



## СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНЫХ И СВЯЗАННЫХ ПОЛИФЕНОЛОВ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР

### Аннотация

Тема антиоксидантов фенольной природы злаковых и бобовых культур находится под пристальным вниманием зарубежных и отечественных учёных, которые изучают не только их качественный и количественный состав, но и фармакологическое действие на макроорганизм. Полифенолы известны своими высокими антиоксидантными свойствами, ингибирующим действием на ферменты  $\alpha$ -глюкозидазу и мальтазу, антимуtagenной и антиканцерогенной активностью. А так же способствуют нормализации функции щитовидной железы, что подтверждает, неоценимые возможности применения препаратов флавоноидов в существующей экологической ситуации Украины.

В статье представлено исследование содержания свободных и связанных полифенолов в злаковых и бобовых культурах, которые выращиваются на территории нашей страны. Образцы (пшеница, рис шлифованный и красный, рожь, ячмень, кукуруза, овес, овсяные хлопья, гречневая крупа, горох, нут, фасоль цветная и белая, чечевица) подвергались измельчению до размера частиц 750 мкм и последующему высушиванию для определения влажности. Свободные полифенолы извлекали из обработанных образцов 70%-ым раствором этанола при температуре 4°C в течении 16 часов. Для извлечения связанных полифенолов из злаковых культур в качестве экстрагента использовали 2 н NaOH ( $t = 80^\circ\text{C}$ ,  $\tau = 2\text{ч}$ , гидромодуль 1:10). В ходе исследования образцов бобовых подбирали оптимальное соотношение сухой образец : экстрагент при тех же условиях экстракции. Использовали следующий гидромодуль: 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:30, 1:35, 1:40. Содержание полифенолов в экстрактах определяли методом Фолина-Чокальтеу, щелочные экстракты предварительно нейтрализовывали 3М HCl. Было установлено, что оптимальным соотношением сухой образец : экстрагент является 1:30.

Исходя из полученных данных, было установлено, что в образцах зерновых и бобовых культур преобладают связанные полифенолы, высокие показатели демонстрировали: горох – 3,98 мг/г, рожь – 3,41 мг/г, нут – 3,10 мг/г, и другие, что позиционирует их в качестве потенциальных источников получения свободных полифенолов. Высоким содержанием свободных полифенольных соединений отличались: гречневая крупа – 2,14 мг, кукуруза – 1,05 мг, овёс – 1,15 мг и цветная фасоль – 1,10 мг. Насыщение готовых блюд этими составляющими позволит обогатить продукты питания биодоступными антиоксидантами фенольной природы.

**Ключевые слова:** злаковые и бобовые культуры, свободные и связанные полифенолы.

К числу широко распространенных растительных метаболитов относятся антиоксиданты, включающие фенольные кислоты, флавоноиды, кумарины, полифенолы, фитаты, терпены, каротиноиды, токоферолы и токотриенолы. Полифенолы способствуют оздоровлению организма человека за счёт акцептирования свободных радикалов, подавления активности атомарного кислорода, комплексообразования со свободными металлами, высоких восстановительных свойств, а также защиты ферментной системы активаторов биологических систем [1, 2]. Учёные многих стран мира занимаются исследованием их фармакологической активности. Известна способность многих полифенолов действовать в качестве агентов, стимулирующих работу мозга и сердца, предотвращающих или тормозящих образование раковых опухолей, укрепляющих кровеносные сосуды, а также широкое применение их в качестве биологически активных добавок в лечебном и диетическом питании.

Полифенолы способны ингибировать процесс расщепления крахмала в кишечнике, что может способствовать снижению калорийности потребляемых продуктов питания. Экстракты полифенолов растений демонстрируют подавление активности  $\alpha$ -глюкозидазы и мальтазы сравнимое с действием акарбозы и воглибозы, двух синтетических ингибиторов, которые используются для контроля над инсулиннезависимым сахарным диабетом. В исследова-

ниях *in vitro* продемонстрирована эффективность диацелированных антоцианов в качестве ингибиторов  $\alpha$ -глюкозидазы, за счёт конкурентного связывания в активном центре фермента. В частности, связывание  $\alpha$ -амилазы полифенолами растительного происхождения частично объясняет их инсулиноподобное действие [3 – 5].

