

## ХАРАКТЕРИСТИКА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУЦІЛЬНОЗЕРНОВОГО БОРОШНА СОРГО

**В.І. Дробот**, член-кор. НААН України, д.т.н., професор  
**Ю.С. Приходько**, аспірант  
prihodkojulia21@mail.ru  
Національний університет харчових технологій  
**Н.І. Белая**, провідний фахівець  
Інститут продовольчих ресурсів НААН України

*У матеріалах статті досліджено хімічний склад суцільнозернового борошна сорго врожаю 2016 року, сорту Понкі. Наведено дані щодо показників якості соргового борошна. Доведено доцільність використання даного виду борошна з метою розширення асортименту хлібних виробів функціонального та профілактичного призначення.*

**Ключові слова:** сорго, суцільнозернове борошно, хімічний склад, жирнокислотний склад, амінокислотний склад, вітаміни, мінеральні речовини, технологічні властивості.

## CHARACTERIZATION OF CHEMICAL COMPOSITION AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF WHOLEMEAL SORGHUM FLOUR

**V. I. Drobot**, D.Sc. Technics, Prof., Cor. Member of NAAS  
**J. S. Pryhodko**, Ph.D. student  
National University of Food Technologies  
**N. I. Belaya**, leading specialist  
Food Resources Institute of NAAS

*The article highlights the chemical composition of wholemeal flour, produced from Ponki variety of sorghum, harvested in 2017. The data on the quality indicators of sorghum flour are represented. The article also covers the advantages of this type of flour in terms of diversification of the bread products of functional and preventive lines.*

**Keywords:** sorghum, wholemeal flour, chemical composition, fatty acid composition, amino acid composition, vitamins, minerals, technological properties.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦЕЛЬНОЗЕРНОВОЙ МУКИ СОРГО

**В. И. Дробот**, член-кор. НААН Украины, д.т.н., профессор  
**Ю.С. Приходько**, аспирант  
Национальный университет пищевых технологий  
**Н.И. Белая**, ведущий специалист  
Институт продовольственных ресурсов НААН Украины

*В материалах статьи исследован химический состав цельнозерновой муки сорго 2016 года урожая, сорта Понки. Приведены данные о показателях качества сорговой муки. Доказана целесообразность использования данного вида муки с целью расширения ассортимента хлебных изделий функционального и профилактического назначения.*

**Ключевые слова:** сорго, цельнозерновая мука, химический состав, жирнокислотный состав, аминокислотный состав, витамины, минеральные вещества, технологические свойства.

**Вступ.** Незбалансоване за якісним та кількісним складом харчування негативно впливає на стан здоров'я людини, і може бути причиною виникнення та розвитку різних захворювань, пов'язаних з порушенням обміну речовин в організмі. Одним з таких захворювань є целиакія [1]. Целиакія – генетичне захворювання, яке негативно впливає на роботу кишечника [2]. Основний принцип лікування полягає у дотриманні довічної дієти з виключенням продуктів, які містять глютен – пшениця, ячмінь, овес, жито [3]. Одним з перспективних напрямків виготовлення безглютенових хлібних виробів є використання нетрадиційної сировини [4]. Основною сировиною для виробництва безглютенових виробів є крохмалі: картопляний, кукурудзяний, тапіоковий, саго, маніоковий, безглютеновий пшеничний [5]. До такої сировини, яка не містить глютену, належить зерно сорго. За кордоном є досвід використання продуктів його переробки для виробництва безглютенових виробів. В Україні на цей час сорго не використовується у хлібопеченні для виробництва дієтичних продуктів, зокрема для хворих з порушеннями білкового обміну. Недостатність даних про хімічний склад українського сорго та його технологічні властивості є однією з причин, що перешкоджають впровадженню його у виробництві дієтичних хлібобулочних виробів.

Сорго (*Sorghum*) – рід одно- та багаторічних рослин родини Тонконогових. Являється однією з найдавніших культур, яка використовувалась людством [6]. Батьківщиною сорго є Екваторіальна Африка, Китай та Індія. Його вирощують понад 85 країн світу. Посівні площі в світі становлять близько 70 – 75 млн га. Сорго – надзвичайно перспективна культура для вирощування в Україні. Особливостями цієї культури є посухо- та жаростійкість [7]. Сорго дає стабільні врожаї у несприятливих погодних умовах. Останні роки сорго знайшло визнання в Україні, його посіви з кожним роком збільшуються і становлять близько 250 – 300 га. Сорго культивують на півдні України, а саме в Херсонській, Миколаївській, Дніпропетровській, Одеській областях. На сьогодні сорго використовують в основному для виробництва зернофуражу, крупи, борошна, патоки, крохмалю, пива. Досвіду використання сорго в хлібопеченні немає. З літературних джерел відомо, що білки сорго не містять глютену, що дає можливість використовувати його у виробництві безглютенових виробів [8]. В Україні досвіду використання сорго у виробництві безглютенових виробів немає. Однією з причин цього є недостатня наукова обґрунтованість та відсутність технології його використання. Зважаючи на недостатню кількість даних про склад і властивості зернового сорго, вирощеного на території України, нашою метою було дослідити хімічний склад.

