foodprofi.onaft@gmail.com.

**Лазаренко Наталя Анатоліївна**, канд. техн. наук, ст. викл., кафедра технології ресторанного і оздоровчого харчування, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. Тел.: 0968168811; e-mail: lazarenko.onaft@gmail.com.

**Лазаренко Наталья Анатольевна**, канд. техн. наук, ст. преп., кафедра технології ресторанного і оздоровителного харчування, Одеська національна академія пищевих технологій. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. Тел.: 0968168811; e-mail: lazarenko.onapt@gmail.com.

**Lazarenko Natalia**, PhD, senior Lecturer, Department of Technologies of Restaurant and Health Food, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna, str. 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel.: 0968168811; e-mail: lazarenko.onapt@gmail.com.

**Золовська Олена Василівна**, канд. техн. наук, доц., кафедра технології ресторанного і оздоровчого харчування, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. Тел.: 0972146374; e-mail: zolovska.lena@gmail.com.

**Золовская Елена Васильевна**, канд. техн. наук, доц., кафедра технології ресторанного і оздоровителного харчування, Одеська національна академія пищевих технологій. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. Тел.: 0972146374; e-mail: zolovska.lena@gmail.com.

**Zolovska Olena**, PhD, Ass. Prof., Department of Technologies of Restaurant and Health Food, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna, str. 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel.: 0972146374; e-mail: zolovska.lena@gmail.com.

DOI: 10.5281/zenodo.2396242

УДК 664.6

## **ВИКОРИСТАННЯ ШРОТУ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР У ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ**

**М.Ф. Кравченко, Н.Ю. Ярошенко, В.С. Михайлик**

*Розглянуто напрями поліпшення харчової цінності борошняних кондитерських виробів. Наведено результати досліджень хімічного складу шроту олійних культур. Установлено оптимальне співвідношення композиційних сумішей шротів замість борошна в рецептурі пісочного тіста. Досліджено органолептичні показники шротів олійних культур.*

**Ключові слова:** борошняні кондитерські вироби, шроти, харчова цінність, нутрієнти.

---

© Кравченко М.Ф., Ярошенко Н.Ю., Михайлик В.С., 2018