УДК 664.788:633.16

ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНА КУКУРУДЗИ
TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MAIZE GRAIN

[1]Шаповаленко О.І. д-р. техн. наук, проф., [1]Рибчинський Р.С., здобувач,
[2]Кустов І.О. канд. техн. наук, ст. викл.
[1]Національний університет харчових технологій
[2]Одеська національна академія харчових технологій
Shapovalenko O.I., Rybchynsky R.S., Kustov I.O.
[1]National University of Food Technology
[2]Odessa National Academy of Food Technologies

Copyring © 2019 by author and the journal «Scientific Works»
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC By).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

DOI https://doi.org/10.15673/swonaft.v2i83.1531

Анотація. *Зернова галузь є провідною в аграрному виробництві України і за останні роки суттєво зміцнила свої позиції. Приріст виробництва зернових культур обумовив переорієнтацію зернового ринку на експорт зерна, як сировини. Кукурудза є однією з восьми традиційних культур для круп'яного виробництва, однак її сьогодні більшою мірою використовують як кормову або технічну культуру. Аналіз роботи зернопереробних підприємств показує необхідність впровадження нових технологічних рішень та сировини, що дозволить збільшити ефективність існуючих технологій та розширити асортимент продукції. Дослідження зерна кукурудзи проводилися багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими. Основними напрямками є вивчення селекційних напрямків та гібридизації кукурудзи та її умов вирощування. Окремими напрямками є вивчення застосування кукурудзи у крохмало-патоковій та комбікормовій галузях. Отриманий аналіз публікацій щодо застосування кукурудзи у круп'яному виробництві показує недостатню вивченість сучасних гібридів кукурудзи як сировини для виробництва круп'яних продуктів.*

Актуальними проблемами при переробленні зерна кукурудзи у круп'яному виробництві є питання більш ефективного внутрішнього використання кукурудзи шляхом збільшення обсягів переробки, в тому числі, за рахунок розширення асортименту готової продукції з впровадженням сучасних технологій, що наддасть конкурентних переваг українській продукції і дозволить збільшити прибутки від реалізації продуктів з доданою вартістю.

У даній статті наведено дослідження перспективних гібридів зерна напівзубовидної кукурудзи вирощеної у Київській області. Досліджено особливості її технологічних властивостей і деяких показників хімічного складу. Натура у досліджуваних зразків зерна кукурудзи знаходиться у межах 790…815 г/л, маса 1000 зерен – 250…300 г, масова частка білка – 8…11 %, жиру – 5…7 %, крохмалю – 67…70 %. На основі отриманих даних встановлено відповідність досліджуваного зерна обмежувальним нормам стандарту на зерно для харчового використання, визначена висока його ефективність застосування у круп'яному виробництві.

Abstract. *The grain industry is a leader in the agricultural production of Ukraine and in recent years has significantly strengthened its position. The increase in grain production caused the reorientation of the grain market to export grain as raw materials. Maize is one of the eight traditional crops for large-scale production, but today it is more commonly used as fodder or industrial crops. Analysis of grain processing companies shows the need to introduce new technological solutions and raw materials, which will increase the efficiency of existing technologies and expand the product range. Studies of corn grain were conducted by many domestic and foreign scientists. The main directions are the study of breeding areas and hybridization of corn and its growing conditions. Separate areas are the study of the use of corn in the starch and mollusc feed industries. The analysis of publications on the use of corn in cereals shows the lack of knowledge of modern corn hybrids as raw materials for the production of cereals. Topical problems with corn grain processing in large-scale production are the issues of more efficient internal use of corn by increasing the volume of processing, including by expanding the range of finished products with the introduction of modern technologies, which will give*

competitive advantages to Ukrainian products and will increase the profits from the sale of products value added.

This article presents a study of promising hybrids of semiprecious corn grown in the Kiev region. The features of its technological properties and some indicators of chemical composition are investigated. Test weight in the samples of corn grains is in the range of 790…815 g/l, the mass of 1000 grains – 250…300 g, protein content – 8…11 %, lipids content – 5…7 %, starch content – 67…70 %. Based on the data obtained, the compliance of the investigated grain with the restrictive standards of the standard for grain for food use, determined its high efficiency in large-scale production.

Ключові слова: кукурудза, зернова галузь, виробництво круп'яних продуктів, технологічні властивості зерна, хімічний склад.