Фенольные антиоксиданты препятствуют окислительному повреждению биомембран клеток путём торможения цепного распространения пероксильных радикалов на липидных молекулах и предотвращения доступа окислителей в бислой, таким образом, ограничивая распространение окисления липидов в гидрофобной области мембраны клетки. Одной из причин возникновения процессов старения, образования неврологических расстройств, дегенеративных и сердечнососудистых заболеваний является перекисное окисление липидов, инициированное активными формами кислорода. Перекисное окисление липидов может привести к образованию альдегидных продуктов, которые ковалентно связываются с белками в результате реакции тиоловых групп и, следовательно, приводят к потере их биологических свойств. Альдегидные соединения также способны диффундировать в ядро клетки и образовывать аддукты с ДНК, что приводит к активации мутагенных процессов, связанных с канцерогенезом [6, 7].

Резкое снижение количества железа, участвующего в окислительных реакциях, происходит по-



средством связывания его свободных форм полифенолами. В кишечнике может содержаться большое количество потенциально активных ионов железа (особенно в случае преобладания мясных продуктов в рационе питания населения), наличие фенольных соединений действует как подавляющий агент и снижает активность ионов железа, таким образом, влияя на скорость канцерогенеза [8]. Согласно результатам исследований зарубежных учёных полифенолы могут подавлять ионы активного железа, вступающего в реакции с кровяными клетками. Серповидноклеточная анемия – один из видов гемоглобинопатий, возникает при избыточной активации перекисного окисления клеточных мембран ионами железа, что приводит к ускорению разрушения эритроцитов, глубокому нарушению их структуры и функций. Благодаря связывающим свойствам антиоксиданты способны тормозить процесс разрушения эритроцитов [9].

В научной литературе появляется все больше экспериментальных данных о положительном действии флавоноидов на различные биологические пути препятствия развитию онкопроцессов (активации канцерогенеза, клеточной сигнализации, регуляции клеточного цикла, ангиогенеза, окислительного стресса, воспаления). К сожалению, количество эпидемиологических исследований невелико и, большая часть их, представлена эффективностью снижения риска онкологических заболеваний при употреблении пищи богатой полифенолами, либо применением препаратов полифенолов совместно с лекарственными препаратами [10].

Флавоноиды способствуют нормализации функции щитовидной железы, при чём, как показала Н. Н. Березовская, на здоровую железу они не влияют. Более того наблюдается параллелизм в действии флавоноидов и гормонов щитовидной железы [11], что подтверждает, неоценимые возможности применения препаратов флавоноидов в существующей экологической ситуации Украины.

Препараты полифенолов в Украине получают из вторичных продуктов переработки винограда. Это значительно затрудняет применение разработанных технологий их получения в связи с сезонностью и ограниченностью района выращивания. Поэтому целесообразным является расширение диапазона сырьевых источников полифенолов среди широко культивируемых в Украине зерновых и бобовых культур.

Бобовые отличаются содержанием флавоноидов, которые помогают регулировать уровень эстрогенов и ингибировать ксантиноксидазу, фермент, играющий значительную роль в формировании свободных радикалов и протеазу, – ингибиторы которой обладают противовоспалительным действием, проявляют активность в отношении аутоиммунных заболеваний и помощь в борьбе против ожирения.

В Украине, среди перерабатываемых зерновых культур наиболее распространены пшеница и рожь, среди бобовых – фасоль и горох. Лидерами по содержанию полифенолов являются (мг/г): пшеница – 0,70...14,59, рис – 0,54...3,13, рожь – 1,25...2,55 [1], бобы адзуки – 20,7, маш – 19,1 и соя – 20,6 [12].

Получение фенольных соединений из зерновых и бобовых имеет ряд преимуществ. По сравнению с фруктами и овощами, зерновые являются сухими и поэтому легко хранятся длительное время, что способствует упрощению получения стабильных концентратов веществ, а так же имеют широкую распространённость по регионам выращивания.

