

УДК 631.53.02:633.15

Оригинальное устройство для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал кукурузы

Д-р техн. наук В. Г. КУШНИР, д-р пед. наук Н. П. КИМ (Костанайский госуниверситет, valkush@mail.ru), д-р техн. наук И. Н. ШИЛО, канд-ты техн. наук Н. Н. РОМАНЮК, Б. М. АСТРАХАН, В. А. АГЕЙЧИК (Белорусский ГАТУ), инж. Т. Н. ШМАТ (Мозырский ГПУ)

Аннотация. Несоблюдение технологии протравливания семян приводит к значительным потерям урожая и снижению качества зерна. Предлагаемое дозирующее устройство позволяет обрабатывать семена кукурузы инкрустирующими растворами. Обеспечивает равномерное распределение обрабатываемого семенного материала по периферии распределителя и однородность кольцевого потока семян, сходящих с распределителя.

Ключевые слова: устройство, семена, кукуруза, консервация, инкрустация, протравливатель, раствор, семенной материал.

Кукуруза — одна из основных культур современного мирового земледелия. Это культура разностороннего использования и высокой урожайности. На продовольствие в странах мира используется около 20 % зерна кукурузы, на технические цели — 15–20 %, на корм — примерно две трети.

В зерне кукурузы содержатся углеводы (65–70 %), белок (9–12 %), жир (4–8 %), минеральные соли и витамины. Из него получают муку, крупу, хлопья, консервы (сахарная кукуруза), крахмал, этиловый спирт, декстрин, пиво, глюкозу, сахар, патоку, сиропы, мед, масло, витамин Е, аскорбиновую и глутаминовую кислоты. Пesticидные столбики применяют в медицине. Из стеблей, листьев и початков вырабатывают бумагу, линолеум, вискозу, активированный уголь, искусственную пробку, пластмассу, анестезирующие средства и др.

Зерно кукурузы — прекрасный корм. В 1 кг зерна содержится 1,34 кормовой единицы и 78 г перевариваемого протеина. Это ценный компонент комбикормов.

В технологии возделывания для получения высоких урожаев зерна кукурузы сочетаются селекционные, семеноводческие, агротехнические, биологические, химические, технические, экономические и энергетические мероприятия, каждое из которых должно строиться с учетом передовых мировых достижений, адаптированных к местным условиям.

Один из основных приемов в борьбе с болезнями и вредителями кукурузы — протравливание семян. Необходимость в этом возникает потому, что под влиянием неблагоприятных факторов в процессе формирования, уборки, послеуборочной обработки и хранения могут снижаться показатели качества семян кукурузы — лабораторная всхожесть, энергия прорастания, сила начального роста, полевая всхожесть, что, как известно, приводит к снижению урожайных свойств. Мероприятия по протравливанию семян обеспечивают повышение урожайности всех основных с.-х. культур, в т. ч. зерновых — на 15–20 %, сахарной свеклы — на 5–10 %, кукурузы — на 7–12 % [1].

Несмотря на значительные финансовые вложения в указанные мероприятия, ситуация с зараженностью семян остается сложной. Причины заключаются в нару-

шениях технологии протравливания семян, а также в отсутствии эффективного оборудования для его осуществления.

Многие хозяйства не имеют протравочных машин или используют машины, срок эксплуатации которых составляет более 10 лет. Сложившееся положение недопустимо и должно быть исправлено путем восстановления или обновления парка протравливателей. В импортном оборудовании со временем также необходимо менять различные узлы, однако закупка запасных частей обходится очень дорого.

Например, на Мозырском кукурузокалибровочном заводе (Республика Беларусь) с 2004 г. установлен протравливатель Нанка Р214, требующий замены узлов и повышения производительности. Протравливатель с непрерывно действующей системой работы Нанка Р214 предназначен для мокрого протравливания семян кукурузы. Он имеет производительность 5–6 т/ч и предназначен для предприятий, занимающихся подготовкой посевного материала. Для протравливания семян можно использовать водные растворы, а также эмульсии и суспензии или жидкие протравливатели на водных и органических растворителях.

