

Загорулько Алексей Евгеньевич, канд. техн. наук, доц., Учебно-научный институт пищевых технологий и бизнеса, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051; e-mail: zagorulko@hduht.edu.ua.

Zahorulko Oleksii, PhD in Tech. Sc., Associate Professor, Educational-and-Research Institute of Food Technology and Business, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051; e-mail: zagorulko@hduht.edu.ua.

Шматченко Наталя Васи́лівна, канд. техн. наук, Навчально-науковий інститут харчових технологій та бізнесу, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051; e-mail: shmatchenko_nat@hduht.edu.ua.

Шматченко Наталья Васильевна, канд. техн. наук, Учебно-научный институт пищевых технологий и бизнеса, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051; e-mail: shmatchenko_nat@hduht.edu.ua.

Shmatchenko Natalia, PhD in Tech. Sc., Educational-and-Research Institute of Food Technology and Business, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051; e-mail shmatchenko_nat@hduht.edu.ua.

DOI: 10.5281/zenodo.3592835

УДК 664.66:546.15

ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ВМІСТУ АКУМУЛЬОВАНОГО ЙОДУ В ЗЕРНАХ СОЇ

Я.О. Білецька, Р.В. Плотнікова

На основі аналітичних досліджень визначено актуальність питання збагачення хлібобулочних виробів йодом шляхом використання соєвого борошна, одержаного внаслідок спеціальної підготовки зерен сої. Досліджено хімічний склад різних сортів сої та визначено перспективність використання ранньостиглих сортів сої в рамках вищевказаної технології. Визначено вплив технологічних чинників на вміст акумульованого йоду в зернах сої, що є підґрунтям для подальших досліджень.

Ключові слова: хлібобулочні вироби, зерна сої, дефіцит йоду, акумульований йод.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ АККУМУЛИРОВАННОГО ЙОДА В ЗЕРНАХ СОИ

Я.А. Белецкая, Р.В. Плотникова

На основе аналитических исследований определена актуальность вопроса обогащения хлебобулочных изделий йодом путем использования соевой муки, полученной в результате специальной подготовки зерен сои. Исследован химический состав разных сортов сои и определена перспективность использования раннеспелых сортов сои в рамках вышеуказанной технологии. Определено влияние технологических факторов на уровень аккумулированного йода в зернах сои, что является основой для дальнейших исследований.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, зерна сои, дефицит йода, аккумулированный йод.

RESEARCH OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND THE CONTENT OF THE ACCUMULATED IODINE IN SOYBEANS

Ya. Biletska, R. Plotnikova

On the basis of the conducted analytical research, the perspective of the development of technologies aimed at solving iodine deficiency issue is determined. According to the results of the literature review, the relevance and feasibility of introducing an approach for the enrichment of bakery products with iodine is determined. The existing technological approaches to the iodine enrichment of bakery products are analyzed and the advantages and disadvantages of these technologies are identified. The perspective of using soy flour, a source of vegetable protein, in food technology is updated. The relevance of using the approach of soybean grains enrichment with iodine by their pre-treatment – soaking of soybean grains – is determined. Chemical composition of soybean grains of different varieties (40 varieties were investigated) and yield years (2016–2018) were specified in view of their further use in iodine-enriched bakery products. The perspective of using early maturing soybean varieties with the most optimal performance is determined. The influence of technological factors – soybean grade, concentration of iodine in the soaking solution, holding time – on the conditions of iodine accumulation from the solutions of soybean grains is studied. The obtained results formed the basis for further research. Organoleptic indicators of soybean grains were identified depending on the influence of technological factors - soybean variety, iodine concentration in the soaking solution, and holding time. According to the results of the research, it is determined that the increase of iodine in the soaking solution leads to an increase in the share of accumulated iodine in the grain composition. It is found that critical point that should be taken into account in the

subsequent research is the conditions of soaking – duration and concentration of iodine in the solution, which can lead to the deterioration of grains and absence of its possibility of further use in bakery technology. The relevance of further research in this area and establishment of certain conditions concerning the subsequent use of soybean grains in the technology of flour and bakery products based on it.

