

УДК 664.696.2

doi:10.20998/2413-4295.2020.04.20

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПОП-ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНА СОРИЗУ

Д. О. ТИМЧАК\*, С. Ю. МИКОЛЕНКО, К. А. ЧОРНЕЙ, Д. О. БУРІЙ

кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, УКРАЇНА  
\*e-mail: dmytrotymchak@gmail.com

**АНОТАЦІЯ** Досліджено технологічні властивості зерна соризу українських сортів як сировини для виробництва поп-зерна. Доведено перспективність розширення ринку снекової продукції в Україні. У харчових продуктах використання поп-зерна може покращити його склад та харчову цінність, що вимагає нових джерел зерна українського сорту. Характеристики поп-властивостей зерна соризу визначали для п'яти сортів, а саме: Деймос, Вересень, Октан, Європа та Меркурій. Колір зерна соризу для досліджуваних сортів дещо відрізнявся: сорт Вересень мав темно-коричневий колір, у той час як інші – світло-коричневий. Насипна маса зерна соризу коливалася від 757 до 777 г/дм<sup>3</sup>, маса 1000 зерен становила від 29,3 до 36,1 г. Форма зерна всіх досліджуваних сортів була близькою до кулястої, трохи сплюсненою та витягнутою. Технологічні властивості зерна соризу для отримання поп-зерна включають вихід, об'ємну масу, коефіцієнт розширення. Мікрохвильова обробка зерна соризу українських сортів дозволила досягти виходу повітряного зерна на рівні 44–67 %, що було близьким до багатьох сортів українського сорго. Об'ємна маса поп-зерна соризу становила від 82 до 103 г/дм<sup>3</sup>. Коефіцієнт розширення зернівки для різних сортів соризу коливався від 8 до 13, що є досить високим показником, порівняно з іншими поп-культурами. Поп-зерно соризу було оцінено експертною комісією щодо органолептичних характеристик, таких як зовнішній вигляд, колір, запах, смак, текстура. Загальний бал розраховували з врахуванням коефіцієнта вагомості. Вибрані зразки поп-соризу дещо відрізнялись за кольором, але встановлена суттєва різниця в їх запаху, смаку та структурі. Найвищий вихід і коефіцієнт розширення, найменшу об'ємну масу показав сориз сорту Вересень. Поп-зерно соризу цього сорту характеризувалося найвищою загальною органолептичною оцінкою серед досліджуваних сортів.

**Ключові слова:** надвисокочастотна обробка; сориз; повітряне зерно; поп-властивості; вихід повітряного зерна; коефіцієнт розширення; органолептичні характеристики

## STUDY OF SORIZ GRAIN POPPING CHARACTERISTICS

D. TYMCHAK, S. MYKOLENKO, K. CHORNEI, D. BURIY

Department of Agricultural Products Storage and Processing Technologies, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, UKRAINE

**ABSTRACT** Technological properties of soriz grain of Ukrainian varieties as a raw material for pop-grain production have been studied. The prospects of expanding Ukrainian snack market were proved. In food products, using pop-grain can be improving its composition and nutritional value requiring new sources of grain of Ukrainian variety. Popping characteristics of the soriz grain were determined for five varieties such as Deimos, Veresen, Octane, Europe, and Mercury. Color of the soriz grain of the studied varieties differed slightly: Veresen variety had a dark brown color when others light brown. Bulk grain weight of the soriz variety varied between 757 and 777 g/dm<sup>3</sup>, the weight of 1000 grains ranged from 29.3 to 36.1 g. Grain shape of all studied varieties was close to spherical, slightly flattened and elongated. Technological properties of soriz grain quality for popping purpose include popping yield, specific weigh, and volume expansion ratio. Microwave treatment of the soriz grain of Ukrainian varieties allowed achieving popping yield at 44–67 %, which was close to many varieties of Ukrainian sorghum varieties. Specific weight of the popped soriz grain ranged from 82 to 103 g/dm<sup>3</sup>. Volume expansion ratio for the different soriz varieties varied from 8 to 13, which is a fairly high compared to other pop crops. Popped soriz grain was evaluated by expert panel on sensory characteristics such as appearance, color, smell, taste, texture. Overall score was calculated taking into account the value coefficient. The popped soriz grain samples differed slightly in color, but there was a significant difference in their smell, taste and texture. The highest popping yield and volume expansion ratio, the lowest specific weight was showed by soriz grain of Veresen variety. Popped soriz grain of this variety received the highest overall organoleptic score among the studied varieties.

