

National University of of Trade and Economy. Address: O. Yarosha side-street, 8, Kharkiv, Ukraine, 61151. Tel.: (057)340-33-34.

**Лук'янчиков Павло Володимирович**, магістрант, кафедра інформаційних технологій у фізико-енергетичних системах. Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна. Адреса: майдан Свободи, 4, м. Харків, Україна, 61000. Тел.: (057)7075270.

**Лукьянчиков Павел Владимирович**, магістрант, кафедра інформаційних технологій у фізико-енергетичних системах, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна. Адрес: площа Свободи, 4, г. Харьков, Украина, 61000. Тел.: (057)7075270.

**Lukyanchikov Pavlo**, student, Department of information technology in physical and energy systems, Kharkiv National University named by V.N. Karasin. Address: Svobody square, 4, Kharkiv, Ukraine, 61000. Tel.: (057)7075270.

**Борисова Аліна Олексіївна**, канд. психол. наук, доц., кафедра іноземних мов, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-69.

**Борисова Алина Алексеевна**, канд. психол. наук, доц., кафедра іноземних мов, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-69.

**Borysova Alina**, Associate Professor, Department of foreign languages, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-69.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. М.П. Головом.  
Отримано 15.04.2017. ХДУХТ, Харків.*

УДК 602.4:577.15-035.2:664.642.1

## **ІММОБІЛІЗАЦІЯ ПАПАЇНУ НА ГЛЮКАНІ ДРІЖДЖІВ SACCHAROMYCES CEREVISIAE**

**Н.К. Черно, К.І. Науменко, Д.П. Бордя**

*Доведено доцільність іммобілізації рослинного протеолітичного ферменту папаїну на полісахаридній матриці – β-глюкані дріжджів Saccharomyces cerevisiae. Установлено раціональні умови іммобілізації. Іммобілізований фермент характеризується підвищеною термо- та рН-стабільністю, що сприятиме реалізації технологій його виробництва та функціональних продуктів харчування з його включенням.*

---

© Черно Н.К., Науменко К.І., Бордя Д.П., 2017

**Ключові слова:** іммобілізація, рослинні ферменти, папаїн, β-глюкан.

## **ИММОБИЛИЗАЦИЯ ПАПАИНА НА ГЛЮКАНЕ ДРОЖЖЕЙ SACCHAROMYCES CEREVISIAE**

**Н.К. Черно, К.И. Науменко, Д.П. Бордя**

*Доказана цілесобразність іммобілізації рослинного протеолітичного фермента папаїна на полісахаридної матриці – β-глюкане дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Установлені раціональні умови іммобілізації. Іммобілізований фермент характеризується підвищеною термо- і рН-стабільністю, що буде сприяти реалізації технологій його виробництва і функціональних продуктів харчування з його включенням.*

**Ключевые слова:** иммобилизация, растительные ферменты, папаин, β-глюкан.

## **IMMOBILIZATION OF PAPAIN ON GLUCAN OF YEAST SACCHAROMYCES CEREVISIAE**

**N. Chern, K. Naumenko, D. Borya**

*The main focus of enzymatic treatment of the digestive disorders is enzyme replacement therapy. At present, more and more benefit extends plant enzymes, which are not addictive, toxic and allergic reactions and reduce the synthesis of the body's own enzymes. However, the plant enzymes have low pH and thermal stability which indicates the necessity their stabilization.*

*This article shows the possibility of immobilisation plant enzyme – papain of the papaya tree (*Carica papaya* L.) on the polysaccharide matrix (water-soluble glucan of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*). We have proved the presence of the complex by gel chromatography. It is found most favorable interaction the papain with the glucan with preserving its maximal (about 70%) proteolytic activity in the final product. It is shown that immobilization contributes to the expansion optimum pH papain: 6 units. pH to 5 ... 7 units. pH; and termo optimum: from 37°C to temperatures of 30...50°C, while retaining 80% proteolytic activity of the papain. As compared with the intact enzyme was an increase in resistance the enzyme component of the complex to the conditions of the gastrointestinal tract of the human organism. The article shows the growth of the stability of papain-glucan complex to thermal denaturation, which is very important for the implementation of the technology of their production, as well as when they are introduced in the composition of the foods specialized destination. The combination of the complex of two physiologically functional components can be considered as the resultant complex food ingredient with a wide range of biological action.*

**Keywords:** immobilization, plant enzymes, papain, β-glucan.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Відомо, що здоров'я людини значною мірою залежить від харчування. Раціон харчування сучасних людей став набагато біднішим на біологічно активні речовини та продовжує погіршуватися прямо пропорційно розвитку сучасних технологій. На жаль, сучасні продукти в переважній більшості позбавлені необхідного запасу поживних речовин, вітамінів, ферментів і мінералів.

