

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ МУЛЬТИЗЛАКОВИХ ПЛАСТІВЦІВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ З АНТИОКСИДАНТНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Анотація. Проведено оцінку збалансованості амінокислотного складу злакових культур, з яких виготовляються сухі сніданки. Показано, що комбінування між собою різних видів злакових культур не дозволяє збільшити біологічну цінність білка сухих сніданків і рівень його засвоюваності організмом людини. Встановлено, що додавання гороху до рецептури мультизлакових пластівців в кількості 15% до маси зернової основи дозволило збільшити вміст білка на 2%, а рівень його засвоюваності – на 18,5%. Внесення до цукрової глазурі 1,5% сухого екстракту чорної смородини поліпшує смак і колір готової продукції, надає їй антиоксидантних властивостей. Собівартість сировини для виготовлення мультизлакових пластівців зростає на 8,2 %.

Summary. We have assessed the balance of cereal cultures amino acid composition, including manufactured snacks. It was shown that combining of different kinds cereal crops does not to increase the protein biological value of breakfast cereals and level of assimilation by the human body. Add peas to the recipe flakes of 15% by grain bases weight allowed to increase the protein content at 2% and the level of assimilation - at 18.5%. Adding to the icing sugar 1.5% of dry extract of black currant improves taste and color of finished product, giving it antioxidant properties. The cost of raw materials to manufacture cereal is growing by 8.2%.

Ключові слова: сухі сніданки, мультизлакові пластівці, горох, чорна смородина, сухий екстракт, харчова цінність, антиоксидантні властивості.

Харчування та життя – це два взаємопов'язаних поняття. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВОЗ) та більшість країн світу визнали харчування одним з найголовніших факторів забезпечення та покращення здоров'я населення. Найважливішим завданням щодо поліпшення структури харчування є збільшення виробництва продуктів масового споживання з високою харчовою і біологічною цінністю. Сучасне харчування повинне не лише задовольняти фізіологічні потреби організму людини в харчових речовинах і енергії, але також виконувати профілактичні та лікувальні функції і, безумовно, бути абсолютно безпечним [1]. Для забезпечення здорового харчування населення надзвичайно важливим і актуальним є завдання створення нових, збалансованих за складом нутрієнтів харчових продуктів, які будуть збагачені фізіологічно функціональними інгредієнтами.

Функціональними є харчові продукти, призначені для систематичного вживання у складі харчових раціонів усіма групами здорового населення. Ці продукти зберігають і поліпшують здоров'я та знижують ризик захворювань, пов'язаних із харчуванням, завдяки наявності в їхньому складі харчових функціональних інгредієнтів, що мають здатність сприяти одній чи кільком фізіологічним функціям і перебігові метаболічних реакцій організму людини. За рахунок цілеспрямованого змінювання масових часток складників рецептури функціональних харчових продуктів і співвідношень між харчовими та біологічно активними речовинами можна регулювати обмінні процеси в організмі людини, позитивно впливати на стан її здоров'я.

Збагачення харчових продуктів дефіцитними нутрієнтами – це серйозне втручання в традиційну структуру харчування людини. Необхідність такого втручання викликана об'єктивними змінами способу життя, асортименту традиційно вживаних продуктів, а також їх харчової цінності. Проблема корегування харчового статусу полягає в тому, що за останні роки зі зміною умов життя більшої частини населення відбулося об'єктивне зниження потреб в енергії, та, відповідно, в об'ємах їжі, що споживається. При цьому фізіологічні потреби в мікронутрієнтах практично не змінилися. В цій ситуації, яку називають «дилемою харчування», сучасна людина не може навіть з адекватним енерговитратам раціоном зі звичайних натуральних продуктів харчування отримати есенціальні мікронутрієнти в необхідних кількостях. Ситуація ускладнюється за рахунок об'єктивного зниження якості продовольчої сировини на фоні екологічних проблем, використання інтенсивних технологій переробки та зберігання харчових продуктів, які призводять до глибоких змін їх складу, якості, зменшення харчової цінності [2].