**Keywords:** microwave treatment; soriz; popped grain; popping characteristics; popping yield; volume expansion ratio; sensory characteristics

## Вступ

Сьогодні фахівці у галузі переробки зерна все частіше шукають шляхи вдосконалення існуючих технологій за рахунок використання нових методів оброблення зернової сировини. Дієвим рішенням даної проблеми є впровадження технології обробки зернової сировини у електромагнітному полі надвисокої частоти (НВЧ).

Надвисокочастотна обробка відноситься до ресурсоощадних технологій та дозволяє не лише

суттєво скоротити тривалість технологічних процесів, зменшити енергетичні витрати, але й уникнути утворення небажаних побічних продуктів, забезпечуючи високі органолептичні якості продукту [1]. Слід зазначити, що для українського ринку виробництво зернових продуктів із використанням НВЧ-обробки, зокрема повітряного зерна, не є поширеним. Проте закордонний досвід [2–4] свідчить про перспективність використання даної технології українськими виробниками та доцільність проведення наукових досліджень в цьому напрямку.

Глобальні зміни клімату та світова економічна криза змушують українських сільськогосподарських виробників шукати нові види сировини для виробництва звичних продуктів харчування та розробляти нові продукти для розширення ринку і забезпечення потреб населення. Зокрема, одним із таких продуктів може стати повітряне зерно, яке виробляється за простою технологією, має високу засвоюваність та низьку собівартість [1,5].

Потрібно зазначити, що зерно не всіх культур володіє здатністю до «зривання», або популятивностями. Для виробництва даного виду продукції в основному використовують зерно кукурудзи та рису [4,6,7]. У роботах [2,3,5,8,9] опубліковано ряд наукових досліджень, присвячених використанню зерна сорго для отримання повітряного продукту, що вказує на перспективу досліджень популятивностей зерна сорго.

Сориз або сорго рисоподібне – це сільськогосподарська культура, яка виведена українськими вченими шляхом селекції сорго та диких сортів рису. В результаті селекції сориз набув найкращих властивостей сорго (невибагливість до ґрунтових умов, стійкість до посухи та високих температур) і диких рисоподібних форм (хороші смакові якості, високі показники скловидності, твердість ендосперму).

Хімічний склад зерна соризу близький до рису. Зерно соризу містить 11,1 % білка, 1,1 % жиру, до 80 % вуглеводів, в т.ч. 1,5 % цукру [10,11]. Сориз характеризується достатньо високим вмістом незамінної амінокислоти лізину, якої в середньому міститься близько 0,17 %, вітамінів та мінеральних речовин [11]. Харчові волокна соризу здатні зв'язувати та виводити з організму людини шкідливі токсичні речовини та солі важких металів [12]. Такий багатий хімічний склад зерна соризу зумовлює зацікавленість серед виробників зернової продукції, але реальних шляхів використання даної культури мало.

У літературних джерелах, окрім використання зерна соризу на кормові потреби, пропонується виробництво соризової крупи [11]; композиційних сумішей соризового і пшеничного борошна для виробництва макаронних [10] і хлібобулочних [12] виробів; горілчаного спирту та пива [13].

Дані щодо популятивностей зерна соризу для сортів і гібридів, культивованих в Україні є відсутніми, що гальмує розширення ринку шляхом ефективного використання даної зернової культури.

### Мета роботи

Метою роботи є дослідження поп-зерна соризу української селекції та органолептичних характеристик отриманого повітряного продукту.

### Виклад основного матеріалу

Для проведення дослідження було використано зерно соризу п'яти сортів української селекції, а саме: Деймос, Вересень, Октан, Європа, Меркурій. Зерно було вирощене в умовах Синельниківської селекційно-дослідної станції ДУ «Інститут сільського господарства степової зони НААН України». Досліджувані зразки зерна незначно відрізняються між собою за зовнішнім виглядом та формою зернівки (рис. 1).