Преобладающими антиоксидантами фенольной природы зерновых и бобовых являются производные бензойной и коричичной кислот (феруловая, п-кумаровая, синаповая, ванилиновая, кофейная и др.). Они обнаружены в зернах ячменя, ржи, пшеницы, риса, овса, кукурузы, бобов, фасоли, гороха и находятся как в свободном, так и в связанном состоянии. Свободные – легко экстрагируются горячей водой и органическими растворителями. Связанные – этерифицированы в лигнин или связаны эфирными связями с арабиноксиланами клеточных стенок, из-за чего экстрагируются кислотным, щелочным или ферментативным гидролизом.

**Поэтому целью данного исследования** было определить содержание свободных и связанных полифенолов в зерновых и бобовых культурах и подобрать оптимальные условия экстракции связанных полифенолов.

В качестве образцов были выбраны зерновые и бобовые культуры: пшеница, рис (шлифованный и красный), рожь, ячмень, кукуруза, овес, овсяные хлопья, гречневая крупа, горох, нут, фасоль (цветная и белая), чечевица. Образцы измельчали на шаровой лабораторной мельнице до размера частиц 750 мкм, так как этот размер является оптимальным для достижения максимального выхода полифенолов в экстрагент [13]. Далее определяли влажность каждого образца по разности массы между «сырой» и «высушенной» в сушильном шкафу навеской при температуре 105°C. Влажность определяли для пересчета количества полифенолов в образцах на сухую массу. Содержание влаги в образцах следующее: горох – 16%, гречневая крупа – 14,4%, кукуруза – 14%, нут – 16%, овёс – 13,5%, овсяные хлопья – 15,3%, пшеница – 12%, рис шлифованный – 14,5%, рис красный – 13,8%, рожь – 12,8%, фасоль цветная и белая – 15,5%, чечевица – 15,8%, ячмень – 13,4%.

Содержание полифенолов определяли колориметрическим методом Фолина-Чокальтеу, подсчёт вели с учетом определенной ранее влажности [14].

Экстрагировали свободные полифенолы 70%-ым раствором этилового спирта при температуре 4°C. Экстракцию вели в течение 16 часов в соотношении 1:10, такая концентрация этанола позволяет выделить свободные полифенолы из образцов в достаточном количестве, более 80%. Экстракты отделяли центрифугированием. (3500 мин<sup>-1</sup>, 7 мин).

Однако, зерновые и бобовые культуры отличаются по своему химическому составу в связи с чем оптимальное соотношение сухой образец : экстрагент 1:10, которое было выбрано для экстрагирования общих (свободных и связанных) фенольных веществ из зерновых [15], не подходит для обработки бобовых. Экстракцию общих полифенолов проводили 2 н NaOH при температуре 80°C, 2 часа в соотношении 1:10 из зерновых и 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:30,

1:35, 1:40 из бобовых. Затем отделяли центрифугированием и нейтрализовывали экстракты 3М HCl до нейтрального рН.

Таким образом, определяли оптимальный гидромодуль для экстракции полифенолов из образцов бобовых. Влияние соотношения сухой образец : экстрагент исследовали в диапазоне от 1:5 до 1:40

В процессе исследования было обнаружено, что при соотношении сухой образец: экстрагент 1:5, 1:10 образуются плотные гели, 1:15 – вязкие структуры в связи с взаимодействием белка сырья и гидроксида натрия, что в свою очередь делает невозможным определение полифенолов в экстракте. Из рис. 1. следует, что при увеличении гидромодуля от 1:20 до

1:25 наблюдается увеличение выхода полифенолов в экстракт на 23% из образцов гороха, нута и фасоли белой, на 21,7% из фасоли цветной и на 24% из чечевицы. При соотношении сухой образец : экстрагент 1:30 наблюдается максимальный выход целевых компонентов. При дальнейшем повышении концентрации раствора гидроксида натрия в смеси (соотношение 1:35 и 1:40), увеличения выхода полифенолов не наблюдалось.

По разности между количеством общих и свободных полифенолов определяли содержание связанных фенольных соединений. Полученные результаты представлены в (табл. 1).