Сучасний підхід до розробки рецептур харчових продуктів базується на виборі певних видів сировини та додаткових компонентів у співвідношеннях, які забезпечують досягнення прогнозованої харчової цінності готового продукту. Харчова цінність визначається кількісним вмістом і якісним складом нутрієнтів, органолептичними властивостями продукту, а також показниками якості і безпеки продукту.

Вибір продукту, який вимагає збагачення, здійснюють з урахуванням рівня його поширеності і доступності. Він повинен бути продуктом масового споживання, доступним для всіх груп населення і регулярно використовуватися в повсякденному харчуванні. Світова практика показує, що в першу чергу до таких продуктів відносяться зернові. За рахунок споживання цих продуктів людина може на 30% задовольнити свої потреби в енергії, більш ніж на 50% – у вітамінах групи В, солях фосфору та заліза, наполовину – у

вуглеводах, на третину – у білках. Але засвоюваність білків зернової основи складає всього 45...50%. Кількість незамінних амінокислот відносно їх загальної кількості становить 32...45% [3]. При цьому виробництво зернових продуктів функціонального призначення є найбільш дешевим порівняно з виробництвом інших харчових продуктів [4].

Екструзійні технології – це один з перспективних напрямів створення сучасних функціональних харчових продуктів, що володіють корисними для організму властивостями. В нашій країні налагоджено виробництво таких зернових продуктів нового покоління, як готові до вживання сухі сніданки, батончики з подрібнених зерен з різноманітними добавками, швидкорозчинні каші та інші продукти, виготовлені на основі пшениці, кукурудзи, рису, ячменю або їх сумішей. Такі продукти користуються великим попитом у різних груп населення, зокрема у дітей, підлітків, людей похилого віку. В той же час, основний недолік даних продуктів полягає в тому, що їх харчова цінність невисока, тому що після традиційної технології обробки зерна відбуваються часткові втрати біологічно активних речовин: вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон, які зосереджені, в основному, у периферичних шарах зерна. Внаслідок цього виробники зернових сніданків приділяють велику увагу питанням збагачення даних продуктів шляхом внесення до їх складу різноманітних корисних компонентів.

Як вихідну сировину для екструдованих продуктів харчування використовують традиційні зернові культури, що характеризуються низьким вмістом білків, найважливіших незамінних амінокислот (треонін, лізин, метіонін+цистин) і деяких вітамінів. Проблеми харчування, пов'язані з дефіцитом повноцінного білку на сьогоднішній день є одними з найбільш актуальних. Це обумовлено неповноцінністю більшості рослинних білків, які не збалансовані за складом окремих амінокислот.

Метою даної роботи є аналіз харчової цінності таких сухих сніданків, як мультизлакові пластівці, підбір ефективних інгредієнтів, що дозволять підвищити вміст білка в продукті, рівень його засвоюваності організмом людини, а також нададуть продукту антиоксидантних властивостей.

Харчоконцентратна промисловість України випускає різноманітні екструдовані продукти, що, як правило, містять один компонент (рис, кукурудзу, пшеницю). Такі екструдати недостатньо збалансовані за амінокислотним і вуглеводним складом. Деякі з них можуть містити білкові добавки, які не лише покращують біологічну цінність, але й суттєво підвищують собівартість. Тому вигідніше використовувати суміші круп і продуктів переробки рослинної сировини [5].

На першому етапі досліджень по створенню комбінованих екструдованих продуктів провели оцінку збалансованості амінокислотного складу деяких злакових культур, а саме пшениці, ячменя, риса та жита, які традиційно використовуються для виробництва сухих сніданків за методикою, наведеною в роботі [3]. Враховували наявність в білку продукту всіх восьми незамінних амінокислот (НАК). Біологічну повноцінність білку визначали за розрахунком амінокислотного скору (C_j), який представляє собою відношення вмісту певної НАК в білку продукту до вмісту цієї ж НАК в еталонному білку:

$$C_j = \frac{A_j}{A_{je}}$$

де A_j – вміст j -ї НАК в білку продукту, г/100 г білка; A_{je} – вміст j -ї НАК в еталонному білку, г/100 г білка.