Рис. 1 – Зовнішній вигляд зерна соризу сортів:  
1 – Деймос, 2 – Вересень, 3 – Октан, 4 – Європа,  
5 – Меркурій

Як видно з рис. 1, зерно сортів Деймос, Октан, Європа, Меркурій мають світло-коричневе, ближче до кольору слонової кістки забарвлення, а сорт Вересень має темно-коричневе забарвлення оболонки. Форма зернівки у зерна всіх сортів наближається до кулеподібної, злегка приплюснута та витягнута. Також зерно досліджуваних сортів соризу відрізняється за насипною масою та масою 1000 зерен (табл. 1) показниками, які характеризують крупність і виповненість зернівки.

Таблиця 1 – Характеристика якості зерна соризу

Сорт	Насипна маса, г/л	Маса 1000 зерен, г
Деймос	777	36,1
Вересень	760	30,5
Октан	757	29,3
Європа	772	34,8
Меркурій	761	30,8

Таким чином, зерно сорту Деймос є найкрупнішим з досліджуваних сортів. Найменшу насипну масу і масу 1000 зерен показав сорт Октан. Сорти Вересень та Меркурій мають однакові показники крупності зерна.

До основних технологічних показників якості зерна, придатного для виробництва повітряного продукту, відносяться вихід повітряного зерна, об'ємна маса та коефіцієнт розширення зернівки.

Вихід є основним показником ефективності процесу отримання повітряного зерна. Даний показник є як кількісною, так і якісною характеристикою зернової сировини, має велике економічне значення, оскільки обумовлює

прибутковість виробництва. Вихід повітряного зерна визначали за формулою:

$$PY = \frac{n_1}{n_1 + n_2 + n_3} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де  $PY$  – вихід повітряного зерна, %;  $n_1$  – кількість повітряних зерен, шт;  $n_2$  – кількість частково «зірваних» зерен, шт;  $n_3$  – кількість зерен, що зберегли цілісність, шт.

Показник об'ємної маси є якісним показником при оцінюванні процесу отримання повітряного зерна. Відповідно, чим менша об'ємна маса готового продукту, тим краще зерно розкривається і, відповідно, більшим буде об'єм готової продукції. Показник об'ємної маси визначали за формулою:

$$V = \frac{m_{\text{сер}}}{V_m}, \quad (2)$$

де  $v$  – об'ємна маса повітряного зерна, г/дм<sup>3</sup>;  $m_{\text{сер}}$  – середньоарифметичне значення маси повітряного зерна, г;  $V_m$  – об'єм тари, яка використовується для вимірювання, дм<sup>3</sup>.

Коефіцієнт розширення зернівки також є важливим технологічним показником якості зерна, з якого виробляють повітряний продукт, який відображає у скільки разів збільшилася зернівка в результаті обробки. Коефіцієнт розширення визначали як відношення об'єму повітряного зерна до об'єму необробленого зерна за формулою:

$$K_p = \frac{V_{\text{п.з.}}}{V_{\text{н.з.}}}, \quad (3)$$

де  $K_p$  – коефіцієнт розширення;  $V_{\text{п.з.}}$  – об'єм повітряного зерна, мл;  $V_{\text{н.з.}}$  – об'єм нативного зерна до НВЧ-обробки, мл.

Для дослідження поп-властивостей зерна соризу було проведено очищення досліджуваних зразків, зволоження їх до вмісту вологи 15 %, надвисокочастотну обробку зерна у мікрохвильовій печі (Samsung, Корея), максимальна потужність якої становить 800 Вт, а робоча частота становить 2450 МГц. Надвисокочастотна обробка проводилася у трьох повторностях відповідно до попередньо встановлених оптимальних показників процесу [14]: потужність магнетрону – 700 Вт, тривалість обробки – 150 с.

Отримані результати виходу повітряного соризу наведено на рис. 2. Найбільший вихід повітряного зерна можливо досягти при використанні зерна сорту Вересень. Найменші показники виходу повітряного соризу було зафіксовано для сортів Окταν та Меркурій – біля 44 %.

Визначені показники об'ємної маси повітряного соризу різних сортів показано на рис. 3.

За даними рис. 3 можна зробити висновок, що кращим сортом для промислового виробництва повітряного соризу є сорт Вересень, який демонструє найменшу об'ємну масу. Слід відмітити, що близькі значення цього показника отримано для ще двох

сортів Європа та Меркурій. При цьому сориз Окταν має об'ємну масу на 21 % більшу, ніж у сорту Вересень.

Результати визначення коефіцієнту розширення зернівки соризу наведено на рис. 4.