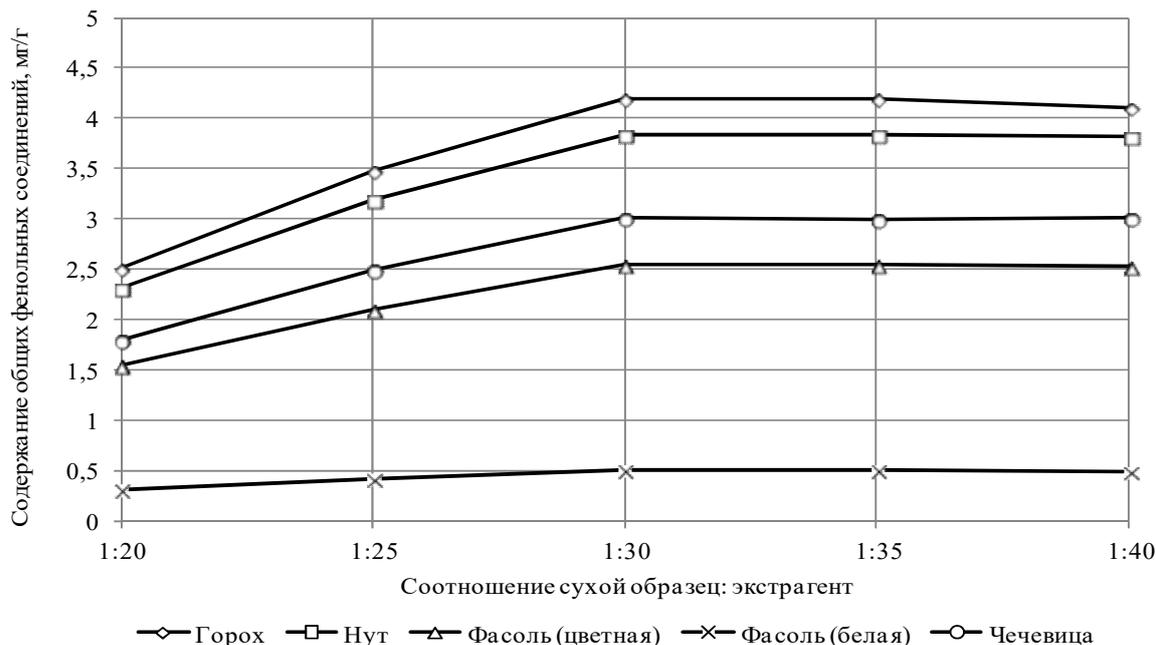


Рис. 1 – Зависимость выхода полифенолов в экстракты от соотношения сухой образец : экстрагент

Таблица 1 – Содержание полифенолов в зерновых и бобовых культурах (n=3, ≤0,95)

Название образца	Полифенолы, мг/г		
	свободные	связанные	общие
Горох	0,22	3,98	4,20
Гречневая крупа	2,14	0,95	3,09
Кукуруза	1,05	1,35	2,40
Нут	0,74	3,10	3,84
Овес	1,15	2,35	3,50
Овсяные хлопья	0,39	0,41	0,80
Пшеница	0,33	2,44	2,77
Рис (шлифованный)	0,20	0,02	0,22
Рис (красный)	0,83	1,85	2,68
Рожь	0,52	3,41	3,93
Фасоль (цветная)	1,10	1,44	2,54
Фасоль (белая)	0,26	0,24	0,50
Чечевица	0,74	2,27	3,01
Ячмень	0,36	1,44	1,80

Содержание полифенольных веществ в исследуемых образцах изменяется в диапазоне 0,20 – 2,14мг/г для свободных и 0,02 – 3,98мг/г для связанных соответственно. Согласно результатам экспериментальных данных гречневая крупа является лидером, по сравнению с другими образцами, по содержанию свободных полифенольных соединений – 2,14мг. Таким образом, употребление в пищу гречневой крупы позволяет организму быстрее справляться с протекающими в нём окислительными процессами. Образцы кукурузы, овса и цветной фасоли показали достаточно высокое содержание свободных полифенолов – 1,05мг, 1,15мг и 1,10мг соответственно. Что касается общих полифенолов, то большинство образцов демонстрирует их высокое содержание от 1,8 до 4,2мг/г. Образцы, богатые связанными полифенолами, такие как горох – 3,98 мг/г, рожь – 3,41мг/г, нут – 3,10мг/г, и другие, являются потенциальными источниками получения свободных полифенолов.

