

УДК 633.15:631.53.01:631.56

# Новое оборудование для послеуборочной обработки, сушки и очистки семенной кукурузы

**Кирпа Н.Я.**, доктор сельскохозяйственных наук Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН Украины  
**Мищенко М.И.**, директор, ПАО «Хорольский механический завод»

*Разработано и испытано инновационное энергосберегающее оборудование для послеуборочной обработки и подготовки семян кукурузы в хозяйствах. Оборудование включает линию сушки с камерной сушилкой и линию очистки – сортирования – обогащения посевного материала, позволяющие получать высококачественный посевной материал гибридов кукурузы и их родительских компонентов, не прибегая к услугам кукурузообработывающих заводов. Посевной материал, подготовленный на линиях, отличается высокой всхожестью, энергией прорастания и силой роста, минимальной степенью травмирования, соблюдением сортовой чистоты.*

**Ключевые слова:** кукуруза, семена, сушка, очистка, качество, энергосбережение.

**П**остановка проблемы. Послеуборочная обработка семян кукурузы выполняется на специальных кукурузообработывающих заводах, которые укомплектованы машинами и оборудованием для проведения различных технологических операций. К основным операциям завода следует отнести сушку и обмолот початков, сепарирование в режимах очистки, сортирования и калибрования семенного материала, его химическую обработку, весовую и упаковку. Попутно в процессе обработки проводится хранение как семенного материала, так и готовой продукции, в том числе с применением регулируемых условий по температурному режиму. На отдельных заводах ведется еще предварительная обработка – подготовка початков к сушке, их доочистка и сортировка.

Большинство кукурузообработывающих заводов, включая построенные на импортном оборудовании, имеют типовую технико-технологическую схему и рассчитаны на обработку крупных партий семян гибридов первых поколений. Проектная мощность заводов составляет от 0,5 до 5 тыс. тонн и выше готовой продукции. При таких объемах заводы работают в централизованном режиме, путем приема сырья (початков кукурузы) от различных семеноводческих хозяйств. В самих же хозяйствах послеуборочная обработка практически не ведется из-за отсутствия специальной материально-технической базы. В связи с этим существует проблема обработки относительно небольших партий семян гибридов кукурузы и их родительских компонентов, которых можно было бы обрабатывать непосредственно по месту выращивания в семеноводческих хозяйствах.

## Пути решения и анализ публикаций по проблеме.

Анализ показывает, что выход и качество семян кукурузы в ходе их послеуборочной обработки в значительной степени зависят от технологии и оборудования процессов сушки и сепарирования семенного материала [1]. Сушка кукурузы как позднеспелой культуры практи-

чески всегда является обязательной и при правильном проведении обеспечивает высокую всхожесть семян [2]. Сепарирование выполняется с целью очистки, сортирования, калибрования и выделения посевного материала с высокой энергией прорастания и силой роста, в том числе в полевых условиях [3]. С помощью сепарирования в особом режиме можно также обогащать посевной материал путем отбора фракций семян с наиболее высокой продуктивностью.

Опыт работы показывает, что для сушки и сепарирования семян высших репродукций и родительских форм гибридов кукурузы требуется специальное оборудование. Поскольку такие семена в системе семеноводства принадлежат к категории добавочных и базовых, для них необходимо применять дифференцированные режимы обработки с учетом биологических и технико-технологических особенностей [4]. Например, семена самоопыленных линий кукурузы имеют относительно низкую термостойкость, поэтому при сушке необходимо применять температурный режим с учетом нагрева семян в оптимальном диапазоне. При сепарировании основным требованием является соблюдение полной сортовой чистоты, легкая зачистка оборудования, гибкая схема обработки с учетом крупности, выполненности и выравненности семян.

**Цель работы.** Выявить оборудование, в наибольшей степени отвечающее поставленным требованиям, установить его технико-технологические параметры работы при обработке семенного материала кукурузы.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ различного оборудования показывает, что среди сушильной техники наибольшее распространение получили сушилки конструкции Института (в прошлом ВНИИ кукурузы, Институт зернового хозяйства, Институт сельского хозяйства степной зоны). Для сепарирования высокими эксплуатационными показателями отличается оборудование, изготовленное ПАО «Хорольский механический за-





Рис. 1. Линия механизированная для обработки-сушки початков кукурузы

вод». На основе этого оборудования спроектирован комплекс механизированный для приема, сушки, сепарирования и затаривания посевного материала гибридов кукурузы и их родительских компонентов.

