

НАСІННИЦТВО І НАСІННЕЗНАВСТВО

УДК 633.15:562

ОЗНАКА ПРИСКОРЕНОЇ ВОЛОГОВІДДАЧІ ЗЕРНА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ТА ЇЇ ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ

Кирпа М.Я., Черчель В.Ю., Пащенко Н.О., Остапенко Л.І.
Інститут зернового господарства НААН

Проаналізовано характер вологовіддачі зерна гібридів кукурудзи, виявлені фактори, що підвищують швидкість їх термічного сушіння. До них слід віднести питому масу, щільність, лінійний розмір зернівки. Вологовіддача також змінювалась залежно від вологості зерна на початку та наприкінці сушіння.

Кукурудза, гібриди, зерно, фізико-механічні властивості, швидкість сушіння

Виробництво зерна кукурудзи пов'язано із значними витратами енергії порівняно з іншими зерновими культурами. Особливо багато енергії витрачається на стадіях збирання, обробки та зберігання як насінневого матеріалу, так і продовольчо-кормової продукції. За нашими даними, витрата енергії на цих стадіях становить до 60% від сукупного об'єму, необхідного для виробництва зерна [1]. Витрати стрімко зростають при збиранні і обробці вологого зерна.

З метою зниження енерговитрат розроблено і застосовується ряд техніко-технологічних прийомів, спрямованих на зниження вологості зерна в процесі його вирощування, збирання і обробки. Насамперед, це вирощування ранньостиглих форм, котрі при збиранні дають стигле, менш вологе зерно. Вважається, що за рахунок вирощування ранньостиглих гібридів можна знизити збиральну вологість на 3-8% і більше залежно від погодно-кліматичних умов.

Проводиться також посів в ранньо-допустимі строки. Так, в досліді Інституту зернового господарства НААН встановлено, що при зміщенні сівки кукурудзи на один день збиральна вологість зерна може змінюватись в середньому на 0,4-0,8%.

Ефективним напрямком зниження збиральної вологості є використання форм із швидкою вологовіддачею при дозріванні. Останнім часом створено ряд високопродуктивних гібридів, які за сприятливих

© Кирпа М.Я., Черчель В.Ю., Пащенко Н.О., Остапенко Л.І., 2010.
ISSN 0582-5075. Селекція і насінництво. 2010. Випуск 98.

погодно-кліматичних умов схильні до швидкої вологовіддачі (гібриди Почаївський 190 МВ, Яровець 243 МВ, Шполянський 347 СВ).

До дещо іншого нового напрямку належить створення і використання форм кукурудзи, які мають високу швидкість вологовіддачі при термічному сушінні зерна. Незважаючи на загальну спільність, ці два напрямки є різними, оскільки ґрунтуються на різних ознаках. Так, вологовіддача зерна при дозріванні відбувається в системі «рослина-качан», тому вона більшою мірою пов'язана з фізико-біологічними і біохімічними процесами, що протікають в органах рослини. Вологовіддача при сушінні відноситься до теплофізичного процесу і залежить від ряду фізико-механічних показників зерна та особливостей масообміну вологих тіл.

Слід підкреслити, що створення та впровадження гібридів з ознакою прискореної вологовіддачі зерна при сушінні має виключно важливе практичне значення.

Так, по-перше, майже все зібране продовольчо-кормове та технічне зерно кукурудзи підлягає сушінню. Виходячи з необхідності його сушіння, зменшення витрат палива лише на 5% означає скорочення грошових витрат на 7,7-9,2 грн. з кожної тони обробленого зерна. Зважаючи на те, що об'єм сушіння вологого зерна може досягти 2,5 млн. т, економічний ефект буде становити 19,2-23,0 млн. грн. щорічно.

По-друге, є науково-практичні пропозиції щодо сушіння частини насінневої кукурудзи в зерні за рахунок освоєння нових технологій і способів. Тому загальний об'єм сушіння вологого зерна кукурудзи може збільшуватись, а економічний ефект зростати.

По-третє, внаслідок більш швидкого сушіння підвищується продуктивність зерносушарок, скорочується період збирання і сушіння вологого зерна.

