

УДК :633.171:005.336

ХІМІЧНІ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ СВІЖОЗІБРАНОВОГО ЗЕРНА ПРОСА

Овсянникова Л.К., канд. техн. наук, доц., Євдокимова Г.Й., канд. техн. наук, доц.
Калаєнова В.В., інж., Драч П.Л., студент
Одеська національна академія харчових технологій

Досліджено механічні характеристики зерна проса 2012 року врожаю. Наведені результати мікробіологічних досліджень, що свідчать про свіжість зерна та можуть бути використані для подальшого контролю якості при зберіганні.

Mechanical characteristics of millet grain yield in 2012. The results of microbiological studies indicate freshness grain, and can be used for further control quality during storage.

Ключові слова: просо, зберігання, механічні характеристики, мікробіологічні показники.

Постановка проблеми. Просо є однією з круп'яних культур України, цінність якої визначається практично безвідходним використанням продуктів її переробки в харчовій, комбікормовій, фармацевтичній, мікробіологічній та інших галузях виробництва. У кормовиробництві ця культура має високу оцінку завдяки тому, що і зерно, і продукти його переробки є цінним кормом для сільськогосподарської худоби. Просо використовують у пивоварній промисловості для виробництва солоду.

Ця культура характеризується високою посухостійкістю та забезпечує досить стабільні врожаї у нашій зоні, що є досить позитивним при поступових змінах клімату протягом останнього десятиріччя. Воно може також використовуватись як страхова культура для пересівання озимих на післязливних та післяукісних посівах [1].

За останні роки в Україні площі посіву проса значно зменшились, як і обсяг виробництва, — до 94,6...115,0 тис. тонн, хоча в оптимальній структурі валового збору зерна в масштабах України воно має займати 0,7...1,3 %, при споживанні тільки продовольчого зерна на рівні 120 тис. тонн.

До 2010 року площі посіву проса не перевищували 7,9 тис. га, що свідчить про відсутність зацікавленості сільськогосподарських виробників у вирощуванні цієї культури. В результаті цих фактів спостерігалось різке подорожчання пшоно в 2010 році. І вже торік площа посіву проса суттєво зросла, до 13,6 тис. га. На даний час в Україні виробництво проса досягло 140 тис. тонн [2, 3].

Найбільші площі вирощування проса, за даними Державної служби статистики України, в 2011 році були зосереджені в таких областях: Дніпропетровській — 19,8 тис. га, Запорізькій — 17,3 тис. га, Миколаївській — 16,1 тис. га, Харківській — 14,5 тис. га, Херсонській — 14,4 тис. га. Найбільші валові збори, за підсумками минулого року, отримали у Харківській області (33,1 тис. т), Дніпропетровській (33 тис. т), Запорізькій (25,8 тис. т). Найвищу врожайність зерна з 1 га отримали аграрії Полтавщини (2,65 т/га), Харківщини і Черкащини (на рівні 2,42 т/га).

Основне виробництво проса зосереджене в сільськогосподарських підприємствах. Так, за підсумками минулого року, агроформуваннями було зібрано 132,6 тис. тонн. Якість свіжозібраного зерна в основному залежить, від умов дозрівання, стану стиглості та вмісту вологи в період збирання і післязбирального зберігання. Свіжозібрана зернова маса неоднорідна за вологістю і ступенем стиглості окремих зерен, має високу фізіолого-біохімічну і мікробіологічну активність, понижену енергію проростання, схожість, погані технологічні властивості, нестійка при зберіганні. При різкому порушенні режиму обробки і зберігання зерно проса може проростати, як окремими зернівками, так і цілими ділянками насипу [4-6].

Зерно проса характеризується підвищеним вмістом жиру, яким особливо багатий зародок. Цим і пояснюється одна з причин низької стійкості зберігання крупи з проса. Залежно від сорту, ґрунтово-кліматичних умов вирощування, пшоно містить: 12...14 % білка, 80...82 % крохмалю, 2,0...3,5 мг/кг каротіноїдів, 2...3 % жиру [4, 7].

Просо відрізняється високою плівчастою. Плівки оберігають ядро від механічного ушкодження, зберігають сипкість зерна, забезпечують його підвищену міцність. Таким чином, плівки захищають ядро від зволоження при підвищеній відносній вологості повітря. Крім того, вони захищають тканини ядра від мікроорганізмів. Порушення їх цілісності створює передумови для пліснявіння зерна, окиснення жиру і швидкого згірнення крупи. Насип проса складається з ряду компонентів, що мають різну рівноважну вологість.