Keywords: bakery products, soybeans, iodine deficiency, accumulated iodine.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Забезпечення населення екологічно чистими білковими харчовими продуктами рослинного походження є актуальним завданням державного значення. Проте нативне використання бобів сої на сьогодні обмежене через наявність у них антипоживних речовин. У результаті ферментативних процесів, які відбуваються під час солодощення, вміст антипоживних речовин значно зменшується, унаслідок чого солод із бобових набуває кращих споживних властивостей і його можна використовувати навіть у продукції дитячого харчування.

Рослинний білок, який є основною складовою бобових культур, має здатність до акумуляції неорганічних мікроелементів, трансформуючи їх в органічні форми під час замочування у процесі солодощення. Особливої актуальності вищезазначене питання набуває з огляду на розповсюдженість йододефіцитних станів на території України. Тому дослідження щодо збагачення бобових визначеним мікроелементом – йодом в органічноз'язаному стані є актуальним та своєчасним, що дозволить вирішити проблему йододефіцитних захворювань. Особливої важливості це дослідження набуває з огляду на можливу подальшу переробку зазначеної сировини та застосування в технології хлібобулочних виробів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові основи технології солоду бобових культур започатковані такими вченими, як В.Л. Кретович, А.О. Бабич, В.Н. Хіврич, Н.Е. Фролова та ін. [1; 2]. Проте солод із сої виробляється у промисловості в дуже незначній кількості, основними причинами чого є недослідженість нативного зерна як сировини для використання в солодощенні. Селекціонерами та технологами не визначено рекомендацій щодо використання сортів сої із показниками якості, що є найбільш оптимальними для солодощення і тим більше їх фортифікації.

Поряд із вищевказаним одним із актуальних напрямів використання сої є технологія хлібобулочних виробів, асортимент яких сьогодні постійно оновлюється, у тому числі продукти для спеціального дієтичного споживання, які згідно з даними [3] мають становити близько 35% від загального обсягу виробництва хлібобулочних виробів.

На сьогодні науковцями [4] розроблено технологію хліба з підвищеною харчовою цінністю, де використовують ізолати рослинних білків гороху та сої разом із кукурудзяним борошном. Хліб, виготовлений за розробленою технологією, має підвищений вміст білка і знижений вміст жирів, але не містить вітамінів та мікроелементів. Іншими науковцями запропоновано технологію хліба для хворих на цукровий діабет і целиакію з рисового, кукурудзяного, гречаного борошна із сухими овочевими порошками [5]. Вищевказані технологічні підходи вирішують проблему виробництва хліба для хворих на цукровий діабет і целиакію, але не враховують супутне захворювання на дефіцит йоду [6].

У літературі [7] є посилання на розроблену технологію хліба, де як рецептурний інгредієнт використовували органічний носій йоду – «Еламін». Проте недоліком цієї технології є значні втрати йоду під час теплової обробки. Іншим підходом до збагачення йодом хлібобулочних виробів є використання неорганічних носіїв йоду – йодованої солі [8]. Проте запровадження цього прийому може призвести до передозування мікроелемента в організмі.

Таким чином, вищевикладені підходи, що застосовуються в межах питання збагачення йодом хлібобулочних виробів, мають певні недоліки: втрати мікроелементів під час теплової обробки, відсутність даних щодо зберігання мікроелементів, можливе погіршення органолептичних показників, використання неорганічних носіїв йоду [9]. Тому актуальним напрямом досліджень є розробка принципів технології виробництва борошна сої, де йод акумулюється в білковій фракції сім'ядолі в органічному зв'язку, та наступного його використання в технології хлібобулочних виробів [10]. Оскільки даних про застосування борошна сої, збагаченого йодом, під час виробництва хліба недостатньо, необхідним є подальше дослідження в цьому напрямі.

