

**Високобілкові рослинні добавки для хлібопечення**  
В.М. Махинько, А.В. Шаран  
*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**HIGH-PROTEIN PLANTS SUPPLEMENTS FOR BAKERY**  
Valerij Makhynko, Andriy Sharan  
*National University of Food Technology, Kyiv, Ukraine*

**Abstract:** It is shown necessity of increasing of food and biological value of bakery products, based on analyze of chemical composition of the main groups of its products. It is given the advantages and disadvantages of traditional supplements with high protein content and described Ukrainian agricultural crops as potential source for production of high protein additives. It is developed a recommendations for using of cereal and bean for fortification of bakery products produced with wheat flour, based on its protein content and amino acids formula. It is described an existing methods of fortification of bakery products and is shown advantages of using for this aim a supplements with high protein content concentrates and isolates).

**Keywords:** protein, supplement, cereals, beans, fortification.

**Зміст**

Вступ

1. Рослини як джерело білка

1.1 Існуючі розробки щодо одержання високобілкових рослинних добавок

1.2 Харчові особливості рослинних білків

2. Особливості вибору високобілкових рослинних добавок для хлібопечення

Висновки

Список використаних джерел

## Вступ

Розвиток агропромислового комплексу, впровадження нових технологій та підвищення ступеню використання сировини у харчовій промисловості дають змогу практично повністю вирішити проблему недостатності харчування населення у більшості розвинених країн світу. Тому на перший план виходить питання збалансованості хімічного складу харчових продуктів з метою щонайповнішого задоволення потреб організму людини. Відомо, що раціон сучасної людини містить надлишкову кількість вуглеводів (переважно – легкозасвоюваних), у той час як вміст білка є недостатнім (за різними даними, дефіцит білка у світі може сягати 25 млн. т/рік [1]). Особливо це стосується громадян країн з невисоким рівнем прибутків (до яких, на жаль, останні десятиліття належить і Україна), оскільки вони споживають молочних, яєчних та м'ясних продуктів значно менше рекомендованих кількостей, задовольняючи свої енергетичні потреби переважно за рахунок продуктів з високим вмістом вуглеводів (картоплі, кукурудзи, макаронних та хлібних виробів). Завдання збалансування саме хлібобулочних виробів є одним з першочергових, оскільки вони належать до продуктів повсякденного вживання. Проведений нами розрахунок хімічного складу та біологічної цінності хлібних виробів показав, що вони (незалежно від виду і сорту борошна, з якого виготовлені, та рецептури) містять значний надлишок вуглеводів, а білки дефіцитні за вмістом лізину та треоніну (табл. 1).

Таблиця 1

### Характеристика харчової цінності хлібобулочних виробів

Хлібобулочний виріб	Співвідношення білків та вуглеводів (норма 1:4)	Скор лімітуючих амінокислот	
		Лізін	Треонін
1	2	3	4
Хліб житній з сіяного борошна	1:11,1	74	80
Хліб житній з обдирного борошна	1:7,7	61	93
Хліб житній з обойного борошна	1:6,5	61	80
Хліб Дарницький	1:7,6	57	86
Хліб Бородінський	1:7,4	57	76
Хліб пшеничний з борошна в/с	1:6,9	45	66

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Хліб пшеничний з борошна І с	1:6,8	51	78
Хліб пшеничний з борошна ІІ с	1:6,0	52	78
Хліб пшеничний з обойного борошна	1:5,5	57	78
Батони столові з пшеничного борошна в/с	1:7,3	46	67
Батони нарізні з пшеничного борошна І с.	1:7,2	51	78
Батони прості з пшеничного борошна ІІ с.	1:5,8	52	78
Булочки здобні з пшеничного борошна в/с	1:7,6	65	79
Здоба звичайна з пшеничного борошна І с.	1:7,4	54	81

Зважаючи на те, що переважна кількість вуглеводів у хлібобулочні вироби вноситься з борошном, яке належить до основної сировини і кількість якого не може бути зменшена без суттєвого погіршення споживчих властивостей кінцевого продукту, найдоцільнішим шляхом збалансування хімічної складу хлібної продукції є її збагачення білком. Перевагу слід віддавати продуктам, які незначно впливатимуть на перебіг технологічного процесу і якість готових виробів, у той же час забезпечуючи суттєве підвищення кількості білка у кінцевому продукті. З цієї точки зору найкращими збагачувачами є концентровані білки чи білоквмісні продукти, оскільки їх можна вносити у невеликих кількостях (що позитивно позначиться на технологічній складовій процесу виготовлення продукції), у той же час забезпечуючи суттєве збільшення вмісту білка у готових виробах. Слід також прагнути до максимального підвищення біологічної цінності збагаченого продукту, яка визначатиметься засвоюваністю білка, його збалансованістю за вмістом основних незамінних амінокислот та високим вмістом лімітуючих амінокислот. Зважаючи на те, що до найкращих за амінокислотною формулою та рівнем засвоюваності білка належать м'ясні, молочні та ячні продукти, хлібопекарською промисловістю розроблено цілий ряд збагачених ними (як у нативному, так і у концентрованому вигляді) хлібних виробів [2]. Однак слід враховувати, що у сучасному

світі ставлення до тваринних джерел білка стає все стриманішим. Цьому є кілька причин:

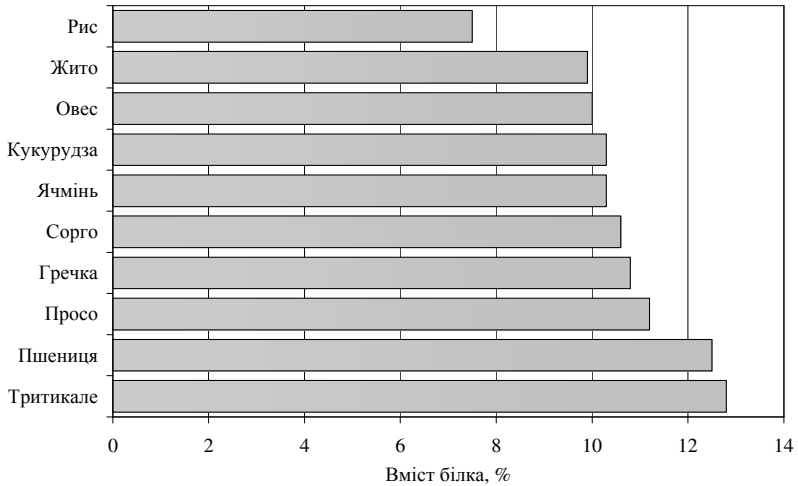
- активне використання у тваринництві фармакологічних засобів (гормонів – регуляторів росту, антибіотиків тощо);
- періодичні спалахи масових панзоотій (тваринних епідемій), що набували континентального характеру;
- негативний вплив промислового тваринництва на екологічну ситуацію (за висновками ФАО, тваринницька галузь виділяє в атмосферу більше парникових газів, ніж автомобільний транспорт [3]);
- одержання тваринного білка значно витратніше, оскільки у трофічному ланцюгу рослина-тварина може втрачатися до 80 % початкового білка [4, 5], що позначається на вартості білка і закономірно призводить до подорожчання збагаченої ним продукції;
- щороку збільшується кількість людей, які віддають перевагу постійному чи періодичному вегетаріанському типу харчування (з релігійних або етичних мотивів).

Усі ці фактори призвели до підвищення зацікавленості виробників харчової продукції у доступних джерелах рослинного білка.

## **1. Рослини як джерело білка**

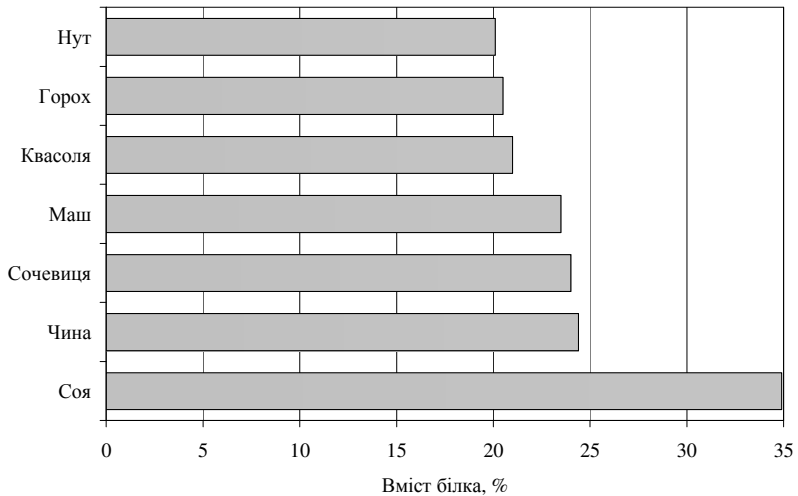
Проводячи порівняльне оцінювання можливих джерел рослинного білка, слід зважати на об'єми вирощування, продуктивність і стабільність врожаїв, вихід білка та його якість (біологічну цінність, безпечність, функціональні властивості), а також можливість безвідходного виробництва та економічні показники процесу виділення білка. На основі статистичних даних нами проведено порівняльний аналіз найпоширеніших сільськогосподарських культур України, що можуть бути використані для одержання харчового рослинного білка, проаналізовано їх хімічний склад, масштаби вирощування та урожайність. Додатково бралася до уваги можливість безвідходної переробки рослинної сировини з одночасним одержанням як білкової, так і вуглеводної чи олійної складової.

На першому етапі було проаналізовано зернові культури, які є традиційними для нашого агросектору. Порівнюючи вміст білка (рис. 1), можемо зробити висновок, що серед традиційних зернових культур найбільше його міститься у пшениці та тритикале, а найменше – у рисі, однак різниця між ними незначна і не перевищує 5 % [6].



**Рисунок 1. Вміст білка у насінні традиційних зернових культур**

Значно вищим є вміст білка у насінні соняшника (близько 20%), а у насінні сої кількість білка може сягати 35%, що майже втричі перевищує показники усіх зернових культур (рис. 2).



