

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ НА ЕКСПОРТ

*М.О. Волков, студент, nikolajv600@gmail.com*

*Науковий керівник – к.с. -г.н., доцент Стародубець О.О.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*У статті досліджено та проаналізовано показники якості зерна кукурудзи на експорт та особливості їх визначення. Описано мінімальні вимоги країн імпортерів для продовольчої та фуражної кукурудзи. Проаналізовано технологію проведення випробувань відповідно до вимог міжнародних стандартів.*

*Ключові слова: зерно кукурудзи, якість зерна, аналіз, вимоги, стандарти*

**Постановка проблеми.** Для України кукурудза є стратегічно важливою сільськогосподарською культурою продовольчого, кормового і біоенергетичного значення, оскільки Україна є одним з найбільших експортерів зерна в Європі. Сьогодні кукурудза є другою сільськогосподарською культурою за площею посіву у структурі зернових після пшениці, що безпосередньо формує експортний потенціал аграрної галузі країни та є основою забезпечення її продовольчої і економічної безпеки. В окремі роки (2013, 2014 і 2016 рр.) кукурудза за обсягом валового виробництва стала серед усіх інших видів сільськогосподарських культур займати перше місце. На даний момент є особливо актуальним питання забезпечення якості зерна кукурудзи. Високі показники якості продукції забезпечують конкурентоспроможність, як складові її конкурентоспроможності, забезпечують товаровиробнику переваги в конкурентній боротьбі та є головним критерієм для покупця [1, 3].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питанням дослідження показників якості зерна кукурудзи присвячені роботи вітчизняних науковців: В. Ф. Петриченко, О. В. Томашук.

**Постановка завдання.** Метою даної роботи є визначення технологічних особливостей дослідження якості зерна кукурудзи на експорт.

**Матеріали та методика.** Теоретичною та методологічною базою для дослідження стали роботи фахівців і науковців з показників якості зерна, законодавчі документи, стандарти України та Міжнародні стандарти, що впроваджуються на окремих підприємствах.

**Результати дослідження.** Зерно кукурудзи на експорт аналізується за стандартами USDA та EU 742/2010. За стандартом USDA є 5 класів кукурудзи (табл.1) та окремий клас (U.S. Sample grade) – це кукурудза, яка:

- не задовольняє вимогам, що пред'являються до кукурудзи 1-5 класів;
- містить в зразку камінчиків більше 0,1%, 2 або 3 шматочки скла, 3 або більше насіння кроталарії (*Crotalaria spp.*), 2 або більше насіння рицини (*Ricinus communis L.*), 4 або більше шматочків невідомих сторонніх речовин, або легко пізнаваних шкідливих або отруйних речовин, 8 або

більше насіння дурнишника (*Xanthium spp.*) або подібного насіння, або екскременти тваринного походження більш 0,20% в 1000 г;

- має затхлий / пліснявий запах, запах бродіння / кислий запах або небажаний з торгової точки зору сторонній запах;
- знаходиться в гріючому стані або у всіх інших відносинах безперечно низької якості.

Першим етапом у визначенні якості зерна після відбору проб є визначення запаху, зараженості, самозігрівання, вологості та натурі. Кукурудза самозігрівається до високих температур в процесі надмірного дихання. На фінальних стадіях самозігрівання кукурудза зазвичай володіє кислим або затхлим запахом. Потрібно бути уважним, щоб не переплутати самозігріту кукурудзу з кукурудзою теплою і вологою внаслідок зберігання в силосах, вагонах або інших ємностях при жаркій погоді. Самозігрівання визначається за ознаками, отриманими під час відбору проб, або на підставі огляду зразка. Запах визначається під час пробовідбору або в зразку, до або після виділення битої кукурудзи (Broken corn) і сторонніх матеріалів (Foreign materials). Небажані з торгової точки зору сторонні запахи – це запахи, крім сажкового і часникового, непритаманні нормальному зерну, що роблять його непридатним для нормального комерційного використання. Запахи фумігантів або інсектицидів вважаються небажаними з торгової точки зору сторонніми запахами, якщо вони зберігаються і не вивітрюються (у відкритому зразку протягом 4-х годин).

