УДК 633.15:631.53.026 DOI: 10.30835/2413-7510.2019.172786

ЕНЕРГООЩАДНЕ СУШІННЯ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ

Кирпа М.Я., Кулик В.О.
ДУ Інститут зернових культур НААН, Україна

Охарактеризовано відомі методи енергозаощадження у процесі сушіння в камерних кукурудзосушарках типу СКП, які включають модернізацію сушарок та удосконалення технології. Визначено принципово новий напрямок енергозаощадження з використанням рослинних видів палива, випробувано теплогенератори для їх спалювання. Досліджено вплив нового методу сушіння на технологічні, посівні та врожайні властивості насіння гібридів кукурудзи та їх батьківських компонентів.

***Ключові слова**: сушарка камерна, прийом енергозаощадження, теплогенератор, теплове сушіння, якість насіння*

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Сушіння кукурудзи, особливо насіннєвої в качанах, потребує значно більших енерговитрат порівняно з іншими зерновими культурами [1]. Тому пошук та створення нових енергоощадних способів сушіння відноситься до актуальних проблем післязбиральної обробки кукурудзи [2]. Проблема посилюється тим, що сушіння насіннєвої кукурудзи в качанах необхідно проводити у спеціальних камерних сушарках, за відносно низьких температурних режимів, які попереджують травмування насіння [3, 4]. Від цього процесу залежать посівні та врожайні властивості насіння, його збереження та вартість [5].

Основний регламентований спосіб сушіння насіння кукурудзи в камерних сушарках є доволі енерговитратним у зв'язку з особливими умовами виконання [6]. Його техніко-технологічні параметри такі: температурний режим 35–50 °С залежно від вологості качанів, послідовне включення камер у роботу, безциклічний графік сушіння, реверсування, тобто зміна напрямку продувки камерах [7].

З урахуванням відмічених параметрів було встановлено норму споживання палива умовного до 3,36 кг/тонно-відсоток вологи, або до 20 кг на одну планову тонну. Розрахунки показують, що за техніко-експлуатаційні показники роботи камерної сушарки наступні: витрати енергії, яка потрібна на випаровування 1 кг вологи – 8,56 МДж; тепловий коефіцієнт корисної дії – 30–35 % від теоретично можливого і 55–60 % відносно кращих зразків шахтних зерносушарок [8].

Проблема енергозбереження сушіння кукурудзи стає дедалі актуальнішою у зв'язку з постійним зростанням вартості всіх видів енергоресурсів – дизельного палива, скрапленого і газоподібного, електроенергії. Проблема посилюється ще й тим, що виробництво насіння кукурудзи поступово переміщується у північну частину України – зону Лісостепу і Полісся, де складаються кращі гідротермічні умови вирощування, але зерно збирається надто вологим і потребує обов'язкового сушіння.

Сьогодні відомі різні техніко-технологічні прийоми, спрямовані на енергозаощадження у процесі сушіння качанів кукурудзи, це двостадійне сушіння качанів із досушуванням у зерні [9], повернення відпрацьованого теплоносія в зону сушіння (рециркуляція) [10], застосування гранично допустимих температур нагріву качанів [11] (табл. 1). Однак не всі прийоми енергозаощадження, забезпечують водночас основну техніко-технологічну умову сушіння – збереження високої якості насіння.

© М.Я. Кирпа, В.О. Кулик. 2019.

Таблиця 1

Прийоми енергозаощадження та модернізація камерних кукурудзосушарок

Метод сушіння	Економія палива (рідкого, газоподібного), %	Модернізація
Двостадійне (качани+зерно)	25–29	Додаткова сушарка
Із рециркуляцією тепла	20–26	Реконструкція
Інтенсивне	18–24	Реконструкція
На рослинному паливі	100	Новий теплогенератор

Усі прийоми потребують певної модернізації та дообладнання камерних кукурудзосушарок. Визначено, що за рахунок модернізації кукурудзосушарки можна досягти економії традиційних видів палива в межах 18–29 %. З-поміж наведених способів енергозаощадження двостадійний потребує найбільших затрат: необхідно встановити додаткову зерносушарку для сушіння кукурудзи в зерні та витримувати м'які температурні режими. До прийомів, що позитивно впливають на зниження енерговитрат, відноситься й герметизація сушарок, максимальне завантаження сушильних камер та відділення самообрушу від маси качанів.