Амінокислота, скор якої є найменшим, називається першою лімітованою амінокислотою і позначається C_{\min} . Скор першої лімітованої НАК показує максимальний рівень, на якому засвоюються всі інші НАК білка продукту. Загальний рівень засвоюваності білка оцінювали за коефіцієнтом утилітарності (u , %), який розраховували за рівнянням:

$$u = C_{\min} \frac{\sum_{j=1}^8 A_{je}}{\sum_{j=1}^8 A_j} \cdot 100.$$

Також визначали коефіцієнт надлишковості незамінних амінокислот $\sigma_{над}$, як масову частку НАК в 100 г білка продукту, яка використовується організмом не раціонально:

$$\sigma_{над} = \frac{\sum_{j=1}^8 (A_j - C_{\min} \cdot A_{je})}{C_{\min}}.$$

В таблиці 1 наведено амінокислотний профіль [6], а також результати розрахунку амінокислотного скору, коефіцієнта утилітарності та коефіцієнта надлишковості деяких злакових культур та гороху. Аналіз отриманих результатів дозволить визначати доцільність комбінування різних злакових культур в рецептурі екструдованих зернових продуктів.

Таблиця 1

Оцінка збалансованості білкового складу зернових та бобових культур

Назва амінокислоти	Назва продукту									
	пшениця		ячмінь		рис		жито		горох	
	A _j , г/на 100г білка	C _j	A _j , г/на 100г білка	C _j	A _j , г/на 100г білка	C _j	A _j , г/на 100г білка	C _j	A _j , г/на 100г білка	C _j
Лейцин	7,46	1,07	7,17	1,02	9,18	1,31	6,26	0,89	8,05	1,15
Ізолейцин	4,00	1,00	3,74	0,94	3,77	0,94	3,64	0,91	5,32	1,33
Метіонін+ цистин	2,85	0,81	3,83	1,09	3,87	1,11	3,96	1,13	2,85	0,81
Лізін	2,62	0,48	3,60	0,65	3,87	0,70	3,74	0,68	7,56	1,37
Тирозин+ фенілаланін	7,97	1,32	6,89	1,15	9,33	1,56	7,37	1,23	8,29	1,38
Треонін	2,85	0,71	3,40	0,85	3,47	0,87	3,03	0,76	4,10	1,02
Валін	4,46	0,89	5,19	1,04	5,33	1,07	4,62	0,92	4,93	0,99
Триптофан	1,08	1,08	1,17	1,17	1,20	1,20	1,31	1,31	1,29	1,29
Вміст білка, %	13,0		10,3		7,5		9,9		20,5	
Коефіцієнт утилітарності, %	51,9		66,9		62,9		72,1		68,8	
Коефіцієнт надлишковості, %	33,35		17,83		21,17		13,90		16,33	
Назва першої лімітованої НАК	лізін		лізін		лізін		лізін		метіонін+ цистин	
Скор першої лімітованої НАК	0,48		0,65		0,70		0,68		0,81	

З наведених даних видно, що для всіх зернових культур спостерігається лімітування за кількома незамінними амінокислотами, першою лімітованою НАК для пшениці, ячменя, жита та рису є лізін. Амінокислотний скор за лізином для пшениці складає 0,48; для ячменя – 0,65, для рису – 0,70 і для жита – 0,68. Крім того, для всіх злакових культур спостерігається лімітування за треоніном. Отже, комбінування між собою різних видів злакових культур не дозволить суттєво збільшити біологічну цінність білка і рівень його засвоюваності організмом людини. Для створення комбінованих продуктів необхідно підібрати інгредієнт, для якого амінокислотний скор лізину буде більшим за одиницю. Запропоновано в якості такого інгредієнту обрати горох, який характеризується високим вмістом білка – 20,5%.