Keywords: кукурудза, зернова галузь, виробництво круп'яних продуктів, технологічні властивості зерна, хімічний склад.

Актуальність теми дослідження. Однією з ключових культур у зерновому сегменті української галузі рослинництва є кукурудза, для якої характерний приріст виробництва в 4,8 разів за остання десятиліття. Продовольча переробка кукурудзи в нашій країні, на фоні такого стрімкого зростання обсягів сировинної бази, не достатньо розвинута. Переробкою даної культури в крупи займається всього кілька крупних підприємств, а використання культури для продовольчої переробки – не перевищує 2% від загального внутрішнього споживання. Більше того, в обсягах виробництва кукурудзяних круп та борошна, протягом останніх років, спостерігаються негативні тенденції.

Постановка проблеми. До традиційного асортименту круп'яних продуктів з кукурудзи відносяться крупи крупні для виробництва пластівців і повітряних зерен, крупи дрібні для виробництва паличок, крупи кукурудзяні шліфовані, а також борошно. Відповідно до ДСТУ 4525:2006 для виробництва продуктів продовольчого призначення рекомендовано використовувати кукурудзу I-VIII типів [1].

Визначальним фактором для виробництва продуктів харчування є отримання продуктів, здатних задовольнити потреби організму людини у важливих структурних елементах, які є невід'ємними частинами для його функціонуванні та розвитку. Такими елементами є білкові речовини, жири, елементи вуглеводного комплексу, вітаміни, мікро- та макроелементи тощо.

Відсутність або нестача в організмі зазначених речовин призводить до порушення функціонування його основних систем, розвитку патологій та навіть смерті.

Особливе значення для стабілізації технологічного процесу очищення та підготовки зерна до переробки, а також оцінки можливостей потенціального застосування зерна, кількісних показників виходів кінцевої продукції мають технологічні властивості зернової сировини.

Технологічні властивості зернової сировини являють собою набір визначених у діючих нормативних документах обмежувальних показників якості, які за своїм характером підрозділяються на дві групи: групу показників, які характеризують загальний стан зернової сировини, та групу показників, за якими визначаються режими очищення, підготовки та переробки зерна (фізичні властивості).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багатьма авторами відмічається, що кременисті форми при використанні в якості сировини для виробництва круп завдяки своїй будові дають меншу кількість вторинних сировинних ресурсів, що збільшує ефективність існуючих технологічних процесів [2, 3]. Розглядаючи можливість виробництва дрібної крупи для подальшого використання як сировини для паличок, Осокіна Н.М. та інші [4] показали високу ефективність використання в якості сировини зубовидної та напівзубовидної кукурудзи.

В той же час можна відмітити дані, що наведені у роботі Сало О.С. [5], які свідчать про можливість використання розлусної кукурудзи як сировини для виробництва паличок та сухих сніданків.

Кукурудза є однією з восьми традиційних для української галузі виробництва круп'яних продуктів культур. В анатомічну структуру зерна входять три основні для злакових частини – оболонки, ендосперм та зародок.

Кожна із частин зерна характеризуються своєю структурою та хімічним складом, що і визначає основні цілі при організації технологічних процесів переробки зерна в харчові продукти.

Для кукурудзи характерним є наявність до 98 % крохмалю та 75 % білкових речовин саме в ендоспермі зерна, при цьому основна частина білка розміщена у верхньому шарі ендосперму – алейроновому шарі.

Фізичні властивості зерна визначають поведінку зерна в процесі його переробки. До фізичних властивостей зерна відносять форму зерна, його геометричні характеристики, масу 1000 зерен, натуру, крупність, вирівняність [6, 7].

Виділення недосліджених раніше частин загальної проблеми.

Продовольча переробка кукурудзи в нашій країні, на фоні стрімкого зростання обсягів сировинної бази, не достатньо розвинута. Переробкою даної культури в крупи займається всього кілька крупних підприємств, а використання культури для продовольчої переробки не перевищує 2 % від загального внутрішнього споживання. Більше того, в обсягах виробництва кукурудзяних круп та борошна, протягом останніх років, спостерігаються негативні тенденції. В Україні існує значна кількість як вітчизняних так і зарубіжних сортів і гібридів кукурудзи, які є придатними для вирощування та розповсюдження на території нашої країни. Аналіз даних Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні («Реєстру….»), за останні роки показує постійне збільшення кількості гібридів і сортів кукурудзи в Україні. Наприклад, у 1996 році їх кількість складала 153, в 2012 році – 621, у 2013 році – 674, у 2015 році –750, у 2016 році – більше 1000.