Таблиця 1

**Стандарти USDA на зерно кукурудзи на експорт**

Клас	Мінімальна натура, фунт/бушель	Максимальні значення для:		
		Пошкоджені зерна (Damaged kernels)		Биті зерна та сторонні матеріали (Broken corn and Foreign material), %
		Перегріті зерна (Heat-damaged kernels), %	Всього (Total), %	
U.S. No. 1	56.0	0.1	3.0	2.0
U.S. No. 2	54.0	0.2	5.0	3.0
U.S. No. 3	52.0	0.5	7.0	4.0
U.S. No. 4	49.0	1.0	10.0	5.0
U.S. No. 5	46.0	3.0	15.0	7.0

Битою кукурудзою (Broken corn) є весь прохід через сито з отворами діаметром 4,763 мм (12/64 round hole sieve) і залишок на ситі з отворами

діаметром 2,381 мм (6/64 round hole sieve). Сторонні матеріали (Foreign materials) – це весь прохід через сито з отворами діаметром 2,381 мм (6/64 round hole sieve) і весь залишок, крім зерен кукурудзи, на ситі з отворами діаметром 4,763 мм (12/64 round hole sieve). Визначення цих фракцій проводиться в зразку вагою 1000-1050 г, просіювання проводиться за допомогою апарату Carter Dockage Tester (рис.1). Ручне просіювання не визнається офіційним методом.