Слід зауважити, що всі відомі прийоми економії палива не передбачають його заміни. Принципово іншим напрямом енергозаощадження є використання в якості палива рослинних решток (стрижні кукурудзи, солома, соняшникове лушпиння, щепа, пелети) та створення теплогенераторів для їх спалювання [12]. Останнім часом в Україні та за її межами пропонуються ряд різних теплогенераторів для спалювання біомаси потужністю 0,5–5,0 мВт, проте не всі вони придатні для сушіння насіннєвої кукурудзи в качанах. Основним недоліком є нестабільність температури робочого теплоносія. Невідомо також, як складається температурний режим в різних місцях зерносушарки. Не визначено його вплив на посівні та врожайні властивості насіння гібридів кукурудзи, а також їх батьківських компонентів.

Мета досліджень – охарактеризувати відомі прийоми енергозбереження в сушарках камерного типу, встановити вплив нового методу, який включає сушіння з використанням альтернативних енергоресурсів (рослинне паливо) на технологічні, посівні та врожайні властивості насіння гібридів кукурудзи та їх батьківських компонентів.

Матеріали та методи. Дослідження здійснювали шляхом проведення лабораторних, польових дослідів з визначення якості насіння після різних режимів сушіння. Енергоощадне сушіння за новим методом проводили у виробничих умовах ДП ДГ «Дніпро» та ТОВ «Агросфера» (Дніпропетровська обл.).

У процесі сушіння на енергоощадному комплексі відбирали проби качанів для визначення показників якості насіння. За контроль було насіння, висушене в умовах приміщення за температури 20–25 °С та в лабораторній сушарці при температурі нагріву 38 °С і примусовій вентиляції. Посівні якості визначали відповідно до чинних стандартів ДСТУ 2240-93, ДСТУ 4138-2002, та додатково рекомендованих Інститутом зернових культур [13]. Досліджували такі показники якості, як вологість зерна та стрижня, масу 1000 насінин, теплову тріщинуватість, енергію проростання та схожість за стандартним методом та методом холодного пророщування. Вологість зерна визначали стандартним методом шляхом висушування наважок масою 5 г в сушильній шафі СЕШ-3М за температури 130 ^{o}С протягом 40 хв. Для зерна кукурудзи з вологістю понад 18 % застосовували двоступеневе сушіння з попереднім підсушуванням наважки.

Масу 1000 зерен визначали за модифікованим лабораторією методом, тобто від проби насіння відбирали дві проби по 500 насінин, які зважували з точністю до 0,01 г. Масу з кожної проби перераховували на масу 1000 насінин та отримували її середню масу. Різниця в масі двох проб не мала перевищувати 3 % від середньої маси 1000 насінин. Теплову та механічну тріщинуватість визначали за методикою Інституту сільського господарства степової зони НААН України.

Польові дослідження проводили за методикою, рекомендованою для кукурудзи [14] на ділянках з обліковою площею 15,68 м^2, у чотирьохкратному повторенні з рендомізованим розташуванням ділянок. Облік польової схожості починали ще тоді, коли сходи були у

стані «шилець», а їх кількість на ділянці становила не менш ніж 10–15 %. Проводили замір висоти рослин у фазі 7–8 листків та після повного цвітіння. Перед збиранням врожаю підраховували фактичну кількість рослин кукурудзи на ділянці. Збирання кукурудзи проводили вручну, для визначення структури врожаю відбирали проби качанів масою 5 кг, з першого та третього повторень. Проби качанів обмолочували, визначали вихід та вологість зерна. Дані обробляли математичним та статистичним способами з використанням комп'ютерних програм і відомих методів [15].

Обговорення результатів. Аналіз літературних джерел та патентів показує, що найбільший внесок у розроблення нових методів сушіння та прийомів енергозбереження зроблено в Інституті зернових культур НААН України (у минулому Всесоюзний НДІ кукурудзи, Інститут зернового господарства, Інститут сільського господарства степової зони), а також в Одеській національній академії харчових технологій. Серед прийомів енергозбереження можна виділити наступні: двостадійне сушіння в качанах та зерні; рециркуляцію; інтенсивні температурні режими.