Метою статті є визначення хімічного складу зерен сої різних сортів та вмісту акумульованого йоду залежно від умов їх замочування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для дослідження використовували зерна сої колекційного розсадника «Агротек». Тривалість визрівання експериментальних зразків сої становили від 75 до 125 діб, що є оптимальним часом для наших кліматичних умов. Досліджено по 10 сортів сої чотирьох вегетаційних періодів дозрівання, показники врожайності яких за 2016–2018 роки становили від 3,3 т/га до 4,6 т/га.

Із метою визначення найбільш перспективної сировини для збагачення мікроелементами в процесі солодощення на стадії замочування нами встановлено вміст поживних речовин. Дослідження вмісту білків, жирів та вуглеводів проводили з використанням приладу Infracat NOVA, принцип дії якого заснований на технології пропускання підготовлених зразків зерна у ближньому ІЧ-діапазоні для одночасного вимірювання визначених вище параметрів. Вимірювання засновані на високостабільному ANN калібруванні FOSS для зерна, що має високу точність і повторюваність для результатів.

Проведено математичну оптимізацію одержаних даних за допомогою програми MATLAB. В основу математичної моделі покладено всі дані про сорти різних вегетаційних періодів за три роки, математично опрацьовано 200 показників. Результати досліджень поживних речовин бобів сої різного вегетаційного періоду колекційного розсадника «Агротек» наведено в табл. 1–4. Критерії, за якими оцінювали найперспективніші для збагачення сорти в процесі солодощення, були такими: максимальна кількість білка, мінімальний період вирощування, середній вміст жирів та вуглеводів.

Одержані дані (табл. 1, 2) та результати їх математичної обробки дозволяють стверджувати, що ультраскоростиглі сорти сої мають середній вміст білка 38,55%, жирів 17,90%, вуглеводів 43,50%; ранньостиглі містять 42,75% білка, 14,50% жирів, 42,75% вуглеводів.

Таблиця 1

Результати дослідження варіабельності поживних речовин ультраскоростиглих і ранньостиглих зерен сої колекційного розсадника «Агротек» за 2016–2018 р.

Сорт сої	Рік дослідження								
	2016			2017			2018		
	Біл-ки, %	Жи-ри, %	Вуг-леводи, %	Біл-ки, %	Жи-ри, %	Вуг-леводи, %	Біл-ки, %	Жи-ри, %	Вуг-леводи, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ультраскоростиглі зерна сої									
Адамос	40,9	19,1	40,0	41,4	19,0	39,6	39,9	20,1	40,0
Анастасія	40,3	17,9	41,8	41,3	18,2	59,5	39,3	18,7	42,0
Аннушка	37,9	18,0	44,1	38,4	16,9	44,7	40,9	17,9	41,2
Александріт	36,8	19,3	43,9	37,5	18,0	44,5	36,9	19,4	43,7
Білявка	37,9	18,7	43,4	37,3	17,2	45,5	38,0	18,0	44,0
Вільшанка	34,3	19,0	46,7	35,2	18,4	46,4	34,5	18,9	46,6
Ворскла	36,9	18,6	44,5	37,2	18,0	44,8	36,5	18,6	44,9

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дені	39,6	18,3	42,1	40,4	17,8	41,8	39,3	18,0	42,7
Елена	38,2	18,8	43,0	39,1	18,9	42,0	38,2	17,9	43,9
Фея	39,4	18,1	42,5	40,3	16,9	42,8	39,2	18,0	42,8
Ранньостиглі зерна сої									
Алмаз	45,2	13,6	41,2	43,3	14,0	42,7	42,8	15,2	42,0
Анжеліка	41,9	13,8	44,3	42,9	13,1	44,0	41,6	12,7	45,7
Київська 98	40,3	16,2	43,5	41,4	17,0	41,6	41,2	16,8	42,0
Фаетон	41,2	14,9	43,9	42,9	13,9	43,2	41,4	14,2	44,6
Медея	42,0	15,6	43,4	41,8	15,1	43,1	42,0	14,4	43,6
ПСВ 808	40,9	15,4	43,7	41,9	14,1	44,0	41,0	13,8	45,2
Подяка	40,8	16,0	43,2	42,0	15,3	42,7	42,1	15,2	42,7
Хортиця	43,9	12,0	44,1	43,5	11,9	44,6	41,9	11,9	46,2
Юг 30	43,9	13,1	43,0	43,9	12,9	43,2	42,0	13,9	44,1
Руса	43,8	12,9	43,3	44,0	12,0	44,0	43,9	12,5	43,6

