



Зберігання та переробка продукції

УДК 665.3

© 2021

РОЗРОБКА ХАРЧОВИХ СИСТЕМ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ НА ОСНОВІ ОЛІЄВМІСНОЇ СИРОВИНИ ТА БОРОШНА

Т.В. Матвєєва¹, В.Ю. Папченко², А.П. Белінська³, О.В. Хареба⁴

¹⁻³кандидати технічних наук

⁴доктор сільськогосподарських наук

*¹⁻³Український науково-дослідний інститут олій та жирів НААН
просп. Дзюби, 2а, м. Харків, 61019, Україна*

⁴Національна академія аграрних наук України

вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9, м. Київ, 01010, Україна

e-mail: ¹matveeva7390@gmail.com, ²vikucya@gmail.com, ³belinskaja.a.p@gmail.com,

⁴lena1060725@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-3867-8146, ²0000-0002-3692-0699,

³0000-0001-5795-2799, ⁴0000-0002-6763-1988

Надійшла 02.04.2021

Мета. Застосовуючи математичні методи моделювання розробити низку харчових систем із удосконаленням амінокислотним складом на основі борошна пшеничного та олієвмісної сировини, зокрема шротів сої та льону. Визначити біологічну цінність білків змодельованих харчових систем. **Методи.** Масову частку білка в шротах олійних культур та борошна пшеничного визначено титрометричним методом за К²єльдалем. Амінокислотний склад білків шротів льону і сої — за допомогою методу іонообмінної колонкової хроматографії. Показники біологічної цінності білків шротів олійних культур та борошна пшеничного визначено способом співставлення вмісту кожної незамінної амінокислоти їх білків із вмістом такої самої амінокислоти так званого «ідеального» еталонного білка амінокислотної шкали Комітету ФАО/ВООЗ. Моделювання амінокислотного складу композиції шроту та харчових систем проведено з використанням математичних методів. **Результати.** Білок соєвого шроту на відміну від білків борошна пшеничного та шроту льону містить у достатній кількості всі (за винятком суми сірковмісних — метіоніну та цистину) незамінні амінокислоти, необхідні для повноцінної життєдіяльності людини. Компенсувати нестачу таких есенціальних кислот у соєвому шроті можна за допомогою додавання шроту льону. Задля одержання амінокислотного складу білка, який буде максимально наближеним до еталонного, встановлено співвідношення компонентів у композиції шротів олійних культур, а саме — лляний шрот : соєвий шрот = 68 : 32. З'ясовано, що додавання до борошна від 10 до 20 % цієї композиції дає

змогу одержати харчову систему з амінокислотним складом, максимально наближеним до формули білка, прийнятого за еталон. Висновки. Установлено, що найбільшу біологічну цінність порівняно з борошном пшеничним має харчова система, що містить 20 % композиції шротів і 80 % борошна пшеничного. Розроблені харчові системи мають консистенцію борошна, тому їх можна рекомендувати для використання в технологіях борошняних виробів із підвищеною біологічною цінністю.

Ключові слова: олійні культури, шрот, амінокислоти, СКОР, есенціальні речовини, харчові системи, моделювання.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202105-10>

Серед основних факторів, що забезпечують та підтримують здоров'я людини, — раціональне харчування. У повноцінному раціоні постійно мають бути наявні білки — важлива складова харчових продуктів. Білок — основне джерело незамінних амінокислот — виконує роль будівельного матеріалу в процесі розвитку клітин та обміну речовин у організмі. Нестача білків у раціоні може призвести до зниження захисних властивостей організму, порушення процесів травлення, кровотворення, діяльності центральної нервової системи або послаблення розумової діяльності. Близько половини всього населення земної кулі зазнає білкового голодування. Основним джерелом білків, за таких умов, можуть бути не лише харчові продукти тваринного походження, а й рослинного, зокрема — зернові та олійні культури [1]. Водночас, у харчуванні деякої частини населення, переважно в розвинених країнах світу, спостерігаються порушення харчового статусу, а саме, — невідповідність між низьким рівнем енергозатрат та високим рівнем споживання висококалорійних харчових продуктів зі зниженим умістом есенціальних речовин. Нині такі проблеми харчування не можуть бути вирішені успішно лише за рахунок удосконалення агротехнологій харчових культур, підвищення продуктивності м'ясного та молочного тваринництва і птахівництва. Потрібно вирішувати задачі, що стосуються принципів та методів моделювання складу збалансованих харчових продуктів.