Суттєві показники енергозаощадження можна досягти при сушінні насіння кукурудзи двостадійним способом, що включає сушіння качанів кукурудзи у камерній кукурудзосушарці СКП-6 до вологості зерна 20–22 %, обмолот качанів та досушування зерна до вологості 12–13 % у шахтній зерносушарці 2ДСП-32ОТ, за м'яких температурних режимів. Використання двостадійного сушіння поліпшувало техніко-технологічні показники, проте знижувало посівні та врожайні властивості насіння. Так порівняно з регламентованим способом сушіння лабораторна схожість знижувалася на 36 %, польова – 33 %, а врожайність на 0,82 т/га.

Значне зниження витрат палива спостерігалось при сушінні в режимі рециркуляції. Кукурудзосушарка СКПМ-18М за такого режиму працювала наступним чином: сушіння розпочиналось у звичайному режимі, далі через 25–30 год підключали систему рециркуляції та періодично змінювали напрямок руху теплоносія. Для забезпечення цього процесу між зерносушаркою та паливно-вентиляційним відділенням встановлювали дифузор із перекидним клапаном для зміни напрямку руху теплоносія. Такий спосіб сушіння не мав негативного впливу на якість насіння. Навіть навпаки спостерігалось покращення польової схожості порівняно із традиційним способом сушіння. Лабораторна схожість була незмінною та складала 96 % для обох методів сушіння.

За інтенсивних температурних режимів економія енергоматеріалів відбувається за рахунок підвищення швидкості сушіння та збільшення коефіцієнту використання зерносушарки. Контролем було насіння, висушене природним шляхом та за регламентованого методу сушіння. Підвищення температури теплоносія до 55 °С не мало негативного впливу на посівні та врожайні властивості насіння кукурудзи.

Таблиця 2

Вплив різних методів енергозаощадження на посівні та врожайні властивості насіння кукурудзи

Метод енергозаощадження	Спосіб сушіння	Схожість насіння, %		Врожайність зерна, т/га
		лабораторна	польова	
Інтенсивне сушіння 55 °С	Контроль*	98	84,5	4,67
	Контроль**	96	80,9	4,54
	Інтенсивний	96	83,1	4,6
	$НІР_{0,5}$		3,8	0,16
Рециркуляція теплоносія	Контроль**	96	82,0	7,2
	Рециркуляція	96	86,0	7,21
	$НІР_{0,5}$		2,0	0,13
Двостадійне сушіння	Контроль**	99	85,0	4,9
	Двостадійний	63	52,0	4,08
	$НІР_{0,5}$		1,5	0,15

Примітка: * – природнє сушіння качанів; ** – регламентований метод сушіння

Наведені прийоми енергозбереження лише частково вирішували проблему, оскільки залишалось використання традиційних видів палива, вартість яких невпинно зростає.

Нами вперше проведено дослідження нового енергоощадного методу сушіння з використанням теплогенераторів для спалювання стрижнів кукурудзи. Новий енергоощадний комплекс, що складається з типової камерної кукурудзосушарки та нового теплогенератора, працював відповідно до регламентованого режиму сушіння, тобто витримували оптимальні температури.

На комплексі проводили сушіння гібридів кукурудзи з вологістю 17,0–25,0 %, до вологості 10,5–11,2 %, що було дещо нижчим за стандартну (14 %). Пересушування пов'язано з різною вологістю качанів, які завантажувались у сушарку та розміщувались в окремих камерах, оскільки їх вологість коливалась в межах 3–5 %. Тому для отримання сухого зерна в цілому по камері довелось застосовувати пересушування качанів

Для визначення впливу пересушування досліджували теплову тріщинуватість насіння висушеного на комплексі та в контролі. Встановлено, що після контрольного сушіння тріщинуватість насіння складала 0–3 %, після комплексу 2–5 %. Такі показники є значно нижчими, ніж отримані після чинних методів сушіння і які складали 25–30 %. Отже, можна відмітити позитивний вплив нового енергоощадного методу, за якого забезпечується м'який температурний режим і практична відсутність теплового ушкодження у вигляді тріщинуватості (табл. 3).