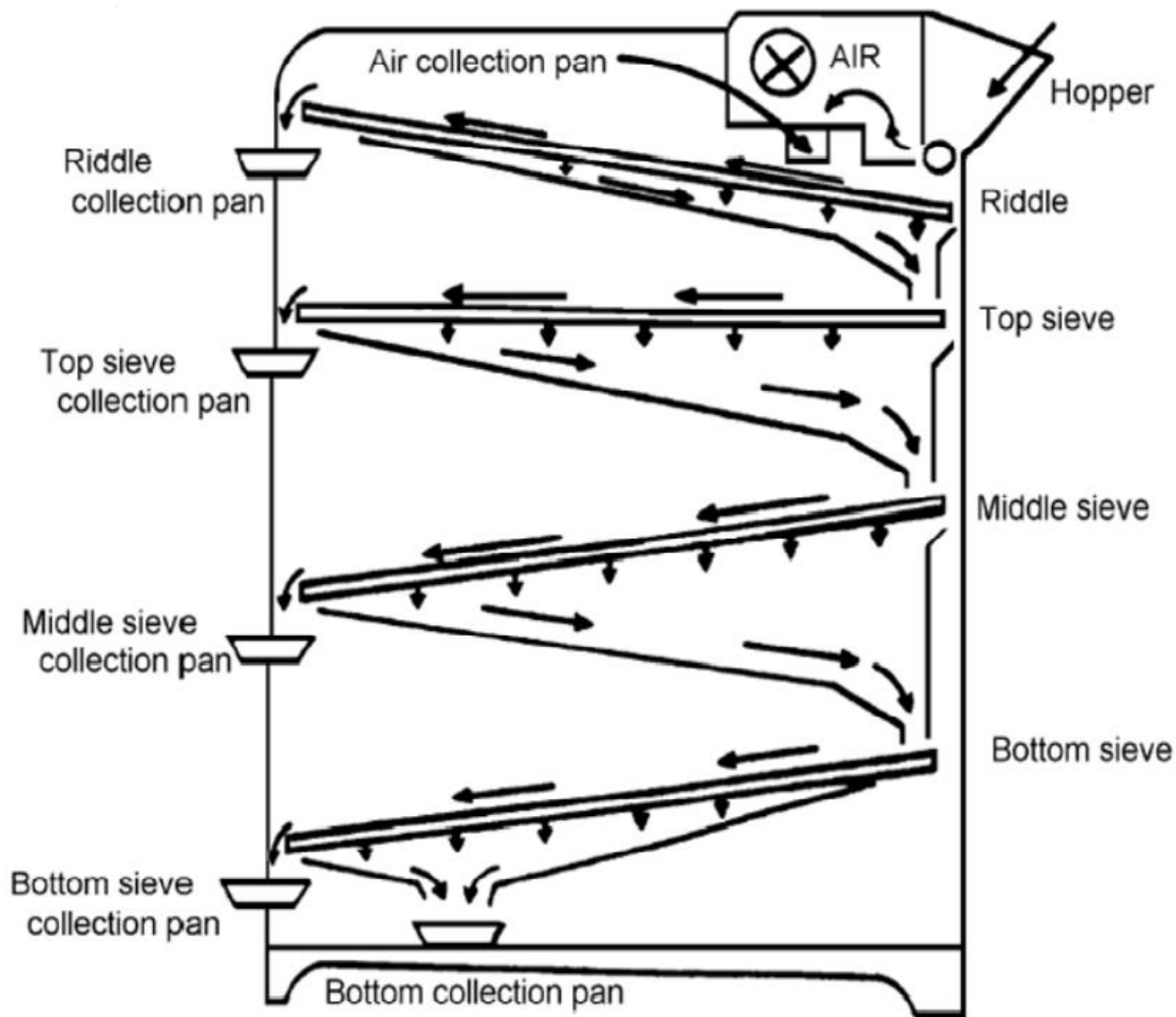


Рис.1. Carter Dockage Tester

Іншими зернами, для яких були видані офіційні зернові стандарти США, є ячмінь, рапс, льон, овес, жито, сорго, соя, соняшник, тритикале і пшениця. Пошкоджені зерна (Damaged kernels) визначаються з наважки 250 г. До даних зерен належать цілі і биті зерна кукурудзи, сильно пошкоджені внаслідок впливу поганих погодних умов, хвороб, морозу, проростання, нагрівання, шкідливих комах і т.д. Зерна кукурудзи вважаються пошкодженими, коли пошкодження і характер пошкодження візуально очевидні. За USDA є такі фракції пошкоджених зерен:

1. Суха гниль (Cob Rot) – суха гниль качанів і стебел викликана грибком, вражаючим ослаблені рослини. Визначається по явній наявності гнилі і зміни кольору.

2. Зерна, пошкоджені пліснявою (Mold-Damaged Kernels) – цілі і биті зерна кукурудзи зі слідами плісняви на оголеному в результаті механічного пошкодження ендоспермія. Цвіль зазвичай блакитного або зеленого кольору.

3. Пліснява (Mold-like Substance) – цілі зерна кукурудзи, не менше ніж на 50% покриті цвілью, і биті зерна кукурудзи, знебарвлені і покриті цвілью.

4. Silk-Cut Kernels – цілі і биті зерна кукурудзи з цвілью в порізах / тріщинах.

5. Поверхнева цвіль (гельмінтоспоріоз) (Surface Mold (Blight)) – цілі і биті зерна кукурудзи з цвілью, викликані гельмінтоспоріозом, що вражає насінневу оболонку.

6. Зерна, перегріті при сушінні (Drier-Damaged Kernels) – цілі і биті зерна кукурудзи, які в результаті впливу високих температур при сушінні: змінили колір, зморшкуваті і пухирчасті; злегка змінили колір, роздуті і часто мають пошкоджений зародок; мають оболонку, що відшаровується або вже відшарувалася; мають потрісканий вид.

7. Зерна з пошкодженням самозігріванням зародком (Germ Damaged Kernels (slight discoloration by respiration)) – цілі і биті зерна кукурудзи, пошкоджені при сушінні, але незначно змінили колір. Зерна вважаються пошкодженими, якщо зміна кольору торкнулася внутрішньої частини зародка.

8. Зерна, пошкоджені теплом (Heat-Damaged Kernels) – цілі та биті зерна кукурудзи, істотно змінили колір при сушінні, з темним забарвленням, що поширюється від зародка в бок і до задньої частини зерна.

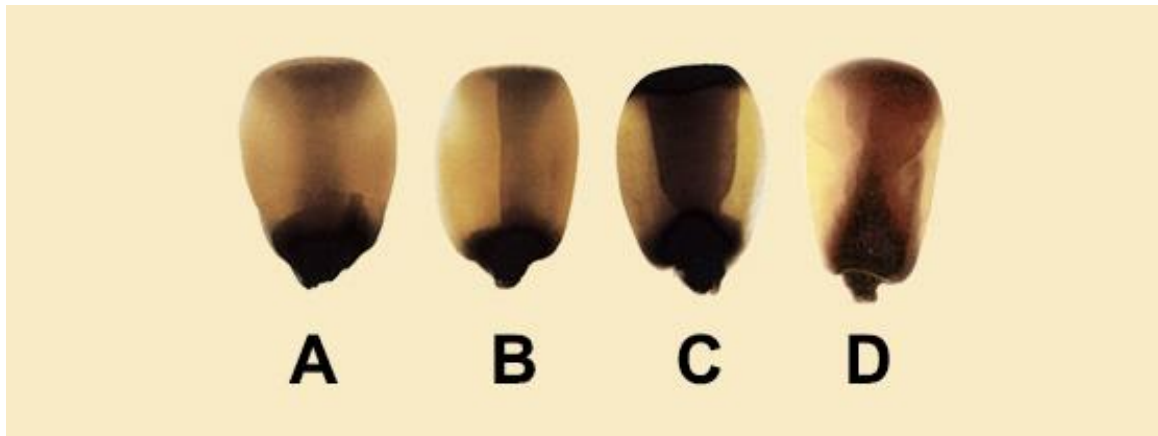
9. Зерна, пошкоджені при сушінні (Heat-Damaged Kernels (drier)) – цілі і биті зерна кукурудзи, які в результаті впливу високих температур при сушінні, роздулися і істотно змінили свій колір.