Кожній країні притаманні свої традиції та культура харчування, але хліб і хлібобулочні вироби входять до щоденного раціону

значної частини населення світу. Однак за амінокислотним складом білок борошна, який є основним компонентом рецептури хліба або хлібобулочних виробів, не є збалансованим. Так, у борошні пшениці, з 8 незамінних для дорослої людини амінокислот, 6 є лімітованими, зокрема, такі важливі як сірковмісні — метіонін та цистин, — і, як у багатьох зернових культурах, — лізин. Це не здійснює негативного впливу, якщо в раціоні людини у достатній кількості наявні багаті на лізин продукти, — молочні або такі як м'ясо, риба. В іншому випадку, якщо в щоденному харчовому раціоні підвищується питома вага хліба та/або інших зернових продуктів, питання підвищення вмісту лізину в борошняних výroбах набуває великого значення. Тому, борошно і вироби із нього можна вважати перспективними продуктами для збагачення есенціальними складовими.

Дієвим методом підвищення біологічної цінності борошна є оптимізація його нутрієнтного складу за рахунок використання перспективних видів добавок, які мають не лише достатню кількість необхідних речовин, а й доступну вартість. До таких добавок можна віднести шроти олійних культур, а саме, — конопляного [2] або гарбузового насіння [3], мигдалю [4], амаранту [5–8] або їх сумішей, а також насіння льону, соняшнику, кунжуту [9]. Додавання шротів олійних культур до борошна пшеничного сприяє не тільки підвищенню біологічної цінності останнього, а й поліпшує якість борошняних виробів, одержаних із таких сумішей [2–9]. Однак, незважаючи на високу біологічну цінність шротів, нині їх використання не

можна назвати раціональним, адже традиційно значна їх частина надходить на корм худобі і лише 15 % — переробляється з метою використання у різноманітних харчових продуктах [10].

Отже, враховуючи зазначене вище, вирішення задач моделювання збалансованих за амінокислотним складом харчових систем на основі борошна пшеничного та шротів олійних культур, задля використання в технологіях борошняних виробів, спрямованих на збереження здоров'я нації, залишається нині актуальним.

Мета досліджень. Застосовуючи математичні методи моделювання, розробити низку харчових систем із удосконаленим амінокислотним складом на основі борошна пшеничного та олієвмісної сировини, зокрема шротів сої та льону. Визначити біологічну цінність білків змодельованих харчових систем.

Матеріали і методи досліджень. Для проведення досліджень використано борошно пшеничне вищого ґатунку згідно з ГОСТУ 46.004, соєвий шрот згідно з ДСТУ 4593, лляний шрот.

Визначення масової частки білка в шротах олійних культур та борошна пшеничного проведено згідно з ДСТУ 4924. Амінокислотний склад білків шротів льону і сої визначено за допомогою методу іонообмінної колонкової хроматографії на амінокислотному аналізаторі марки LKB 4151 «Альфа Плюс» (Швеція). Показники біологічної цінності білків (СКОР) шротів олійних культур та борошна пшеничного визначено способом порівняння вмісту кожної незамінної амінокислоти їх білків із вмістом цієї самої амінокислоти у так званому «ідеальному» еталонному білку амінокислотної шкали Комітету ФАО/ВООЗ. Еталонний білок — це теоретичний білок, ідеально збалансований за амінокислотним складом. Відповідно, СКОР усіх амінокислот в еталонному білку дорівнює 100 %. Обчислення амінокислотного СКОРу незамінних амінокислот проведено за формулою (1):

$$\text{СКОР} = (a_i / a_e) \cdot 100\%, \quad (1)$$

де a_i — вміст амінокислоти в білку масою 100 г з сировини, що досліджується; a_e — вміст тієї самої амінокислоти в еталонному білку масою 100 г.

Амінокислоти (АК), яка має найнижчий СКОР у досліджуваному білку, називають лімітованою.

Моделювання амінокислотного складу композиції шротів та безпосередньо харчових систем із метою його вдосконалення виконано з використанням математичних методів згідно [2].