Постановка завдання (мета статті). Визначення технологічних властивостей перспективних гібридів зерна кукурудзи та їх хімічного складу зерна і встановлення можливостей їх використання як сировини для виробництва круп'яних продуктів. В якості об'єкту дослідження використовували зерно напівзубовидної кукурудзи, що вирощені на території Київській області в 2016-2018 роках.

Дослідження проводили у два етапи, на першому етапі визначали найбільш вагомі для виробництва круп'яних продуктів фізичні властивості зерна, на другому – найбільш важливі для готової продукції показники хімічного складу.

Виділення недосліджених раніше частин загальної проблеми. З огляду на ситуацію, що склалася, за доцільне вбачається всебічне вивчення стану продовольчої переробки кукурудзи в Україні та надання пропозицій, щодо можливих перспектив розвитку даного сегменту. Одним з ключових напрямів розвитку доцільно прийняти удосконалення існуючих технологічних схем виробництва кукурудзяних круп з метою розширення асортименту готової продукції. Недостатньо дослідженими є технологічні властивості та хімічний склад зерна нових сучасних гібридів кукурудзи з метою їх оптимізації використання у круп'яному виробництві, існуючі результати досліджень орієнтовані не на зернопереробну, а на агропромислову галузь і пов'язані із напрямами селекції та вирощуванням зерна.

Виклад основного матеріалу. Досліджуване зерно кукурудзи характеризувалося масовою часткою зернових домішок на рівні 3,5…4,9 %, сміттної домішки 1,4…2,0 %, вологістю 14,2…15,1 %; за органолептичними показниками мало жовтий з відтінками колір та характерний для кукурудзяного зерна запах і смак (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники, що характеризують загальний стан зерна кукурудзи

Показник	2016	2017	2018
Колір	жовтий з відтінками		
Запах	властивий кукурудзяному зерну, без сторонніх запахів, не затхлий, не плісняви		
Смак	властивий кукурудзяному зерну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий		
Вологість, %	14,2* (13,9-14,4)**	15,1 (14,7-15,2)	14,5 (14,4-14,7)
Домішки, %:			
зернові	3,5 (2,9-4,4)	4,7 (3,6-5,3)	4,9 (4,7-5,6)
сміттєві	1,9 (1,2-2,2)	1,4 (1,2-1,5)	2,0 (1,8-2,5)

Примітка: * опосередковані данні; ** у дужках наведені мінімальні та максимальні значення показників

Для виробництва круп'яних продуктів важливими характеристиками зерна є його геометричні характеристики та крупність. Правильна оцінка геометричних характеристик зерна дозволяє здійснювати раціональну побудову технологічних процесів, що особливо важливо на етапах очищення зерна від домішок та визначенні режимів подрібнення при вилученні зародку.

Середня довжина зернівок досліджуваних зразків напівзубовидної кукурудзи змінювалась від 9,4 до 14,2 мм, ширина – у межах 4,2…7,0 мм, товщина – 3,8…4,9 мм (табл. 2).

Таблиця 2 – Геометричні характеристики зерна

Показник	2016	2017	2018
довжина	9,4…12,5	10,1…14,2	9,5…13,8
ширина	4,2…6,8	4,5…6,9	4,3…7,0
товщина	3,8…4,7	4,0…4,9	3,8…4,9

Відомо, що переробка більш крупного та виповненого зерна дозволяє отримати більші значення виходів готової продукції та більш крупне зерно вміщує більшу кількість корисних для організму людини речовин, що дозволяє отримати більш якісний харчовий продукт.

Здійснюючи аналіз діючого на зерно кукурудзи регламенту ДСТУ 4525:2006 «Кукурудза. Технічні умови» можна відмітити, що крупність є співвідношенням маси зерен кукурудзи в сході з сита Ø 8 мм по відношенню до маси основного зерна, виражене у відсотках.