Недостаток этого устройства — конструкционная особенность установки, связанная со смещением загрузочного бункера относительно пассивного распределительного устройства, что приводит к неравномерному распределению обрабатываемого семенного материала по периферии пассивного распределителя и неоднородности кольцевого потока семян, сходящих с распределителя.

В Белорусском ГАТУ разработано оригинальное устройство (рис. 1) для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал (пат. 5572 U РБ; 15076 С2 РБ). Оно содержит бункер 1 с семенами 2, пассивный распределитель семян 3, электродвигатель 4, выход вала 5 электродвигателя для привода активного распределителя семян 8, выход вала 6 электродвигателя для привода диска распыления инкрустирующего раствора 7, расположенного в нижней части распределителя 3, трубопровод 9 для подвода инкрустирующего раствора. В верхней части распределителя 3 расположен активный распре-

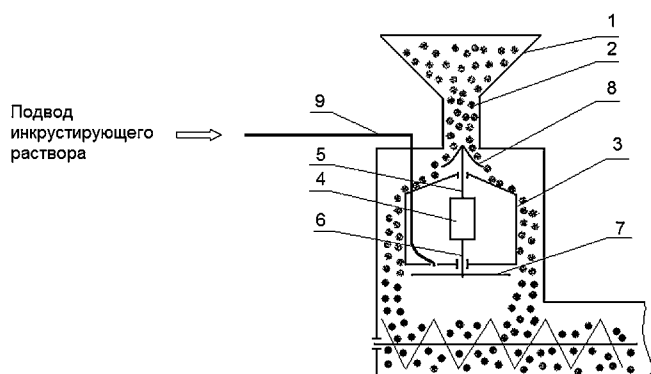


Рис. 1. Устройство для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал

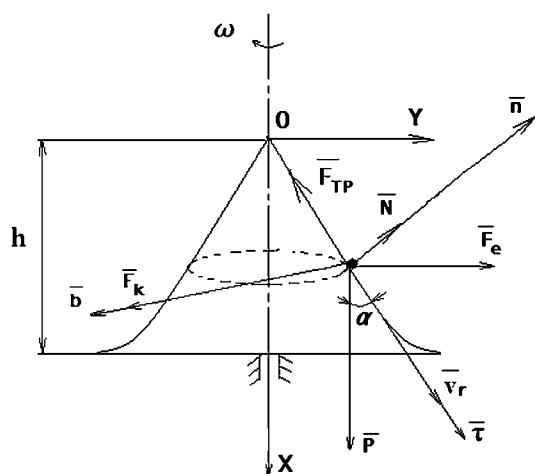


Рис. 2. К анализу движения семян по поверхности распределителя

делитель семян 8, выполненный в форме псевдосферы с криволинейной образующей, обращенной вершиной навстречу потоку семян [2].

Устройство работает следующим образом. Семена из бункера попадают на поверхность активного распределителя, а при сходе с него — на поверхность пассивного распределителя, образуя однородный кольцевой поток. Привод активного распределителя осуществляется валом 5, а диска распыления инкрустирующего раствора — валом 6 электродвигателя. Инкрустирующий раствор попадает на диск по трубопроводу.

Для математического моделирования рабочего процесса активного распределителя в виде псевдосферы опишем движение семян по его поверхности. Введем следующую систему (рис. 2): начало координат — в вершине распределителя, ось X совмещена с осью вращения распределителя и направлена вертикально вниз, ось Y направлена перпендикулярно к оси X, так, что поворот от оси X к оси Y происходит против часовой стрелки.

Меридиан псевдосферы представляет собой трактрису, уравнение которой в выбранной системе координат имеет вид [2]:

$$y = a \ln \frac{a + \sqrt{x(2a-x)}}{a-x} - \sqrt{x(2a-x)}; \quad 0 \leq x < a. \quad (1)$$

Параметр a в формуле (1) определяется из условия:

$$D = 2a \ln \frac{a + \sqrt{h(2a-h)}}{a-h} - 2\sqrt{h(2a-h)}, \quad (2)$$

где h и D — допустимые высота и диаметр основания распределителя.