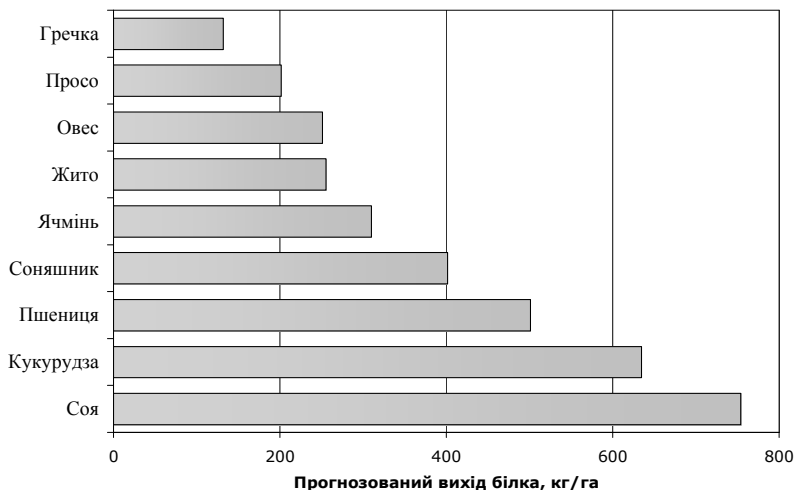
**Рисунок 2. Вміст білка у насінні бобових культур**

Однак, оцінюючи перспективність цих культур з точки зору можливого одержання рослинного білка, слід враховувати масштаби їх культивування та врожайність. Як бачимо (рис. 3), в Україні 95 % усіх обсягів зібраного врожаю становлять, у порядку зменшення, кукурудза, пшениця, соняшник, ячмінь та соя (при цьому на перших три культури припадає близько 80 % врожаю) [7].



**Рисунок 3. Відсоткове співвідношення обсягів вирощуваних в Україні сільськогосподарських культур**

Для зручності порівняння урожайностей досліджуваних культур було проведено розрахунок кількості білка, який може бути отриманий з 1 га площі (за умови його повного вилучення). Наведені дані (рис. 4) свідчать, що серед традиційних культур за цим показником найперспективнішими є соя, кукурудза, пшениця та соняшник. Додатковою їх перевагою є те, що білок з насіння цих культур можна одержувати як побічний продукт після вилучення жирової (олія у сої та соняшнику) чи вуглеводної (крохмаль пшениці й кукурудзи) складової.



**Рисунок 4. Умовний «вихід» білка з 1 га сільськогосподарських угідь**

Оскільки передбачається використовувати одержаний білок на харчові цілі, важливим є не лише вміст білка та його «вихід», але й якість, що характеризується наявністю та кількістю незамінних амінокислот. Порівнявши вміст амінокислот у білку досліджуваних сільськогосподарських культур [6] з «ідеальним» білком ФАО/ВООЗ, можемо зробити висновок, що жодна з них не має збалансованого амінокислотного складу. Розрахувавши амінокислотний скор (відсоткове відношення вмісту амінокислот у досліджуваному білку до еталонного), бачимо (табл. 2), що найдефіцитнішими амінокислотами є лізин і треонін.

Ці дані слід обов'язково враховувати, приймаючи рішення щодо вибору сировини для одержання високобілкових рослинних добавок як з традиційних сільськогосподарських культур, так і з інших видів рослинної сировини.

### **1.1 Існуючі розробки щодо одержання високобілкових рослинних добавок**

Класичні технології харчової промисловості орієнтовані переважно на виділення «енергетичних» компонентів сировини (жирів та вуглеводів), а її білкова складова у вигляді відходів зазвичай використовується на корм худобі. На жаль, практично не використовуються з

метою одержання харчового білка найефективніші білокпродукуючі біологічні системи – біомаса трави та зеленого листа, водорості та мікрородорості. Зміна цієї ситуації з використанням нетрадиційних джерел рослинного білка дала б змогу вже через кілька років повністю вирішити проблему білкового дефіциту в харчуванні населення, оскільки відомо, що безпосередньо у їжу людина вживає не більше 6 % щорічно відновлюваної біомаси рослин [4, 8].

Таблиця 2

**Амінокислотний скор білків досліджуваних сільськогосподарських культур**

Амінокислота	Гречка	Жито	Кукурудза	Овес	Просо	Пшениця	Соя	Соняшник	Ячмінь
Валін	115	92	81	121	79	83	120	103	104
Ізолейцин	97	91	76	104	112	88	130	84	93
Лейцин	91	89	178	103	149	96	109	93	102
Лізин	77	68	44	70	49	49	109	62	65
Метионін+цистин	114	113	80	119	112	107	88	108	110
Треонін	88	76	60	83	92	72	100	107	85
Триптофан	127	131	65	152	152	120	129	163	117
Фенілаланін+тирозин	117	123	136	153	141	141	128	128	148

Зокрема, існують розробки щодо одержання білкового концентрату (масова частка білка близько 50 %, вихід – 1,6 %) із зеленої маси люцерни, в якій міститься до 23 % білка (до маси сухих речовин) [9]. Також розроблено спосіб одержання білково-вітамінної добавки із зеленої маси конюшини, люцерни та інших трав, який передбачає пряме віджимання з них зеленого соку з наступним його фракціонуванням, концентруванням і висушуванням. Одержаний продукт з вмістом сухих речовин 90 % і вмістом білка 35-45 % може бути використаний в кількості 4-6 % для збагачення різних видів хлібних виробів [10, 11].

У роботі Цулаї Д. Г. запропоновано технологію одержання білкового концентрату (вміст білка близько 45 %) та ізоляту (близько 85 % білка) з бадилля картоплі. Показано, що послідовне використання операцій дезінтеграції зеленої маси та коагуляції картопляного соку дає змогу отримувати протеїновий концентрат в кількості 1,6 % до маси бадилля (8,6 % до маси сухих речовин), а ізолят в кількості 0,33 % до зеленої маси. Одержані продукти характеризуються високою водоутримувальною (257 та 212 % відповідно) та жирутримувальною здатністю (151 та 134 % відповідно). Максимальна розчинність для протеїнового концентрату досягається за рН 8,5, а для ізоляту – 10,5. Вивчення біологічної цінності одержаних продуктів та їх доступності для протеолітичних ферментів показали перспективність їх використання для створення збагачених рослинними білками харчових продуктів [12].