Щуплими вважається зерно, що пройшло крізь сито з отворами Ø 4,5 мм та отримане сходом з сита 1,2х20 мм, при цьому крупність зерна призначеного для харчових продуктів повинна складати не менше 80 % [1].

Показники крупності у досліджуваних зразків зерна знаходяться у межах обмежувальних норм, встановлених у стандарті: кількість зерна отриманого у сході з сита Ø 8 мм при просіюванні склала від 85 до 87 %, при цьому масова частка дрібного зерна змінювалась від 2 до 4 %.

Отже за показниками крупності та вирівняності досліджувані зразки зерна можна використовувати для виробництва круп'яних продуктів.

Важливими фізичними показниками зерна у круп'яному виробництві є показники натури та маси 1000 зерен. Маса 1000 зерен зерна кукурудзи в залежності від сортових особливостей та агрокліматичних умов змінюється у широких межах – від 150 до 600 г.

Враховуючи достатньо великі розмірні характеристики зерна та особливості його морфологічної будови, для кукурудзи характерні найбільші серед традиційних злакових культур значення натури – 700-900 г/л [6, 7].

Для досліджуваних зразків зерна кукурудзи маса 1000 зерен коливалася у межах від 250 до 300 г. Показник натури у досліджуваних зразків знаходився у межах від 790 до 815 г/л (табл. 3). Здійснюючи аналіз отриманих даних, можна відмітити, що отримані дані натури та маси 1000 зерен лежать у межах значень, що характерні для напівзубовидного підтипу зерна кукурудзи, яке використовується у круп'яному виробництві.

Таблиця 3 – Показники натури та маси 1000 зерен

Показник	2016	2017	2018
Натура, г/л	770	815	800
Маса 1000 зерен, г	250	300	290

Мінеральні речовини є важливим компонентом зернівки, вони впливають на біохімічні та фізіологічні процеси в організмі людини. Мінеральні речовини складають невелику частину маси зернівки, переважно знаходяться у верхніх шарах, їх вміст залежить від регіону та умов вирощування. Зольність зерна кукурудзи коливається у межах 1,5…3,0 %, при цьому до 70 % усіх зольних елементів в зерні знаходиться в зародкових частинах.

Розглядаючи загальну масову частку золи в зерні кукурудзи в залежності від її типової приналежності, можна відмітити практично однакові для зубовидної та цукрової кукурудзи значення – до 2,0 % [6, 8]. Показник зольності у досліджуваних зразків зерна коливався у незначних межах – від 2,20 до 2,41 %.

Масова частка білків, їх склад є одними з найважливіших факторів, які враховуються при виборі зерна та його придатності як сировини для виробництва продуктів харчування людини. Досліджувані зразки зерна характеризувалися масовою часткою білка на рівні 8,6…11,3 %.

На рівні із білковими речовинами важливе значення в харчуванні людини мають жири. У технології виробництва продуктів із кукурудзи важливе місце займає технологічна операція з вилучення зародку, частка якого в зерні може сягати до 15 % і вміщує значну частину жиру в зерні, для якого притаманна невисока стабільність, що спричиняє швидкому псуванню кінцевих продуктів [6, 8]. У досліджуваних зразків зерна кукурудзи масова частка жиру складала – від 5,8 до 7,6 %.

Для зерна кукурудзи, як і у більшості злакових культур, найбільшу частку у вуглеводному комплексі займає крохмаль, який розміщується у вигляді мікрогранул сферичної форми з розмірами від 2 до 30 мкм. Опосередкований вміст цього вуглеводу в зерні коливається в широких межах 64…78 % [6, 9].

У досліджуваних зразків кукурудзи масова частка крохмалю знаходилася у межах від 67,2 до 70,4 %.

Висновки відповідно до статті. На підставі аналізу теоретичних та експериментальних результатів можна зробити наступні висновки: досліджувані зразки зерна кукурудзи, що вирощені на території Київській області в 2016-2018 роках, володіють необхідними показниками якості для їх подальшого використання в якості сировини для виробництва круп та пластівців.