Просо характеризується неоднотимним дозріванням зерна в мітелці, верхня частина якої дозріває швидше і починає обсіпатися, тоді як нижня ще залишається зеленою. В межах однієї рослини волоть дозріває по-різному: на основних стеблах раніше, на бічних — пізніше. Тому просо, що надходить на підприємство, містить значну кількість зернівок з підвищеною вологістю, що не досягли ще технічної стиглості. Крім того, в насипі зерна завжди містяться зерна з пошкодженими плівками, подрібнені ядра. Усе це у поєднанні з підвищеним вмістом жиру, що робить насип проса дуже нестійким при зберіганні. Низька температуропровідність сприяє швидкому наростанню температури в насипі при виникненні процесу самозігрівання, яке зазвичай починається в місцях скупчення смітної домішки, подрібнених і обрушених зерен.

Характерні зміни хімічного складу, що відбуваються у зерновій масі при зберіганні, залежать від умов зберігання та мікроорганізмів, які розвиваються в ній, оскільки останні неоднаково впливають на сировину, викликають процеси гниття, різні види бродіння та інше [7]. Переробка засіяного мікроорганізмами зерна призводить до того, що вони, потрапляючи до готової продукції, знижують його якість, а в деяких випадках сировина стає непридатною до використання в зв'язку з накопиченням токсичних продуктів життєдіяльності мікроорганізмів. Тому вивчення видового та кількісного складу мікрофлори має велике значення для розробки й застосування на практиці раціональних способів зберігання зерна проса та подальшого його використання в харчовій і комбікормовій промисловості [10]. Вміст мікроорганізмів в зерні є своєрідним показником його біологічної цінності, якості і безпеки. Високий вміст міцеліальних грибів в масі зерна може побічно свідчити про наявність серед них патогенних і токсигенних видів.

Метою даної роботи є визначення технологічних, хімічних та мікробіологічних показників свіжозібраного зерна проса, які є важливими критеріями якості зерна, що надходить на зерно заготівельні підприємства, та вибору подальших заходів з його надійного зберігання.

Об'єкти та методи досліджень. В якості об'єкту дослідження було обрано зерно проса різних типів, вирощене в Одеській та Кіровоградській областях врожаю 2012 року.

При визначенні фізико-технологічних властивостей досліджуваного об'єкта були використані методи, затверджені відповідними нормативними документами.

Відбір проб проводили за ГОСТ 13586.3-83. Вологість зерна визначали згідно ГОСТ 13586.5-93. Були визначені наступні показники: кут природного укусу згідно ГОСТ 28254-89, гранулометричний склад, натура (ГОСТ 10840-64), маса 1000 зерен згідно ГОСТ 10842-89, шпаруватість.

Сирий протеїн та азот визначали в лабораторних умовах згідно ГОСТ 13496.4-93 на аналізаторі *Kejeltec 2300* фірми «FOSS». Принцип дії аналізатора заснований на фотометричному титруванні водного розчину аміаку в присутності речовин-індикаторів. Закінчення процесу титрування — у момент зміни забарвлення розчину з зеленого на фіолетовий. Виходячи із об'єму та концентрації титрувального розчину, а також маси чи об'єму проби, відібраної для аналізу, блок керування та обчислень розраховує вміст азоту в пробі. Суть методу полягає в розкладанні органічної речовини проби киплячою концентрованою сірчаною кислотою з утворенням солей амонію в аміак, переведення амонію в аміак, відгону його в розчин кислоти, кількісному обліку аміаку титрометричним методом і розрахунку вмісту азоту в досліджуваному матеріалі.

Показник кількості мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МА-ФАНМ) — найбільш розповсюджений мікробіологічний тест. Він всюди застосовується в харчовій технології для мікробіологічної оцінки якості продукту. Ідентифікація та визначення кількості патогенних, умовно-патогенних мікроорганізмів, плісневих грибів та дріжджів необхідних з точки зору безпеки, так як наявність або підвищення їх вмісту у порівнянні з припустимим нормами може бути причиною харчових отруєнь.

Для оцінки якості свіжозібраного зерна нами було проведено мікробіологічне дослідження зразків свіжозібраного зерна проса врожаю 2012 року Кіровоградської та Одеської областей.

У всіх досліджуваних зразках визначали кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) та бактерії групи кишкової палички (БГКП); умовно-патогенні, до яких віднесені *Escherichia coli* і *Staphylococcus aureus*; плісневі гриби й дріжджі визначали шляхом висівання змивів мікроорганізмів з проса на поживні середовища з наступним культивуванням та характеристикою за культуральними та морфологічними ознаками по ГОСТ 10444.12, 10444.15 [8–9].