Середньоранньостиглі зерна сої характеризуються таким хімічним складом: 37,40% білка, 20,50% жирів, 42,10% вуглеводів; середньостиглі – 35,10% білка, 22,20% жирів, 42,70% вуглеводів. Слід зазначити, що визначена розбіжність між хімічним складом зерен сої, імовірно, пояснюється різним періодом дозрівання, кліматичними чинниками (кількістю спекотних та дощових днів), які значно впливають на хімічний склад бобових.

Результати дослідження (табл. 1, 2) свідчать, що показники максимально наближені до необхідних значень за вмістом поживних речовин (42,75% білків, 14,50% жирів, 42,75% вуглеводів) та нетривалий вегетаційний період вирощування (до 95–105 діб) мають ранньостиглі сорти сої. Слід відзначити, що період вирощування є важливим показником з огляду на економічну вигоду для підприємства-виробника, що не накладається на посівні озимі і, як наслідок, до простоювання посівних площ.

Ультраскоростиглі сорти сої за вмістом білка поступаються ранньостиглим на 4,2%, середньоранньостиглі та середньостиглі сорти – на 5,35% та 7,65% відповідно, що значно знижує перспективність їх використання як сировини для збагачення мікроелементами під час солодощення. За вмістом жирів та вуглеводів середньоранньостиглі та середньостиглі відрізняються несуттєво – 20,50, 42,10 та 22,20, 42,70% відповідно, але мають різницю в 10–15 діб між періодом дозрівання бобів.

Таблиця 2

**Дослідження варіабельності поживних речовин
середньоранньостиглих і середньостиглих зерен сої
колекційного розсадника «Агротек» за 2016–2018 р.**

Сорт сої	Рік дослідження								
	2016			2017			2018		
	Біл- ки, %	Жи- ри, %	Вуг- лево- ди, %	Біл- ки, %	Жи- ри, %	Вуг- лево- ди, %	Біл- ки, %	Жи- ри, %	Вуг- лево- ди, %
Середньоранньостиглі зерна сої									
Артеміда	36,9	20,1	43,0	35,9	19,6	44,5	36,4	19,8	43,8
Дельта	35,0	21,3	43,7	34,6	20,1	45,3	35,9	19,9	44,2
Іванка	36,5	18,9	44,6	36,4	18,7	45,2	36,9	19,3	43,8
Таврія	35,5	19,4	45,1	35,2	19,1	45,7	35,9	19,9	44,2
Золотиста	38,8	18,5	42,7	39,9	18,6	41,5	39,6	18,8	41,6
Таврія 7	39,3	18,9	41,8	38,9	18,3	42,8	38,2	19,2	42,6
Спринг	35,0	22,6	42,4	34,6	20,8	44,6	35,4	20,9	43,7
Харківська	37,9	20,9	41,2	36,2	21,0	42,8	37,0	20,7	42,3
Шарм	37,2	22,4	40,4	37,5	21,9	40,6	36,9	21,7	41,4
Юг 40	35,0	21,9	43,1	34,9	22,0	43,1	35,0	22,1	42,9
Середньостиглі зерна сої									
Агаг	33,9	23,8	42,3	33,8	23,9	42,3	33,9	23,1	43,0
Витязь 50	34,0	23,9	42,1	33,9	23,7	42,4	34,6	23,3	42,1
Колбі	36,6	22,1	41,3	36,3	22,1	41,6	36,4	22,6	41,0
Полтава	34,9	23,7	41,4	34,2	23,5	42,3	34,8	23,9	41,3
Срібна	34,4	21,1	44,5	34,7	21,9	43,4	33,9	22,4	43,7
Успіх	35,2	21,3	43,5	35,6	21,5	42,9	36,0	21,9	42,1
Маша	33,9	22,9	43,2	34,5	23,1	42,4	33,9	23,3	42,8
Деймос	36,3	20,4	43,3	35,9	21,0	43,1	35,5	21,2	43,3
Анна	33,7	22,9	43,4	33,3	22,4	44,3	33,2	21,6	45,2
Поділля	34,9	22,6	42,5	34,0	21,9	44,1	33,9	22,1	44,0