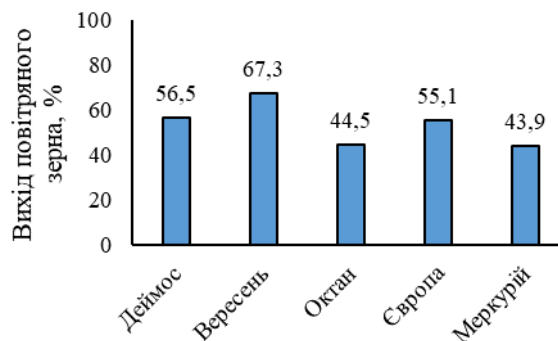


Рис. 2 – Вихід повітряного соризу

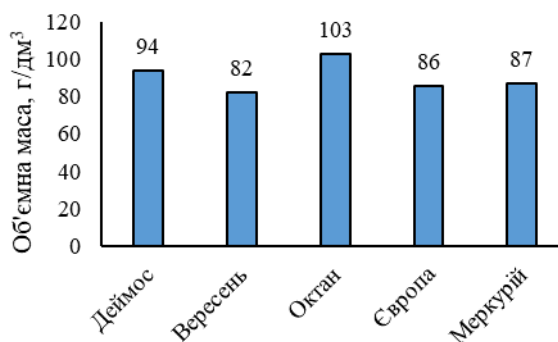


Рис. 3 – Об'ємна маса повітряного соризу

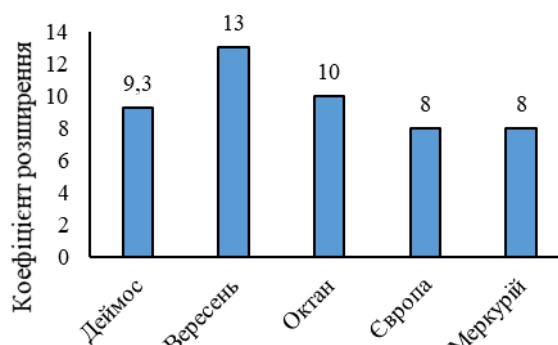


Рис. 4 – Коефіцієнт розширення зернівки соризу

Як видно з рис. 4, зерно соризу Вересень демонструє найбільший коефіцієнт розширення серед досліджуваних сортів. Високі значення даного показника також зафіксовано для сортів Окταν та Деймос, коефіцієнт розширення яких становить 10 та 9,3 відповідно. Сорти Європа і Меркурій мають найменший коефіцієнт розширення.

#### Обговорення результатів

Дослідженнями залежності виходу повітряного зерна від сортових особливостей зерна сорго займалися переважно індійські [15] та африканські [5] вчені. В своїй роботі Mishra та ін. [15] досліджували чотири сорти зерна сорго, які показали вихід повітряного зерна від 54 до 81 %. Saravanabavan та ін.

[5] для трьох сортів зерна сорго зафіксували вихід в межах 30–100 %. Отримані результати виходу повітряного соризу (рис. 2) свідчать про наявність поп-властивостей у зерна соризу вітчизняної селекції, що вказує на перспективу їх використання в харчовій промисловості. При цьому вихід повітряного соризу Вересень – 67,3 % перевищує показники більшості сортів сорго вітчизняної селекції, які демонстрували вихід від 17 до 92 % [16].

Об'ємна маса повітряного зерна є якісною характеристикою кінцевого продукту попінгу. На практиці споживач надає перевагу більш об'ємному продукту і це створює додатковий ресурс для прибутку під час реалізації продукту [17]. Результати дослідження (рис. 3) показують, що надвисокочастотна обробка зерна соризу дозволяє отримати повітряний продукт об'ємною масою від 82 до 103 г/дм<sup>3</sup>. При цьому в роботі [16] об'ємна маса повітряного сорго становила 70-116 г/дм<sup>3</sup>.

Результати визначення коефіцієнту розширення зернівки соризу різних сортів (рис. 4) знаходяться у межах 8–13, що вказує на добрі поп-властивості. Для порівняння коефіцієнт розширення зернівки сорго різних сортів в роботі [16] знаходився у межах 6,4–10,7. Найкращий показник зафіксовано для сорту Вересень, який перевищує кращий показник для досліджених сортів сорго на 21 %.

Важливою характеристикою повітряного зерна є органолептична оцінка. Кожний зразок повітряного соризу було оцінено експертною групою за п'яти основними показниками (рис. 5а) та розраховано загальну оцінку з урахуванням коефіцієнтів вагомості кожного показника (рис. 5б).