Практично не вимагає витрат на своє культивування мікродорость спіруліна. Водночас, вміст збалансованого за основними амінокислотами білка у ній може перевищувати 50 %, а відсутність целюлози в клітинних стінках полегшує її засвоєння організмом людини, що доводить перспективність використання цього сировинного ресурсу для одержання білкових добавок високої біологічної цінності та засвоюваності [13]. До того ж слід враховувати, що водорості трансформують сонячну енергію в 100 разів ефективніше, ніж наземні рослини: для подвоєння своєї біомаси їм потрібно близько 6 годин, у той час як птахи витрачають на це до одного місяця, а свині – 2-4 місяці [5]. У роботі Воронкової С. С. запропоновано умови культивування мікродорості спіруліни, за яких у клітинах накопичується до 60 % білка. Розроблена технологія вилучення білкових речовин з мікродорості, яка передбачає механічне руйнування клітин з наступним лужним екстрагуванням, дає можливість одержувати рослинний концентрат з вмістом білка 53 % та ізолят з вмістом білка 75-82 %. Визначення амінокислотного складу одержаного ізоляту показало його високу біологічну цінність. Для зниження вмісту антипоживних речовин пропонується теплова обробка продукту при 100 °С протягом 10 хв. При цьому констатується величина відносної поживної цінності (RNV) на рівні 65,9 % по відношенню до казеїну [14].

Також недостатньо використовуються різні види шротів насіння, що залишаються після вилучення з них олій. Наприклад, у шроті гарбузового насіння міститься близько 50 % білка, який за сумою незамінних амінокислот перевищує рекомендації ФАО/ВООЗ [15]. Тому зусилля науковців і технологів мають бути спрямовані на якомога по-

вніше використання наявних резервів рослинного білка. Зокрема, на ширше впровадження уже розроблених технологій одержання високоцінних концентрованих харчових білкових продуктів з насіння ріпаку, свиріпи, льону [16, 17, 18].

У роботі Зарицької Н. Є. вивчали можливість одержання білкового концентрату зі шроту сафлори, в якому після вилучення олії залишається близько 26 % білка (а у випадку переробки обрушеного насіння – до 70 % білка). Визначення хімічного складу сировини показало, що вона містить недостатню кількість сірковмісних амінокислот (скор – 72 %), однак багата на фосфор і залізо. Проведене фракціонування білкових речовин сафлорового шроту показало високий вміст глутелінів (82-85 % від загальної кількості). Підібрані технологічні параметри одержання сафлорового білкового концентрату забезпечують отримання кінцевого продукту з високими органолептичними та функціональними властивостями, а також достатнє вилучення антипоживних речовин (глікозидів та фенольних сполук). Пропонується використовувати продукт у вигляді пасти з масовою часткою вологи 75-78 %, що містить близько 92 % білка (до маси сухих речовин) [19].

У роботі Лекіашвілі Е. І. вивчено можливість і розроблено технологію одержання білкового концентрату з виноградних кісточок. З цієї метою пропонується проводити екстрагування шроту виноградних кісточок 7 %-вим розчином хлористого натрію з наступним осадженням білків з профільтованого екстракту 10 %-вим розчином соляної кислоти. Висушений продукт містить близько 78 % білка, що складається переважно з альбумінів і глобулінів (90 %). Вміст незамінних амінокислот в продукті становить 41 % від суми усіх амінокислот (лімітуючими є метіонін та цистин). Харчова цінність одержаного білкового концентрату з виноградних кісточок становить 74 % по відношенню до казеїну, що дає можливість говорити про перспективність використання цієї високобілкової добавки для збагачення традиційних харчових продуктів [20].

Особливої уваги заслуговують зернобобові культури (квасоля, нут, люпин), вміст білка у насінні яких перевищує 20 %, а їх вирощування традиційне для нашої кліматичної зони. Розроблені технології дають можливість отримувати високобілкові концентрати та ізоляти, що здатні зробити вагомий внесок у подолання проблеми білкового дефіциту харчування [21, 22, 23, 24].

У роботі Астаніної В.Ю. розглядається перспективність використання сочевиці для одержання білкових рослинних препаратів високої біологічної цінності. Оскільки білки сочевиці мають високий показник

перетравлюваності травними ферментами людини (на рівні 83 %) та перевищують сою за показником утилізації білка, запропоновано технологію одержання висококонцентрованих білкових препаратів з кінцевим вмістом білка не менше 60 %. Використання мікробіологічних ферментних препаратів для обробки сочевичного борошна з метою розщеплення баластних речовин дало можливість одержати білковий концентрат з вмістом білка близько 80 % та ізолят з вмістом білка близько 93 % . Встановлено, що фракційний склад білкового концентрату з сочевиці характеризується удвічі більшим вмістом солерозчинних білків порівняно з концентратом сої. Вологоутримуюча здатність концентрату білка сочевиці близька до концентрату соєвого білка, що дає можливість говорити про перспективність заміни соєвих білків високобілковим препаратом із сочевиці [25].