Наступним етапом дослідження стало визначення умов акумуляції йоду зернами сої. У межах цих досліджень використовували сорти Адамос (ультраскоростиглий), Алмаз (ранньостиглий), Харків'янка (середньоранньостиглий) та Колбі (середньостиглий). Зразки для дослідження готували шляхом замочування зерен у розчині йодиду калію, концентрацію якого обирали з огляду на наказ Міністерства охорони здоров'я «Про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії» № 1037 від 03.09.2017. Згідно з цією директивною норма становить

150 мкг на добу, де важливим є задоволення 20–50% добової потреби. Для замочування зерен сої використовували розчини йодиду калію за його вмісту 15,2; 38,0 та 76,5 г, що забезпечувало вміст чистого йоду в розчині для замочування 20, 50 та 100 мкг/г відповідно. Зерна сої витримували в розчині відповідно до встановленого часу – 12, 24, 48 та 72 год з наступним їх пророщуванням.

Масову частку йоду визначали за допомогою вольтамперометричного аналізатора «Екотест-ВА», укомплектованого імпрегнованим сріблом графітовим електродом, допоміжним електродом, електродом порівняння. Метод визначення йоду ґрунтувався на електрохімічному окисненні йод-іонів до молекулярного йоду, осадженні малорозчинної комплексної сполуки, що містить йод, із подальшим електрохімічним розчиненням на поверхні робочого електрода осаду за умов лінійної розгортки потенціалу. За результатами вимірювання величини катодного струму під час розчинення осаду розраховували масову концентрацію йоду в досліджуваному розчині.

Результати дослідження акумульованого йоду в зернах сої різних сортів наведено в табл. 3. Вони дозволяють стверджувати, що зерна сої здатні акумулювати йод, що міститься в розчині, під час замочування. З огляду на одержані дані (табл. 3) прослідковується чітка тенденція, що полягає в наступному: збільшення вмісту йоду в розчині та часу замочування приводить до збільшення акумульованого йоду в зернах сої.

Таблиця 3

Вміст йоду, акумульованого зерном сої з різним вмістом білка, залежно від концентрації йоду в розчині та часу замочування

Сорт сої	Вміст білка, %	Концентрація йоду, мкг/г				Органолептичні показники, бал $X^1 / X^2 / X^3$
		0	20	50	100	
1	2	3	4	5	6	7
Вміст йоду в пророщеному зерні через 12 год після замочування, мкг/г						
Адамос	41,20	–	12	36	71	5 / 5 / 5
Алмаз	43,88	Сліди	19	45	92	5 / 5 / 5
Колбі	36,58	–	9	26	53	5 / 5 / 5
Харків'янка	37,21	–	10	31	68	5 / 5 / 5
Вміст йоду в пророщеному зерні через 24 год після замочування, мкг/г						
Адамос	41,20	–	15	46	89	5 / 5 / 5
Алмаз	43,88	Сліди	22	52	106	5 / 5 / 5