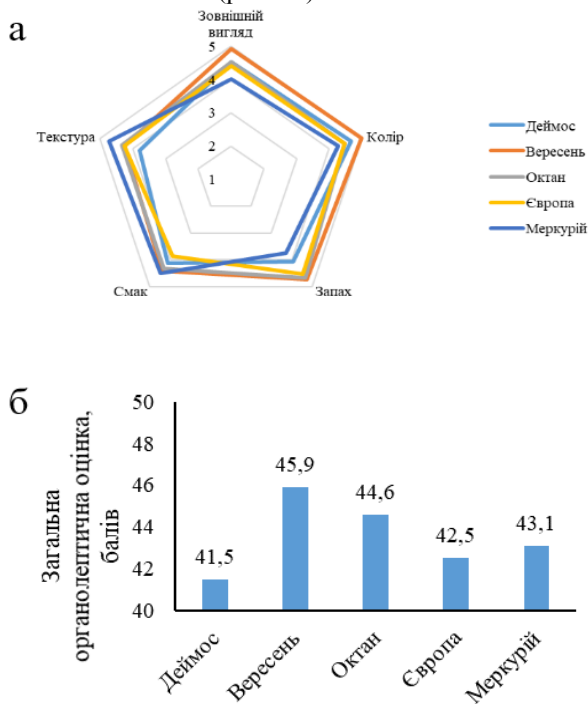


Рис. 5 – Органолептична оцінка повітряного соризу:  
а – профілограма показників органолептичної оцінки;  
б – загальна органолептична оцінка

Як видно з рис. 5а, досліджувані зразки повітряного соризу незначно відрізняються за кольором. Повітряний продукт із соризу сорту Меркурій мав найприємнішу структуру – пористу, м'яку та хрустку. Використання соризу «Вересень» дозволяє отримати снеки з кращим зовнішнім виглядом, кольором, запахом та смаком. Текстура повітряного соризу, отриманого з даного сорту є більш твердою, ніж з сорту Меркурій.

При цьому повітряний сориз сорту Вересень отримав найвищу загальну органолептичну оцінку (рис. 5б) серед досліджуваних сортів.

Отже, зерно соризу української селекції проявляє достатні поп-властивості. Високі показники виходу повітряного зерна та коефіцієнту розширення зернівки дозволяють рекомендувати використання зерна сорту Вересень для промислового виробництва повітряного продукту.

## Висновки

Сориз в Україні є недооціненою і не поширеною сільськогосподарською культурою через відсутність розроблених та дієвих технологій його переробки на харчові продукти. Відомих шляхів використання зерна соризу та невибагливість до умов його вирощування, на жаль, не достатньо для сучасних реалій ринку вітчизняної сільськогосподарської продукції. Встановлення наявності поп-властивостей у зерна даної культури може стати рушієм для збільшення посівних площ соризу та розширення асортименту снекової продукції.

Встановлено, що шляхом надвисокочастотної обробки зерна соризу, можна досягти виходу повітряного продукту на рівні 44–67 %, що перевищує показники багатьох сортів сорго вітчизняної селекції.

Об'ємна маса повітряного соризу із зерна сортів Деймос, Вересень, Октан, Європа, Меркурій становила від 82 до 103 г/дм<sup>3</sup>, що також знаходиться на одному рівні з поп-сорго.

Коефіцієнт розширення зернівки різних сортів соризу коливався в межах 8–13, що є достатньо високим показником для зерна поп-культур.

Найвищі показники виходу повітряного зерна та коефіцієнту розширення, найменша об'ємна маса характерна для сорту Вересень. Повітряний сориз, отриманий із цього сорту, мав найвищу органолептичну оцінку серед досліджуваних сортів. Тому сорт соризу Вересень доцільно використовувати для виробництва повітряного соризу.

## Список літератури

1. Черкасова Э. И. Применение СВЧ-энергии в производстве крупяной продукции. *Вестник ЮУрГУ. Серия: «Пищевые и биотехнологии»*. 2013. 1. С. 32–37.
2. Mishra G., Joshi D. C., Panda B. K. Popping and puffing of cereal grains: a review. *Journal of grain processing and storage*. 2014. Vol. 1. № 2. P. 34–46.

