

## ВИСОКОБІЛКОВИЙ ХЛІБ ДЛЯ СПОЖИВАЧІВ З ПІДВИЩЕНИМИ БІЛКОВИМИ ПОТРЕБАМИ

*В.М. Махинько, к.т.н., доц.,  
А.О. Лістратенко, студ.маг,  
Національний університет харчових технологій,  
О.П. Писарець, к.т.н. заст. зав. відділу,  
Відділ хлібопекарського і борошномельно-круп'яного виробництва,  
Інститут продовольчих ресурсів НААН*

*Білкова складова є найдефіцитнішою у раціоні харчування більшості споживачів. Особливо актуальним є завдання споживання необхідної кількості білка для людей, що мають підвищений ступінь фізичної активності (спортсмени, люди важкої фізичної праці). Традиційні хлібобулочні вироби, що належать до продуктів повсякденного споживання, містять недостатню кількість білка, біологічна цінність якого погіршена низьким вмістом незамінної амінокислоти лізину. Метою роботи було розроблення високобілкових видів хліба з використанням концентрованих рослинних білків – сухої пшеничної клейковини та ізолятів сої, гороху і рису. Комплекс проведених досліджень дав змогу розробити рецептури виробів, що містять підвищену кількість легкозасвоюваного білка високої біологічної цінності. Запропоновані вироби мають високі органолептичні та фізико-хімічні показники, а споживання цих продуктів у рекомендованих кількостях здатне повністю задовольнити потребу організму людини у рослинних білках. Проведені економічні розрахунки показали перспективність широкого впровадження розроблених хлібобулочних виробів, для чого було розроблено відповідні технологічні інструкції.*

*Ключові слова:* норми, хліб, рослинні ізоляти, білок, амінокислоти, соя, горох, рис

## HIGH-PROTEIN BREAD FOR CONSUMERS WITH INCREASED PROTEIN REQUIREMENTS

*V. Makhynko, Ph.D., Technics, Associate Professor,  
A. Listratenko, Master Student,  
National university of food technologies,  
O. Pisarets, Ph.D., Technics, Deputy Head of Department,  
Department of Bakery and Flour-and-Cereals Production,  
Institute of Food Resources of NAAS*

*Protein is the most deficient component in diets of most consumers. Consuming a required amount of protein is particularly relevant task for persons with a higher degree of physical activity (athletes, persons of hard physical labor). Traditional bakery products, referred to everyday goods, contain insufficient amount of protein, biological value of which is worsened by low content of essential amino acid lysine. The purpose of the work was to develop high-protein types of bread using concentrated plant proteins – dry wheat gluten and isolates of soy, pea and rice. The set of studies allowed to develop recipes of products which contain increased amount of easily digestible protein of high biological value. The products proposed have high organoleptic, physical and chemical indicators, and consumption of these products in normal quantities can fully satisfy human body's need in plant proteins. The economic estimates in this work evidenced the prospects of broad introduction of the developed bakery products, and the corresponding technological instructions were drawn up for this purpose.*

**Key words:** requirements, bread, vegetable isolates, protein, amino acids, soybeans, peas, rice

Білок є найціннішою та найдефіцитнішою складовою харчування. Він виконує найбільше (порівняно з іншими нутрієнтами) фізіологічних функцій, і водночас організм не

здатен накопичувати його запаси. На відміну від вуглеводів і жирів, які можуть частково синтезуватися організмом людини в результаті взаємоперетворення, білок обов'язково має надходити з їжею. У випадку ж недостатньої калорійності харчування він може додатково витрачатися на енергетичні потреби. Тому нітриціологи об'єднують ці дві проблеми, говорячи про білково-калорійну недостатність харчування значної кількості людей у світі. Особливо важливим є завдання надходження необхідної кількості білка для людей, що мають підвищені енергетичні та білкові потреби. Це – люди важкої фізичної праці, а також спортсмени силових видів спорту [1].