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Колбі	36,58	–	11	39	65	5 / 5 / 5
Харків'янка	37,21	–	13	44	78	5 / 5 / 5
Вміст йоду в пророщеному зерні через 48 год після замочування, мкг/г						
Адамос	41,20	–	16	48	95	5 / 5 / 5
Алмаз	43,88	Сліди	23	54	126	5 / 5 / 5
Колбі	36,58	–	12	41	74	5 / 5 / 5
Харків'янка	37,21	–	15	45	82	5 / 5 / 5
Вміст йоду в пророщеному зерні через 72 год після замочування, мкг/г						
Адамос	41,20	–	19	52	103	4 / 2 / 2
Алмаз	43,88	Сліди	28	67	144	4 / 3 / 2
Колбі	36,58	–	13	43	82	4 / 2 / 1
Харків'янка	37,21	–	14	48	95	4 / 3 / 1

Примітка. Органолептичні показники через: X^1 – 12 год замочування; X^2 – 24 год замочування; X^3 – 48 год замочування. Значення органолептичних показників у балах: 1 – дуже погані, не придатні для використання, 90% зерен почорнілих, гнилих; 2 – $\leq 70\%$ зерен зіпсованих, почорнілих, гнилих; 3 – $\leq 30\%$ зерен зіпсованих, почорнілих, гнилих; 4 – $\geq 10\%$ зерен зіпсованих, почорнілих, гнилих; 5 – немає зіпсованих, почорнілих, гнилих зерен (сорт придатний для використання)

Результати органолептичних досліджень сої (табл. 3) свідчать, що збільшення тривалості замочування зерен сої (більше 48 год) за температури розчину 14...16 °C у зразках із концентрацією йоду в розчині 50 мкг/мл погіршують визначені показники замоченого зерна, призводячи до його псування та непридатності.

Висновки. У ході дослідження визначено хімічний склад зерен сої, доведено перспективність використання ранньостиглих сортів сої. Разом з тим результати визначення вмісту акумульованого йоду дозволяють зробити висновок про доцільність подальших досліджень ультраскоростиглого, середньоранньостиглого та середньостиглого сортів з огляду на різний вміст білка в системах, що коливається в межах 33,7–45,2%.

Досліджено вміст йоду акумульованого зернами сої; визначено, що збільшення кількості йоду в розчині для замочування приводить до збільшення частки акумульованого йоду у складі зерна. Проте важливим аспектом, який необхідно враховувати під час наступних досліджень, є умови замочування – тривалість і концентрація йоду в розчині, що можуть призвести до псування зерен, а отже, до неможливості його подальшого використання в технології харчової продукції.

Перспективним напрямом подальших досліджень є визначення умов зберігання та подальшої переробки зерен сої з огляду на створення харчової продукції, збагаченої йодом.

Список джерел інформації / References

1. Удосконалена технологія солоду / О. В. Олексійчук, Б. І. Хіврич, А. І. Українець, В. А. Домарецький // Харчова і переробна промисловість. – 2006. – No. 4. – С. 23–24.

Oleksijchuk, O., Hivruch, A., et al. (2006), “Development of technology of solod” [“Udoskonalena tehnologiya solodu”], *Harchova i pererobna promuslovist*, No. 4, pp. 23-24.

2. Солод із сої це не лише важливий харчовий продукт, а й цінні ліки / В. А. Домарецький, Б. І. Хіврич, О. В. Олексійчук, А. Б. Хіврич // Харчова і переробна промисловість. – 2006. – № 6. – С. 20–21.

Domaretskij, V., Hivrich O., Oleksiichuk O., Hivruch, A. (2006), “Solod from soya isn’t only product but it is also cure” [“Solod iz soi ne lushe vagluvui harchovui produkt a i tsinni liku”], *Harchova i pererobna promuslovist*, No. 4, pp. 20-21.

3. Значек Р. Р. Перспективність використання пшениці спельти і полби у виробництві нових продуктів оздоровчого спрямування / Р. Р. Значек, М. Р. Мардар, Б. В. Єгоров // Технології забезпечення життєдіяльності людини : зб. праць, присв. 25-річчю Української технологічної академії (1992–2017), 16–17 листопада 2017 р. – К. : КНУТД, 2017. – С. 248–254.