3. Mishra G., Joshi D.C., Mohaparta D. Optimization of pretreatments and process parameters for sorghum popping in microwave oven using response surface methodology *Journal of food science and technology*. 2015. Vol. 52, № 12. P. 7839–7849. doi: 10.1007/s13197-015-1898-9.
4. Maisont S., Narkrugsa W. Effects of salt, moisture content and microwave power on puffing qualities of puffed rice. *Kasetsart Journal Natural Science*. 2010. 44(2). P. 251-261.
5. Saravanabavan S. N., Shivanna M. M., Blattacharya S. Effect of popping on sorghum starch digestibility and predicted glycemic index. *J. Food Sci. Technol.* 2013. Vol. 50, № 2. P. 387–392. doi:10.1007/s13197-011-0336-x.
6. Farahnaky A., Alipour M., Majzoobi M. Popping properties of corn grains of two different varieties at different moistures. *J. Agr. Sci. Tech.* 2013. Vol. 15. P. 771–780.
7. Joshi N. D., Mohaparta D., Joshi D. C., Sutar R. F. Puffing characteristics of parboiled milled rice in a domestic convective-microwave oven and process optimization. *Food and Bioprocess Technology*. 2014. № 7 (6). P. 1678–1688.
8. Golubina I., Katova A., Ilieva A., Marinov-Serafimov P. Popping characteristics of sorghum genotypes (Sorghum bicolor (L.) Moench). *Food and Feed Research*. 2017. № 44 (2). P. 115–121. doi:10.5937/ffr1702115g.
9. Cabrera-Ramírez A. H., Castro-Campos F. G., Gaytán-Martínez M., Morales-Sánchez E. Relationship between the corneous and floury endosperm content and the popped sorghum quality. *Journal of Cereal Science*. 2020. Vol. 95. P. 2–9. doi:10.1016/j.jcs.2020.102999.
10. Пророчук І., Рихлівський І. П. Корисні властивості та напрями використання соризу. *Матеріали студентської науково-практичної конференції за результатами науково-дослідної роботи в 2008 р.* ПДАТУ. 2008. С. 5.
11. Макаров Л. Х., Скорий М. В. Сориз (технологія, селекція, насінництво, переробка): монографія. УААН, Ін-т землеробства Півден. регіону УААН. 2009. 324 с.
12. Моргун В. О., Жигунов Д. О., Крошко О. С. Сориз – компонент борошняних композиційних сумішей. *Хранение и переработка зерна*. 2017. № 10. С. 48–53.
13. Дремлюк Г.К. Сориз – культура третього тисячелеття. *Право на життя*. 2000. С. 120.
14. Tymchak D. O., Mykolenko S. Yu., Kuianov Yu. Yu. Production of popped sorghum with using microwave treatment. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2018. Vol. 18. № 2. P. 15–20. doi:10.15673/gpmf.v18i2.950.
15. Gayatri M., Joshi D. C., Mohaparta D., Bhushan Babu V. Varietal influence on the microwave popping characteristics of sorghum. *Journal of cereal science*. 2015. Vol. 65. P. 19–24. doi:10.1016/j.jcs.2015.06.001.
16. Миколенко С. Ю., Тимчак Д. О. Вплив технологічних факторів на поп-властивості зерна сорго. *Харчова промисловість*. 2019. № 26. С. 14–21.
17. Wu P. J., Schwartzberg H. C. Popping behavior and zein coating of popcorn. *Cereal Chem.* 1992. № 69. P. 567–573.
- pretreatments and process parameters for sorghum popping in microwave oven using response surface methodology *Journal of food science and technology*, 2015, Vol. 52, no 12, pp. 7839–7849. doi:10.1007/s13197-015-1898-9.