Проби досліджуваних зразків відбирали в асептичних умовах, які виключають мікробне забруднення продукту з навколишнього середовища в стерильний посуд. Загальну кількість бактерій визначали на м'ясопептидному агарі (МПА) після 48 годин культивування при температурі (37 ± 1) °С, міксоміцети — на сусли агарі (СА) через 7 діб при температурі (28 ± 1) °С. Споріві форми бактерій визначали в пастеризованих змивах, які висівали на комплексне поживне середовище МПА і СА у співвідношенні 1:1 після 48 годин термостування.

До геометричних характеристик зерна та насіння олійних культур відносять лінійні розміри (довжину l , ширину a та товщину b), об'єм V , площу зовнішньої поверхні F , сферичність ψ , а також відношення V/F .

Результати та їх обговорення. Результати досліджень розмірних характеристик були отримані усередненням даних вимірювань 50 зернин, що забезпечило середню величину відносної похибки δ не більше 5%. Для порівняння у табл. 1 наведено також літературні дані [2–4, 7] лінійних розмірів проса.

Таблиця 1 – Геометричні характеристики зерна проса

($n = 3, p \geq 0,95$)

Культура – просо	Лінійні розміри, мм			Площа зовнішньої поверхні F , мм ²	Об'єм V , мм ³	Сферичність, ψ	Відношення V/F , мм
	довжина l	ширина a	товщина b				
Літературні дані	1,8...3,2	1,2...3,0	1,0...2,2	1,0...1,8	5,0...6,0	0,90...0,94	0,70...0,80
I-го типу, Кіровоградська обл.	1,9...3,3	1,6...2,5	1,4...1,9	1,7...2,6	2,4...8,8	0,89...0,91	0,28...0,43
II-го типу, Одеська обл.	2,3...3,2	1,7...2,3	1,5...2,0	1,9...2,6	3,3...8,2	0,90...0,91	0,31...0,41
III-го типу, Одеська обл.	2,4...3,3	2,0...2,5	1,7...2,1	2,1...2,7	4,6...9,7	0,90...0,91	0,34...0,44

З таблиці 1 видно, що усі геометричні характеристики проса помітно варіюють. Так, довжина зерен розрізняється в 2,0...2,5 рази, ширина — у 2...3 рази, товщина — у 2,5...3,0 рази. В результаті змінюються і значення V , F , ψ та V/F . Це істотно впливає на вирівненість зернової маси за крупністю і при відсутності фракціонування зерна утрудняє вибір належних режимів сепарування, лушення та інших технологічних процесів.

Порівняльна характеристика деяких механічних характеристик зерна проса різного походження наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Механічні характеристики проса

($n = 3, p \geq 0,95$)

Культура – просо	Густина, т/м ³	Натура, г/л	Маса 1000 зерен, г	Кут природного укусу, град	Кут тертя спокою, град	
					по сталі	по пластмасі
Літературні дані	0,8...1,2	800	6,0...6,5	29	11	11
I-го типу, Кіровоградська обл.	1,41...1,42	714...731	5,0...5,2	22...25	15...19	16...20
II-го типу, Одеська обл.	1,23...1,27	726...737	6,3...6,6	21...25	20...24	17...20
III-го типу, Одеська обл.	1,39...1,40	747...766	7,1...7,3	21...25	17...20	18...20

Наведені характеристики зерна проса дозволяють вирішувати велику кількість прикладних задач, що мають практичне значення. Так, механізація і автоматизація транспортування, обробки і зберігання зернових мас в сховищах (силосах сучасних елеваторів, металевих бункерах і сховищах) базуються на низці фізичних властивостей зерна, до яких відносяться, зокрема, сипкість, самосортування, щільність та ряд інших.

Відомо, що білок не накопичується в організмі людини та має надходити щоденно з їжею, його нестача має досить негативні наслідки для здоров'я. Так як збільшення виробництва білка та підвищення його цінності є досить актуальною проблемою сьогодення, просо є досить перспективною культурою для його отримання.

Нами було проведено дослідження вмісту білка свіжозібраного зерна проса, дані якого наведені у табл. 3 в порівнянні з даними літературних джерел.

Неоднорідність хімічного складу і нерівномірність розподілу хімічних речовин за анатомічними частинами зерна має велике значення для оцінки поживної цінності, організації післязбиральної обробки, особливо при виконанні масообмінних технологічних операцій (активне вентильовання, сушіння, охолодження) та зберіганні і подальшій переробки зернової маси. Умови формування зерна також впливають

на його хімічний склад. Більше впливають район вирощування (грунтово-кліматичні умови), рік врожаю, сорт рослини і агротехнічні заходи.