Відомо, що фізіологічні потреби організму людини в енергії та основних харчових речовинах залежать від статі, віку та рівня фізичної активності. Саме за цими ознаками класифікують різні групи споживачів у нещодавно оновлених «Нормах фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії» [2]. Для прикладу розглянемо білкові потреби дорослого населення (табл. 1).

Табл. 1

**Норми фізіологічних потреб у білку дорослого населення [2]**

Група фізичної активності	Вік, років	Чоловіки		Жінки	
		усього білків, г	у т.ч. рослинних, г	усього білків, г	у т.ч. рослинних, г
I	18...29	80	40	61	31
	30...39	75	38	59	30
	40...59	68	34	58	30
II	18...29	91	46	66	32
	30...39	84	42	65	33
	40...59	80	41	63	31
III	18...29	106	54	76	36
	30...39	100	53	74	35
	40...59	96	48	72	34
IV	18...29	108	54	87	41
	30...39	102	51	84	39
	40...59	96	48	82	39
V	18...29	117	58,5	–	–
	30...39	111	55,5	–	–
	40...59	104	52	–	–

Як бачимо, з віком потреби людини у білку знижуються на 10...15%, однак підвищена фізична активність призводить до зростання білкових потреб на 15...45%. Хоча абсолютні цифри для чоловіків і жінок відрізняються, однак загальна тенденція зберігається.

Науковці та фахівці хлібопекарської промисловості, розробляючи нові рецептури чи вдосконалюючи чинні, орієнтуються переважно на I та II групи фізичної активності. Однак слід враховувати, що законодавчо затверджена норма споживання хлібних виробів (277 г/добу) цими категоріями споживачів зазвичай не витримується – хліба вони вживають менше, тож і кількість спожитого білка також знижена. Іншим приводом для розроблення рецептур високобілкових хлібобулочних виробів є зростання частки населення, яка компенсує відсутність фізичних навантажень заняттями різними видами спорту. Відомо, що фізичні вправи прискорюють загальні метаболічні процеси, в тому числі – й розщеплення білка. Водночас потреба накопичувати м'язову тканину ставить підвищені вимоги до кількості спожитих білкових речовин. Як наслідок – потреби спортсменів у білках, незалежно від виду занять, значно перевищують значення, рекомендовані для людей навіть високого рівня фізичної активності (табл. 2) [3].

**Рекомендовані норми споживання білка різними групами спортсменів**

Група видів спорту	Стать	Білки, г	
		всього	у т.ч. рослинних
Види спорту, не пов'язані зі значними фізичними навантаженнями	Ч	96...109	48...55
	Ж	89...102	45...51
Види спорту, пов'язані з короткочасними, але значними навантаженнями	Ч	120...154	60...77
	Ж	102...136	51...68
Види спорту, що характеризуються великим об'ємом та інтенсивністю фізичного навантаження	Ч	154...174	77...87
	Ж	136...158	68...79
Види спорту, пов'язані з тривалими і напруженими навантаженнями	Ч	174...190	87...95
	Ж	158...175	79...88

Аналіз таблиці 2 показує, що навіть для спортсменів, зайнятих у видах спорту, не пов'язаних зі значними фізичними навантаженнями, рівень споживання білка наближається до передбаченого законодавчими нормами рівня споживачів IV групи інтенсивності праці. Якщо передбачено напружені й тривалі спортивні фізичні навантаження – потреба у білках зростає майже удвічі. Оскільки у більшості атлетів досить зневажливе ставлення до борошняних виробів як до джерела «порожніх калорій», кількість спожитої ними хлібобулочної продукції також не перевищує встановленої цифри 277 г/добу. Але у традиційних хлібних виробках кількість білка не перевищує 10%, що може забезпечити потреби цих груп споживачів у рослинному білку лише на 40...50%. Тому отримати додаткову кількість білка вони зможуть, лише споживаючи високобілкові хлібобулочні вироби, що міститимуть удвічі більшу, порівняно з традиційними, кількість білка.