Таблиця 3

Технологічні властивості зерна висушеного різними методами

Гібрид	Метод сушіння	Вологість, %		Маса 1000 насінин, г	Тріщинуватість, %
		початкова	кінцева		
Оржиця 237 МВ	Контроль*	17,0	12,4	222,4	1
	Контроль**		11,2	215,0	0
	Енергоощадний		10,5	226,8	5
ДН Аквозор	Контроль*	25,0	13,8	311,9	1
	Контроль**		12,4	321,0	3
	Енергоощадний		11,2	317,0	4
ДБ Хотин	Контроль*	21,5	14,0	320,3	0
	Контроль**		11,4	301,6	1
	Енергоощадний		10,8	315,6	2

Примітка:* – природне сушіння; ** – лабораторне сушіння, t=38 °С.

Основним критерієм оцінки якості сушіння насіння є показники його лабораторної та польової схожості. У дослідах лабораторна схожість для всіх трьох варіантів сушіння мала високі показники не нижче кондиційних. Результати холодного пророщування для всіх методів були приблизно одинаковими та знаходилися в межах похибки. Найбільшою різниця була в межах гібриду ДБ Хотин за контрольних методів сушіння. Польова схожість для всіх гібридів та методів їх сушіння була на високому рівні, не нижче 80 %. Для гібридів ДБ Хотин та ДН Хортиця польова схожість після енергоощадного сушіння складала 86–88 %. У середньому для всіх досліджуваних гібридів підвищення польової схожості насіння після енергоощадного сушіння становило 2–7 % (табл. 4).

Поряд із польовою схожістю також визначали показники росту та розвитку рослин. Помітного впливу методу сушіння на ріст і розвиток рослин не спостерігається. Передзбиральна густота складала 45,9–52,3 тис/га залежно від гібриду та методу сушіння. Врожайність гібриду Оржиця 237 МВ після сушіння на енергоощадному комплексі була дещо вищою за врожайність насіння, висушеного в лабораторних умовах (табл. 5). У середньому для всіх досліджуваних гібридів підвищення врожайності насіння після енергоощадного сушіння становило 0,06–0,63 т/га.

Таблиця 4

Вплив методів сушіння на показники лабораторної та польової схожості

Гібрид	Метод сушіння	Схожість, %		
		лабораторна	холодний тест	польова
Оржиця 237 МВ	Контроль*	98	90	80
	Контроль**	95	92	81
	Енергоощадний	95	93	84
	$НІР_{0,5}$	5,5	6,0	4,6
ДН Хортиця	Контроль*	96	92	81
	Контроль**	98	95	88
	Енергоощадний	99	95	88
	$НІР_{0,5}$	4,4	4,5	6,9
ДБ Хотин	Контроль*	99	95	84
	Контроль**	97	90	82
	Енергоощадний	97	91	86
	$НІР_{0,5}$	3,8	5,3	5,6

Примітка:* – природне сушіння; ** – лабораторне сушіння, t=38 °С.

Таблиця 5

Вплив методів сушіння насіння гібридів кукурудзи на показники росту та розвитку рослин та врожайність

Гібрид	Метод сушіння	Висота рослин у фазі, см		Передзбиральна густота, тис/га	Врожайність, т/га
		7-8 листків	повного цвітіння		
Оржиця 237 МВ	Контроль*	59,1	200,4	45,9	5,50
	Контроль**	60,7	199,7	46,5	5,40
	Енергоощадний	60,3	208,3	47,8	6,03
	$НІР_{0,5}$				0,33
ДН Хортиця	Контроль*	61,9	228,0	49,7	6,89
	Контроль**	61,1	226,9	49,7	6,98
	Енергоощадний	60,1	218,2	52,3	7,12
	$НІР_{0,5}$				0,55
ДБ Хотин	Контроль*	54,1	207,1	47,2	7,96
	Контроль**	57,6	207,4	53,6	8,21
	Енергоощадний	57,0	204,5	51,7	8,27
	$НІР_{0,5}$				0,44

Примітка:* – природне сушіння; ** – лабораторне сушіння, t=38 °С.

Теж саме відбувається при сушінні насіння батьківських форм. Насіння, висушене на енергоощадному комплексі, мало високі посівні та врожайні властивості. Для лінії ДК 365 СВ показник польової схожості для всіх трьох варіантів коливався в межах 65–69 % (табл. 6).

Висновки. Встановлено прийоми енергоощадного сушіння насіння кукурудзи в камерних сушарках типу СКП, до яких слід віднести двостадійне сушіння качанів із досушуванням у зерні, повернення відпрацьованого теплоносія в зону сушіння (рецеркуляція), застосування гранично допустимих температур нагріву качанів. Із відмічених прийомів найбільше практичне значення має реверсування і рециркуляція теплоносія, які знижують витрату палива на 20–26 %, повністю зберігають якість насіння, не потребують значного техніко-технологічного переобладнання камерних кукурудзосушарок.

