



# Зберігання та переробка продукції

УДК 665.3

© 2021

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ НА ОСНОВІ ОЛІЄВМІСНОЇ СИРОВИНИ ТА БОРОШНА

Т.В. Матвеева<sup>1</sup>, В.Ю. Папченко<sup>2</sup>, О.В. Хареба<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup>кандидати технічних наук

<sup>3</sup>доктор сільськогосподарських наук

<sup>1, 2</sup>Український науково-дослідний інститут олій та жирів НААН  
просп. Дзюби, 2а, м. Харків, 61019, Україна

<sup>3</sup>Національна академія аграрних наук України

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

e-mail: <sup>1</sup>matveeva7390@gmail.com; <sup>2</sup>vikucya@gmail.com; <sup>3</sup>lena1060725@gmail.com

ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-3867-8146; <sup>2</sup>0000-0002-3692-0699; <sup>3</sup>0000-0002-6763-1988

Надійшла 02.10.2021

**Мета.** Встановити і порівняти з борошном пшеничним вищого ґатунку органолептичні та фізико-хімічні показники (вологість, кислотність, уміст сирової клейковини), розроблених із використанням математичних методів моделювання трьох комбінованих систем з удосконаленим амінокислотним складом на основі борошна пшеничного й олієвмісної сировини – шротів олійних культур. **Методи.** Органолептичні показники борошна та комбінованих систем визначено за методиками ГОСТ 27558-87. Фізико-хімічні показники, а саме: вологість, кислотність, уміст сирової клейковини визначено за методиками ГОСТ 9404-88, ГОСТ 27493-87, ДСТУ ISO 21415-1:2009, відповідно. **Результати.** Розроблені борошняні комбіновані системи (БКС) мають вологість менше 15%, отже, відповідають вимогам ГСТУ 46.004-99. Визначений показник кислотності борошна, за яким у подальшому визначають його термін придатності, доводить, що додавання до борошна пшеничного композиції шротів призводить до збільшення цього показника. Найвищий показник кислотності (4,99 град) зафіксовано для борошняної комбінованої системи на основі композиції шротів насіння соняшнику та сої. Уміст сирової клейковини через неможливість її відмивання у БКС зі шротом льону не встановлено. **Висновки.** Установлено, що борошняні комбіновані системи за таким показником як вологість перебувають у межах затверджених норм для борошна пшеничного. Згідно з вимогами до якості борошна за кислотністю, борошняні комбіновані системи на основі композицій шротів віднести до вищого або першого ґатунків неможливо. Зважаючи на високу

**біологічну цінність і позитивні органолептичні та фізико-хімічні показники борошняних комбінованих систем, у подальшому їх використовуватимуть у рецептурах хліба оздоровчого призначення.**

**Ключові слова:** шрот, вологість, кислотність, клейковина, амінокислотний склад, насіння олійних культур, здорове харчування.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-11>

Для вирішення питання поповнення організму людини вітамінами, мінеральними речовинами та мікроелементами існує кілька способів:

- забезпечення оптимального підбору традиційних продуктів харчування паралельно з відповідними фізичними навантаженнями;
- вживання генетично модифікованих продуктів. Це рішення не є актуальним для України, але потребує серйозного подальшого вивчення;
- вживання біологічно активних добавок до раціону. Це рішення вважається найбільш ефективним і швидким;
- створення харчових продуктів із заданими хімічними властивостями. Наприклад, коли з продукту вилучають компоненти, що вважаються непридатними для заданих вимог (жир, цукор) і збагачують його необхідними вітамінами, макро- і мікроелементами та ін. [1].

Сучасні тенденції формування здорового раціону харчування зумовлюють необхідність створення нових продуктів із підвищеною біологічною і фізіологічною цінністю. Нині багато країн світу (США, Німеччина, Швеція, Фінляндія та ін.) використовують технології виробництва продуктів із заданим хімічним складом (за вмістом білка, жиру, вологи тощо) та технології проектування складу полікомпонентних харчових сумішей [2, 3].