Виявлено, що на відміну від зернових культур в амінокислотному складі гороху присутні лише дві лімітовані НАК: метіонін+цистин та валін, причому значення їх амінокислотних скорів значно ближчі до 1 і складають відповідно 0,81 та 0,99. Амінокислотний скор лізину для гороху більший за 1 і дорівнює 1,37. Крім того, загальний вміст білка в цій культурі вдвічі вищий, ніж у зернових. Це свідчить про доцільність комбінування в рецептурі сухих сніданків зернових і бобових культур, зокрема гороху. Внесення добавки гороху не лише збільшить загальний вміст білка, але й підвищить рівень його засвоюваності за рахунок компенсації лімітування лізину та інших амінокислот. Це дозволить збільшити біологічну цінність готових продуктів.

На другому етапі розрахунків визначали оптимальну кількість гороху, яку необхідно внести до рецептури традиційних мультизлакових пластівців. При цьому враховували такі чинники: забезпечення підвищення біологічної цінності готових виробів, дотримання необхідного співвідношення крохмаль:білок, яке сприяло б нормальному проведенню технологічного процесу, а також досягнення приємного смаку і привабливої структури.

Для розрахунків використано базову рецептуру мультизлакових пластівців, яка включає, %: рис – 36, пшениця – 32, ячмінь – 27, жито – 11. Для забезпечення необхідного співвідношення крохмаль:білок в масі, що буде проходити екструзійну обробку, кількість добавки гороху варіювали в межах 15% до маси зернової частини. При цьому загальний вміст білку зростав до 11,25%. Результати розрахунків наведено в таблиці 2.

З наведених даних видно, що додавання гороху до рецептури пластівців позитивно вплинуло на збалансованість їх амінокислотного складу. Вміст та амінокислотний скор лізину, який був першою лімітованою НАК білку пластівців, зростали зі збільшенням вмісту гороху. При внесенні 15% гороху першою лімітованою НАК став метіонін+цистин, вміст якого незначно зменшувався. Подальше зростання кількості внесеної добавки не буде покращувати показники збалансованості білкового складу продукту, оскільки буде викликати зниження вмісту метіонін+цистину, який є першою лімітованою НАК гороху.

Таблиця 2

Оцінка збалансованості білкового складу комбінованих мультизлакових пластівців з додаванням гороху

Назва амінокислоти	Мультизлакові пластівці							
	Без додавання гороху		З додаванням 5 % гороху		З додаванням 10 % гороху		З додаванням 15 % гороху	
	A _j , г/на 100г білка	C _j	A _j , г/на 100г білка	C _j	A _j , г/на 100г білка	C _j	A _j , г/на 100г білка	C _j
Лейцин	6,22	0,89	6,46	0,92	6,66	0,95	6,84	0,98
Ізолейцин	5,22	1,31	5,25	1,31	5,27	1,32	5,29	1,32
Метіонін+ цистин	2,91	0,83	2,90	0,83	2,90	0,83	2,89	0,83
Лізин	3,43	0,62	3,93	0,72	4,37	0,79	4,76	0,86
Тирозин+ фенілаланін	7,37	1,23	7,61	1,27	7,82	1,30	8,01	1,33
Треонін	3,22	0,81	3,33	0,83	3,43	0,86	3,52	0,88
Валін	5,14	1,03	5,13	1,03	5,11	1,02	5,10	1,02
Триптофан	1,17	1,17	1,14	1,14	1,12	1,12	1,09	1,09
Вміст білка, %	9,16		9,71		10,54		11,25	
Коефіцієнт утилітарності, %	63,3		72,2		77,5		81,8	
Коефіцієнт надлишковості, %	19,61		16,34		13,06		9,41	
Назва першої лімітованої НАК	лізин		лізин		лізин		метіонін+цистин	
Скор першої лімітованої НАК	0,62		0,72		0,79		0,83	

Загалом, додавання гороху до рецептури мультизлакових пластівців в кількості 15% до маси зернової основи дозволило збільшити вміст білка на 2%, а рівень його засвоюваності – на 18,5%. При цьому коефіцієнт надлишковості, який характеризує кількість НАК, що використовується організмом нерационально, зменшився на 10,2%. Такі результати свідчать про підвищення біологічної цінності мультизлакових пластівців за рахунок введення добавки гороху.