Література

1. ДСТУ 4525:2006 «Кукурудза. Технічні умови» із змінами № 1 — № 326 від 12.09.2009, К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 21 с.
2. Харченко, Л.Я. Харчові та лікарські властивості зразків колекції кукурудзи Устимівської дослідної станції рослинництва [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/profile/Sergey_Pospelov2/publication/305700665_Medicinal_Herbs_from_Past_Experience_to_New_Technoligies_Proceedings_of_Third_International_Scientific_and_Practical_Internet_Conference/links/579a5ac408ae7b940a8a9bae.pdf#page=89
3. Подлесный, А.И. Повышение урожайности и улучшение качества зерна разных подвидов кукурузы путём совершенствования минерального питания на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья: дис. – Краснодар: автореф. дис. канд. с.-х. наук, 2013.
4. Осокіна Н.М. Технологічні властивості зерна гібриду кукурудзи ПР39Б58 / Н.М. Осокіна, К.В. Костецька, Я.В. Євчук // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2014. – №. 86 (1). – С. 37-43.
5. Сало, О.С. Інноваційні напрями селекції спеціалізованої кукурудзи в Інституті рослинництва ім. ВЯ Юр'єва УААН. Вісник ЦНЗАПВ Харківської області. – 2009. –Вип, 6. – С. 131-137.
6. Шутенко, Є.І. Технологія круп'яного виробництва: навч. посібник / Є.І. Шутенко , С.М. Соц.– К.: Освіта України, 2010. – 272 с.
7. Owens, G. Cereals processing technology / G. Owens. – Elsevier, 2001. – 248 p. https://doi.org/10.1201/9781439823026
8. Bozzano, G L. Lipids in Cereal Technology / G L. Bozzano. – Elsevier, 2012. – 425 p.
9. Lasztity, R.. The Chemistry of Cereal Proteins, Second Edition / R. Lasztity. – CRC Press, 1995. – 336 p.

References

1. DSTU 4525:2006 «Kukurudza. Tehnichni umovi» iz zminami № 1 — № 326 vid 12.09.2009, K.: Derzhspozhivstandart Ukrayini, 2009. – 21 s.
2. Harchenko, L.Ya. Harchovi ta likarski vlastivosti zrazkiv kolekciyi kukurudzi Ustimivskoyi doslidnoyi stanciyi roslinnictva [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : https://www.researchgate.net/profile/Sergey_Pospelov2/publication/305700665_Medicinal_Herbs_from_Past_Experience_to_New_Technoligies_Proceedings_of_Third_International_Scientific_and_Practical_Internet_Conference/links/579a5ac408ae7b940a8a9bae.pdf#page=89
3. Podlesnyj, A.I. Povyshenie urozhajnosti i uluchshenie kachestva zerna raznyh podvidov kukuruzy putyom sovershenstvovaniya mineralnogo pitaniya na chernozeme vyshelochennom Zapadnogo Predkavkazya: dis. – Krasnodar: avtoref. dis. kand. s.-h. nauk, 2013.
4. Osokina N.M. Tehnologichni vlastivosti zerna gibridu kukurudzi PR39B58 / N.M. Osokina, K.V. Kostecka, Ya.V. Yevchuk // Zbirnik naukovih prac Umanskogo nacionalnogo universitetu sadivnictva. – 2014. – №. 86 (1). – S. 37-43.
5. Salo, O.S. Innovacijni napryami selekciyi specializovanoyi kukurudzi v Instituti roslinnictva im. VYa Yur'yeva UAAN. Visnik CNZAPV Harkivskoyi oblasti. – 2009. –Vip, 6. – S. 131-137.
6. Shutenko, Ye.I. Tehnologiya krup'yanogo virobnictva: navch. posibnik / Ye.I. Shutenko , S.M. Soc.– K.: Osvita Ukrayini, 2010. – 272 s.
7. Owens, G. Cereals processing technology / G. Owens. – Elsevier, 2001. – 248 p. https://doi.org/10.1201/9781439823026
8. Bozzano, G L. Lipids in Cereal Technology / G L. Bozzano. – Elsevier, 2012. – 425 p.
9. Lasztity, R.. The Chemistry of Cereal Proteins, Second Edition / R. Lasztity. – CRC Press, 1995. – 336 p.

Cite as

Шаповаленко О.І., Рибчинський Р.С., Кустов І.О. Технологічна характеристика зерна кукурудзи // Наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2019. Т. 83, вип. 2. С. 39 – 43.

Отримано в редакцію 10.07.2019 Received 10.07.2019
Прийнято до друку 09.09.2019 Approved 09.09.2019