Практично невикористаним залишається ресурс горіхоплідних культур. Згідно статистичних даних [7], в Україні у 2014 році було зібрано понад 102 тис. т. волоських горіхів, які містять у своєму складі близько 15 % високоцінного білка. За середньої урожайності 78 ц/га прогнозований вихід харчового білка перевищує 1200 кг/га, що майже удвічі більше, ніж цей же показник для сої. Після холодного пресування олії у жмихові залишається близько 45 % (у перерахунку на СР) білкових речовин і до 15 % цінної за своїм складом олії [1], тому він може бути використаний безпосередньо як комплексний збагачувач хлібобулочних виробів або перероблений у концентрованіші білкові продукти.

## **1.2 Харчові особливості рослинних білків**

Слід враховувати, що широкому впровадженню рослинних білків для збагачення традиційних харчових продуктів стоїть на заваді кілька факторів: нижчий ступінь засвоєння (зумовлений наявністю клітинних стінок, які не можуть бути розщеплені травними ферментами людини), незбалансованість амінокислотного складу та наявність у рослинних продуктах певної кількості антипоживних речовин.

До небажаних компонентів рослинної сировини, які необхідно вилучити в процесі одержання харчового білка чи хоча б знизити їх активність, належать [4]:

- інгібітори травних ферментів (трипсину та хемотрипсину);
- олігосахариди рафіноза та стахіоза (у соєвих бобах до 6 % стахіози і близько 1 % рафінози, у насінні соняшнику – близько 3 % рафінози);

- гемаглютиніни, що викликають «злипання» еритроцитів крові людини (наприклад, соїн сої чи рицин рицини);
- фітинова кислота (переважно у вигляді кальцієво-магнієвої солі – фітину);
- тіоглікозиди олійних культур (особливо рапсу, що містить їх до 6 %);
- сапоніни і таніни (що не є шкідливими, однак впливають на смак, запах і колір виділеного білка).

Також слід враховувати, що внесення рослинних добавок в кількостях, достатніх для суттєвого підвищення харчової та біологічної цінності кінцевого продукту (понад 10 %), негативно позначається на структурно-механічних властивостях напівфабрикатів, перебігу основних технологічних процесів та якості готової продукції.

Вказаних недоліків можна уникнути, якщо використовувати концентровані форми рослинного білка у вигляді рослинних білкових концентратів (з вмістом білка понад 65 %) та ізолятів (з вмістом білка близько 90 %). Процес одержання концентратів та ізолятів передбачає проведення механічного подрібнення вихідної сировини, екстракцію з неї цільових (чи небажаних) компонентів, очищення білкових розчинів, концентрування і сушіння білкової фракції. До прогресивний методів одержання висококонцентрованих білкових речовин належать ультрафільтрація та зворотній осмос, що базуються на використанні мембран, вибірково проникних для молекул розчиненої речовини (як у випадку ультрафільтрації) чи лише для молекул розчинника (зворотній осмос). Останнім часом набуває все більшого поширення (зважаючи на високу продуктивність, низькі витрати енергії та легкість апаратурного оформлення) набуває метод безмембранного осмосу, в основі якого лежить явище осмосу між розчинами з різним хімічним потенціалом розчинника [4, 26].

Додатковою перевагою вказаних продуктів є те, що в процесі їх одержання (особливо ізолятів) практично повністю вилучаються інгібітори трипсину та олігосахариди [27]. Високий вміст білка у добавках дає можливість вносити їх у технологічно прийнятних кількостях, значно покращуючи амінокислотну формулу збагачених виробів за рахунок взаємодоповнення лімітуючих амінокислот.

## 2. Особливості вибору високобілкових рослинних добавок для хлібопечення

Одним з класичних білкових збагачувачів харчових продуктів є суха пшенична клейковина (СПК), яка завдяки своїм функціональним властивостям та високому вмісту білка (понад 80 %) використовується у багатьох галузях харчової промисловості [28, 29]. Легкість внесення, позитивний вплив на фізико-хімічні показники тіста та якість кінцевої продукції призвели до появи великої кількості хлібних виробів, збагачених СПК. Однак при цьому не враховується друга вимога, сформульована для білкової добавки – доповнення лімітуючих амінокислот збагачуваних виробів. Адже не слід забувати, що пшеничне борошно (з якого чи з додаванням якого виробляється більшість хлібобулочної продукції) та СПК мають однакову лімітуючу амінокислоту – лізин, та ще й у досить малій кількості (табл. 3).