Слід відзначити, що екструзійна обробка підвищує перетравлюваність білків, робить більш доступними амінокислоти внаслідок розриву в молекулах білку вторинних зв'язків. Завдяки відносно низьким температурам та короткому часу теплової обробки амінокислоти не руйнуються. В той же час в екструдері нейтралізуються чинники, які негативно впливають на харчову цінність сировини, зокрема інгібітор трипсину, уреазы тощо.

Ще однією з важливих проблем сучасності є надлишкове накопичення в організмі людини вільних кисневих радикалів. Вони є головною причиною патологічних процесів, що викликають передчасне старіння і розвиток багатьох хвороб. За рахунок шкідливого впливу вільних радикалів пошкоджуються стінки судин, мембрани і окислюються ліпіди. Шкідливий вплив вільних радикалів можна зменшити систематичним вживанням харчових продуктів і напоїв, лікарських рослинних препаратів, біологічно активних добавок, що володіють високою антиоксидантною активністю. Найбільш відомими природними антиоксидантами вважають вітаміни Е, С і каротиноїди. Однак особливо цінними також є біофлавоноїди, які володіють антиканцерогенними, антисклеротичними, протизапальними і антиалергічними властивостями. Особливо активним є природне поєднання біофлавоноїдів у рослинній сировині. Основні джерела цих антиоксидантів – фрукти, овочі, ягоди, лікарські трави.

Для надання мультизлаковим пластівцям антиоксидантних властивостей пропонується наносити на поверхню готових виробів покриття з цукрового сиропу, збагаченого екстрактом з рослинної сировини, яка є багатим джерелом біофлавоноїдів. Рослинні харчові продукти містять сотні різних антиоксидантів. При виборі інгредієнтів для збагачення було використано дані авторів [7], якими було визначено антиоксидантну активність (АОА, мг/г) соків ягід, фруктів та овочів. Результати досліджень свідчать, що найвищу антиоксидантну активність, а саме 7,65 мг/г, має сік чорної смородини. Це значно більше, ніж для соків чорноплідної горобини, калини, чорниці, червоної смородини, антиоксидантна активність яких складала 3,28; 3,22; 2,91 та 2,0 мг/г відповідно. Авторами також встановлено, що ягоди мають кращі антиоксидантні властивості, ніж овочі. Оскільки серед ягід найбільшою антиоксидантною активністю володіє чорна смородина, нами запропоновано додавати сухий екстракт цих ягід до цукрової глазури, що наноситься на поверхню пластівців після екструзійної обробки. Екстракт чорної смородини, як природний антиоксидант, не тільки позитивно вплине на стан антиоксидантної системи організму, а й поліпшить смак і колір готової продукції, збагатить її вітамінами. Використання даного інгредієнту дозволить попередити появу та розвиток процесів, пов'язаних з руйнівною дією вільних радикалів.

Для забезпечення 30% добової потреби у біофлавоноїдах за рахунок вживання 50 г мультизлакових пластівців необхідно вносити 1,5% сухого екстракту чорної смородини до маси цукрової глазури. При цьому собівартість сировини для виготовлення мультизлакових пластівців зростає на 8,2 %.

Отже, проведені розрахунки дозволили розробити рецептуру мультизлакових пластівців підвищеної харчової і біологічної цінності, яка включає, %: рис – 27,5; пшениця – 23,1; ячмінь – 15,0; горох – 13,2; жито – 8,52; глюкоза – 6,0; ячмінно-солодовий екстракт – 2,0; мед натуральний – 2,92; сіль – 1,25; мінеральний комплекс – 0,018. Внесення 1,5 % сухого екстракту чорної смородини до маси цукрової глазури надає готовим виробам антиоксидантних властивостей, а також забезпечує приємний колір і смак мультизлакових пластівців.