Таблиця 3 – Вміст білка в зерні досліджених зразків проса, (% від маси сухої речовини)

(n = 3, p ≥ 0,95)

Показник	Зернова культура – просо				
	I-тип (Кіровоградська обл.)	II-тип (Одеська обл.)	III-тип (Одеська обл.)	Просо в плівках	Просо без плівок
Білок	11,25	11,80	11,90	(літературні дані)	
				10...15	14,6...19,5

Результати досліджень мікробіологічних показників свіжозібраного зерна проса приведені в табл. 4 та рис. 1.

Таблиця 4 – Результати мікробіологічного дослідження свіжозібраного проса

Тип проса	Область вирощування	Кількість мікроорганізмів, КУО/г
I	Кіровоградська	$1,6 \cdot 10^5$
II	Одеська	$4,6 \cdot 10^4$
III	Одеська	$4,1 \cdot 10^5$

Аналіз отриманих результатів показав, що переважною складовою бактеріальної мікрофлори зерна проса є неспоруюча паличка *Erwinia herbicola* (рис. 1) — звичайний супутник зерна при зберіганні в стандартних умовах (представник епіфітної мікрофлори).



I тип
(Кіровоградська обл.)

II тип
(Одеська обл.)

III тип
(Одеська обл.)

Рисунок 1 – Ріст *Erwinia herbicola* на поживному середовищі (злив з різних типів проса)

Прийнято вважати, що кількість цих бактерій є показником свіжості зерна. Відсоток бактерій *Erwinia herbicola* від загальної кількості всіх бактерій складає 75 %, що підтверджує хорошу якість зерна (рис. 1). Частка коліформних бактерій на зерні проса становила 16,2 %. Із спороутворюючих бактерій виявлені бактерії групи *Subtilis-licheniformis*, відносна кількість яких склала на зерні проса – 8,8 % від загальної кількості бактерій. Із мікроміцетів у зразках проса були виявлені плісеневі гриби родів *Aspergillus*, *Penicillium* та польові гриби роду *Mucor* — які широко розповсюджені у верхньому шарі ґрунту, на поживному середовищі вони дали суцільний ріст. Мікробіологічне дослідження показало, що в усіх зразках, незалежно від типу проса та умов вирощування відсутні як патогенні, так і умовно патогенні мікроорганізми.

Висновки

Дослідження технологічних та геометричних показників свіжозібраного зерна проса свідчать, що чисельні значення таких показників як натура, кут природного уосу, сипкість, кути зовнішнього тертя спокою та в стадії руху, залежать від умов вирощування та початкової вологості зерна, і можуть бути використані на практиці при організації технологічного процесу зберігання, підготовки та переробки зерна проса для харчових та кормових цілей.

Хімічні та мікробіологічні показники зерна проса підтверджують задовільну якість досліджених зразків свіжозібраного зерна проса. Однак необхідно проводити подальші дослідження впливу різних етапів післязбиральної обробки на показники якості зерна проса для забезпечення тривалого та надійного його зберігання в різних типах зерносховищ та різних умовах довкілля.

Література

1. Зерновий та хлібопродуктовий товарообіг в Україні [Текст]: енциклопедичний довідник / В.Т. Александров, М.В. Гладій, Є.М. Лавров і др. – К.: АртЕк, 2000. – 500 с.
2. Морфология и анатомия семян зерновых злаков (часть 1). [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://girls4girls.ru/zernovedenie/1494-morfologiya-i-anatomiya-semyan-zernovyh-zlakov-chast-1.html>
3. Украинский рынок гороха, овса и проса: здравствуй, 2012/13 МГ! [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1007817#.UHVEdFhm5dg>
4. Мельник, Б.Е. Технология приемки, хранения и переработки зерна [Текст] / Б.Е. Мельник, В.Б. Лебедев, Г.А. Винников. — М.: Агропромиздат, 1990. — 367 с.
5. Тихонов, Н. И. Хранение зерна: учебн. [Текст] / Н. И Тихонов, А. М. Беляков. – Волгоград: ВолГУ, 2006. – 108 с.
6. Послеуборочная обработка и хранение зерна: учебн. [Текст] / Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов, Б.К. Маратов, А.С. Прокопенко. – Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2001. – 240 с.
7. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов [Текст] / Е.Д. Казаков, Г.П. Кириленко. – СПб: ГИОРД, 2005 – 512 с.
8. Технічна мікробіологія [Текст] / Л.В. Капрельянц, Л.М.Пилипенко, А.В.Єгорова та ін. – О.: Друк, 2006. – 308 с.
9. Смирнова, Т.А. Микробиология зерна и продуктов его переработки [Текст] / Т.А. Смирнова, Е.И. Костров. – М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.