Основной частью комплекса является сушилка камерного типа оригинальной конструкции, позволяющая в наибольшей степени использовать тепловую мощность относительно заданной производительности. Сушилка имеет две камеры общей проектной емкостью 80 тонн початков, при необходимости число камер может быть увеличено. Конструкцией сушилки предусмотрен режим реверсирования теплоносителя, который включает изменение направления продувки слоя початков с целью их равномерного подсыхания. Загрузка и разгрузка сушилки осуществляется системой конвейеров от приема початков до их подачи на молотилку.

Исключительно важное значение имеет при сушке температурно-вентиляционный режим теплоносителя. В сушилке обеспечивается температура теплоносителя на входе в насыпь початков в диапазоне 35-46°C в зависимости от влажности зерна, а также удельная подача не менее 800 м<sup>3</sup>/час на 1 тонну початков. При таких параметрах достигается оптимальная сушка различных родительских компонентов гибридов, исключается их тепловое травмирование.

В процессе испытаний выявлены технико-технологические показатели работы сушилки, которые установлены как проектные (табл. 1). Сезонная мощность рассчитана по готовой продукции и составляет 112-140 тонн семян в зависимости от числа оборотов сушильных камер. Выход готовой продукции составляет 30-40% от поставленных на обработку влажных початков. Выход зависит от влажности зерна и его содержания в початках, степени их сортовой чистоты (типичности), отходов на стадиях очистки и сортирования семенного материала. Наиболее низкий выход формируется при обработке самоопыленных линий из-за их биологических особенностей вегетации и созревания.

Расчетный период работы сушилки составляет 45 суток; из них 30-35 приходится на активную стадию (прием, доработка, сушка и обмолот початков), 10-15 – на профи-

лактические и технологические остановки (загрузка и выгрузка, зачистка оборудования и сушильных камер, оперативный ремонт). Фактически период может значительно изменяться в зависимости от уборочной влажности и степени очистки початков. Обязательным условием является бесперебойность процесса сушки, начатая сушка в камерах должна протекать до влажности зерна 12-14%.

■ Таблица 1. Проектные показатели сушилки конструкции Института зерновых культур

Показатель	Единица измерения	Параметры показателя
Тип сушилки	-	камерная
Число камер	-	2 (4)
Мощность сезонная (семена)	тонн	112-140
Выход готовой продукции от початков	%	30-40
Емкость сушилки, средняя	тонн	80
Число оборотов сушильных камер	-	4-5
Мощность, в том числе:	тыс. Мдж/час	4-6
- тепловая	тыс. м <sup>3</sup> /час	60-70
- вентиляционная		
Расход топлива (условное)	кг/т-%	2,5-2,8
Всхожесть семян после сушки:		
- стандарт-метод	%	96-98
- холодный тест	%	80-92

Важнейшим показателем сушки является величина расхода топлива и электроэнергии. С целью энергосбережения сушилка комплектуется теплогенератором, работающим на растительных материалах, в основном на стержнях кукурузы. Такой теплогенератор испытан в 2015 году при сушке различных гибридов кукурузы и их родительских компонентов, выращенных и убранных в Институте. В результате полностью прекращено потребление газообразного топлива, сэкономлено на сушке около 200 тыс. грн. Поскольку теплогенератор имеет прямую систему сгорания и образования теплоносителя, его коэффициент теплового действия составил более 90%.

Следующей основной частью комплекса является линия очистки-сортирования семенного материала, составленная из оборудования ПАО «Хорольский механический завод». Линия спроектирована с учетом особенностей сепарирования наиболее ценных категорий семян – доба-





Рис. 2. Сушилка камерная для сушки семенных початков кукурузы



Рис. 3. Линия механизированная для очистки-сортирования семенного материала

зовых и базовых в системе семеноводства. Из таких категорий получают элиту, семена высших репродукций и гибридные основных зерновых и масличных культур.

В состав линии входят зерносепараторы ситового, аэродинамического и гравитационного действия, которые обрабатывают семенной материал по наиболее важным признакам разделения (табл. 2). Сепарирование начинается с просеивания на ситах, далее происходит провеивание схода сит в аспирационном канале и заканчивается, по необходимости, пневмообработкой в гравитационном поле. Необходимость пневмообработки возникает тогда, когда в семенном материале содержатся примеси или неполноценное зерно, имеющие одинаковый линейный размер по сравнению с основными семенами, но отличающиеся удельной массой.

■ Таблица 2. Техничко-технологическая характеристика линии по очистке-сортированию и упаковке посевного материала

Операция	Оборудование	Производительность, т/ч
Просеивание на ситах	БСХМ-16	6-8
Провеивание в аспираторе	БСХ-100.20.000	6-8
Гравитационная обработка	ПСС	3-4
Дозирование и упаковка	Норма-С	10

Преимуществом линии является мягкая обработка семян, исключая их механическое травмирование. Перемещение семенного материала в линии осуществляется с помощью тихоходных норий с пластиковыми ковшами и полимерных эластичных зернопроводов.