Уміст незамінних амінокислот білка в композиції шротів олійних культур, $C_{\text{EAA}}(c_{\text{sf}}, c_{\text{sb}})$ розраховують за формулою:

$$C_{\text{EAA}}(c_{\text{sf}}, c_{\text{sb}}) = C_{\text{EAA}} \cdot c_{\text{sf}} + C_{\text{EAA}} \cdot c_{\text{sb}}, \quad (2)$$

де C_{EAA} — вміст незамінної амінокислоти у білку шротів (лляного або соєвого); c_{sf} — масова частка білка шроту лляного в композиції шротів; c_{sb} — масова частка білка шроту соєвого в композиції шротів.

Розрахунок із визначення вмісту амінокислот у харчових системах на основі борошна пшеничного та композиції лляного та соєвого шротів удосконаленого амінокислотного складу виконано за формулою (3):

$$A_i = \frac{\sum_{k=1}^n a_{ik} p_k x_k}{\sum_{k=1}^n p_k x_k}, \quad (3)$$

де A_i — масова частка i -ї амінокислоти в білку модельної рецептури, %; a_{ik} — масова частка i -ї амінокислоти в білку в k -му інгредієнті, %; p_k — масова частка білка в k -му інгредієнті, % ($p_{\text{борошна}} = 10,34$; $p_{\text{суміші}} = 37,21$); x_k — масова частка k -го інгредієнта, %.

Обробку результатів досліджень здійснено з використанням програмного пакета *Microsoft Excel*.

Результати роботи. На першому етапі роботи встановлено амінокислотний склад та за формулою (1) визначено біологічну цінність білків, які входять до лляного, соєвого шротів та борошна пшеничного. Виконано порівняння цих даних з амінокислотним складом еталонного білка, описаного в [11].

Уміст 8-ми незамінних амінокислот, що входять до амінокислотного складу еталонного білка, білків соєвого і лляного шротів, борошна пшеничного та їх біологічну цінність наведено в табл. 1.

Аналіз амінокислотного складу білка борошна пшеничного (табл. 1) свідчить про нестачу в ньому певних амінокислот,

1. Амінокислотний склад та біологічна цінність білків

АК	Шкала АК за ФАО/ ВООЗ	Шрот лляний харчовий		Шрот соевий харчовий		Борошно пшеничне	
		АК, г/100 г	СКОР, %	АК, г/100 г	СКОР, %	АК, г/100 г	СКОР, %
Валін	5,00	3,79	75,80	4,82	96,40	4,10	82,00
Ізолейцин	4,00	3,25	81,25	4,63	115,75	3,70	92,50
Лейцин	7,00	6,89	98,43	7,32	104,57	7,00	100,00
Лізин	5,50	4,49	81,64	6,09	110,73	2,10	38,18
Метіонін + + цистин	3,50	3,5	100,00	2,79	79,71	1,50	42,86
Треонін	4,00	4,09	102,25	3,64	91,00	2,72	68,00
Триптофан	1,00	2,39	239,00	1,35	135,00	1,10	110,00
Фенілаланін + + тирозин	6,00	7,7	128,33	7,61	126,83	7,30	121,67
Σ	36,00	36,63	101,75	38,58	107,17	29,52	82,00

особливо — лізину (2,10 г/100 г) та сірковмісних амінокислот — метіонін+цистину (1,5 г/100 г). Білки шроту льону мають досконаліший за білки борошна амінокислотний склад. Оскільки вміст суми метіонін+цистин, що мають антиоксидантні властивості, досягає 3,5 г/100 г, а вміст лізину є вищим, ніж у білка борошна на 43,46% і становить 4,49 г/100 г, уміст ароматичних амінокислот (фенілаланін+триптофан), здатних поліпшувати діяльність нервової системи, є вищим порівняно з білком борошна. Крім того, сумарний уміст незамінних амінокислот у білку лляного шроту є вищим, ніж у білка борошна пшеничного: 36,63 проти 29,52 г/100 г. Водночас білок соєвого шроту порівняно з лляним характеризується вищим умістом лізину (6,09 проти 4,49 г/100 г), та нестачею сірковмісних амінокислот (2,79 проти 3,5 г/100 г). Компенсувати нестачу амінокислот і максимально наблизити їх уміст до показників еталонного білка можна за допомогою методу моделювання композицій із шротів.

Наступним етапом досліджень стала розробка композиції шротів олійних культур з удосконаленим амінокислотним складом. Як видно з табл. 1, лізин є лімітованою амінокислотою білка лляного шроту (СКОР становить 81,64%), сума сірковмісних амінокислот (метіоніну та цистину) є лімітованою для білка соєвого шроту (СКОР становить 79,71%). На основі аналізу даних,

наведених у табл. 1, досліджено вплив співвідношення шротів льону та сої на вміст лімітованих амінокислот у їх композиції.