Длина дуги меридиана s , отсчитываемая от вершины, и радиус кривизны ρ определяются по формулам:

$$s = a \ln \frac{a}{a-x}; \quad \rho = a \operatorname{ctg} \frac{y}{a-x}. \quad (3)$$

На частицу, имеющую массу m , в ее относительно движении со скоростью \bar{v}_r на вращающейся с угловой скоростью $\bar{\omega}$ шероховатой (коэффициент трения с семенами f) вогнутой поверхности действуют силы (см. рис. 2): вес $\bar{P} = m\bar{g}$; нормальная реакция поверхности \bar{N} ; сила трения $\bar{F}_{\text{тр}}$ ($F_{\text{тр}} = fN$); центробежная сила инерции \bar{F}_e ($F_e = \frac{P}{g}\omega^2 y$); сила инерции Кориолиса \bar{F}_K ($F_K = 2\frac{P}{g}\omega v_r \sin \alpha$); дополнительная сила трения $\bar{F}_{\text{тр}K}$, вызванная воздействием силы инерции Кориолиса.

Как показали визуальные наблюдения, траектория движения частицы по поверхности распределителя практически совпадает с меридианом. Тогда в проекциях на оси естественного трехгранника $\bar{\tau}$, \bar{n} , \bar{b} уравнения относительного движения можно записать в виде:

$$\begin{cases} \frac{P}{g} \frac{dv_r}{dt} = P \cos \alpha + \frac{P}{g} \omega^2 y \sin \alpha - fN; \\ \frac{P v_r^2}{g \rho} = N + \frac{P}{g} \omega^2 y \cos \alpha - P \sin \alpha; \\ 0 = 2\frac{P}{g} \omega v_r \sin \alpha - F_{\text{тр}K}. \end{cases} \quad (4)$$

В системе уравнений (4) $\cos \alpha = \frac{dx}{ds} = e^{-\frac{s}{a}}$; $\sin \alpha =$

$= \frac{dy}{ds} = \sqrt{1 - e^{-\frac{2s}{a}}}$; величина ρ определяется из соотношений (3).

Исключив величину N из системы (4), получим дифференциальное уравнение относительно величины v_r :

$$\frac{dv_r}{ds} v_r + f \frac{v_r^2}{\rho} = (g - f\omega^2 y) e^{-\frac{s}{a}} + (\omega^2 y + fg) \sqrt{1 - e^{-\frac{2s}{a}}}. \quad (5)$$

Анализ системы уравнений (1), (3), (5), проведенный с помощью пакета прикладных программ Matlab, показал, что выполнение активного распределителя в виде псевдосферы увеличивает равномерность распределения семян. Значение величины h может быть принято в интервале 0,05—0,08 м, значение величины ω — в интервале 100—150 с⁻¹.

Испытания устройства для нанесения инкрустирующего раствора на семена кукурузы проводились на базе Мозырского кукурузокалибровочного завода.

Цель испытаний: экспериментальная проверка целесообразности выполнения активного распределе-

ля семян в виде псевдосферы и результатов математического моделирования, а также уточнение величин частоты вращения n , мин^{-1} , активного распределителя ($n = 30\omega/\pi$) и диаметра D , м, основания распределителя (формула (2)).

С этой целью планировалось получение регрессионных зависимостей для показателя равномерности в случаях прямого конуса и псевдосферы.

Для оценки равномерности распределения семян по периферии пассивного распределителя поверхность последнего была разделена на 8 ячеек. Повторность проведения опытов определялась по правилам математической статистики и принималась равной 5. За показатель равномерности η была принята дисперсия массы семян s_k^2 по ячейкам — уменьшение дисперсии означало увеличение равномерности распределения семян:

$$s_k^2 = \frac{\sum_{i=1}^8 (m_{i,k} - \bar{m})^2}{8-1}; \quad k = 1 \dots 5, \quad (6)$$

где m_i — масса семян в i -ой ячейке в k -ом опыте, г; \bar{m} — средняя масса семян по ячейкам в k -ом опыте, г.