10. Пророслі зерна Sprout-Damaged Kernels пророслі зерна або зерна з явними ознаками проростання.

11. Зерна, поїдені комахами (Insect-Bored Kernels) – цілі і биті зерна кукурудзи с явними дірками і ходами, проточеними комахами, із залишками комах і продуктів їх життєдіяльності.

Також проводиться тест на ламкість при механічних впливах (Stress crack analysis). Визначення проводиться на попередньо відібраних і підрахованих в зразку цілих зернах кукурудзи (не битих, не тріснути, з неушкодженою зерною оболонкою). Для визначення загальної ламкості при механічних впливах (total stress crack analysis) з приблизно 25 г зразка відбирають 50 цілих зерен. Кількість виділених зерен, в яких були виявлені тріщини, при складанні звіту множиться на два. Для визначення ламкості при механічних впливах з чітким виділенням зерен, в яких були виявлені одна, дві і множинні тріщини (single, double, and multiple stress crack analysis), з приблизно 50 г зразка відбирають 100 цілих зерен. У звіті вказується знайдена кількість зерен, в яких були виявлені тріщини. На вимогу знайденої кількості зерен, в яких були виявлені тріщини, розбивають на три категорії,

які відображаються в звіті окремо: зерна з однією тріщиною, зерна з двома тріщинами і зерна з множинними тріщинами. Тріщини в зернах визначаються за допомогою спеціальної дошки з підсвічуванням (рис.2).



**Рис.2. Підсвічене зерно, що не містить тріщин (A), містить одну тріщину (B), дві тріщини (C) та багато тріщин (D)**

За стандартом EU 742/20101 зерно кукурудзи може містити такі фракції:

1. Биті зерна (Broken grains) – зерна або частини зерен, які після видалення зі зразка всіх інших домішок проходять через сито з отворами діаметром 4,5 мм.

2. Зернові домішки (Grain impurities) включають в себе зерна інших злаків, зерна, пошкоджені шкідниками і зерна, перегріті при сушінні. Інші злаки – всі зерна інших злакових культур, які не є аналізованої культурою: тверда пшениця, м'яка пшениця, тритикале, ячмінь, жито, сорго, овес, просо. Зерна, пошкоджені шкідниками (Grains damaged by pests) – всі зерна з видимими ушкодженнями характерними для пошкоджень комахами, гризунами, кліщами або іншими шкідниками. Зерна, перегріті при сушінні (Grains overheated during drying) – це незіпсовані зерна з зовнішніми ознаками підгоряння

3. Пророслі зерна (Sprouted grains) – зерна, у яких зародковий корінець або росток ясно видно неозброєним поглядом. Пророслими зернами вважаються тільки такі зерна, у яких з зародком відбулися ясно видимі зміни, які дозволяють легко відрізнити проросле зерно від нормального. При оцінці змісту пророслих зерен необхідно брати до уваги загальний стан зразка.

4. Сміттєві домішки (Miscellaneous impurities) включають в себе стороннє насіння, зіпсовані зерна (включаючи зерна, уражені фузаріозом), сторонні матеріали, шматочки качанів і домішки тваринного походження. Стороннє насіння (Extraneous seeds) – насіння, відмінних від злакових культур, культурних і дикорослих рослин. До нього також відноситься і шкідливі насіння – це насіння токсичні для людини і тварин, насіння, що ускладнюють очистку і розмелювання злакових культур, і насіння впливають на якість продуктів, вироблених зі злаків. Зіпсовані зерна (Damaged grains) – зерна, що стали непридатними як корм для худоби, в результаті гниття, ураження пліснявою, грибками, бактеріями. До зіпсованих зерен також відносять зерна,

пошкоджені в результаті самозігрівання або дії високих температур при сушінні; це повністю розвинені зерна, у яких оболонка пофарбована в кольори від сіро-коричневого до чорного, в той час як в розрізі зерно пофарбовано в кольори від жовто-сірого до темно-коричневого.