4. Maisont S., Narkrugsa W. Effects of salt, moisture content and microwave power on puffing qualities of puffed rice. *Kasetsart Journal Natural Science*, 2010, 44(2), pp.251-261.
5. Saravanabavan S. N., Shivanna M. M., Blattacharya S. Effect of popping on sorghum starch digestibility and predicted glycemic index. *J. Food Sci. Technol.*, 2013, Vol. 50, no 2, pp. 387–392. doi:10.1007/s13197-011-0336-x.
6. Farahnaky A., Alipour M., Majzoobi M. Popping properties of corn grains of two different varieties at different moistures. *J. Agr. Sci. Tech.* 2013, Vol. 15, pp. 771–780.
7. Joshi N. D., Mohaparta D., Joshi D. C., Sutar R. F. Puffing characteristics of parboiled milled rice in a domestic convective-microwave oven and process optimization. *Food and Bioprocess Technology*, 2014, no 7 (6), pp. 1678–1688.
8. Golubina I., Katova A., Ilieva A., Marinov-Serafimov P. Popping characteristics of sorghum genotypes (Sorghum bicolor (L.) Moench). *Food and Feed Research*, 2017, no. 44 (2), pp. 115–121, doi:10.5937/ffr1702115g.
9. Cabrera-Ramírez A. H., Castro-Campos F. G., Gaytán-Martínez M., Morales-Sánchez E. Relationship between the corneous and floury endosperm content and the popped sorghum quality. *Journal of Cereal Science*, 2020, Vol. 95, pp. 2–9, doi:10.1016/j.jcs.2020.102999.
10. Prorochuk I., Rykhlivskiy I. P. Korynsni vlastyvoli ta napriamy vykorystannia soryzu [Useful properties and directions of soriz use]. *Materialy studentskoi naukovo-praktychnoi konferentsii za rezultatamy naukovo-doslidnoi roboty v 2008 r.* [Proceedings of the student scientific-practical conference based on the results of research work in 2008], PDATU, 2008, p. 5.
11. Makarov L. Kh., Skoryi M. V. Soryz (tekhnohohiia, selektsiia, nasinnnytstvo, pererobka): monohrafiia [Soriz (technology, selection, seed production, processing): monograph]. *UAAN, In-t zemlerobstva Pivden. rehionu UAAN [Inst. of Agriculture South. region UAAS]*, 2009, 324 p.
12. Morhun V. O., Zhyhunov D. O., Kroshko O. S. Soryz – komponent boroshnianykh kompozytsiinykh sumishei [Soriz - a component of flour composite mixtures]. *Khraneniye y pererabotka zerna [Grain storage and processing]*, 2017, no.10, pp. 48–53.
13. Dremlyuk G. K. Soriz – kul'tura tret'ego tysyacheletiya [Soriz is the culture of the third millennium]. *Pravo na zhizn' [The right to life]*, 2000, p. 120.
14. Tymchak D. O., Mykolenko S. Yu., Kuianov Yu. Yu. Production of popped sorghum with using microwave treatment. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 2018, Vol. 18, no 2, pp. 15–20, doi:10.15673/gpmf.v18i2.950.
15. Gayatri M., Joshi D. C., Mohaparta D., Bhushan Babu V. Varietal influence on the microwave popping characteristics of sorghum. *Journal of cereal science*, 2015, Vol. 65, pp. 19–24, doi:10.1016/j.jcs.2015.06.001.
16. Mykolenko S. Iu., Tymchak D. O. Vplyv tekhnolohichnykh faktoriv na pop-vlastyvoli zerna sorho [Technological factors affecting popping properties of sorghom grain]. *Kharchova promyslovist [Food Industry]*, 2019, no. 26, pp. 14–21.
17. Wu P. J., Schwartzberg H. C. Popping behavior and zein coating of popcorn. *Cereal Chem.*, 1992, 69, pp. 567–573.