Враховуючи доступність для всіх верств населення, — найбільш придатними для модифікації можуть стати такі продукти масового споживання як хліб, хлібобулочні вироби та безпосередньо борошно. За статистичними даними середньомісячне споживання хліба і хлібних продуктів українцями становить 8,1 кг на одну особу [4]. За даними асоціації Укрхлібпром, значна частина асортименту хлібобулочних виробів нашої країни належить продукції,

виробленій із пшеничного борошна вищого ґатунку. Лише на виробництво хліба пшеничного припадає близько 42% [5]. Така ситуація є незадовільною з погляду здорового харчування, адже у борошні пшеничному з 8-ми незамінних для дорослої людини амінокислот 6 — лімітовані, зокрема такі важливі як лізин, метіонін і цистин. Тому для максимального задоволення потреб людини в основних поживних речовинах — білках, жирах, вуглеводах, мікронутрієнтах (вітамінах, мінеральних речовинах) — слід вдосконалювати й оздоровлювати асортимент і склад хлібобулочних виробів. Наприклад, коригування вмісту амінокислот білка у борошні можна здійснювати внесенням різних добавок, які мають не тільки достатню кількість необхідних речовин, а й незначну вартість. На прилавках крамниць уже сьогодні можна знайти хліб із висівками, насінням, сухофруктами, з гречаною мукою тощо. Але добавками до хлібобулочних виробів можуть стати й побічні продукти інших виробництв харчової промисловості. Зокрема, макуха або шрот олійних культур — побічні продукти виробництва олій [6–14]. У попередніх роботах [3, 15] авторами доведено, що додавання шротів олійних культур до пшеничного борошна сприятиме підвищенню його харчової та біологічної цінності. Спираючись на результати робіт [6–14] можна припустити, що додавання розроблених авторами комбінованих систем [3, 15] сприятиме поліпшенню органолептичних, фізико-хімічних і технологічних характеристик борошняних виробів.

Постійне зростання попиту на продукцію оздоровчого призначення, зумовлене збільшенням кількості прихильників здорового способу життя, тому розробка харчових продуктів масового споживання з підвищеною харчовою і біологічною цінністю і поліпшеними органолептичними

та фізико-хімічними властивостями, є актуальною для сьогодення, а вивчення їх органолептичних і фізико-хімічних властивостей — доцільним.

**Мета досліджень.** Установити органолептичні та фізико-хімічні властивості розроблених із використанням математичних методів моделювання борошняних комбінованих систем із поліпшеним амінокислотним складом на основі шротів олійних культур. Порівняти одержані показники з показниками борошна пшеничного вищого ґатунку.

**Матеріали і методи досліджень.** Для проведення досліджень використано борошно пшеничне вищого ґатунку згідно з ГСТУ 46.004, соєвий шрот згідно з ДСТУ 4593, соняшниковий шрот згідно з ДСТУ 4638, лляний шрот.

Визначення вологості борошна та БКС здійснено висушуванням у металевих бюксах наважок масою 5 г (точність до 0,0001 г) у сушильній шафі за температури +130°C упродовж 40 хв від моменту встановлення температури. Після сушіння борошна або БКС бюкси закривають кришками та охолоджують в ексикаторі не більше 2 год та зважують.

Вологість борошна X, %, розраховують за такою формулою:

$$X = \frac{(a - b) \cdot 100\%}{a}, \quad (1)$$

де a — наважка борошна або БКС до висушування, г; b — наважка борошна або БКС після висушування, г.

Розбіжність між двома паралельними визначеннями не повинна перевищувати 0,2%.

Титровану кислотність борошна та БКС визначають за борошняною суспензією. У суху конічну колбу (100–150 см<sup>3</sup>) переносять 5 г досліджуваного борошна або БКС, зваженого з точністю до 0,01 г, доливають 50 см<sup>3</sup> води і одразу перемішують

до зникнення грудочок. Додають 5 крапель 1%-го розчину фенолфталеїну і титрують 0,1 N розчином NaOH до рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв.

Титрована кислотність борошна X, град:

$$X = \frac{V \cdot 100 \cdot K}{G \cdot 10}, \quad (2)$$

де V — кількість 0,1 N розчину NaOH, яка витрачається на титрування, см<sup>3</sup>; K — поправочний коефіцієнт до титру 0,1 N NaOH; G — наважка борошна або БКС, г; 1/10 — коефіцієнт перерахунку 0,1 N в 1 N розчин лугу.