Задачу моделювання композиції соєвого та лляного шротів з удосконаленим амінокислотним складом можна вирішити, використовуючи дані вмісту цих амінокислот у білках шротів льону, сої та еталонного білка (табл. 1), згідно з рівнянням (2), за допомогою системи двох рівнянь:

$$\begin{cases} C_{Lys} = 4,49 \cdot c_{sf} + 6,09 \cdot c_{sb} \\ C_{Met+Cys} = 3,5 \cdot c_{sf} + 2,79 \cdot c_{sb} \end{cases}, \quad (4)$$

де C_{Lys} — уміст лізину в білку композиції шротів, що прирівнюється до вмісту лізину в еталонному білку (5,50 г/100 г); $C_{Met+Cys}$ — уміст суми метіоніну і цистину в білку композиції шротів, що прирівнюється до вмісту суми метіоніну і цистину в еталонному білку (3,50 г/100 г).

Розв'язавши систему рівнянь (4), визначаємо масову частку білків лляного та соєвого шротів у композиції шротів поліпшеного амінокислотного складу, наближеного до амінокислотного складу еталонного білка за рахунок підвищення вмісту лізину, метіоніну+цистину. Відповідно масова частка білка шроту лляного в композиції шротів становить 0,6, а білка шроту соєвого — 0,4.

На основі аналізу даних, представлених у табл. 1 складено відповідні рівняння (5)–(10), за якими розраховано склад незамінних амінокислот в об'єднаній композиції шротів:

$$C_{\text{Val}} = 3,79 \cdot c_{\text{sf}} + 4,82 \cdot c_{\text{sb}}, \quad (5)$$

$$C_{\text{Ile}} = 3,25 \cdot c_{\text{sf}} + 4,63 \cdot c_{\text{sb}}, \quad (6)$$

$$C_{\text{Leu}} = 6,89 \cdot c_{\text{sf}} + 7,32 \cdot c_{\text{sb}}, \quad (7)$$

$$C_{\text{Tre}} = 4,09 \cdot c_{\text{sf}} + 3,64 \cdot c_{\text{sb}}, \quad (8)$$

$$C_{\text{Trp}} = 2,39 \cdot c_{\text{sf}} + 1,35 \cdot c_{\text{sb}}, \quad (9)$$

$$C_{\text{Tyr+Phe}} = 7,7 \cdot c_{\text{sf}} + 7,61 \cdot c_{\text{sb}}, \quad (10)$$

де C_{Val} — уміст валіну в білку композиції шротів; C_{Ile} — уміст ізолейцину в білку композиції шротів; C_{Leu} — уміст лейцину в білку композиції шротів; C_{Tre} — уміст треоніну в білку композиції шротів; C_{Trp} — уміст триптофану в білку композиції шротів; $C_{\text{Tyr+Phe}}$ — уміст суми фенілаланіну і тирозину в білку композиції шротів.

За формулами (5)–(10) обчислено уміст і СКОР незамінних амінокислот білка композиції лляного та соєвого шротів, результати наведено в табл. 2.

За даними табл. 2, у композиції збільшився сумарний уміст незамінних амінокислот порівняно із шротом льону (36,96 проти 36,63 г/100 г). Однак для оцінки фізіологічної цінності важливим є не тільки сумарний уміст незамінних амінокислот, а й біологічна цінність білка, що визначається за величиною СКОРа. Порівняння амінокислотного СКОРа композиції шротів та еталонного білка свідчить, що за такими амінокислотами, як ізолейцин, лейцин, треонін, лізин та

сумою сірковмісних (метіонін+цистин), він максимально наближається до еталонного. За такими амінокислотами, як триптофан та сума фенілаланіна з тирозином, СКОР вищий еталонного в 1,97 та 1,27 раза, відповідно.

Виходячи з того, що 100 г лляного шроту містить 32,6 г білка, а 100 г соєвого шроту — 47,0 г, для одержання композиції лляного та соєвого шротів удосконаленого амінокислотного складу раціональне їх співвідношення становить 2,16:1 або у відсотках — 68:32 %. За дотримання таких пропорцій, амінокислотний склад білка суміші шротів є максимально наближеним до еталонного. Одержану композицію шротів використано для розробки харчових систем підвищеної біологічної цінності на основі борошна пшеничного.