Построение указанных регрессионных зависимостей проводилось в области, выбранной на основании предварительных теоретических исследований и конструктивных соображений: $n = 500 \dots 1500 \text{ мин}^{-1}$; $D = 0,08 \dots 0,09$ м. Введены кодированные переменные

$$x_1 = \frac{n-1000}{500}; \quad x_2 = \frac{D-0,085}{0,005}. \quad (7)$$

Условия проведения опытов

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
x_1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	0	0
x_2	+1	+1	-1	-1	0	0	+1	-1

вследствие чего область исследований приняла вид:

$$x_1, x_2 \in [-1; 1]. \quad (8)$$

Условия проведения опытов представлены в таблице.

В результате получены регрессионные зависимости для случаев прямого конуса η_C и псевдосферы η_P :

$$\begin{aligned} \eta_C &= 17,49 + 1,2x_1 - 1,49x_1^2 + 0,77x_2 + 0,14x_2^2 + 0,17x_1x_2; \\ \eta_P &= 4,98 + 0,49x_1 + 0,4x_1^2 - 0,65x_2 - 0,37x_2^2 - 0,08x_1x_2. \end{aligned} \quad (9)$$

Анализ полученных зависимостей показал, что замена распределителя в виде прямого конуса распределителем в виде псевдосферы существенно повышает равномерность распределения обрабатываемого семенного материала по периферии распределителя и однородность кольцевого потока семян, сходящих с него. Как уже было указано, выполнение производственной конструкции требует смещения загрузочного бункера относительно распределительного устройства. Результаты экспериментальных исследований выявили, что в случае прямого конуса это смещение не может превосходить 0,01 м, а в случае псевдосферы можно выполнить смещение не менее чем на 0,02 м.

Вывод

Разработано оригинальное устройство для нанесения инкрустирующего раствора на семенной материал. Его внедрение в производство позволит значительно повысить равномерность распределения семян по поверхности активного распределителя, создать однородность кольцевого потока семян и тем самым снизить потери протравливающих растворов, что в итоге уменьшит себестоимость семян кукурузы.

Список литературы

1. Материалы РНИУП "Институт земледелия и селекции НАН Беларуси" / М. А. Кадыров и др. — Минск: РНИУП, 2002.
2. Митков А. Л., Кардашевский С. В. Статистические методы в сельхозмашиностроении. — М.: Машиностроение, 1978.

УДК 631.358:635.34

Устройство к капустоуборочному комбайну для укладки кочанов в кузов транспортного средства

Канд. техн. наук А. О. ГРИГОРЬЕВ, инж. А. С. АЛАТЫРЕВ (Чувашская ГСХА, if7@academy21.ru)

Аннотация. Разработано устройство, содержащее жесткий поддон, упругий прорезиненный лоток и гибкий фартук, для отгрузки кочанов капусты с элеватора комбайна в кузов транспортного средства без повреждений с отделением свободных листьев.

Ключевые слова: кочаны капусты, укладка в кузов, транспортное средство.

При уборке капусты важно не повредить кочаны, однако представленная на рынке капустоуборочная техника зачастую сильно травмирует их [1], особенно при отгрузке в кузов транспортного средства.

В целях выявления причин повреждений и принятия практических решений по их устранению рассмотрим процесс отгрузки более подробно.

При отгрузке кочанов высота падения (рис. 1) с учетом высоты кузова транспортного средства равна:

$$H = h_k + \Delta_{\min} + h + D_{зв},$$

где h_k — высота бортов кузова; Δ_{\min} — минимальное расстояние между краем борта и скребками нижней ветви элеватора, необходимое для того, чтобы исключить их