Таблиця 6

Вплив методів сушіння насіння батьківських компонентів кукурудзи на показники росту та розвитку рослин та врожайність

Гібрид	Початкова вологість зерна, %	Метод сушіння	Схожість, %			Врожайність, т/га
			лабораторна	холодний тест	польова	
Крос 255 Мст	32,1	Контроль*	99	95	78	5,39
		Контроль**	96	94	75	5,37
		Енергоощадний	98	94	82	5,45
		$НІР_{0,5}$	3,5	4,0	5,3	0,68
Крос 266 С	18,0	Контроль*	98	95	88	6,86
		Контроль**	99	93	85	6,93
		Енергоощадний	96	91	84	6,75
		$НІР_{0,5}$	3,4	4,5	5,4	0,51
ДК 365 СВ	30,5	Контроль*	98	93	67	2,76
		Контроль**	97	87	69	2,85
		Енергоощадний	99	92	65	2,50
		$НІР_{0,5}$	2,1	3,7	5,2	0,35

Примітка:* – природне сушіння; ** – лабораторне сушіння, t=38 °С.

Визначено принципово новий метод енергозбереження на основі заміщення традиційних видів палива рослинним (стрижні кукурудзи). Випробувано технологічне обладнання нового методу, яке включає камерну кукурудзосушарку та теплогенератор для спалювання рослинних решток. Встановлено переваги сушіння за новим методом – забезпечується м'який температурний режим та зниження теплової тріщинуватості насіння. За рахунок м'якого сушіння досліджуваних гібридів (Оржиця 237 МВ, ДБ Хотин, ДН Хортиця) їх польова схожість підвищувалась на 2–7 %, а врожайність – 0,06–0,63 т/га. Не виявлено суттєвого негативного впливу нового методу на посівні та врожайні властивості насіння батьківських компонентів досліджуваних гібридів.

Новий метод та техніко технологічне обладнання рекомендується для впровадження в насінницьких господарствах які займаються селекцією та виробництвом посівного матеріалу гібридів кукурудзи.

Список використаних джерел

1. Алейников В.И. Комплексное совершенствование процесса сушки в шахтных и камерных зерносушилках. Наукові праці ОДАХТ. Одеса, 2002. Вип. 24. С. 28–31.
2. Станкевич Г.М., Овсянникова Л.К. Розробка енергоощадної технології сушіння зерна в зерносушарках малої продуктивності. Наукові праці ОДАХТ. Одеса: 2002. Вип. 21. С. 24–26.
3. Abasi S., Minael S. effect of drying temperature on mechanical properties of dried corn. Drying Technology An International Journal. 2014. № 32(7). P. 774–780. doi: 10.1080/07373937.2013.845203.
4. Coradi P.C., Fernandes C.P., Helmich J.C., Goneli A.D. Effects of drying air temperature and grain initial moisture content on soybean quality (*Glycine max* (L.) Merrill). Engenharia Agrícola. 2016. № 36(5). doi: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n5p866-876/2016.
5. Claumann C.A., Cancelier A., Silva A., Zibetti A.W., Lopes T.J., Machado R.A. Fitting semi-empirical drying models using a tool based on wavelet neural networks: Modeling a maize drying process. Journal of Food Process Engineering. 2017. № 41(1). P. 1–12. doi:10.1111/jfpe.12633.
6. Инструкция по обработке гибридных и сортовых семян кукурузы на заводах. Москва: ЦНИИТЭИ, 1971. 83 с.

7. Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Атаназевич В.І. Сушіння зерна: підручник. Київ: Либідь, 1997. 352 с.
8. Кирпа М.Я., Кулик В.О. Енергоощадні прийоми у технологіях сушіння насіння кукурудзи. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2016. № 11. С. 82–87.
9. Кирпа Н.Я. Двухстадийная сушка семян кукурузы. Селекция и семеноводство кукурузы: сб. науч. тр. ВНИИ кукурузы. 1986. С. 174–181.
10. Fushimi C., Fukui K. Simplification and energy saving of drying process based on self-heat recuperation technology. Drying Technology An International Journal. 2014. № 32(6). P. 667–678. doi: 10.1080/07373937.2013.851085
11. Жидко В.И., Резчиков В.А., Уколов В.С. Зерносушение и зерносушилки. Москва: Колос, 1982. 239 с.
12. Del Campo B.G., Brumm T.J., Bern C.J., Nyendu G.C. Corn cob dry matter loss in storage as affected by temperature and moisture content. American Society of Agricultural and Biological Engineers. 2014. № 57(2). P. 573–578. doi: 10.13031/trans.57.10426.
13. Кирпа Н.Я. Методы оценки качества и посевной пригодности семян. Хранение и переработка зерна. 2004. № 2. С. 21–22.
14. Лебідь Є.М., Циков В.С., Пащенко Ю.М. та ін. Методика проведення дослідів з кукурудзою: методичні рекомендації. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Alejnikov VI. Comprehensive improvement of the drying process in the mine and chamber grain dryers. Naukovi pratsi ODAKhT. 2002; 24: 28-31.
2. Stankevich GM, Ovsiannikova LK. Development of energy-saving technology for drying grain in grain dryers of low productivity. Naukovi pratsi ODAKhT. 2002; 21: 24-26.
3. Abasi S, Minael S. Effect of drying temperature on mechanical properties of dried corn. Drying Technology An International Journal. 2014; 32(7): 774–780. doi: 10.1080/07373937.2013.845203.
4. Coradi PC, Fernandes CP, Helmich JC, Goneli AD. Effects of drying air temperature and grain initial moisture content on soybean quality (*Glycine max* (L.) Merrill). Engenharia Agrícola. 2016; 36(5). doi: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n5p866-876/2016.
5. Claumann CA, Cancelier A, Silva A, Zibetti AW, Lopes TJ, Machado RA. Fitting semi-empirical drying models using a tool based on wavelet neural networks: Modeling a maize drying process. Journal of Food Process Engineering. 2017; 41(1): 1–12. doi:10.1111/jfpe.12633
6. Instruction on the processing of hybrid and varietal corn seeds in factories. Moscow: CNIITJeI, 1971. 83 p.
7. Stankevych GM, Strakhova TV, Atanazevych VI. Grain drying. Kyev: Lybid, 1997. 352 p.
8. Kyrpa MYa, Kulyk VO. Energy-saving techniques in corn seed drying technology. Biuleten' Instytutu sil's'kogo gospodarstva stepovoi' zony NAAN Ukrai'ny. 2016; 11: 82–87.
9. Kyrpa NYa. Two-stage drying of corn seeds. Selekcija i semenovodstvo kukuruzy. 1986. P. 174–181.
10. Fushimi C, Fukui K. Simplification and energy saving of drying process based on self-heat recuperation technology. Drying Technology An International Journal. 2014; 32(6): 667–678. doi: 10.1080/07373937.2013.851085
11. Zhidko VI, Rezchikov VA, Ukolov VS. Grain drying and grain dryers. Moscow: Kolos, 1982. 239 p.
12. Del Campo BG, Brumm, TJ, Bern CJ, Nyendu GC. Corn cob dry matter loss in storage as affected by temperature and moisture content. American Society of Agricultural and Biological Engineers. 2014; 57(2): 573–578. doi: 10.13031/trans.57.10426.

13. Kyrpa NYa. Methods for assessing the quality and seeding suitability of seeds. Khranenie i pererabotka zerna. 2004; 2: 21–22.
14. Lebid YeM, Tsykov VS, Pashchenko YuM. Methods of conducting experiments with corn: methodical recommendations. Dnipropetrovs'k, 2008. 27 p.
15. Dospekhov BA. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ СУШКА И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО СЕМЯН КУКУРУЗЫ

Кирпа Н.Я., Кулик В. А.
ГУ Институт зерновых культур НААН, Украина

Цель исследований – охарактеризовать известные приемы энергосбережения в сушилках камерного типа, установить влияние нового метода, включающего сушение с использованием альтернативных энергоресурсов (растительное топливо) на технологические, посевные и урожайные свойства семян гибридов кукурузы и их родительских компонентов.

Материалы и методы. Энергосберегающее сушение по новому методу проводили в производственных условиях ГП ОПХ «Днипро» и ООО «Агросфера» (Днепропетровская обл.).