Співвідношення компонентів харчових систем на основі борошна пшеничного і композиції лляного та соєвого шротів з удосконаленим амінокислотним складом обґрунтовано на основі технологічних особливостей борошна пшеничного та його сумішей згідно з відповідними дослідженнями [3–10]. Розрахунок амінокислотного складу білка харчових систем, що містять у своєму складі 90–80% борошна пшеничного і 10–20% композиції шротів сої та льону удосконаленого амінокислотного складу, виконано за формулою (3). Результати розрахунків наведено в табл. 3.

Задля визначення і аналізу біологічної цінності харчових систем розраховано амінокислотний СКОР їх білків. Результати розрахунку наведено в табл. 4.

Порівняння СКОРа окремих амінокислот у білку харчових систем за умови внесення 10–20% композиції шротів до борошна пшеничного (табл. 4) із СКОРом незамінних амінокислот білка борошна пшеничного (табл. 1), свідчить про відсутність суттєвої диспропорції між незамінними амінокислотами. Амінокислотний СКОР валіну, ізолейцину, лізину, метіоніну+цистину та треоніну харчових систем і борошна пшеничного залишається меншим за 100% і таких амінокислот бракуватиме у продуктах, виготовлених на основі розроблених харчових систем. Але порівняно з борошном пшеничним уміст таких амінокислот підвищився

2. Амінокислотний склад і біологічна цінність білка композиції лляного та соєвого шротів

Незамінні амінокислоти	Уміст, г/100 г	СКОР, %
Валін	4,20	84,04
Ізолейцин	3,80	95,05
Лейцин	7,06	100,89
Лізин	5,13	93,27
Метіонін+цистин	3,22	91,89
Треонін	3,91	97,75
Триптофан	1,97	197,40
Фенілаланін + тирозин	7,66	127,73
Сума незамінних амінокислот	36,96	102,67

3. Амінокислотний склад білків харчових систем

Показник	Співвідношення компонентів (композиція шротів/борошно пшеничне), %										
	10/90	11/89	12/88	13/87	14/86	15/85	16/84	17/83	18/82	19/81	20/80
Незамінні амінокислоти:	<i>Уміст амінокислот, г/100г</i>										
Валін	4,13	4,13	4,13	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,15
Ізолейцин	3,73	3,73	3,73	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,75	3,75
Лейцин	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	7,03	7,03	7,03	7,03
Лізін	2,97	3,04	3,10	3,16	3,22	3,28	3,34	3,39	3,44	3,49	3,54
Метіонін + цистин	1,99	2,03	2,07	2,10	2,14	2,17	2,20	2,23	2,25	2,29	2,32
Треонін	3,06	3,09	3,11	3,14	3,16	3,18	3,21	3,23	3,25	3,27	3,28
Триптофан	1,35	1,37	1,39	1,40	1,42	1,44	1,45	1,47	1,48	1,50	1,51
Фенілаланін + тирозин	7,40	7,41	7,42	7,43	7,43	7,44	7,45	7,45	7,46	7,47	7,47
Сума незамінних амінокислот	31,65	31,81	31,97	32,12	32,27	32,41	32,55	32,68	32,81	32,93	33,05
Білок	<i>Уміст білка, %</i>										
	12,99	13,26	13,53	13,80	14,07	14,34	14,61	14,87	15,14	15,41	15,68

4. Амінокислотний СКОР білків харчових систем

Співвідношення компонентів композиції шротів/борошно пшеничне), %	СКОР незамінних амінокислот, %							
	валін	ізолейцин	лейцин	лізін	метіонін + цистин	треонін	триптофан	фенілаланін + тирозин
10/90	82,57	93,22	100,25	53,96	56,93	76,52	134,92	123,39
11/89	82,62	93,27	100,26	55,19	58,03	77,18	136,85	123,52
12/88	82,66	93,33	100,28	56,36	59,08	77,82	138,71	123,65
13/87	82,70	93,38	100,30	57,50	60,09	78,43	140,50	123,77
14/86	82,74	93,43	100,32	58,58	61,06	79,02	142,22	123,89
15/85	82,78	93,47	100,33	59,63	61,99	79,58	143,87	124,00
16/84	82,82	93,52	100,35	60,64	62,89	80,13	145,46	124,11
17/83	82,85	93,56	100,36	61,61	63,76	80,65	147,00	124,22
18/82	82,88	93,61	100,38	62,55	64,59	81,16	148,48	124,32
19/81	82,92	93,65	100,39	63,45	65,40	81,65	149,91	124,42
20/80	82,95	93,69	100,41	64,33	66,18	82,12	151,29	124,51