**Матеріали та методи.** Метою роботи було розробити рецептури високобілкових хлібних виробів, використовуючи ізоляти рослинних білків – сої, гороху та рису. Вибір цих видів сировини зумовлений значним вмістом амінокислоти лізину, яка є лімітуючою в білковій складовій традиційних хлібних виробів та вважається однією з найдефіцитніших амінокислот у загальному харчовому раціоні людства. Високоочищена сировина містить близько 90% білка, що дає змогу вносити її в невеликій кількості, суттєво не погіршуючи перебіг технологічного процесу та якість кінцевої продукції. До того ж багатоступеневе очищення цієї сировини в процесі її одержання забезпечує повне видалення антипоживних речовин, характерних для продуктів переробки бобових. Як необхідна технологічна добавка, що забезпечить звичну структуру м'якушки виробів та їх об'єм, обрана суха пшенична клейковина (СПК). Слід зазначити, що на сьогодні промисловість масово випускає лише один вид хліба з підвищеним вмістом білка – «Хліб білковий київський». До його складу входить СПК, що дає змогу отримати виріб з вмістом білка близько 16%. Споживання денної норми хлібної продукції лише за рахунок цього виробу насправді здатне майже на 92% задовольнити підвищені потреби організму спортсмена чи людини важкої фізичної праці у рослинних білках. Однак слід враховувати, що насправді буде засвоєно не весь спожитий білок, оскільки внесення СПК додатково зменшує вміст лімітуючої амінокислоти лізину. А це, згідно принципу Мітчела-Блока, знизить коефіцієнт утилітарності спожитого білка пропорційно до вмісту лімітуючої амінокислоти [4].

**Результати та обговорення.** У ході роботи було поставлено завдання підібрати таке співвідношення високобілкової рослинної сировини (ізолятів та СПК), яке б забезпечувало необхідну якість продукції, значно підвищений вміст білка та його високу біологічну цінність. Проведений комплекс розрахункових і технологічних досліджень дав змогу запропонувати такі дозування вказаної сировини (замінивши відповідну кількість борошна):

- хліб «Високобілковий» – 17% СПК та 10% ізоляту соєвого білка (ІСБ);

- хліб «Білковий з гороховим ізолятом» – 11% СПК та 10% ізоляту горохового білка (ПБ);

- хліб «Білковий з ізолятом рису» – 12% СПК та 9% ізоляту рисового білка (РБ).