#### References (transliterated)

1. Cherkasova E. I. Primenenie SVCh-energii v proizvodstve krupyanoj produkcii [Using of microwave energy in the production of cereals]. *Vestnik YuUrGU. Seriya: «Pishchevye i biotekhnologii» [Bulletin of SUSU. Series: "Food and Biotechnology"]*, 2013, no, pp. 32–37.
2. Mishra G., Joshi D. C., Panda B. K. Popping and puffing of cereal grains: a review. *Journal of grain processing and storage*, 2014, Vol. 1, no 2, pp. 34–46.
3. Mishra G., Joshi D. C., Mohaparta D. Optimization of



### Відомості про авторів (About authors)

**Тимчак Дмитро Олександрович** – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, викладач кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції; м. Дніпро, Україна; ORCID: 0000-0003-1216-6078; e-mail: dmytrotymchak@gmail.com.

**Дмитро Тимчак** – Dnipro State Agrarian and Economic University, Lecturer of Department of Agricultural Products Storage and Processing Technologies, Dnipro, Ukraine; ORCID: 0000-0003-1216-6078; e-mail: dmytrotymchak@gmail.com.

**Миколенко Світлана Юріївна** – кандидат технічних наук, доцент, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, доцент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції; м. Дніпро, Україна; ORCID: 0000-0002-1959-1141; e-mail: svetlana.mykolenko@gmail.com.

**Svitlana Mykolenko** – Candidate of Technical Sciences (PhD), Dnipro State Agrarian and Economic University, Associate Professor of Department of Agricultural Products Storage and Processing Technologies, Dnipro, Ukraine; ORCID: 0000-0002-1959-1141; e-mail: svetlana.mykolenko@gmail.com.

**Чорней Крістіна Анатоліївна** – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, асистент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції; м. Дніпро, Україна; ORCID: 0000-0003-0800-6071; e-mail: summer90821@gmail.com.

**Kristina Chornei** – Dnipro State Agrarian and Economic University, Assistant of Department of Agricultural Products Storage and Processing Technologies, Dnipro, Ukraine; ORCID: 0000-0003-0800-6071; e-mail: summer90821@gmail.com.

**Бурій Дмитро Олександрович** – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, магістрант кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції; м. Дніпро, Україна; e-mail: genotrof13@gmail.com.

**Dmytro Buriy** – Dnipro State Agrarian and Economic University, Master Student of Department of Agricultural Products Storage and Processing Technologies, Dnipro, Ukraine; e-mail: genotrof13@gmail.com.

*Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

Тимчак Д. О., Миколенко С. Ю., Чорней К. А., Бурій Д. О. Дослідження поп-властивостей зерна соризу. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2020. № 4 (6). С. 138-143. doi:10.20998/2413-4295.2020.04.20.

*Please cite this article as:*

Tymchak D., Mykolenko S., Chornei K., Buriy D. Study of soriz grain popping characteristics. *Bulletin of the National Technical University "KhPI"*. Series: New solutions in modern technology. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2020, no. 4 (6), pp. 138-143, doi:10.20998/2413-4295.2020.04.20.

*Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

Тимчак Д. А., Мьколенко С. Ю., Чорней К. А., Бурий Д. А. Исследование поп-свойств зерна сориза. *Вестник Национального технического университета «ХПИ»*. Серия: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». 2020. № 4 (6). С. 138-143. doi:10.20998/2413-4295.2020.04.20.

**АННОТАЦІЯ** Исследовано технологические свойства зерна сориза украинских сортов как сырья для производства поп-зерна. Доказана перспективность расширения рынка снековой продукции в Украине. В пищевых продуктах использование поп-зерна может улучшить состав и пищевую ценность, что требует новых источников зерна украинских сортов. Характеристики поп-свойств зерна сориза определяли для пяти сортов, а именно: Деймос, Вересень, Октан, Европа и Меркурий. Цвет зерна сориза для исследуемых сортов несколько отличался: сорт Вересень имел темно-коричневый цвет, в то время как другие - светло-коричневый. Насыпная масса зерна сориза колебалась от 757 до 777 г/дм<sup>3</sup>, масса 1000 зерен составила от 29,3 до 36,1 г. Форма зерна всех исследуемых сортов была близка к шаровидной, немного сплюснутой и вытянутой. Технологические свойства зерна сориза для получения поп-зерна включают выход, объемную массу, коэффициент расширения. Микроволновая обработка зерна сориза украинских сортов позволила достичь выхода воздушного зерна на уровне 44-67%, что было близко к многим сортам украинского сорго. Объемная масса поп-зерна сориза составляла от 82 до 103 г/дм<sup>3</sup>. Коэффициент расширения зерновки для различных сортов сориза колебался от 8 до 13, что является достаточно высоким показателем по сравнению с другими поп-культурами. Поп-зерно сориза было оценено экспертной комиссией по органолептическим характеристикам, таким как: внешний вид, цвет, запах, вкус, текстура. Общий балл рассчитывали с учетом коэффициента весомости. Выбранные образцы поп-сориза несколько отличались по цвету, но установлена существенная разница в их запахе, вкусе и текстуре. Самый высокий выход и коэффициент расширения, наименьшую объемную массу показал сориз сорта Вересень. Поп-зерно сориза этого сорта характеризовалось самой высокой общей органолептической оценкой среди исследованных сортов.

**Ключевые слова:** сверхвысокочастотная обработка; сориз; воздушное зерно; поп-свойства; выход воздушного зерна; коэффициент расширения; органолептические характеристики

Надійшла (received) 30.11.2020