У всіх розвинених країнах дієтологи рекомендують і здоровим, і хворим людям функціональне харчування для попередження розвитку можливих захворювань.

Неправильне харчування призводить до порушення функцій як окремих органів людини, так і організму в цілому та зумовлює низку таких серйозних захворювань, як цукровий діабет, ожиріння, атеросклероз, гастрит, виразка шлунка, ниркова та панкреатична недостатності.

Причини та механізми розвитку секреторної недостатності підшлункової залози різні. Незважаючи на різноманіття проявів ферментативних порушень травлення, основним напрямом терапії таких хворих є замісна ферментна терапія. У цьому разі використовуються ферментні препарати, що характеризуються різною комбінацією компонентів, способом виробництва та формою випуску [1].

Сьогодні все частіше використовуються ферменти рослинного походження як лікувально-профілактичні засоби, які порівняно з мікробними та синтетичними аналогами не викликають звикання, токсичні й алергічні реакції; не знижують синтез власних ферментів організму. Але встановлено, що біокоректори процесів травлення рослинного походження мають низьку рН- і термостабільність, що визначає доцільність їхньої стабілізації [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним із розповсюджених протеолітичних ферментів рослинного походження є папаїн. Він наявний у латексі динного дерева (*Carica papaya L.*), що містить цілий набір цистеїнових протеїназ – власне папаїн, хімопапаїни А і В та пептидази А і В. Папаїн здатний гідролізувати практично будь-які пептидні зв'язки. Цей ензим може каталізувати гідроліз низки синтетичних ефірів і амідів амінокислот. Він має широку субстратну специфічність, гідролізує казеїн, желатин, колаген, еластин, глобулін, фібрин та інші види рослинних і тваринних білків [3–5]. Папаїн має високу протеолітичну активність і більш широку субстратну специфічність порівняно з панкреатином.

Крім того, папаїн має протизапальну, протипухлинну, гепатопротекторну та імуномодулюючу дію, здатна руйнувати токсини

багатьох збудників інфекційних захворювань, у тому числі правця. Він покращує реологічні властивості крові та регіональну мікроциркуляцію, характеризується антикоагулятною активністю. Завдяки фібринолітичним властивостям його застосовують для прискорення загоєння ран [6].

Для стабілізації біологічно активних речовин широко застосовують іммобілізацію на біополімерах рослинного походження [2]. Останнім часом значно зросла зацікавленість до іммобілізації ферментів шляхом комплексоутворення з полісахаридами завдяки високій біосумісності останніх і відсутності токсичності. Дослідженнями останніх років визначено фізіологічну активність багатьох представників цієї категорії. Як такий носій доцільно розглянути  $\beta$ -глюкан дріжджів, що характеризується широким спектром біологічної активності – імуномодельною, протипухлинною, радіопротекторною, антиоксидантною та протизапальною, здатністю знижувати рівні холестерину та глюкози в крові [7]. Отже, комплексоутворення ферментів із такими полісахаридами може сприяти як зберіганню активності та пролонгації їхньої дії, так і зумовлювати розширення спектра біологічної дії комплексу.

Бета-глюкан входить до складу клітинних стінок дріжджів і є їхньою структурною основою. Підвищена біологічна активність цього полісахариду визначається особливостями будови його макромолекули. Бета-глюкан дріжджів характеризується складною структурною організацією, в основі якої лежить конформація спіралі. Три одиночні спіралі, об'єднуючись, утворюють потрійні спіралі, стабілізовані водневими зв'язками, які, у свою чергу, можуть об'єднуватися в агрегати. Вважається, що саме така будова зумовлює його імуномодулюючі властивості, протизапальну та онкопротекторну дію [8].

Ураховуючи зазначене вище, **метою цієї роботи** є дослідження можливості іммобілізації папаїну на водорозчинному  $\beta$ -глюкані дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Як вихідні компоненти використовували водорозчинний глюкан, отриманий ферментативним гідролізом структурного глюкану дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* [9], та папаїн із *Carica papaya* (Merck). Оскільки найбільшу активність мають водорозчинні  $\beta$ -глюкани, молекулярна маса яких варіює в інтервалі 1–30 кДа [10], було обрано препарат, що містив максимальну кількість фракцій із цією молекулярною масою та в структурі якого наявна конформація потрійної спіралі [9], що значною мірою відповідає за його біологічну активність.