Контролем были семена, высушенные в помещении при температуре 20–25 °С и в лабораторной сушилке при температуре нагрева 38 °С и принудительной вентиляции. Были исследованы показатели качества: влажность зерна и стержня, масса 1000 семян, тепловая трещиноватость, энергия прорастания и всхожесть по стандартному методу и методу холодного проращивания. Влажность зерна определяли путем высушивания навесок массой 5 г в сушильном шкафу СЕШ-3М при температуре 130 °С на протяжении 40 мин. Для зерна кукурузы с влажностью свыше 18 % применяли двуступенчастое сушение с предварительным подсушиванием навески. Тепловую и механическую трещиноватость определяли по методике Института сельского хозяйства степной зоны НААН Украины.

Обсуждение результатов. В процессе послеуборочной обработки семян кукурузы термическая сушка влажных початков является наиболее энергозатратной технологической операцией от которой зависит качество посевного материала. Приведен перечень известных методов энергосбережения в процессе сушки в камерных кукурузосушилках типа СКП, определено их влияние на качество семян кукурузы. Приемы включают двухстадийную сушку початков с досушиванием в зерне, возвращение отработанного теплоносителя в зону сушки (рециркуляция), применение предельно допустимых температур нагрева початков. Наибольшее практическое значение имеет реверсирования и рециркуляция теплоносителя, которое снижает расход топлива на 20–26 %, полностью сохраняяя качество семян, не требуют значительного технико-технологического переоборудования камерных кукурузосушилок. Определены принципиально новое направление энергосбережения с использованием растительных видов топлива и теплогенераторов для их сжигания.

Выводы. Исследовано влияние нового метода сушки на технологические, посевные и урожайные свойства семян гибридов кукурузы и их родительских компонентов. Сушка новым методом не имела отрицательного влияния на посевные и урожайные свойства. Лабораторная всхожесть исследуемых гибридов составляла 95–98 %, что соответствует нормативным показателям.

Ключевые слова: *сушилка камерная, прием энергосбережения, теплогенератор, тепловое сушение, качество семян*

ENERGY-SAVING DRYING AND ITS IMPACT ON CORN KERNEL QUALITY

Kirpa N.Ya., Kulik V.A.
State Institution "Institute of Grain Crops" NAAS, Ukraine

Purpose and objective. The study purpose was to characterize the existing approaches to energy saving in chamber dryers, to evaluate the effect of a new method, which includes drying with use of alternative energy resources (plant fuel) on the technological, sowing and yielding properties of kernels of corn hybrids and their parents.

Materials and Methods. Energy-saving drying by the new method was carried out under the factory conditions of the State Enterptise Experimental Production Farm "Dnipro" and OOO "Ahrosfera" (Dnipropetrovsk region).

Seeds dried inside at 20–25°C and in a laboratory dryer at 38°C and forced air ventilation were taken as control. The following quality indicators were examined using the standard method and cold germination: the water content in grain and stems, 1000-kernel weight, thermal fissureness, germination energy and germinability. The water content in grain was determined by drying samples weighing 5 g in a SESH-3M drying oven at 130°C for 40 minutes. For corn grain with a water content of over 18%, two-stage drying was used with preliminary drying of the sample. Thermal and mechanical fissureness was determined by the method developed in the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of NAAS of Ukraine.

Results and Discussion. In the process of post-harvest treatment of corn kernels, thermal drying of wet cobs is the most energy-consuming technological operation, on which the seed quality depends. A list of existing methods for energy-saving in the drying process in corn chamber SKP dryers is given; their effects on the corn kernel quality were assessed. The methods include two-stage drying of cobs with grain drying, returning of the spent coolant to the drying zone (recirculation), and use of maximum permissible temperatures of cob heating. Coolant reversal and recirculation are of the greatest practical importance, since they reduce fuel consumption by 20–26%, fully preserving the kernel quality, and do not require significant technical and technological re-equipment of chamber corn driers. The fundamentally new trends in energy-saving with the use of plant fuel and heat generators for combustion have been defined.

Conclusions. The effect of the new drying method on the technological, sowing and yielding properties of seeds of kernels of corn hybrids and their parents was studied. The new drying method had no negative effect on sowing and yielding properties. The laboratory germinability of the tested hybrids was 95–98%, which corresponds to the established standards.

***Key words**: chamber dryer, energy-saving, heat generator, thermal drying, kernel quality*