**Матеріали та методи.** В дослідженнях використовували зернове сорго 2016 року врожаю, сорту Понкі, вирощене в Миколаївській області і надане ТОВ «Аспарагус-ЛТД». Зерно було змелене на лабораторному млині марки «Оліс» ЛМТ-2. Масову частку білкових речовин визначали методом К'ельдаля, вміст жиру – методом Сокслета, вміст крохмалю – методом Еверса, зольність – за ГОСТ 27494-87, вміст цукрів – йодометричним методом, вміст харчових волокон – за ГОСТ Р 54014-2010, жирнокислотний склад ліпідів – за ГОСТ 30418-96, склад окремих амінокислот – методом іонообмінної рідинної хроматографії на автоматизованому аналізаторі амінокислот ТТ 339 (Чехія), окремих мікроелементів – методом спектроскопії на рентгенофлуоресцентному аналізаторі, водорозчинні вітаміни – методом капілярного електрофорезу, жиророзчинні вітаміни – методом ВЕЖХ за ГОСТ 26753.1-93 та ГОСТ РФ 50929-96, крупність – за ГОСТ 27560-87, масову частку вологи – за ДСТУ 7045:2009, кислотність – за ДСТУ 7045:2009, газоутворювальну здатність – волюмометричним методом на приладі АГ – 1М, водопоглинальну здатність – методом центрифугування.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Визначення основних хімічних речовин в складі борошна сорго (Табл. 1) показали, що основними складовими сорго є вуглеводи, в тому числі значна кількість харчових волокон, а також такі дефіцитні в більшості безбілкової сировини мінеральні речовини, як калій, магній, фосфор, залізо;

крім того, вітаміни, серед яких значна кількість пантотенової кислоти, фолацину та токоферолу.

Таблиця 1

**Хімічний склад суцільнозернового борошна сорго**

Складові	Вміст в борошні сорго суцільнозерновому
Макрокомпоненти, % на СР	
Білки	10,83
Жири	3,1
Вуглеводи	76,2
- в т. ч. крохмаль	63,96
Цукри	1,9
Харчові волокна	6,53
Зола	1,84
Мінеральні речовини, мг/100г	
Калій	239,67
Кальцій	12
Магній	489,5
Фосфор	247,8
Залізо	23,2
Мідь	0,25
Цинк	9,3
Натрій	4,6
Манган	1,2
Хром	0,8
Вітаміни, мг/100г	
С (аскорбінова кислота)	0,5
В <sub>1</sub> (тіамін)	0,39
В <sub>2</sub> (рибофлавін)	0,12
РР (ніацин)	4,4
В <sub>5</sub> (пантотенова кислота)	0,546
В <sub>6</sub> (фолацин)	0,40
Е (токоферол)	0,8

Визначення амінокислотного складу білків суцільнозернового борошна сорго показало (Табл. 2), що ці білки мають високий амінокислотний скор за лізином, ізолейцином, лейцином, треоніном та валіном, що в свою чергу свідчить про їх високу харчову цінність. Вміст цих незамінних амінокислот близький до еталону ФАО ВООЗ.

Таблиця 2

**Амінокислотний склад білків суцільнозернового борошна сорго**

Амінокислота	Суцільнозернове борошно сорго		
	Еталон ФАО/ВОЗ	Вміст, мг/100г продукту	СКОР, %
Треонін	4,0	3,79	94,75
Валін	5,0	4,54	90,8
Метіонін	3,5	0,62	41,43
Цистеїн	3,5	0,83	41,43
Лейцин	7,0	13,50	192,86
Ізолейцин	4,0	3,83	95,75
Тирозин	-	3,14	-

Таблиця 2 (продовження)

Амінокислота	Суцільнозернове борошно сорго		
	Еталон ФАО/ВОЗ	Вміст, мг/100г продукту	СКОР, %
Фенілаланін	6,0	5,08	84,6
Лізін	5,5	2,36	42,91
Триптофан	1,0	0,106	10,6
Аспарагінова кислота	-	8,12	-
Серин	-	5,24	-
Глютамінова кислота	-	21,78	-
Пролін	-	8,10	-
Гліцин	-	3,15	-
Аланін	-	9,50	-
Аргінін	-	3,62	-
Гістидин	-	1,84	-

Дослідження жирнокислотного складу представлені в Табл. 3. Жирнокислотний склад характеризується низьким вмістом насичених жирних кислот (11,12 %), і значною кількістю поліненасичених жирних кислот (майже 50 %). Співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК складає 1:3,5:4,5 при оптимальному 3:6:1. Серед ПНЖК переважає лінолева кислота. Таким чином, за хімічним складом цільнозернове борошно сорго є цінною сировиною для використання її в технології дієтичних виробів.