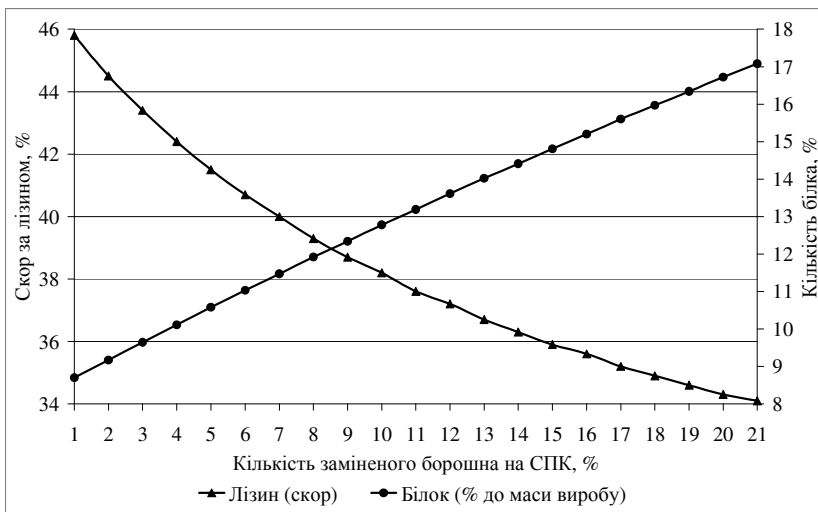
Таблиця 3

**Амінокислотний склад пшеничного борошна та СПК**

Амінокислота	Еталон ФАО/ВООЗ, мг/1 г білка	Борошно пшеничне вищого сорту		СПК	
		Вміст амінокислоти, мг/1 г білка	Скор амінокислоти, %	Вміст амінокислоти, мг/1 г білка	Скор амінокислоти, %
Ізолейцин	40	41,7	104	37,0	93
Лейцин	70	78,6	112	70,8	101
Лізин	55	24,3	44	18,3	33
Метіонін + цистин	35	34,0	97	47,9	137
Фенілаланін + тирозин	60	77,7	129	84,1	140
Треонін	40	30,1	75	27,0	68
Триптофан	10	9,7	97	40,5	405
Валін	50	45,6	91	10,1	20

Проведені нами розрахунки показали, що внесення СПК й справді здатне значно (майже у два рази) підвищити вміст білка у готових пшеничних виробках, однак при цьому його біологічна цінність суттєво знижується. Зокрема, майже на третину зменшується скор основної

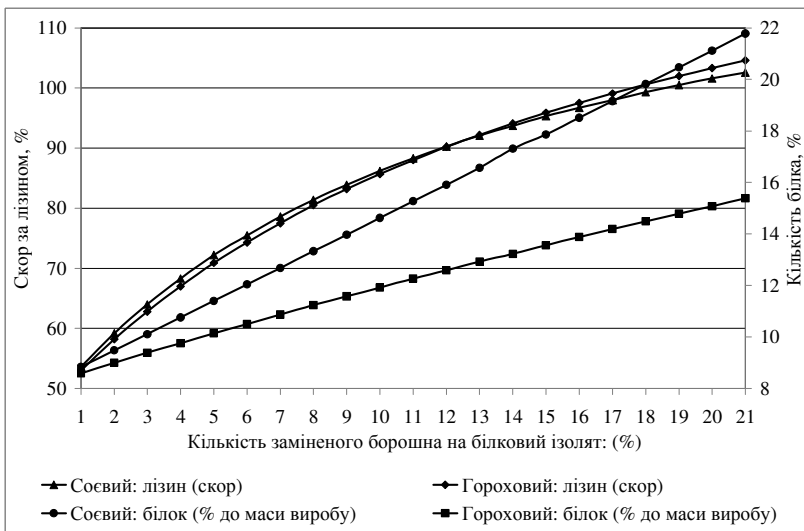
лімітуючої амінокислоти – лізину (рис. 5). А це, згідно принципу Мітчела-Блока про домінуючий вплив першої лімітуючої незамінної амінокислоти на ступінь утилізації решти незамінних амінокислот, призведе до суттєвого зниження ступеню утилітарності усіх амінокислот [30].



**Рисунок 5.** Зміна кількості білка та скору лізину при внесенні СПК

Тому у хлібопекарській промисловості СПК слід розглядати насамперед як технологічну добавку для поліпшення якості виробів з борошна зниженої якості, а не як білковий збагачувач (оскільки, згідно принципу Лібіха [31], повноцінність білка у збагаченому продукті може суттєво знижуватися).

У той же час збагачення хлібобулочних виробів високобілковими рослинними добавками, що виготовлені з сировини, яка містить достатню кількість чи навіть надлишок лізину (наприклад, з бобових культур), здатне призвести до одночасного підвищення як харчової, так і біологічної цінності кінцевої продукції. Наприклад, внесення соєвого чи горохового білкових ізолятів викликає не лише закономірне зростання загальної кількості білка в хлібі, але й суттєве зростання вмісту лізину (рис. 6).



**Рисунок 6. Зміна кількості білка та скору лізину при внесенні соєвого та горохового білкових ізолятів**

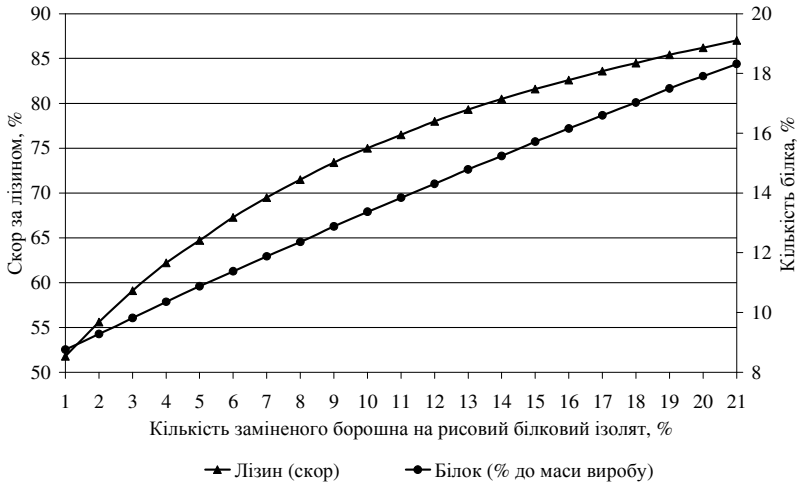
Навіть використання рисового ізоляту, незважаючи не те, що у ньому теж першою лімітуючою амінокислотою є лізин (табл. 4), здатне ефективніше за СПК підвищувати біологічну цінність готових виробів, хоча скор лізину й не перевищує 100 % (рис. 7), як це спостерігалось у виробках з внесенням ізолятів бобових.