В результате проведённых ис-

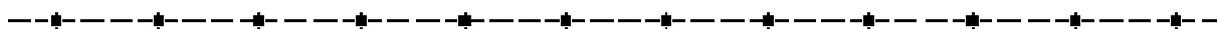


следований було встановлено, що більша частина поліфенолів в образцях зернових і бобових культур содержится в зв'язаному стані. Таке структурування затруднює процеси усвоєння цих компонентів макроорганізмом. Гречнева крупа, кукуруза, овес і цвітня фасоль демонструють високе содержание вільних поліфенолів. Насичення готових блюд цими складовими дозволить побагатити

продукти харчування біодоступними антиоксидантами фенольної природи. А горох, нут, овес, рожь і чечевиця содержат большое количество зв'язаних поліфенолів. Ці культури являються потенціальним джерелом отримання вільних поліфенолів при наступній молекулярній біотрансформації їх клітинних стінок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Капрельяни, Л.В. Фитокомпоненти зернового сиров'язу: будова, властивості, застосування [Текст] / Л.В. Капрельяни, Е.Д. Журлова // Харчова наука і технологія. – № 4. – 2013. – С. 3–13.
2. Shahidi, F. Phenolics in food and nutraceuticals [Text] / F. Shahidi, M. Naczk // London 2004. – 540.
3. Левицький, А.П. Порівняльна гіпоглікемічна і антиоксидантна ефективність препаратів поліфенолів при експериментальному діабеті II типу [Текст] / А.П. Левицький, Ю.В. Цісельський // Вісник стоматології. – 2010, № 5, 25–27.
4. Левицький, А.П. Розвиток дисбіозу і запалення у слизовій оболонці кишечника щурів з експериментальним цукровим діабетом [Текст] / А.П. Левицький, Ю.В. Цісельський // Одеський мед. журн. – 2011. – Том. 124, № 2, 7–9.
5. Hanhineva, K. Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism [Text] / Hanhineva K., Torronen R., Bondia-Pons I., Pekkinen J., Kolehmainen M., Mykkanen H. // Int. J. Mol. Sci. – 2010, 11, 1365–1402.
6. J. S. Shelembe Phenolic compounds in aqueous extracts of marama bean [*Tylosema esculentum* (Burchell) A. Schreiber] seed coat, sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) bran and their bioactive properties [Text] // Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree PhD Food Science. – 2012. – P. 162.
7. Flavonoids. Chemistry, Biochemistry and Applications [Text] / Andersen Q.M., Markham K.R. // USA: Taylor & Francis Group. – 2006. – P. 1197.
8. Fox, C.H. Phytic acid (IP6), novel broad spectrum anti-neoplastic agent: a systematic review [Text] / C.H Fox, M. Eberl // Complement. Ther. Med. – 2002, №10, 229–234.
9. Ferrali, M. Protection against oxidative damage of erythrocyte membrane by the flavonoid quercetin and its relation to iron chelating activity [Text] / Ferrali M., Signorini C., Caciotti B., Sugherini L., Ciccoli L., Giacchetti D., Comporti M. // FEBS Lett. – 1997, 416, 123–129.
10. de Lorgeril, M. Mediterranean diet, traditional risk factors, and the rate of cardiovascular complications after myocardial infarction: final report of the Lyon Diet Heart Study [Text] / M. de Lorgeril, P. Salen // Public health nutrition. – 1999; Vol.9, 779–785.
11. Филиппова, Р.Л. Значение в профилактике заболеваний фенольных соединений плодов и ягод [Текст] / Р.Л. Филиппова, И.А. Филатова, А.Ю. Колесников // Пищевая промышленность. – 2000, №8, 35–37.
12. Luo, Y.-W. The Relationship between Antioxidant Activity and Total Phenolic Content in Cereals and Legumes [Text] / Y.-W. Luo, Q. Wang, J. Li, X.-X. Jin and Z.-P. Hao // Advance Journal of Food Science and Technology. – 8 (3). – 2015. – P. 173-179.
13. Журлова О.Д., Визначення умов біодеградації полімерних субстратів клітинних стінок висівків для вилучення фенольних сполук [Текст] / О.Д. Журлова // Вісник Львівського університету. – Вип.73. – 2016. – С.440.
14. Методи технокімічного контролю в виноделиї [Текст] / В.Г. Гержикова. – Симферополь: «Таврида», – 2002, – С. 260.
15. Капрельяни, Л.В. Энзиматическая экстракция фенольных антиоксидантов из вторичных продуктов переработки зерна [Текст] / Л.В. Капрельяни, Е.А. Килименчук, Е.Д. Журлова // Зернові продукти і комбікорми. – № 4. – 2013. – С. 15–17.