Таблиця 3

## Жирнокислотний склад олії суцільнозернового борошна сорго

Жирні кислоти	Масова частка жирних кислот в олії сорго, %
<b>Насичені (НЖК)</b>	<b>11,12</b>
С 4:0 масляна	0,009
С 10:0 капринова	0,008
С 12:0 лауринова	0,002
С 14:0 міристинова	0,4
С 15:0 пентадеканова	0,008
С 16:0 пальмітинова	9,3
С 17:0 гептадеканова	0,79
С 18:0 стеаринова	0,35
С 21:0	0,12
С 22:0 бегенова	0,136
<b>Мононенасичені (МНЖК)</b>	<b>38,91</b>
С14:1 миристолеїнова	0,057
С 16:1пальмітолеїнова	0,871
С 17:1 маргаринолеїнова	0,094
С 18:1 олеїнова	37,75
С 20:1 гадолеїнова	0,146
<b>Поліненасичені (ПНЖК)</b>	<b>49,97</b>
С 18:2 лінолева	47,75
С 18:3 п 3 альфа-ліноленова	2,11
С 20:2 ейкозациєнова	0,02
С 20:3 п6 дигомо-γ-ліноленова	0,08
С 20:4 п6 арахідонова	0,01

Наступним етапом наших досліджень було визначення технологічних властивостей борошна сорго, а саме його крупності, водопоглинальної здатності та вуглеводно-амілазного комплексу. Результати визначення крупності борошна представлені в Табл. 4, і свідчать про те, що за крупністю досліджуване борошно було близьким до борошна пшеничного обойного.

Таблиця 4

**Крупність частинок суцільнозернового соргового борошна**

Показник	Розмір отвору, мкм	Сорго суцільнозернове
Залишок на ситі, % не більше: № 067	670	1,9
Прохід крізь сито, % не менше: № 41/43	160	76

Дослідженнями встановлено, що це борошно має низьку цукроутворювальну та газоутворювальну здатність (Табл. 5), що свідчить про недостатню активність амілолітичних ферментів, досить високу водопоглинальну здатність, що, в свою чергу, можна пояснити значним вмістом харчових волокон. За кислотністю воно близьке до пшеничного сортового борошна.

Таблиця 5

**Показники якості суцільнозернового борошна сорго**

Показники	Суцільнозернове борошно сорго
Кислотність борошна, град	4,4
Водопоглинальна здатність, %	185
Цукроутворювальна здатність, мг мальтози /100г	129
Газоутворювальна здатність за 5 год бродіння, см <sup>3</sup> CO <sub>2</sub> /100г	840
Активність амілолітичних ферментів α-амілаза, мг мальтози зі 100 мг борошна	0,648

**Висновки**

Результати проведених досліджень свідчать про можливість виготовлення безглютенового хліба з суцільнозернового борошна сорго, як сировини, що має багатий хімічний склад. Це дасть можливість розширити асортимент дієтичних виробів, в разі застосування сировини, що формує структурно-механічні властивості тіста і хліба з цього борошна, оскільки його білки не утворюють клейковини.

**Література**

1. Сімахіна, Г. О. Функціональне харчування у системі відновлення здоров'я та екологічного захисту населення / Г. О. Сімахіна, І. С. Гулий, Н. В. Науменко, А. І. Українець // Наукові праці УДУХТ. – 2000. – Том 1, №8.
2. Мирошник, Ю. А. Обґрунтування технології харчової продукції для людей хворих на целиакію / Ю. А. Мирошник, А. В. Гавриш, В. Ф. Доценко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2012. - № 2. – С. 279 – 283.
3. Дробот, В. І. Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенового хліба / В. І. Дробот, А. М. Грищенко // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. Туган – Барановського. – 2013. – Вип. 30. – С. 52 – 58.

4. Иоргачева, Е. Г. Технологические свойства компонентов безглютеновых мучных смесей / Е. Г. Иоргачева, О. В. Макарова, Е. Н. Котузаки, И. В. Быстрика // Наукові праці Одесская национальная академия пищевых технологий. – Том 1, № 40. – С. 104 – 107.

5. Грищенко, А. Н. Использование разных видов крахмала в технологии безбелкового хлеба / А. Н. Грищенко, Н. А. Ситниченко // Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств: материалы 4-й Международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи, 15 – 20 марта 2016 г. – Т. : Твер. гос. ун-т, 2016. – С. 67 – 69.

6. Іващенко, О. О. перспективи вирощування кукурудзи і сорго / О. О. Іващенко, О. І. Рудник – Іващенко // Хімія, агрономія, сервіс. – 2011. - №12. – С. 38 – 41.

7. Шепель, Н. А. Сорго – интенсивная культура / Н. А. Шепель. – Симферополь : Таврия, 1989. – 192с.

8. Khalil, J. K. Chemical composition and nutrition quality of sorghum flour and bread / J. K. Khalil, W. Sawaya, W. Safi. // Food Chemistry. – 1984. – № 34. – Pp. 141 – 142.