**Таблиця 4  
Амінокислотний склад та скор рослинних білкових ізолятів**

Амінокислота	Еталон ФАО/ВООЗ, мг/1 г білка	Білкові ізоляти					
		Соевий		Гороховий		Рисовий	
		Вміст, мг/1 г білка	Скор, %	Вміст, мг/1 г білка	Скор, %	Вміст, мг/1 г білка	Скор, %
Ізолейцин	40	48,0	120	45,6	114	58,3	146
Лейцин	70	78,0	111	83,7	120	91,0	130
Лізин	55	65,0	118	74,9	136	51,2	93
Метіонін + цистин	35	21,0	60	23,7	68	47,0	134

Продовження табл. 4

Фенілаланін + тирозин	60	78,0	130	92,4	154	84,8	141
Треонін	40	44,0	110	39,0	98	47,5	119
Триптофан	10	13,0	130	8,8	88	15,6	156
Валін	50	49,0	98	49,3	99	60,2	120



**Рисунок 7. Зміна кількості білка та скору лізину при внесенні рисового білкового ізоляту**

Зважаючи на вказані переваги, високобілкові рослинні добавки є перспективною сировиною для хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності. Також вони будуть незамінним рецептурним компонентом у випадку розроблення рецептур високобілкових хлібних виробів спеціального призначення – наприклад, для спортсменів силових видів спорту чи людей важкої фізичної праці. Як відомо, їх добова потреба у рослинних білках сягає майже 50 г [32], тому звичайний хліб (що містить до 10 % білка) у цьому випадку обов'язково потребує корекції свого хімічного складу. Сьогодні на ринку України представлено хліб «Білковий київський», що містить 16 % білка. Однак таке суттєве підвищення вмісту білка зумовлено внесенням лише СПК, що недоцільно, зважаючи на викладені нами вище міркування. Намір же суттєво підвищити білкову цінність хлібо-

булочних виробів за рахунок високобілкових рослинних добавок може зумовити потребу їх внесення у кількості понад 5 %, що може позначитися на споживчих властивостях кінцевої продукції. Тому нами пропонується сумісне внесення високобілкових рослинних добавок (як основного білкового збагачувача зі збалансованим амінокислотним складом) та СПК (як поліпшувача споживчих властивостей). Зокрема, встановлено, що внесення 8 % рисового білкового ізоляту разом з 11,5 % СПК дає змогу не одержати вироби високої якості і підвищити загальний вміст білка у хлібі до 17 %, але й суттєво збільшити коефіцієнт утилітарності цього білка [33]. Адже вміст першої лімітуючої амінокислоти лізину зростає з 34 % (у хлібі, що виготовлений з додаванням лише СПК) до 53 % (у досліджуваному зразку), а це закономірно призводить до зростання коефіцієнту утилітарності білка з 41,8 % до 55,6 %.

### **Висновки**

1. Аналізуючи хімічний склад традиційних хлібобулочних виробів, встановлено, що більшість з них мають незбалансоване співвідношення білків та вуглеводів (в середньому 1:7 за норми 1:4), а білки цих виробів лімітовані за лізином та треоніном.

2. Проведено порівняльний аналіз тваринних та рослинних білкових збагачувачів і показано переваги останніх з економічної, екологічної та споживчої точок зору.

3. На основі оцінки традиційних сільськогосподарських культур України, що можуть бути використані для одержання харчового рослинного білка, з позиції їх хімічного складу, масштабів вирощування та урожайності показана перевага комплексного перероблення рослин з одночасним одержанням білкової та жирової або вуглеводної складової сировини.

4. Наведено результати досліджень щодо можливості використання нетрадиційних білокпродукуючих біологічних систем – зеленої маси трав і листя, водоростей і мікродоростей.

5. Показана перспективність використання для харчових цілей висококонцентрованих білкових добавок – концентратів та ізолятів, вказано на основні технології їх одержання.

6. З урахуванням функціональних властивостей, вмісту білка та амінокислотного складу високобілкових рослинних добавок наведено основні вимоги до їх вибору в технології хлібопекарського виробництва.