Линия может устанавливаться и работать в полностью закрытом помещении, поскольку предусмотрено пылеулавливание. Для этого аспиратор оснащен закрытым контуром очистки, а вентилятор пневмостолы обеспечивает отсос пыли из помещения.

Дозирование посевного материала осуществляется дозатором полуавтоматическим порциями в диапазоне 5-50 кг. Упаковка семян происходит в полипропиленовые мешки, их зашивка проводится с помощью обычной зашивочной машинки.

Оборудование и машины, установленные в линии, имеют высокий уровень энергоэкономичности – установленная мощность составляет 23,4 кВт. Обслуживают линию 1 оператор и дополнительно 4 рабочих – в случае упаковки готовой продукции и укладки мешков на поддоны. За двухлетний период эксплуатации (2014-2015 гг.) не выявлено поломок оборудования, обслуживание включало регулировочные работы и замену сит в зависимости от конкретной культуры. Практика показала, что на линии можно обрабатывать семенной материал основных зерновых, зернобобовых и масличных культур, а также гибридов кукурузы и их родительских компонентов.

Особенностью всего комплекса является его модульное построение. Проектом предусмотрены три схемы строительства и комплектации – базовая, сокращенная и полная (табл. 3).

■ Таблица 3. Проектные схемы комплекса для послепроцессорной обработки семян кукурузы

Объект обработки	Технологическая операция	Схема		
		базовая	сокращенная	полная
Початки	Доработка (доработка, бракование)	+	-	+
	Сушка	+	+	+
	Обмолот	+	+	+
Семенной материал	Очистка	+	-	+
	Сортирование	-	-	+
	Калибрование	-	-	+
Посевной материал	Дозирование, упаковка	-	-	+
	Протравливание	-	-	+

Базовая – включает операции приема, доработки, сушки и обмолота початков, первичную очистку семенного материала. При такой схеме кукуруза обрабатывается в потоке с уборкой, исключается хранение влажных початков на площадках. Остальные операции проводятся на имеющемся в хозяйстве оборудовании.

Сокращенная – схема минимально допустимая, которая включает операции сушки и обмолота початков,



позволяет получить сухое зерно. Доработка початков выполняется вручную, при хранении кукурузы на площадках.

Полная – включает все операции, необходимые для получения посевного материала. Для проведения такой обработки необходимо иметь сушилку с теплогенератором, линию приема и доработки початков, кукурузомолотилку и линию очистки-сортирования с дозатором и механизмом зашивки мешков с готовой продукцией.

Комплекс (механизированные линии, теплогенератор, сушилка) для послеуборочной обработки семенной кукурузы испытаны и применяются в опытном хозяйстве «ДП Днипро» и в производственной деятельности института. После обработки получены семена гибридов кукурузы и их родительских компонентов с высокой лабораторной и полевой всхожестью, прибавка урожая составляет 16-18% по сравнению с семенами, подготовленными в условиях типового кукурузо-

зобработывающего завода. Комплекс позволяет получить в хозяйстве значительный экономический эффект, поскольку не требуется оплата услуг специализированным предприятиям, уборку и обработку можно проводить в едином графике в зависимости от спелости кукурузы, снижая при этом потери и повышая качество продукции.

Линия очистки-сортирования, входящая в состав комплекса, является универсальной и показывает высокие технико-экономические результаты при обработке базового, базового и сертифицированного посевного материала зерновых, зернобобовых и масличных культур. Линия также может работать отдельно при поступлении семенного материала, не требующего сушки. Изготовителем оборудования при строительстве линии могут оказываться услуги по проектированию и привязке машин, их монтажу и выводу на расчетный режим.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Насінництво кукурудзи: науково-методичні рекомендації. За ред. Б.В. Дзюбецького. – Дніпропетровськ: Роял Принт, 2012. – 184 с.*
2. *Кирпа М.Я., Станкевич Г.М., Стюрко М.О. Кукурудза: Збирання, сушіння, якість: Монографія – Одеса : КПОМД, 2015. – 150 с.*
3. *Кирпа Н.Я. Принципы и способы сепарирования зерновых масс / Н.Я. Кирпа // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2011. - №4 (142). – С. 33-36*
4. *Кирпа Н.Я. Новая механизированная линия и технология подготовки высококачественного посевного материала / Н.Я. Кирпа, Л.Н. Бондарь, М.И. Мищенко // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2014. - №9 (186). – С. 34-36*