Результат виводиться як середнє арифметичне двох титрувань. Різниця між ними не повинна перевищувати 0,2 град.

Показник титрованої кислотності борошна пшеничного різних ґатунків за борошняною суспензією надано в табл. 1.

Визначення вмісту сирієї клейковини. У порцеляновій чашці зважують 25 г борошна (з точністю до 0,1 г), додають 13 см<sup>3</sup> недистильованої води (T = 18±2°C) і лопаткою замішують тісто до однорідності. Формують кульки та кладуть у чашку, накриваючи склом, щоб запобігти обвітрюванню і залишають за температури 18±2°C на 20 хв. Потім тісто відмивають від крохмалю і оболонки в ємності з водою, яка має температуру 18±2°C. Промивну воду міняють 3–4 рази, поки вода не перестане бути мутною. Індикатором вмісту крохмалю є розчин йоду (синій колір). Відсутність синього кольору свідчить про повне видалення крохмалю.

Відмиту клейковину добре віджимають від води руками, зважують з точністю до 0,01 г. Удруге промивають 5 хв під струменем води, віджимають і знову зважують.

Уміст сирієї клейковини X, % розраховують за такою формулою:

$$X = \frac{G_k \cdot 100\%}{G}, \quad (3)$$

де G<sub>k</sub> — маса сирієї клейковини, г; G — наважка борошна, г.

Якість сирієї клейковини оцінюють за її кольором, розтяжністю та еластичністю. Колір — світлий, сірий, темний. Розтяжність і еластичність (здатність відновлювати первісну форму після припинення розтягування) визначають після встановлення кількості і кольору клейковини.

### **1. Титрована кислотність борошна пшеничного різних ґатунків [16]**

ґатунку	Кислотність, град
Вищий	3
Перший	3,5
Другий	4,5



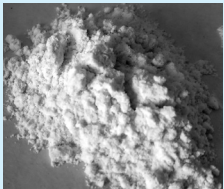
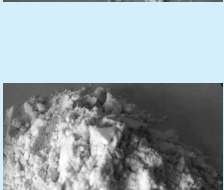
**Результати досліджень.** Одержані БКС досліджено за органолептичними і такими фізико-хімічними показниками: вологість, кислотність, уміст сирової клейковини [16]. Результати порівнювали з контрольним зразком — борошном пшеничним вищого ґатунку. Результати досліджень надано в табл. 2.

Вологість використаного за контрольний зразок пшеничного борошна становить 13,92% (за ГСТУ 46.004-99: не більше 15%), масова частка сирової клейковини — 30,8%

(за ГСТУ 46.004–99: не менше 24%). Отже, борошно пшеничне вищого ґатунку за органолептичними й основними фізико-хімічними показниками, а саме — вологістю, масовою часткою сирової клейковини відповідає ГСТУ 46.004–99 «Борошно пшеничне. Технічні умови». Кислотність борошна становила 3,03 град, що відповідає даним джерела [16].

Експериментально встановлено, що внесення шротів до борошна пшеничного

**2. Органолептичні та фізико-хімічні показники зразків борошна пшеничного вищого ґатунку та БКС (борошно пшеничне/композиція шротів = 90/10)**

Найменування продукту	Фото	Показник			
		Колір, запах	Вологість, %	Кислотність, град	Клейковина сира, %
Борошно пшеничне вищого ґатунку (контроль)		Білий з кремовим відтінком Властивий борошну, не затхлий, не пліснявий	13,92±0,15	3,03±0,005	30,8±0,01
Борошняна комбінована система (композиція шротів насіння соняшнику та сої)		Білий з жовтим відтінком Властивий борошну, не затхлий, не пліснявий	13,5±0,005	4,99±0,015	19,8±0,01
Борошняна комбінована система (композиція шротів насіння льону та сої)		Білий із жовтувато-сірватим відтінком із помітними частками зерна Властивий борошну, не затхлий, не пліснявий	13,385±0,065	4,0	Неможливо відмити
Борошняна комбінована система (композиція шротів насіння соняшнику, сої та льону)		Білий з сірватим відтінком із помітними частками зерна Властивий борошну, не затхлий, не пліснявий	13,32±0,07	4,68±0,02	Неможливо відмити