Молекулярну масу вільного ферменту, водорозчинного  $\beta$ -глюкану та комплексу папаїну з  $\beta$ -глюканом визначали методом гель-проникаючої хроматографії на колонці (H = 38 см; D = 3,2 см; V = 125 см<sup>3</sup>) із сефадексом G-75. Колонку калібрували маркерами з відомими молекулярними масами, елюент – вода. Вміст полісахариду у фракціях визначали антроновим методом [11], білка – методом Лоурі [11].

Протеолітичну активність вільного та іммобілізованого папаїну визначали за методом [11]. Для вивчення залежності протеолітичної активності від рН, однакові за активністю проби вільного папаїну та у складі комплексу інкубували в буферних системах (рН 2–10), а від температури – у діапазоні 23 до 70 °С за рН 6. Під час визначення термостабільності рівні за активністю проби вільного та іммобілізованого ферменту інкубували за 50 °С протягом 120 хв, потім доводили температуру до 37 °С і визначали протеолітичну активність.

Білково-полісахаридні комплекси отримували шляхом суміщення водних розчинів папаїну та глюкану з подальшим висушуванням. Експериментально визначали найбільш сприятливі умови для іммобілізації папаїну на глюкані, варіюючи концентрації полісахариду й ферменту в розчинах та їхні об'ємні співвідношення (таблиця).

Таблиця

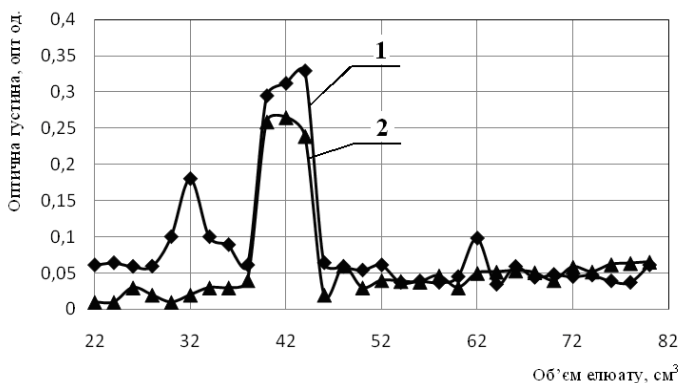
**Активність іммобілізованого ферменту залежно від умов отримання, % від активності вільного ферменту  
n=3, p $\geq$ 0,95**

Концентрація полісахариду в розчині, %	Концентрація папаїну в розчині, %	Об'ємні співвідношення компонентів (полісахарид:фермент)		
		1:0,5	1:1	1:2
0,5	0,50	30,8 $\pm$ 0,6	32,4 $\pm$ 0,5	29,1 $\pm$ 0,3
	0,75	29,4 $\pm$ 0,7	33,5 $\pm$ 0,8	36,5 $\pm$ 0,1
	1,00	40,6 $\pm$ 0,8	39,3 $\pm$ 1,0	32,3 $\pm$ 0,5
1,0	0,50	42,7 $\pm$ 1,2	60,3 $\pm$ 2,5	30,9 $\pm$ 0,5
	0,75	44,2 $\pm$ 1,1	61,2 $\pm$ 1,9	32,9 $\pm$ 0,9
	1,00	52,0 $\pm$ 0,9	69,7 $\pm$ 2,6	37,7 $\pm$ 0,4
1,5	0,50	50,1 $\pm$ 0,3	57,3 $\pm$ 0,6	50,1 $\pm$ 0,9
	0,75	43,4 $\pm$ 0,8	54,3 $\pm$ 0,8	49,4 $\pm$ 0,2
	1,00	52,4 $\pm$ 1,0	52,7 $\pm$ 0,9	49,5 $\pm$ 1,2

Як бачимо з поданих даних, за об'ємних співвідношень компонентів полісахарид:фермент 1:0,5 до 1:2 за концентрації

полісахариду 0,5% протеолітична активність іммобілізованого папаїну не перевищує 40% від такої вихідного ферменту. За умови збільшення концентрації полісахариду до 1% простежується підвищення активності папаїну в отриманих препаратах. У результаті подальшого збільшення масової частки полісахариду в розчині активність іммобілізованого ферменту не збільшується. Таким чином, найбільш сприятливими умовами для іммобілізації папаїну зі збереженням його максимальної ферментативної активності в кінцевому продукті слід вважати використання 1% розчинів ферментної та полісахаридної складових за їхніх об'ємних співвідношень 1:1, при цьому зберігається 69,7% протеолітичної активності ферменту.