Znachek, R., Mardar, M., Egorov, B. (2017), “Perspectives on the use of spelled and polby wheat in the production of new wellness products” [“Perspektivnist vukorustannya pshenutsi speltu i polbu u vurobnutstvi novuh produktiv ozdorovchogo spryamuvannya”], *Tehnologii zabezpechennya gittediyalnosti ludunu. zb. prats, prusv. 25-ritchu Ukrainskoi tehnologichnoi akademii*. KNUITD, Kyiv, pp. 248-254.

4. Rossia, P., Ribotta, P., Perez, G. (2009), “Influence of soy protein on rheological properties and water retention capacity of wheat gluten”, *Food Sci. and Technol.*, Vol. 42, No. 1, PP. 358-362.

5. Hymowitz, T. (2007), “On the domestication of the soybean”, *Economic Botany*, Vol. 24, No. 4, pp. 408-421.

6. Nilufer, D., Boyacioglu, D., Vodovotz, Y. (2008), “Functionality of soymilk powder and its components in fresh soy bread”, *J. Food Sci.*, Vol. 73, No. 4, pp. 275-281.

7. Gruppen, H., Voragen, A. (2005), “Physicochemical Properties of 2S Albumins and the Corresponding Protein Isolate from Sunflower (*Helianthus annuus*)”, *Journal of Food Science*, Vol. 70, No. 1, pp. 98-103.

8. Feldheim, W. (2009), “The use of lupins in human nutrition”, *Lupin, an ancient crop for the new Millenium*, Auburn University, Auburn, pp. 434-437.

9. Остробородова С. Н. Изучение перспективных видов сырья растительного и животного происхождения для использования в технологиях функциональных продуктов питания / С. Н. Остробородова // Хлібопекарська та кондитерська промисловість України. – 2015. – № 1 (4). – С. 28–32.

Ostrobodova, S. (2015), “The study of perspective types of raw materials of vegetable and animal origin for use in functional food technologies”, *Bakery and confectionery industry of Ukraine* [“Хлібопекарська та кондитерська промисловість України”]. No. 1(4), pp. 28-32.

10. Білецька Я. О. Дослідження збагачення зернобобових культур. Розробка технології виготовлення збагаченого на йод борошна сої / Я. О. Білецька // Хлібопекарська та кондитерська промисловість України. – 2018. – № 1 (2). – С. 8–11.

Biletska, Y. (2018), “Research of leguminous crops enrichment development of technology for production of iodine-enriched soybean flour”, *Bakery and Confectionery Industry of Ukraine* [“Хлібопекарська та кондитерська промисловість України”], No. 1(2), pp. 8-11.

Білецька Яна Олександрівна, канд. техн. наук, доц., кафедра міжнародної електронної комерції та готельно-ресторанної справи, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна. Адреса: майдан Свободи, 4, м. Харків, Україна, 61022. Тел.: 0672931733; e-mail: ya.belecka@karazin.ua.

Белецкая Яна Александровна, канд. техн. наук, доц., кафедра международной электронной коммерции и гостинично-ресторанного дела, Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина. Адрес: площадь Свободы, 4, г. Харьков, Украина, 61022. Тел.: 0672931733; e-mail: ya.belecka@karazin.ua.

Biletska Yana, PhD in Technology, Associate Professor, Department of International Ecommerce and Hotel and Restaurant Business. Address: Svobody sq., 4, Kharkiv, Ukraine, 61022. Tel.: 0672931733; e-mail: ya.belecka@karazin.ua.

Плотнікова Раїса Валеріївна, канд. техн. наук, доц., кафедра технології харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0573494300; e-mail: raisa1786@icloud.com.

Плотникова Раиса Валериевна, канд. техн. наук, доц., кафедра технологии питания, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0573494300; e-mail: raisa1786@icloud.com.

Plotnikova Raisa, PhD in Technology, Associate Professor, Department of Food Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0573494300; e-mail: raisa1786@icloud.com.

DOI: 10.5281/zenodo.3592839