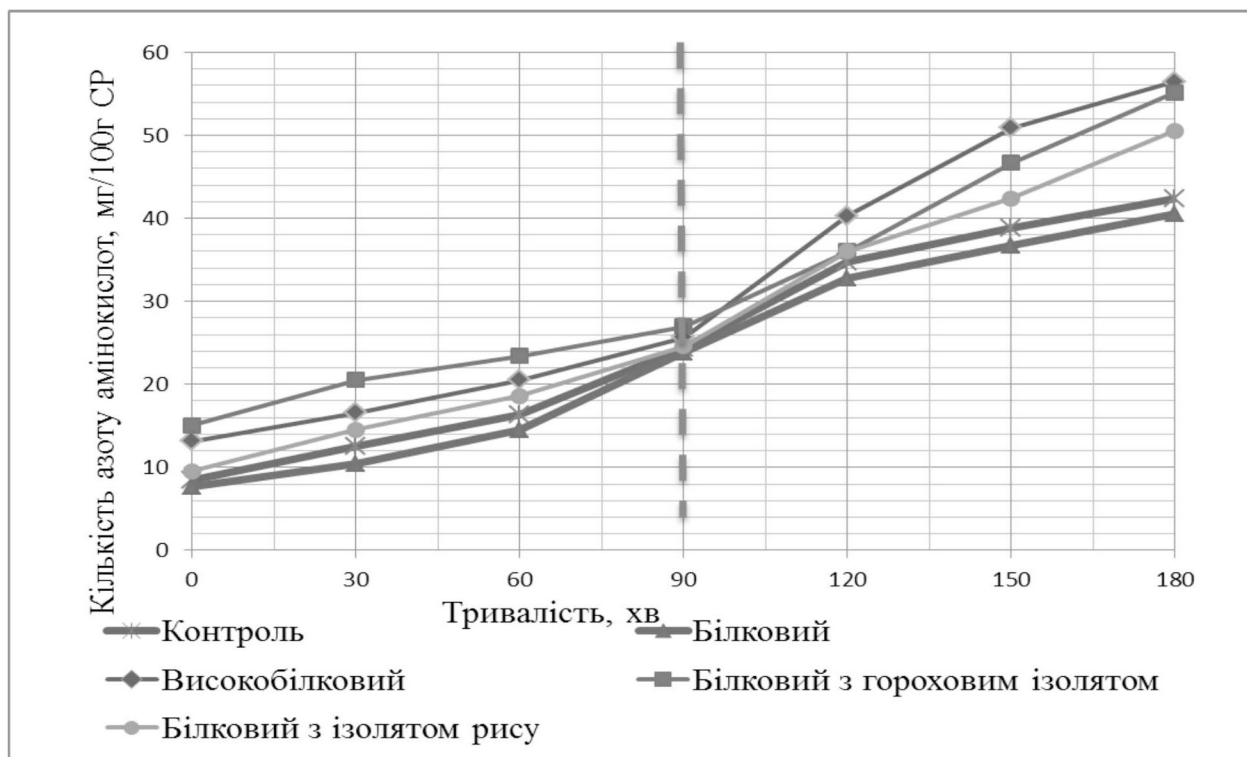
Зважаючи на встановлену попередніми дослідженнями високу водопоглинальну здатність білкової сировини, у технологічний процес було внесено незначні зміни: на 5...7% підвищено масову частку вологи в тісті, дещо подовжено тривалість його замішування і час вистоювання тістових заготовок. Внесення СПК та використання запропонованих змін забезпечили одержання готових виробів з необхідними фізико-хімічними характеристиками та високими органолептичними показниками (табл. 3).

Табл. 3

### Фізико-хімічні та органолептичні показники високобілкового хліба

Показник	Контроль (без добавок)	Контроль білковий	СПК/ІСБ 17/10	СПК/ПБ 11/10	СПК/РБ 12/9
Масова частка вологи, %	42,5	45,8	49,0	47,0	46,8
Вихід, %	131,0	139,0	154,0	149,0	146,0
Кислотність, град	2,8	3,5	3,4	3,5	3,2
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /100 г	325	445	350	310	330
Колір м'якушки	Білий з жовтуватим відтінком	Білий з сіруватим відтінком	Світло-коричневий		Коричнево-сірий
Стан м'якушки	Пружна, кришкувата. Пористість рівномірна.	Гумоподібна, не крихка. Пори не рівномірні, великі.	М'яка, не крихка. Пори дрібні, рівномірні.	М'яка, не крихка м'якушка. Пори дрібні, не рівномірні.	
Запах	Властивий хлібу, без стороннього запаху			Властивий, зі слабким запахом гороху	Властивий, без стороннього запаху
Смак	Властивий, без стороннього присмаку	Властивий, без стороннього присмаку.	Властивий хлібу, зі слабким присмаком ізоляту		Властивий, без стороннього присмаку, присмний

Оскільки метою роботи було не лише забезпечити якість високобілкового хліба, але й підвищити його біологічну цінність, було проведено дослідження щодо зміни цього показника у розробленій продукції. Максимально наближеним до умов кишково-шлункового тракту людини методом оцінювання якості білкової складової харчових продуктів є визначення їх перетравлюваності *in vitro*. Проведення цих досліджень підтвердило (рис. 1) наше припущення про негативний вплив на біологічну цінність виробів внесення лише СПК: кількість накопиченого азоту як на пепсиновій, так і (особливо) на трипсиновій стадії була дещо меншою навіть за контрольний зразок. Водночас усі розроблені вироби показали значно вищий ступінь засвоєння білка, адже ступінь накопичення амінокислот та трипсиновій стадії зріс на 8...13%.