призводить до зміни кольору і запаху останнього. З'являється запах, притаманний шротам олійних культур. Але для споживача така зміна кольору та запаху не несе загрози для здоров'я. З'ясовано, що одержані БКС за таким показником як вологість відповідають вимогам ГСТУ 46.004–99 (табл. 2). Установити вміст клейковини у БКС, до складу яких входив шрот льону було неможливо, оскільки під час її відмивання утворювалася незв'язана маса. Неможливість відмивання клейковини у БКС зі шротами льону можна пояснити тим, що такі продукти можуть мати високий вміст слизових речовин, які впливають на розрив дисульфідних зв'язків у білках клейковини

[17]. Водночас кількість відмитої клейковини БКС зворотно-пропорційна вмісту композиції шротів у БКС, адже у білкових комплексах лляного борошна порівняно з борошном пшеничним немає спирторозчинних білків проламінів, які беруть участь у формуванні клейковини [17]. Порівнюючи показник кислотності борошна (3,03 град) установлено, що додавання до борошна пшеничного борошна композиції шротів призводить до збільшення цього показника (4,0–4,99 град), що в подальшому може призвести до зниження термінів придатності таких БКС. Найвищий показник кислотності (4,99 град) зафіксовано для БКС на основі композиції шротів насіння соняшнику та сої.

## **Висновки**

За результатами комплексних досліджень [3, 15] розроблено три борошняні комбіновані системи для здорового харчування. Проведеними дослідженнями встановлено їх органолептичні та фізико-хімічні показники. Визначено, що додавання до борошна пшеничного вищого ґатунку обґрунтованої кількості композиції шротів задля підвищення харчової і біологічної цінності останнього, сприяє зміні кольору та запаху. Водночас підвищується показник кислотності для БКС із використанням композиції шротів насіння соняшнику та сої на 1,96 град; із використанням композиції шротів насіння льону та сої на 0,97 град; із використанням композиції шротів насіння соняшнику, сої та льону

на 1,65 град. Показник вологості навпаки дещо знижується, зокрема для БКС з використанням композиції шротів насіння соняшнику та сої на 0,42%; із використанням композиції шротів насіння льону та сої на 0,535%; із використанням композиції шротів насіння соняшнику, сої та льону на 0,6%. З уведенням до борошна композиції шротів виникають труднощі у визначенні масової частки сирової клейковини. На цей показник безпосередньо впливає амінокислотний склад білків використаних шротів. Характеристики розроблених систем дають змогу легко впроваджувати їх у технологічний процес діючих підприємств, що випускають хлібобулочні вироби.

**Matveeva T.<sup>1</sup>, Papchenko V.<sup>2</sup>, Khareba O.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>, <sup>2</sup>Ukrainian Research Institute of oils and fats of NAAS, 2a, Prospekt Dziuby, Kharkiv, 61019, Ukraine, <sup>3</sup>National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 9, Mykhailo Omelianovych-Pavlenko Str., Kyiv, 01010, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>matveeva7390@gmail.com; <sup>2</sup>vikucya@gmail.com; <sup>3</sup>lena1060725@gmail.com; ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-3867-8146; <sup>2</sup>0000-0002-3692-0699; <sup>3</sup>0000-0002-6763-1988

**Investigation of properties of combined systems of increased biological value based on oil-containing raw materials and flour**

**Goal.** To establish and compare organoleptic and physicochemical parameters (moisture, acidity, crude gluten content) of wheat flour of the highest

grade with the developed (using mathematical methods of modeling) three combined systems with the improved amino-acid composition based on wheat flour and oil-containing raw materials — meal of oilseeds. **Methods.** Organoleptic characteristics of flour and combined systems were determined according to the methods of GOST 27558-87. Physicochemical parameters, namely: moisture, acidity, crude gluten content were determined according to the methods of GOST 9404-88, GOST 27493-87, DSTU ISO 21415-1:2009, respectively. **Results.** The developed flour combined systems (FCS) have a moisture content of less than 15%, therefore, meet the requirements of GOSTU 46.004-99. The determined indicator of the acidity of the flour, which further determines its shelf life, proves