Нами було визначено зміни фізико-хімічні показників якості розроблених мультизлакових пластівців підвищеної харчової та біологічної цінності в процесі їхнього зберігання. Відповідно до вимог ГОСТ 50365-92 до фізико-хімічних показників якості харчових концентратів відносять вміст вологи, сахарози, жиру та титрованих кислот. Результати проведених досліджень наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники якості мультизлакових пластівців підвищеної харчової і біологічної цінності

Зразок	Назва показника			
	Масова частка вологи, %	Масова частка сахарози, %	Масова частка жиру, %	Масова частка титрованих кислот, %
Свіжевиготовлені мультизлакові пластівці	6,20	18,3	11,5	3,6
Мультизлакові пластівці через 3 місяці зберігання	6,20	18,3	11,5	3,6
Мультизлакові пластівці через 6 місяців зберігання	6,30	18,3	11,5	3,6
Мультизлакові пластівці через 12 місяців зберігання	6,45	18,3	11,4	3,6

Встановлено, що протягом 12 місяців, коли пластівці зберігалися при температурі 20 °С і відносній вологості повітря 75%, не відбулося суттєвих змін органолептичних властивостей мультизлакових пластівців, збагачених горохом та екстрактом чорної смородини. Смак, колір, запах та зовнішній вигляд продукту відповідали вимогам ГОСТ 50365-92. Консистенція залишилася крихкою, але менш розсипчастою, що пов'язано зі збільшенням вологості продукту. Спостерігалось зростання масової частки вологи в продукті на 0,25% за 12 місяців. При цьому даний показник залишився в межах значень, передбачених ГОСТ, тобто до 7%.

В процесі зберігання не змінилися значення масових часток сахарози і титрованих кислот. Практично не зменшилася масова частка жиру. Це свідчить про те, що в пластівцях не відбувалися окислювальні реакції, які могли спричинити зміни досліджених показників.

Висновки. Результати проведених досліджень показали, що додавання гороху до рецептури мультизлакових пластівців в кількості 15% до маси зернової основи дозволило збільшити вміст білка на 2%, а рівень його засвоюваності – на 18,5%. Додавання до цукрової глазури 1,5% сухого екстракту чорної смородини поліпшує смак і колір готової продукції, надає їй антиоксидантних властивостей. При цьому собівартість сировини для виготовлення мультизлакових пластівців зростає на 8,2 %. Встановлено, що в процесі зберігання протягом 12 місяців не відбувається суттєвих змін фізико-хімічних показників якості розроблених мультизлакових пластівців підвищеної харчової цінності з антиоксидантними властивостями.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Українець А.І. Технологія оздоровчих харчових продуктів: Курс лекцій/Українець А.І., Сімахіна Г.О. – К.: НУХТ, 2009. – 310 с.
2. Смоляр В.І. Фізіологія та гігієна харчування/Смоляр В.І. – К.: Здоров'я, 2000. – 336 с.
3. Фролова Н.Е. Основи конструювання нових харчових продуктів. Курс лекцій/ Фролова Н.Е. – К.: НУХТ, 2010. – 207 с.
4. Иванец В.Н. Новые виды зерновых продуктов для функционального питания/Иванец В.Н., Бакин И.А.//Сборник докладов шестой республиканской научно-практической конференции Современные проблемы техники и технологии хранения и переработки зерна, Алт. гос. техн. ун-т им. Ползунова. – Барнаул: Аз Бука, 2002. – С. 132-138.
5. Притульская Н.В. Сухие завтраки, полученные методом экструзии // Оптимизация ассортимента и качества товаров народного потребления: Сб. науч. трудов КТЭИ/Притульская Н.В., Лобок И. И., Криклий Р.С., Харченко Ю.А., Казаченко С.В. – К.: КТЭИ, 1992. – с. 113-117.
6. Химический состав пищевых продуктов. Кн.2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов/Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
7. А.Я. Яшин. Определение содержания природных антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах/ А.Я.Яшин, Н.И.Чернуосова// Пищевая промышленность. – 2007. – №5. – с.28-29.