**Рис. 1. Перетравлюваність високобілкових видів хліба *in vitro***

Опосередковано біологічну цінність білкової складової харчових продуктів можна оцінювати за зміною кількості лімітуючої амінокислоти. Розрахункові та експериментальні дослідження підтвердили (табл. 4) наше припущення щодо зростання вмісту лізину в збагачених виробках. Це дає змогу говорити не лише про збагачення хліба білком, але й про вищий ступінь засвоюваності білкової складової (зростання коефіцієнту утилізації білка).

Табл. 4

**Харчова та біологічна цінність високобілкових видів хліба**

Виріб	Амінокислотний скор за лізином, %	Вміст рослинного білка, г		Забезпечення добової потреби у рослинних білках (48 г), %
		у 100 г виробу	у 277 г виробу	
Хліб пшеничний (контроль)	45,2	7,8	21,6	45
Хліб «Білковий Київський»	38,1	16	44,3	92,3
Хліб «Високобілковий»	61,5	20,0	55,4	115,4
Хліб «Білковий з гороховим ізолятом»	68,7	16,8	46,5	96,8
Хліб «Білковий з ізолятом рису»	46,1	17,8	49,3	102,6

**Висновки**

Розроблено високобілкові вироби, що містять удвічі більше (порівняно з традиційним хлібом) білка і здатні повністю задовольнити підвищені потреби людей важкої фізичної праці та спортсменів у рослинних білках. І хоча вартість такої продукції буде дещо вищою (зважаючи на високу ціну високобілкової сировини), однак в перерахунку на 1 г засвоєного білка здоров'я буде спостерігатися лише у хлібові з ізолятом рисового білка, а хліб з ізолятом соєвого білка буде за цим показником навіть майже удвічі дешевшим за хліб «Білковий київський». На нову продукцію розроблено рецептури і технологічні інструкції, запропоновані технічні рішення підтверджено патентами України на корисну модель [5,6,7] та належним чином апробовано у виробничих умовах.

### **Використані джерела**

1. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
2. Наказ про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії (2017), МОЗ України; Наказ від 03.09.2017 № 1073. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17> (дата звернення 19.02.2017).
3. Пшендин А. И. Рациональное питание спортсменов. Для любителей и профессионалов. – СПб: Олимп-СПб, 2003. – 160 с.
4. Повноцінне харчування: інноваційні аспекти технологій, енергоефективного виробництва, зберігання та маркетингу : кол. моногр. / за ред. В. В. Євлаш, В. О. Потапова, Н. Л. Савицької; Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2015. – 580 с.

### **References**

1. Zubar N. M. 2010. *Osnovy fiziologii ta hihiieny kharchuvannia* – Fundamentals of Physiology and Food Hygiene. Kyiv, Tsentr uchbovoi literatury, 336 (in Ukrainian).
2. *Nakaz pro zatverdzhennia norm fiziolohichnykh potreb naseleennia Ukrainy v osnovnykh kharchovykh rehovynakh ta enerhii*. 2017. – Norms of physiological needs of the Ukrainian population in basic food substances and energy, Ministry of Health – Order No. 1073 dated. 03.09.2017. (in Ukrainian). – URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17>.
3. Pshendyn A. Y. 2003. *Ratsyonalnoe pytanye sportsmenov. Dlia liubytelei y professyonalov* – Rational nutrition of athletes. For amateurs and professionals. Sankt-Peterburh, Olymp-SPb, 160 (in Russian).
4. Yevlash V. V., Potapov V. O., Savytskaja N. L., editors (2015) *Povnotsinne kharchuvannia : innovatsiini aspekty tekhnolohii, enerhoefektyvnoho vyrobnytstva, zberihannia ta marketynhu* – Nutrition: innovation aspects of technologies, energy efficient production, storage and marketing. Kharkiv, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, 580 (in Ukrainian).