Згідно з результатами гель-хроматографії середня молекулярна маса глюкану знаходиться в межах 25–30 кДа, папаїну – близько 25 кДа. Вихідну криву гель-хроматографії іммобілізованого продукту подано на рис. 1.

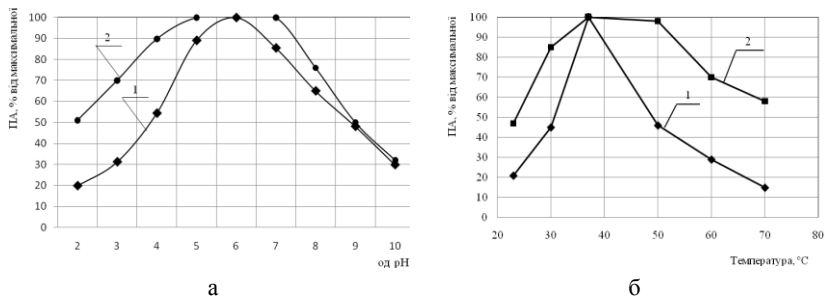


**Рис. 1. Гель-хроматографія іммобілізованого продукту (1 – полісахаридна складова; 2 – білкова складова)**

Із поданих даних бачимо, що має місце повне суміщення піків полісахаридної та білкової складових, об'єм виходу яких відповідає значенню молекулярної маси близько 65 кДа, що є адитивною величиною значень молекулярних мас глюкану та папаїну. Наведені дані можна розглядати як свідчення утворення папаїн-глюканового комплексу.

Далі проводили дослідження фізико-хімічних показників вільного та іммобілізованого ферменту. На рис. 2а наведено порівняльні дані щодо рН-оптимумів дії вільного та включеного в

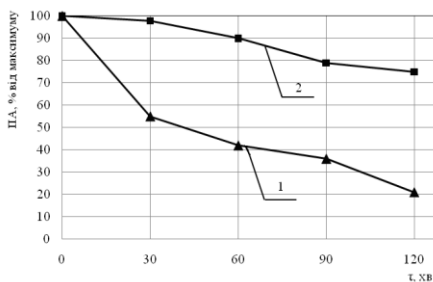
комплекс папаїну. Установлено, що рН-оптимум вільного ферменту знаходиться близько 6 од. рН. У результаті іммобілізації папаїну його рН-оптимум розширюється та знаходиться в інтервалі значень рН від 5 до 7. У кислому середовищі (рН 2,0–4,5) активність ферменту в складі комплексу зберігається від 50 до майже 90%. У лужному середовищі (рН 8–10) активність ферменту в складі комплексу суттєво знижується та доходить до рівня активності вільного ферменту.



**Рис. 2. Залежність протеолітичної активності папаїну від:**  
**а – рН середовища; б – температури;**  
**1 – вільний фермент; 2 – фермент у складі комплексу**

Дослідження залежності активності іммобілізованого папаїну від температури показало, що в інтервалі температур 37...50 °С, рН 6, вона зберігається майже на 100% (рис. 2 б), тоді як фермент, що знаходиться у вільному стані, починає інтенсивно втрачати активність навіть за незначного перевищення температурної межі в 37 °С. Отже, максимальною температурою, за якої іммобілізований папаїн зберігає найвищу активність, є 50 °С, що може в подальшому стати підґрунтям для вибору параметрів його сушіння та виробництва продуктів із його включенням.

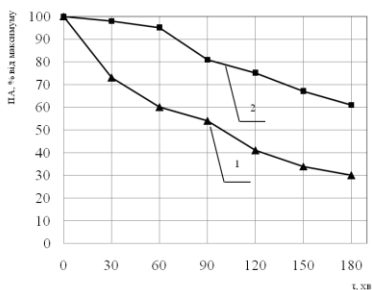
Ураховуючи отримані дані, у подальшому вивчали термостабільність іммобілізованого ферменту саме за температури 50 °С (рис. 3).