Необхідно також відмітити результати перших постановчих досліджень з вивчення ознаки вологовіддачі зерна при його термічному сушінні [2]. У дослідях вивчено ряд гібридів, які мали різну швидкість термічного сушіння, та встановлені ознаки, що пов'язані з вологовіддачею зерна. Так, у групі досліджуваних гібридів, що вирощувались раніше (Піонер 3978 МВ, Краснодарський 436 М, Дніпровський 438 ТВ), найвища швидкість при сушінні зафіксована у гібрида Піонер 3978 МВ. Його швидкість становила 2,89% за годину, у інших – 2,09-2,72%, тобто була вищою на 5,9-27,7%. Виявлені також фактори, які впливали на швидкість сушіння – це лінійні розміри зернівки, її маса, щільність, твердість.

Виходячи із перспективи проведених досліджень, в Інституті зернового господарства НААН подовжено вивчення ознаки вологовіддачі зерна на прикладі низки нових гібридів кукурудзи та їх батьківських форм. Метою роботи було встановити фактори, які впливають на процес зневоднення зернівки при її термічному сушінні.

Методика досліджень. Досліджували гібриди кукурудзи різної групи стиглості – Дніпровський 181 СВ, Білозірський 295 СВ, Січеславський 335 МВ та Кодацький 442 СВ. Визначали фізико-механічні показники зерна, такі як вологість, лінійні розміри, масу 1000 зерен, питому масу зернівки за прийнятими методиками [3-4]. Площу зовнішньої поверхні (S) і об'єм зернівки (V) обчислювали розрахунковим методом за формулами:

$$S = 4 \pi R (l + 3R); V = k \cdot a \cdot b \cdot l; R = \frac{5a + 6b}{60}, \text{ де}$$

a – товщина зернівки,

b – ширина зернівки,

l – довжина зернівки,

k – коефіцієнт форми зернівки (для кукурудзи 0,48-0,55).

Питому поверхню зернівки встановлювали по відношенню S/V. Цей показник має виключно важливе значення в зерносушінні, оскільки від нього залежить інтенсивність теплообміну та дифузія вологи в зерні.

Зерно для дослідів відбирали з типових качанів, зібраних з різною вологістю впродовж 2006-2008 рр. Сушіння зерна проводили в сушильних шафах, обладнаних вентиляцією, при температурі з регулюванням в межах 30-40°C.

Вивчали також вологовіддачу штучно зволоженого зерна у модельному досліді. Для цього до зерна добавляли потрібну кількість дистильованої води, необхідної для досягнення вологості 20, 30 і 40%.

Результати досліджень. В дослідях визначено ряд показників, які можуть впливати на вологовіддачу зерна при сушінні. Найбільше значення серед них мали такі показники як лінійні розміри зернівки, її маса, геометрична поверхня та об'єм. (табл.1-2).

За цими показниками досліджувані гібриди досить суттєво відрізнялись між собою. Так, у гібрида Січеславський 335 МВ була значно вищою маса 1000 зерен і питома маса. Також у цього гібрида, порівняно з іншими, відмічена підвищена площа зовнішньої поверхні зернівки на 20,0-26,5%, а об'єм – на 33,0-38,4%.

Найнижчі показники щодо маси зерна, його площі зовнішньої поверхні і об'єму мали такі гібриди як Дніпровський 181 СВ і Білозірський 295 СВ. Зерно гібрида Кодацький 442СВ займало проміжне місце по відношенню до вказаних показників різних гібридів. Тобто, за крупністю зерно досліджуваних гібридів можна було розмістити у такому порядку по мірі її наростання: Дніпровський 181 СВ, Білозірський 295 СВ, Кодацький 442 СВ, Січеславський 335 МВ. Показовим також було те, що цей порядок повністю корелював лише із такою ознакою лінійного розміру як ширина зернівки. Тісний зв'язок цієї ознаки з крупністю зернівки

гібридів кукурудзи помічено в наших інших роботах і використовується для отримання різноякісних посівних фракцій [5].

Таблиця 1
Фізико-механічні властивості зерна гібридів кукурудзи (2006-2008 рр.)

Гібрид	Маса 1000 зерен, г	Питома маса (ρ), г/см ³	Площа зовнішньої поверхні (S), мм ²	Об'єм (V), мм ³	Відношення S/V
Дніпровський 181 СВ	240	1,16	192,4	167,1	1,151
Білозірський 295 СВ	235	1,17	192,5	167,0	1,153
Січеславський 335 МВ	303	1,23	243,4	231,1	1,053
Кодацький 442 СВ	262	1,18	202,8	173,7	1,167

Як вже відмічалось, із вологовіддачею зерна значним чином пов'язаний показник питомої поверхні зернівки (S/V). Вважається, що із його збільшенням вологовіддача посилюється, оскільки зростає площа вологовипаровування на одиницю об'єму.