E.D. ZHURLOVA, Philosophy doctor Assistant of professor

A.V. BONDARENKO, D.A. BAZILSKII, S.A. CHERNENKO, students of EQ “Bachelor degree”

Odessa National Academy of Food Technology, Odessa

### CONTENT OF FREE AND BOUND POLYPHENOLS FROM CEREALS AND LEGUMES

#### Abstract

The subject of phenolic antioxidants from cereals and legumes is under scrutiny of foreign and domestic scientists who study not only their qualitative and quantitative composition but the pharmacological effect on the macroorganism too. Polyphenols are known with their high antioxidant properties, inhibitory action on the enzymes  $\alpha$ -glucosidase and maltase, antimutagenic and anticarcinogenic activity. As well as contribute to the normalization of thyroid function, which confirms the possibility of using the preparations containing flavonoids in the existing ecological situation in Ukraine.

The article presents a study of the content of free and bound polyphenols in cereals and legumes that are grown in our country. Samples (wheat, polished rice and red rice, rye, barley, corn, oats, oatmeal, buckwheat, peas, chickpeas, colored beans and white beans, lentils) were subjected to grinding to 750 $\mu$ m with following drying to determine the moisture content. Free polyphenols extracted from samples treated with 70% ethanol at 4°C for 16 hours. For extraction of bound polyphenols from cereal were used the extractant 2N NaOH ( $t = 80^\circ\text{C}$ ,  $\tau = 2\text{h}$ , hydronic 1:10). During the study legumes samples was determined the optimal ratio of dry sample : extractant under the same extraction conditions. Were used the following ratio: 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:30, 1:35, 1:40. The contents of polyphe-

nols in the extracts was determined by the Folin-Ciocalteu method, pre-neutralized alkaline extracts with 3M HCl. It was found that the optimal ratio of the dry sample: extracting agent is 1:30.

Based on the data, it was found that in cereals and legumes samples dominated bound polyphenols. The high levels showed: peas - 3.98mg/g, rye - 3.41mg/g, chickpeas - 3.10mg/g, and others, that positioning them as potential sources of free polyphenols. A high content of free polyphenolic compounds was found in: buckwheat - 2.14mg, corn - 1.05mg, oats - 1.15mg and colored beans - 1.10mg. Saturation of ready meals with these components will allow to enrich the food with bioavailable phenolic antioxidants.