### Список використаних джерел

1. Егорова, Е.Ю. (2014), Определение технических требований к жмыхам нетрадиционных масличных культур пищевого назначения, *Техника и технология пищевых производств*, № 1, С. 131-138.
2. Дробот, В.И. (1988), *Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности*, Урожай, Київ, 152 с.
3. Livestock's Long Shadow: environmental issues and options (2006), *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 390 pp.
4. Толстогузов, В.Б. (1987), *Новые формы белковой пищи (Технологические проблемы и перспективы производства)*, Агропромиздат, Москва, 303 с.
5. Авдеева, Л.Ю. (2003), *Вдосконалення технології комбінованих м'ясних продуктів з використанням рослинних білків: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.04*, Київ, 18 с.
6. Скурихин, И.М., Волгарев М.Н. (1987), *Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро - и микро - элементов, органических кислот и углеводов*, Агропромиздат, Москва, 360 с.
7. Власенко, Н.С. (2015), *Статистичний збірник «Рослинництво України» – 2014*, Державна служба статистики України, Київ, 180 с.
8. Кретович, В.Л., Токарева Р.Р. (1978), *Проблема пищевой полноценности хлеба : монография*, Наука, Москва, 287 с.
9. Щербаков, В.Г., Иваницкий, С.Б. (1987), *Производство белковых продуктов из масличных семян*, Агропромиздат, Москва, 152 с.
10. Кудряшов, В.Л. (2013), Листостебельная масса трав – новое растительное сырье, *Пищевая промышленность*, № 10, С. 64-66.
11. Кудряшов, В.Л. (2010), Производство белково-витаминных добавок из листостебельной биомассы, *Пищевая промышленность*, № 12, С. 43-45.
12. Чулая, Д.Г. (1988), *Производство белковых продуктов путем комплексной переработки ботвы картофеля : Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.10*, Сухуми, 25 с.
13. Мазо, В.К. Гмошинский, И.В., Зилова, И.С. (2004), Микроводоросль спирулина в питании человека, *Вопросы питания*, Том 73, № 1, С. 45-53.
14. Воронкова, С.С. (1981), *Получение белковых препаратов из спирулины и исследование их некоторых биологических и физико-химических свойств : Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.10*, Москва, 25 с.
15. Ханфар, Р. Щербаков В.Г. (2005), Тыквенные семена – перспективный источник пищевого белка, *Известия ВУЗов. Пищевая технология*, № 5-6, С. 44-46.
16. Носенко, Т. Грищенко О. (2008), Насіння ріпаку як важливе й перспективне джерело не лише олії, але й цінних білків, *Харчова і переробна промисловість*, № 10, С. 20-21.
17. Шульвинская И.В. (2003), Применение белков семян семейства Капустных для обогащения пищевых продуктов, *Известия вузов. Пищевая технология*, № 1, С. 83-84.

18. Шульвинская, И.В., Доля, О.А., Ширококорядова, О.В. (2007), Композиционные белковые добавки из семян масличных и бахчевых растений, *Известия вузов. Пищевая технология*, № 5-6, С. 40-42.

19. Зарицкая, Н.Е. (1985), *Разработка технологии сафлорового белкового изолята с целью использования его в консервированных пищевых продуктах* : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 08.18.13, Одесса, 21 с.

20. Лекиашвили, Э.И. (1982), *Разработка технологии производства виноградного масла, энтанина, белкового концентрата и фитина из виноградных семян* : автореф... канд. техн. наук, Тбилиси, 20 с.

21. Манжесов, В.И. Чурикова, С.Ю., Курчаева, Е.Е. (2011), Перспективы использования бобов фасоли для получения белковых концентратов, *Хранение и переработка сельхозсырья*, № 8, С. 64-65.

22. Рамазаева, Л.Ф. Казанцева, И.Л. (2011), Инновации и перспективы производства и применения продуктов переработки нута, *Хранение и переработка сельхозсырья*, № 3, С. 67-71.

23. Аникеева, Н.В. (2007), Перспективы применения белковых продуктов из семян нута, *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, № 5-6, С. 33-35.

24. Доморощенко, М.Л. Демьяненко, Т.Ф., Егги, Э.Э., Мехтиев, В.С. (2009), Люпин узколистный – перспективный источник пищевого белка, *Хранение и переработка сельхозсырья*, № 10, С. 53-56.

25. Астанина, В.Ю. (1999), *Применение белковых препаратов чечевицы в технологии мясных продуктов* : Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.04, Воронеж, 18 с.

26. Пашенко, Л.П. (2007), *Соя: состав, свойства, рациональное применение в АПК*, Воронеж, 200 с.

27. Соловьева, В.Ф. (2003), Содержание ингибиторов трипсина в семенах и продуктах переработки бобовых, *Проблемы харчування*, № 1, С. 74-77.

28. Иванова, Т.Н. Полякова, Е.Д., Иванова, Т.Н., Зайкина, М.А., Русанов, А.В. (2011), Использование гидролизованного кукурузного глутена в пищевых технологиях, *Хранение и переработка сельхозсырья*, № 5, С. 52-55.

29. Колпакова, В.В. Буданцев, Е.В., Зайцева, Л.В., Студенникова, О.Ю., Ванин, С.В., Василенко, З.В. (2010), Сухая пшеничная клейковина: функциональные свойства, перспективы применения, *Пищевая промышленность*, № 4, С. 56-59.

30. Хробатенко, О.В. (2013), Харчова цінність вуглеводно-білкового продукту для спортсменів, *Товари і ринки*, № 2, С. 115-125.

31. Молчанова, Е.Н. Сусянок, Г.М. (2013), Оценка качества и значение пищевых белков, *Хранение и переработка сельхозсырья*, № 1, С. 16-22.

32. Наказ про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії (2013), *МОЗ України; Наказ від 18.11.1999 № 272*, available at: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0834-99>.

33. Дробот, В.І., Юрчак, В.Г., Арсеньєва, Л.Ю. (2010), *Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві (задачник)*, Кондор, Київ, 440 с.