**Рис. 3. Термостабільність папаїну за 50 °С:**  
**1 – вільного; 2 – у складі комплексу**

Установлено, що за таких умов 80% активності вільного ферменту зберігається протягом 15 хв, а потім її значення поступово знижується і через 120 хв становить лише 20%. На відміну від вільного, активність іммобілізованого ферменту за перші 30 хв зберігається майже на 100% і тільки через 120 хв знижується всього на 25%.

Для прогнозування поведінки іммобілізованого ферменту в травному тракті людини досліджували вплив на його активність розчину, що моделює середовище шлункового соку (рН 2, температура 37 °С (рис. 4)). Паралельно в аналогічних умовах визначали активність вільного папаїну.



**Рис. 4. рН-стабільність папаїну в модельному середовищі:**  
**1 – вільного; 2 – у складі комплексу**

Установлено, що фермент у складі комплексу є більш стабільним порівняно з нативним. Дія кислоного середовища (рН 2) протягом 180 хв призводить до втрати 70% активності вільного папаїну і тільки 40% – іммобілізованого.



Таким чином, наведені вище результати досліджень є безперечним свідченням захисної дії  $\beta$ -глюкану.

**Висновки.** Таким чином, доведено доцільність іммобілізації на  $\beta$ -глюкановій матриці протеолітичного ферменту папаїну шляхом комплексоутворення, встановлено умови іммобілізації. Показано, що іммобілізація сприяє розширенню рН- та термооптимумів папаїну. Доведено зростання стійкості папаїну в складі комплексу папаїн –  $\beta$ -глюкан до теплової денатурації, що є важливим для реалізації технології його виробництва та введення до складу харчових продуктів.

Поєднання в складі комплексу двох фізіологічно-функціональних складових – ферментної, що характеризується протеолітичною активністю, та полісахаридної ( $\beta$ -глюкан), із притаманними для неї різноплановими фізіологічними ефектами, дозволяє розглядати отриманий комплекс як харчовий інгредієнт із широким спектром біологічної дії.

### Список джерел інформації / References

1. Банадига Н. В. Вторинна панкреатична недостатність у дітей / Н. В. Банадига // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Медицина» – 2011. – Вип. 2 (41). – С. 335–339.

Banadyha, N.V. (2011), “The secondary pancreatic insufficiency among children” [“Vtorynna pankreatychna nedostatnist' u ditey”], *Scientific Visnyk Uzhgorod University, series "Medicine"*, Is. 2 (41), pp. 335-339.

2. Черно Н. К. Биокорректоры процессов травления / Н. К. Черно, Г. В. Крусир, О. Коваленко. – Одеса : Астропринт, 2010.

Cherno, N.K., Krusir, G.V., Kovalenko, A.V. (2010), “Biocorrector digestive processes” [“Biokorektory protsesiv travlennya”], *Astroprint, Odessa*.

3. Овсянникова Л. В. Сравнительная характеристика протеолитических ферментов растительного происхождения – папаина и бромелайна / Л. В. Овсянникова, Е. Л. Комарова // Рынок БАД. – 2012. – № 7 (74). – С. 3–5.

Ovsyannikova, L.V., Komarova, E.L. (2012), “Comparative characteristics of the proteolytic enzymes of plant – papain and bromelain” [“Sravnytel'naya kharakterystyka proteolytycheskykh fermentov rastytel'noho proyskhozhdenyua – papayna u bromelayna”], *Dietary supplements market*, No. 7 (74), pp. 3-5.

4. Закономерности гидролиза сывороточных белков экзо- и эндопротеазами / Т. Н. Головач, Н. В. Гавриленко, Н. К. Жабанос, В. П. Курченко // Труды БГУ. Биохимия. – 2008. – Т. 3 (1). – С. 1-15.

Golovach, T.N., Gavrilenko, N.V., Zhabanos, N.K., Kurchenko, V.P. (2008), “Laws of hydrolysis of the whey proteins and exogenous endoproteases” [“Zakonomirnosti hidrolizu syrovatkovykh bilkiv ekzo- i endoproteaz”], *Works BGU of Biochemistry*, Vol. 3 (1), pp. 1-15.

5. Amri, E., Mamboya, F. (2012), “Papain, a plant enzyme of biological importance: a review” *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, Vol. 8 (2), pp. 99-104.

6. Романовська І. І. Імобілізація папаїну на сечовині в полівінілової спирт / І. І. Романовська, С. С. Декіна // Медична хімія. – 2007. – Т. 9. – С. 39–43.