**Keywords:** cereals and legumes, free and bound polyphenols.

#### REFERENCES

1. Kapreliants, L.V. Phytocomponents of cereal raw materials: structure, properties, application [Text] / L.V. Kapreliants, E.D. Zhurlova // Food science and Technology. – № 4. – 2013. – P. 3–13.
2. Shahidi, F. Phenolics in food and nutraceuticals [Text] / F. Shahidi, M. Naczk // London 2004. – 540.
3. Levickii, A.P. Comparative hypoglycemic and antioxidant efficacy of polyphenols in experimental diabetes type II [Text] / A.P. Levickii, Y.V. Tsiselskii // Journal of dentistry. – 2010, № 5. – P. 25–27.
4. Levickii, A.P. The development of dysbiosis and inflammation in the intestinal mucosa of rats with experimental diabetes [Text] / A.P. Levickii, Y.V. Tsiselskii // Odessa Medical Journal. – 2011. – Vol. 124. – № 2. – P. 7–9.
5. Hanhineva, K. Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism [Text] / Hanhineva K., Torronen R., Bondia-Pons I., Pekkinen J., Kolehmainen M., Mykkanen H. // Int. J. Mol. Sci. – 2010. – №11. – P. 1365–1402.
6. J. S. Shelembe Phenolic compounds in aqueous extracts of marama bean [Tylosema esculentum (Burchell) A. Schreiber] seed coat, sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) bran and their bioactive properties [Text] // Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree PhD Food Science. – 2012. – P. 162.
7. Flavonoids. Chemistry, Biochemistry and Applications [Text] / Andersen Q.M., Markham K.R. // USA: Taylor & Francis Group. – 2006. – P. 1197.
8. Fox, C.H. Phytic acid (IP6), novel broad spectrum anti-neoplastic agent: a systematic review [Text] / C.H Fox, M. Eberl // Complement. Ther. Med. – 2002. – №10. – P. 229–234.
9. Ferrali, M. Protection against oxidative damage of erythrocyte membrane by the flavonoid quercetin and its relation to iron chelating activity [Text] / Ferrali M., Signorini C., Caciotti B., Sugherini L., Ciccoli L., Giacchetti D., Comporti M. // FEBS Lett. – 1997. – Vol. 416. – P. 123–129.
10. de Lorgeril, M. Mediterranean diet, traditional risk factors, and the rate of cardiovascular complications after myocardial infarction: final report of the Lyon Diet Heart Study [Text] / M. de Lorgeril, P. Salen // Public health nutrition. – 1999. – Vol.99. – P. 779–785.
11. Phillipova, R.L. The value of phenolic components of fruit and berries [Text] / R.L. Phillipova, I.A. Filatova, A.Y. Kolesnikov // Food Industry. – 2000, №8, 35–37.
12. Luo, Y.-W. The Relationship between Antioxidant Activity and Total Phenolic Content in Cereals and Legumes [Text] / Y.-W. Luo, Q. Wang, J. Li, X.-X. Jin and Z.-P. Hao // Advance Journal of Food Science and Technology. – 8 (3). – 2015. – P. 173–179.
13. Zhurlova, O.D. Definition of terms biodegradation of polymeric substrates of bran cell walls for extraction of phenolic compounds [Text] / O.D. Zhurlova // Bulletin of Lviv University. – Vol.73. – 2016. – P.440.
14. Methods tehnohomycheskoho control in Winemaking [Text] / V.G. Gerzhikova. – Simferopol: «Tavrida», – 2002, – P. 260.
15. Kapreliants, L.V. Enzymatic extraction of phenolic antioxidants from the second grain raw materials [Text] / L.V. Kapreliants, E.A. Kilimenchuk, E.D. Zhurlova // Grain Products and Mixed Fodder's. – № 4. – 2013. – P. 15–17.

Надійшла 02.12.2017. До друку 18.04.2017

Адреса для переписки:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

Контактный тел.: (048) 712-41-12, E-mail: lyasya89@mail.ru



УДК 664.665

А.М. ГРИЩЕНКО, канд. техн. наук, доцент, О.А. БІЛИК, канд. техн. наук, доцент  
Національний університет харчових технологій, м. Київ

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ТА ЧЕРСТВІННЯ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛІБА З ГРЕЧАНИМ І КУКУРУДЗЯНИМ БОРОШНОМ

### Анотація

Стаття присвячена дослідженню якості безглютенового хліба з використанням гречаного та кукурудзяного борошна. Наведено результати досліджень деяких технологічних властивостей борошна кукурудзяного тонкого помелу та гречаного, крохмалю кукурудзяного і картопляного.

Досліджено якість безглютенового хліба, виготовленого з використанням крохмалю, кукурудзяного та гречаного борошна. Встановлено вплив гречаного борошна за дозування 10-30 % на показники технологічного процесу та якість безглютенового хліба з кукурудзяним борошном. Відмічено підвищення в'язкості тіста з додаванням гречаного борошна, оскільки гречане борошно має вищу водопоглинальну здатність порівняно з крохмалем та кукурудзяним борошном, внаслідок