і становить відповідно: 53,96–64,33% (лізину), 56,93–66,18% (метіоніну+цистину), 76,52–82,12% (треоніну). СКОР валіну, ізолейцину та лейцину залишається доволі високим і становить 82,57–82,95%, 93,22–93,69% та 100,25–100,41% відповідно. Спостерігається перевищення СКОРу

фенілаланіну (123,39–124,51%) і триптофану (134,92–151,29%). Порівняння амінокислотних СКОРів харчових систем, наведених в табл. 3, свідчить, що найбільшу біологічну цінність має рецептура, з умістом 20% композиції шротів і 80% борошна пшеничного. У такій харчовій системі СКОР лімітованих

амінокислот — лізину та сірковмісних (метіоніну і цистину) — максимально наближається до еталонного і становить 64,33% та 66,18%. Тобто розроблені харчові системи мають вищу біологічну цінність порівняно з борошном пшеничним. Слід відзна-

чити, що технологічні особливості борошна пшеничного згідно [3–10] унеможливають збільшення вмісту композиції шротів олійних культур у харчових системах для додаткового підвищення їх біологічної цінності.

Висновки

Експериментально досліджено амінокислотний склад білків борошна пшеничного, лляного та соєвого шроту. Визначено, що у білку борошна пшеничного лімітованими амінокислотами є лізин (СКОР 38,18%) та сірковмісні — метіонін і цистин (СКОР 42,86%). Визначено, що білок шроту льону містить високу кількість лізину порівняно з білком борошна пшеничного (СКОР 81,64% проти 38,18%) та метіонін+цистин (СКОР 100,00% проти 42,86%), але порівняно із шротом сої вміст лізину залишається обмеженим (СКОР 81,64% проти 110,73%), а вміст сірковмісних амінокислот (метіонін+цистин) — високим (СКОР 100,00% проти 79,71%). Встановлено, що в білку шроту соєвого лімітованими залишаються лише сірковмісні амінокислоти — метіонін та цистин (СКОР 79,71%). Визначено, що білок

суміші лляного та соєвого шротів може мати амінокислотний склад, максимально наближений до ідеального білка. Розроблено композицію лляного та соєвого шротів, амінокислотний склад білка якої максимально наближений до еталонного. Співвідношення компонентів у композиції таке: лляний шрот: соєвий шрот = 68:32. Поєднання шротів у такому співвідношенні із борошном пшеничним зменшує дефіцит амінокислот білка одержаних харчових систем. Розроблено харчові системи з удосконаленим амінокислотним складом і, відповідно, — підвищеною біологічною цінністю — порівняно з борошном пшеничним. Уміст борошна в них становить 90–80%, уміст композиції шротів — 10–20%. Досліджено амінокислотний склад і біологічну цінність кожної з одержаних харчових систем.

Matveeva T.¹, Papchenko V.², Belinska A.³, Khareba O.⁴

^{1–3}Ukrainian Research Institute of oils and fats of NAAS, 2a, Prospekt Dziuby, Kharkiv, 61019, Ukraine, ⁴National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 9, Mykhailo Omelyanovych-Pavlenko Str., Kyiv, 01010, Ukraine; e-mail: ¹matveeva7390@gmail.com, ²vikucya@gmail.com, ³belinskaja.a.p@gmail.com, ⁴lena1060725@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-3867-8146, ²0000-0002-3692-0699, ³0000-0001-5795-2799, ⁴0000-0002-6763-1988

Development of food systems of increased biological value based on oil-raw materials and flour