Сторонні матеріали (Extraneous matter) – весь прохід через сито з довгастими щілинами шириною 1,0 мм, за винятком живих і мертвих комах. А також камінчики, пісок, фрагменти стебел і подібні домішки, що залишилися на ситі із щілинами шириною 1,0 мм.

Визначення за EU 742/20101 проводиться наступним чином. Наважка зерна 500 г просіюється крізь сито з отворами діаметром 1,0x20 мм 30 секунд, прохід сита зважується, а зі сходу сита виділяють наважку 100 г. З цієї наважки відокремлюють всі наявні фракції, після чого просіюють залишок для визначення битих зерен крізь сито з діаметром отворів 4,5мм. Вміст всіх фракцій зважують та записують у відсотках в протоколі випробування.

Вологість кукурудзи, що експортується не повинна перевищувати 13,5%, випробування має проводитись згідно до EN ISO 6540:2010. Аналіз виконують двічі на наважках, взятих з різних проб для аналізу, але з однією середньої проби. Розмелювання без попереднього кондиціонування слід застосовувати в тих випадках, коли зміна вологості в процесі розмелювання малоімовірна, в основному, це продукти з вологістю в діапазоні 9-15% (по масі). Необхідно швидко розмолоти 30 г середньої проби, перемішати шпателем і відразу ж приступити до аналізу. Відважити з точністю до 1 мг близько 8 г з проби для аналізу в бюксу, яка повинна бути попередньо просушена і виважена разом з кришкою з точністю до 1 мг. Помістити відкриту бюксу з наважкою і її кришку в сушильну шафу, відрегульовану на температуру від 130 до 133°C і витримувати 4 години, починаючи з того моменту, коли температура в шафі після завантаження знову досягне 130-133°C. Через 4 години діючи швидко, витягти бюксу з шафи, закрити її і помістити в ексікатор; якщо одночасно проводять кілька визначень, ніколи не слід ставити в ексікаторі одну бюксу на іншу. Коли бюкса охолоне до температури повітря в лабораторії (зазвичай від 30 до 45 хв з моменту установки в ексікаторі), зважити з точністю до 1 мг. За результат приймають середнє арифметичне значення двох визначень, якщо задовольняється вимога по збіжності. Розбіжність між значеннями, отриманими в результаті двох визначень, виконаних одночасно або з невеликим інтервалом часу одним і тим же лаборантом, не повинно перевищувати 0,15 г вологи на 100 г проби [4].

Згідно до USDA вологість кукурудзи визначається без розмолу при температурі 130°C 72 години.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Перед зерновою галуззю України стоїть завдання забезпечити необхідне співвідношення ціни – якості, що забезпечить конкурентоспроможність та на зовнішньому ринку та рентабельність. Показники якості зерна необхідно поліпшувати згідно з вимогами агротехнічних заходів, гармонізувати з міжнародними та європейськими стандартами щодо якості зерна та вдосконалювати нормативне забезпечення за вимогами Євросоюзу для одержання високоякісного зерна.

### **Список використаних джерел**

1. «Кукурудза. Технічні умови» ДСТУ-4525:2006 із змінами згідно наказу Держспоживстандарту ЗМІНА № 1 - №326 від 12.09.2009. Національний Стандарт України
2. «Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні» \ Міністерство аграрної політики та продовольства України, український інститут експертизи сортів рослин. 12 грудня 2016 року № 540-С. 6-13
3. «Особливості формування показників якості зерна кукурудзи за різних технологій вирощування в умовах лісостепу правобережного» / В.Ф. Петриченко, В.О. Томашук. Т. 10. №2. 2019.
4. ГОСТ 29305-92 (ИСО 6540-80) Кукуруза. Метод определения влажности (измельченных и целых зерен).

### ***M. Volkov. TECHNOLOGICAL FEATURES OF RESEARCH OF QUALITY OF GRAIN OF CORN ARE ON AN EXPORT***

*In the article investigational and the indexes of quality of grain of corn are analysed on an export and features of their determination. The minimum requirements of countries of importers are described for a food and feed-stuff corn. Testing technology is analysed in accordance with the requirements of international standards.*

*Keywords: grains of corn, quality of grain, analysis, requirements, standard*