Таблиця 2
Лінійні розміри зернівки гібридів кукурудзи, фаза повної стиглості (2006-2008 рр.)

Гібрид	Довжина, мм		Ширина, мм		Товщина, мм	
	min - max	серед-не	min - max	серед-не	min - max	серед-не
Дніпровський 181 СВ	6,7-13,0	10,08	3,9-9,9	7,31	3,1-6,8	4,48
Білозірський 295 СВ	7,0-12,2	10,03	3,5-10,2	7,75	3,0-10,3	4,45
Січеславський 335 МВ	6,1-12,8	10,44	5,9-11,5	9,30	3,0-10,0	4,96
Кодацький 442 СВ	7,1-12,5	10,29	5,8-11,1	8,03	3,0-8,2	4,38

В наших дослідах найменша питома поверхня виявлена у зерна гібрида Січеславський 335 МВ. В інших гібридів вона збільшувалась від 9,3% (гібрид Дніпровський 181СВ) до 10,8% (гібрид Кодацький 442СВ). У гібридів Дніпровський 181 СВ і Білозірський 295 СВ площа питомої поверхні зернівки була, практично, однаковою.

Виходячи із отриманих результатів було проведено модельний дослід по сушінню штучно зволоженого зерна. У досліді встановлена різна швидкість сушіння залежно від гібридів і їх вологості (табл. 3).

Найбільша швидкість сушіння зерна зафіксована у гібрида Кодацький 442 СВ, найменша – у гібрида Січеславський 335 МВ, зменшення становило в межах 13,1-28,0%. Між гібридами Дніпровський 181 СВ і Білозірський 295 СВ однозначної різниці не встановлено, їх

швидкість сушіння була близькою. Вологовіддача зерна першого гібрида знижувалась на 7,6-22,9%, другого – на 8,2-22,3% порівняно з гібридом Кодацький 442 СВ.

Таблиця 3
Швидкість сушіння зерна гібридів кукурудзи залежно від вологості, за температури 30°C (2006-2008 рр.)

Гібрид	Вологість зерна, %	Тривалість сушіння, год.		Швидкість сушіння, % за год.	
		до вологості 14-15%	до вологості 12-13%	до вологості 14-15%	до вологості 12-13%
Дніпровський 181 СВ	21,4	5,5	11,5	1,33	0,77
	30,9	9,5	14,0	1,63	1,35
	38,8	10,0	16,0	2,43	1,65
Білозірський 295 СВ	21,2	5,5	12,0	1,14	0,72
	31,2	9,5	14,0	1,69	1,36
	39,8	12,0	16,0	2,13	1,68
Січеславський 335 МВ	20,6	5,5	12,0	1,11	0,67
	30,6	9,5	14,0	1,64	1,26
	37,9	12,0	16,0	1,95	1,59
Кодацький 442 СВ	21,1	4,5	10,0	1,44	0,89
	30,0	7,5	10,0	2,01	1,75
	38,1	9,5	14,0	2,36	1,83

Інтенсивність вологовіддачі прямим чином залежала також від вологості зерна на початку і наприкінці сушіння. Із підвищенням початкової вологості від 20,6 до 39,8% швидкість сушіння зерна гібридів зростала на 0,84-1,10% за годину, тобто майже в два рази. Навпаки, при сушінні зерна до нижчої вологості (12-13%) швидкість зменшувалась на 0,26-0,78% за годину, тобто в 1,1-1,7 рази порівняно із закінченням сушіння при вологості 14-15%.

Порівнюючи між собою експериментальні дані (табл. 1-3), можна знайти залежність між вологовіддачею зерна та його фізико-механічними властивостями. Зерно гібрида Кодацький 442 СВ, який відрізнявся високою вологовіддачею, відмічался більшою площею питомої поверхні (S/V) і відносно меншою питомою масою зернівки (ρ). При цьому крупність зернівки цього гібрида залишалась на доволі високому рівні у групі досліджуваних гібридів.

У зерна гібрида Січеславський 337 МВ, найменш схильного до вологовіддачі, була низькою питома площа та високою щільність зернівки. Крім того, зернівка цього гібрида мала збільшену товщину (на

0,48-0,58 мм), що також утруднювало дифузію вологи з її внутрішніх шарів. Інші гібриди займали проміжне місце за вказаними показниками та вологовіддачею.

Окрім модельного дослідження швидкість вологовіддачі зерна досліджуваних гібридів вивчалась у процесі їх дозрівання (табл. 4).