that the addition of wheat flour to the meal composition leads to an increase in this indicator. The highest acidity (4.99 degrees) was recorded for the flour combined system based on the composition of sunflower and soybean meal. The content of crude gluten due to the impossibility of its washing in FCS with flax meal is not established. **Conclusions.** It is established that flour combined systems on such indicators as humidity are within the approved norms for wheat flour. According to the requirements for

the quality of flour in terms of acidity, flour combined systems based on meal compositions cannot be classified as higher or first grades. Due to the high biological value and positive organoleptic and physicochemical parameters of flour combined systems, in the future, they will be used in recipes for healthy bread.

**Key words:** meal, moisture, acidity, gluten, amino-acid composition, oilseeds, healthy nutrition.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-11>

## Бібліографія

1. *Важнейшие нарушения пищевого статуса населения и их влияние на состояние здоровья.* URL: <https://studfile.net/preview/7403823/page:17/> (дата звернення 20.08.2021р.)
2. *Belinska A., Bochkarev S., Varankina O. et al.* Research on oxidative stability of protein-fat mixture based on sesame and flax seeds for use in halva technology. *Eastern-European J. of Enterprise Technologies.* Kharkiv: PC «Technology center», 2019. № 5/11 (101). P. 6–14. doi: 10.15587/1729-4061.2019.178908
3. *Papchenko V., Matveeva T., Bochkarev S. et al.* Development of amino acid balanced food systems based on wheat flour and oilseed meal. *Eastern-European J. of Enterprise Technologies.* Kharkiv: PC «Technology center», 2020. № 3/11 (105). P. 66–76. doi: 10.15587/1729-4061.2020.203664
4. *Про затвердження наборів продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення:* Постанова Кабінету Міністрів України від 11.10.2016 р. № 780 у редакції від 25.08.2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/780-2016-п#Text> (дата звернення 20.08.2021 р.)
5. *Новоїтченко І.В., Малиновський В.В.* Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України. *Ефективна економіка.* 2020. № 11. doi: 10.32702/2307-2105-2020.11.52
6. *Mikulec A., Kowalski S., Sabat R. et al.* 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 j. 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. et al.* 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). *J. 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. *Siwath M., Yadav R.B., Yadav B.S.* Chemical, physicochemical, pasting and microstructural properties of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) flour as affected by different processing treatments. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods.* 2019. V. 11. P. 1–11. doi: 10.3920/QAS2017.1226
12. *Kamoto R., Kasapila W., Ng'ong'ola-Manani T.* Use of fungal alpha amylase and ascorbic acid in the optimisation of grain amaranth–wheat flour blended bread. *Food & Nutrition Research.* 2018. V. 62. P. 1–9. doi: 10.29219/fnr.v62.1341
13. *Ghosh P.K., Bhattacharjee P., Poddar-Sarkar M.* Reduction of lauric acid in coconut copra by supercritical carbon dioxide extraction: Process optimization and design of functional cookies using the lauric acid-lean copra meal. *J. of food process engineering.* 2017. V. 40. Is. 3. P. 1–10. doi: 10.1111/jfpe.12501
14. *Kizatova M. Zh., Pronina Yu. G., Nabiyeva Zh. S.* Increase in nutrition and biological value of white bread with use of the grain mix «Omega-6». *Bulletin of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan.* 2019. Is. 5. P. 70–77. doi: 10.32014/2019.2518-1467.125
15. *Матвєєва Т.В., Папченко В.Ю., Бєлінська А.П., Хареба О.В.* Розробка харчових систем підвищеної біологічної цінності на основі олієвмісної сировини та борошна. *Вісник аграрної науки.* Київ: Аграрна наука, 2021. № 5. С. 71–78. doi: 10.31073/agrovisnyk202105-10
16. *Березка Т.О., Матвєєва Т.В., Папченко В.Ю.* Харчові технології. Методи контролю харчових виробництв Харків: НТУ «ХПІ», 2011. 168 с.
17. *Беґеулов М.Ш., Сычева Е.О.* Технология хлебопечения с использованием льняного жмыха. *Известия ТСХА.* Москва, 2017. Вып. 3. С. 110–122.