Romanovska, I.I., Dekina, S.S. (2007), “Immobilization of papain urea in polyvinyl alcohol” [“Immobilizatsiya papayinu na sechovyni v polivinilovyyu spyt”], *Medical Chemistry*, Vol. 9, pp. 39-43.

7. Vetricka V. Effects of marine b-1,3 glucan on immune reactions / V. Vetricka, J. C. Yvin // *International Immunopharmacology*. – 2004. – № 4. – P. 721–730.

8. Young, S., Dong W., Jacobs R. (2005), “Observation of a partially opened triple-helix conformation in 1→3-β-glucan by fluorescence resonance energy transfer spectroscopy” *Biological Chem*, Vol. 275, p p. 11874–11879.

9. Черно Н.К. Получение и характеристика водорастворимого глюкана *Saccharomyces cerevisiae* / Н. К. Черно, К. И. Шапкина // Известия ВУЗОВ. Пищевая Технология. – 2013. – Вып. 4 (334). – С. 29–32.

Cherno, N.K., Shapkina, K.I. (2013), “Preparation and characterization of water soluble glucan *Saccharomyces cerevisiae*” [“Poluchenye y kharakterystyka vodorastvorymoho hlyukana *Saccharomyces cerevisiae*”], *Proceedings of the universities, Food Technology*, Is. 4 (334), pp. 29-32.

10. Jamas, S., Patchen, M.L., Ostroff, G.R., Easson, D.D. – Very high molecular weight β-glucans, USA. Pat. 7566704, 19 p.

11. Полюгалина Г. В. Определение активности ферментов: Справочник / Г. В. Полюгалина, В. С. Чередниченко, Л. В. Римарев. – М. : ДеЛи принт, 2003. – 375 с.

Polygalina, G.V., Cherednichenko, V.S., Rimar, L.V. (2003), *Definition of enzyme activity: directories [Opredelenye aktyvnosty fermentov: Spravochnyk]*, DeLi print, Moscow, 375 p.

**Черно Наталія Кирилівна**, д-р техн. наук, проф., кафедра харчової хімії, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. E-mail: onaft\_foodchem@mail.ru.

**Черно Наталія Кирилловна**, д-р техн. наук, проф., кафедра пищевой химии, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. E-mail: onaft\_foodchem@mail.ru.

**Cherno Natalia**, Doc. tehn. Sciences, Professor, Department of Food Chemistry, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Str. Kanatna, 112, Odessa, Ukraine, 65039. E-mail: onaft\_foodchem@mail.ru.

**Науменко Кристина Ігорівна**, канд. техн. наук, ст. викл., кафедра харчової хімії, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. Тел.: 0638162064; e-mail: shapkinak@gmail.com.

**Науменко Кристина Игоревна**, канд. техн. наук, ст. преп., кафедра пищевой химии, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. Тел.: 0638162064; e-mail: shapkinak@gmail.com.

**Naumenko Kristina**, PhD tehn. Sciences, Senior Lecturer, Department of Food Chemistry, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Str.

Kanatna, 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel.: 0638162064; e-mail: Shapkinak@gmail.com.

**Бордя Давид Павлович**, студ., Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. E-mail: zod83100@gmail.com.

**Бордя Давид Павлович**, студ., Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. E-mail: zod83100@gmail.com.

**Borden David**, student, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Str. Kanatna, 112, Odessa, Ukraine, 65039. E-mail: zod83100@gmail.com.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.В. Погарською.  
Отримано 15.04.2017. ХДУХТ, Харків.*

УДК 543.5:633.85

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕКСТРУДОВАНОГО ЯДРА СОНЯШНИКОВОГО НАСІННЯ**

**В.В. Євлаш, К.В. Фотченко, Б.О. Старостенко,  
М.Л. Серік, С.В. Нікітін**

*Досліджено фізико-хімічні показники екструдованого ядра соняшникового насіння, зокрема його органолептичні показники, хімічний та жирнокислотний склад. Визначено залежність фізико-хімічних показників екструдованого ядра соняшникового насіння від умов та технології його виробництва. Установлено, що розроблене екструдоване ядро соняшникового насіння характеризується високим вмістом білка, жиру, а також пальмітинової, стеаринової, лінолевої та олеїнової жирних кислот. Доведено перспективність використання розробленого екструдованого ядра у харчових технологіях.*

**Ключові слова:** екструдоване ядро соняшникового насіння, хімічний склад, хлорогенова кислота, жирнокислотний склад.