Таблиця 4
Вологовіддача зерна гібридів кукурудзи в процесі термічного сушіння, за температури 40°C, 2008 р.

Гібрид	Вологість зерна при сушінні, %		Тривалість сушіння, год.	Швидкість сушіння зерна, % за год.
	на початку	наприкінці		
Дніпровський 181 СВ	38,8	13,6	47	0,536
	30,7	14,2	26	0,635
	18,6	13,2	10	0,540
Білозірський 295 СВ	39,0	13,5	49	0,521
	29,0	13,2	30	0,527
	18,4	13,0	12	0,450
Січеславський 335 МВ	39,0	14,0	59	0,424
	28,2	14,0	28	0,507
	18,6	13,5	12	0,425
Кодацький 442 СВ	38,8	14,0	38	0,652
	32,2	13,5	26	0,719
	20,4	14,5	10	0,590

Підтвердився характер вологовіддачі зерна залежно від гібридів кукурудзи. Найвища швидкість була зафіксована у гібрида Кодацький 442 СВ і становила 0,886-0,590% за годину залежно від вологості зерна (табл. 4). Порівняно з цим гібридом швидкість сушіння зерна інших гібридів знижувалась на 8,5-18,7% (Дніпровський 181 СВ), 23,7-26,7% (Білозірський 295 СВ), 27,7-29,5% (Січеславський 335 МВ).

Такі ж закономірності щодо динаміки вологовіддачі зерна у процесі його термічного сушіння виявлені на прикладі врожаю гібридів кукурудзи у 2006-2007 рр. За всі роки досліджень (2006-2008 рр.) найвищою вологовіддачею відрізнялось зерно гібридів Кодацький 442 СВ і Дніпровський 181 СВ, найнижчою – гібрид Січеславський 335 МВ.

Висновки. 1. Зерно гібридів кукурудзи в процесі термічного сушіння може мати різну інтенсивність вологовіддачі. У групі досліджуваних гібридів різниця щодо швидкості їх сушіння складала 8,5-29,5% зале-

жно від фізико-механічних властивостей і рівня вологості зернівки.

2. Встановлені показники, які мали зв'язок з швидкістю сушіння зерна. До показників, що впливали на швидкість сушіння, належали площа питомої поверхні зернівки, щільність та товщина. Питома поверхня визначається відношенням геометричної поверхні до об'єму і складала у досліджуваних гібридів в межах 1,053-1,167.

3. Швидкість вологовіддачі зерна залежала також прямим чином від його вологості на початку та наприкінці сушіння. Швидкість підвищувалась одночасно із збільшенням початкової вологості зерна та рівня вологості зерна, при якій закінчували сушіння.

4. Впровадження гібридів з ознакою прискореної вологовіддачі при сушінні зерна забезпечує значний економічний ефект за рахунок зменшення об'ємів енергоресурсів в технологіях дробки вологого зерна кукурудзи.

Список використаних джерел

1. *Шеманьов В.І., Курна М.Я.* Концепція розвитку технологій та енергозбереження в процесах післязбиральної обробки і зберігання зерна // Вісник ДДАУ, 2003. – № 2. – С. 52-57.
2. *Науменко А.И., Курна Н.Я.* Исследования особенностей влагоотдачи зерна гибридов кукурузы при термической сушке // Весник с.-х. науки, 1985. - № 10. – С. 138-142.
3. ДСТУ 4138-2002. Насіння с.-г. культур. Методи визначання якості, – К.: Держспоживстандарт України. – 173 с.
4. *Казаков Е.Д.* Методы оценки качества зерна. – М.: Агропромиздат, 1987. – 215 с.
5. *Курна М.Я., Скотар С.О.* Крупність насіння кукурудзи та її агрономічне значення // Селекція і насінництво. Міжвідомчий тем. наук. зб., 2008. – № 96. – С. 331-340.

Проанализирован характер влагоотдачи зерна гибридов кукурузы, выявлены факторы, которые повышают скорость их термической сушки. К ним следует отнести удельную массу, плотность, линейные размеры зерновки. Влагоотдача также изменялась в зависимости от влажности зерна в начале и в конце сушки.

Character of vlagootdachi grain of hybrids of corn is analysed, factors which promote speed of their thermal drying are exposed. To them it is necessary to take specific mass and closeness of zernovki, its linear sizes. Vлагоotdacha also changed depending on humidity of grain at the beginning and at the end of drying.