Goal. To develop using mathematical modeling methods several food systems with improved amino acid composition based on wheat flour and oil-containing raw materials, including soybean meal and flax. To determine the biological value of proteins of simulated food systems. **Methods.** The mass fraction of protein in oilseed meal and wheat flour was determined by the Kjeldahl titrimetric method. Amino acid composition of flax and soybean meal

proteins was determined by the method of ion-exchange column chromatography. Indicators of the biological value of oilseed meal and wheat flour were determined by comparing the content of each essential amino acid of their proteins with the content of the same amino acid of the so-called "ideal" reference protein amino acid scale of the FAO/WHO Committee. Modeling of the amino acid composition of meal composition and food systems was performed using mathematical methods. **Results.** Soybean meal protein, in contrast to wheat flour and flaxseed meal, contains sufficient quantities of all (except for the amount of sulfur-containing methionine and cystine) essential amino acids necessary for full human life. You can compensate for the lack of such essential acids in soybean meals by adding flaxseed meals. To obtain the amino acid composition of the protein, which will be as close as possible to the reference, the ratio of components in the composition of oilseed meal, namely — flaxseed meal: soybean meal = 68:32. It was found that the addition of 10 to 20% of this composition to the flour makes it possible to obtain a food system with

an amino acid composition as close as possible to the formula of the protein taken as a standard. **Conclusions.** It is established that the food system containing 20% of meal composition and 80% of wheat flour has the greatest biological value in comparison with wheat flour. The developed food

systems have the consistency of flour, so they can be recommended for use in the technology of flour products with high biological value.

Key words: oilseeds, meal, amino acids, SCOR, essential substances, food modeling systems.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202105-10>

Бібліографія

1. Jahn, Jaquelyn L., Stampfer, Meir J., Willett, Walter C. Food, Health & the Environment: A Global Grand Challenge & Some Solutions. Daedalus, 2015. V. 144. Is. 4. P. 31–44. doi:10.1162/DAED_a_00352.
2. Papchenko V., Matveeva T., Bochkarev S., Belinska A., Kunitsia E., Chernukha A., Bezuglov O., Bogatov O., Polkovnychenko D., Shcherbak S. Development of amino acid balanced food systems based on wheat flour and oilseed meal. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Kharkiv: PC «Technology center», 2020. № 3/11 (105), 66–76. doi:10.15587/1729-4061.2020.203664
3. Belinska A., Bochkarev S., Varankina O., Rudniev V., Zviahintseva O., Bielykh I., Khosha V., Rudnieva K. Research on oxidative stability of protein-fat mixture based on sesame and flax seeds for use in halva technology. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Kharkiv: PC «Technology center», 2019. № 5/11 (101). P. 6–14. doi:10.15587/1729-4061.2019.178908
4. Radhika Theagarajan, Lavanya Malur Narayanaswamy, Sayantani Dutta, Jeyan A. Moses, Anandharamakrishnan Chinnaswamy Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, 2019. V. 54, Is. 4. P. 1299–1305. doi: 10.1111/ijfs.14119
5. Шидакова-Каменюка О. Г., Новік Г. В., Касбова К. Р., Кравченко О. І. Перспективи використання шротів горіхової сировини для збагачення борошняних кондитерських виробів. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. Харків: ХДУХТ, 2015. Вип. 2 (22). С. 69–81.
6. Mikulec A., Kowalski S., Sabat R., Skoczylas Ł., Tabaszewska M., Wywrocka-Gurgul A. Hemp flour as a valuable component for enriching physicochemical and antioxidant properties of wheat bread. *LWT*, 2019. V. 102. P. 164–172. doi:10.1016/j.lwt.2018.12.028.
7. Jukic Marko, Lukinac Jasmina, Culjak Jaka. Quality evaluation of biscuits produced from composite blends of pumpkin seed oil press cake and wheat flour. *International journal of food science and technology*, 2019. V. 54 Is. 3. P. 602–609. doi:10.1111/ijfs.13838.
8. Caetano K., Ceotto J., Ribeiro A., de Morais F., Ferrari R., Pacheco M., Capitani C. Effect of baru (*Dipteryx alata* Vog.) addition on the composition and nutritional quality of cookies. *Food science and technology*. 2017. V. 37. Is. 2. P. 239–245. doi: 10.1590/1678-457X.19616.
9. Banerji A., Ananthanarayan L., Lele S. Rheological and nutritional studies of amaranth enriched wheat chapatti (Indian flat bread). *Journal of food processing and preservation*, 2018. V. 42. Is. 1. e 13361. doi:10.1111/jfpp.13361
10. Miranda K., Sanz-Ponce N., Haros C. M. Evaluation of technological and nutritional quality of bread enriched with amaranth flour. *LWT*, 2019. V. 114. doi:108418. 10.1016/j.lwt.2019.108418.
11. Protein and amino acid requirements in human nutrition. FAO/WHO/UNU. WHO Press, 2007. 150 p.