

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАНЕСЕНИЯ СУХОГО ПОРОШКА НА ОСНОВЕ
БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ НА ПОВЕРХНОСТЬ СЕМЯН
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ДРАЖИРОВАНИИ**

Д. А. МИХЕЕВ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 19.03.2018)

Дражирование семян сахарной свеклы является неотъемлемой операцией при промышленном возделывании этой культуры. После дражирования семена приобретают шаровидную форму, при этом увеличивается их масса и объем.

Дражированные семена сахарной свеклы высеваются сеялками точного высева, что позволяет в точности соблюсти требуемую норму высева. Дражирование семян осуществляют на специализированном оборудовании, которое называется дражиратором. Для дражирования семян наиболее подходит конструкция дражиратора периодического действия, поскольку в этой конструкции дражиратора можно задавать любое время обработки, и как следствие, широкий выбор слоев оболочки и их толщины. В качестве наполнителя оболочки семени используются специализированные смеси называемые «бленда». В их состав входят компоненты, способствующие формированию равномерной оболочки, обладающей достаточной прочностью для механизированного высева. Оболочка семян должна хорошо растворяться во влажной почве и не препятствовать прорастанию семени. В статье предлагаются результаты исследования процесса дражирования семян сахарной свеклы сухим порошком на основе бентонитовой глины. Дражирование осуществлялось в инновационном, центробежном дражираторе семян с лопастным отражателем. Конструкция центробежного дражиратора с лопастным отражателем научно обоснована и практически реализована в УО БГСХА. Она позволяет получить семенное драже, соответствующее действующим стандартам. В качестве связующей жидкости при дражировании была использована вода.

Полученные в результате экспериментальных исследований данные позволяют определить необходимое количество бленды и жидкости для создания оболочки семени определенного размера. Также определены временные интервалы и число циклов обработки блендой и связующей жидкостью.

Ключевые слова: сахарная свекла, бентонитовая глина, семена, дражирование.

The sugar beet seed coating is an integral operation in the industrial cultivation of this crop. After coating the seeds acquire a spherical shape, while their mass and volume increase.

Coated sugar beet seeds are seeded by precision seeders, which allows you to precisely meet the required seeding rate. Seed coating is carried out on specialized equipment called a granulator. For seed coating, the design of granulator for batch operation is most suitable, since in this design of granulator, any processing time can be set, and as a consequence, a wide choice of coat layers and their thickness. As a filler of the seed coat, specialized mixtures called "blend" are used. They include components that contribute to the formation of a uniform coat, which has sufficient strength for mechanized sowing. The seed coat should dissolve well in moist soil and not interfere with seed germination. The article offers results of a study of sugar beet seed coating with dry powder based on bentonite clay. The coating was carried out in an innovative, centrifugal seed granulator with a paddle reflector. The design of a centrifugal granulator with a paddle reflector has been scientifically substantiated and practically realized in BSAA. It allows you to get seed pellets that meet current standards. Water was used as the binding liquid in the coating.

The data obtained as a result of experimental studies make it possible to determine the necessary amount of a blend and a liquid to create a seed coat of a certain size. Time intervals and the number of cycles of blend and binding fluid treatment have also been determined.

Key words: sugar beet, bentonite clay, seeds, coating.

Введение

При рациональном ведении сельского хозяйства очень важно соблюсти всю технологию возделывания сельскохозяйственных культур. Одной из важных частей технологии возделывания является посев. Соблюдение точной нормы высева при возделывании мелкосеменных культур или семян, имеющих неправильную форму, связано с большими трудностями. К таким культурам относится сахарная свекла. Семена этой культуры имеют неправильную форму, что затрудняет их высев. Для решения этой проблемы используют такой способ предпосевной обработки, как дражирование.

Дражирование – это способ предпосевной обработки семян путём создания на их поверхности защитно-питательной оболочки правильной (шаровидной) формы. При этом в несколько раз увеличивается объем и масса семени. Семена приобретают шаровидное очертание, а после калибровки они все становятся практически одного размера. Для семян сахарной свеклы они по ГОСТ должны соответствовать фракции с размерами 3,5...4,5 мм. При высева таких дражированных семян намного проще соблюсти требуемую норму высева. Кроме этого, в состав

оболочки входят защитные и питательные элементы, способствующие полноценному развитию растения, повышению полевой всхожести, и как следствие, увеличению урожая и его качества [1, 2, 3, 4, 13].

При разработке оборудования для создания питательных оболочек (дражироваторов) необходимо учитывать свойства наносимых на поверхность семян компонентов.

В настоящее время ведущие западные агрохимические компании изготавливают готовые смеси для дражирования, в большинстве случаев основу этих смесей составляет бентонитовая глина. В ее состав входит много минералов, которые положительно влияют на растение, также она хорошо взаимодействует с водой, образуя достаточно прочную оболочку на поверхности семян при дражировании. Учитывая вышесказанное, для определения оптимальных режимов работы центробежного дражироватора с лопастным отражателем, разработанного в УО БГСХА, при дражировании семян сахарной свеклы необходимо провести серию экспериментов по взаимодействию готовой смеси на основе бентонитовой глины (бленды) и воды с подготовленными к обработке семенами.

Применяемые на сегодняшний день для дражирования семян дражирователи используют метод постепенного наслаивания оболочки [5]. Для дражирования семян сахарной свеклы эффективным является применение быстроходного оборудования периодического действия с вертикально расположенным вращающимся дном, основанное на гравитационно-механическом способе смешивания. В УО БГСХА был разработан центробежный дражирователь семян с лопастным отражателем, позволяющий с высокой эффективностью осуществлять дражирование семян [1, 3].

В ходе теоретических исследований были установлены законы движения семян по коническому дну камеры смешивания, по цилиндрическому корпусу, а также по лопасти отражателя [9, 10, 11, 12, 14, 15, 16]. Эти закономерности позволили смоделировать процесс движения семян внутри камеры смешивания. Также были проведены теоретические исследования движения капель связующей жидкости с поверхности дискового распылителя, позволяющие подобрать оптимальные параметры распылителя [6, 8]. Моделирование процесса дражирования семян внутри камеры смешивания позволило определить определенные границы варьирования основных факторов. Для определения оптимальных значений основных факторов необходимо провести серию экспериментальных исследований, которые начинаются с определения значения факторов, зависящих от компонентов которые участвуют в формировании оболочки семени.

Целью данной работы являлось получение результатов по экспериментальным исследованиям взаимодействия сухого порошка (бленды) с водой на поверхности семян свеклы при дражировании их в центробежном дражирователе с лопастным отражателем.

Основная часть

Нами предлагается экспериментальный метод исследования дражирования семян сахарной свеклы. Для дражирования семян сахарной свеклы была использована бленда (сухой порошок) немецкой фирмы GTG. В качестве связующей жидкости была выбрана вода (рекомендации производителя бленды). При изучении свойств бленды определялись ее насыпная плотность и размер частиц, которые влияют на процесс формирования оболочки. Насыпную плотность определяли по стандартной методике [7].

Размер частиц порошка бленды определялся с помощью набора сит (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид сит для определения дисперсности бленды

Изучение свойств воды не проводилось, ее параметры выбирались на основании априорной информации. После определения свойств компонентов, наносимых на поверхность семян, проводились эксперименты по взаимодействию их с семенами при дражировании.

Перед началом экспериментальных исследований необходимо было определить нужное количество связующей жидкости (воды) на заданную порцию семян для создания на их поверхности тонкой пленки, обладающей адгезионной способностью удерживать частички бленды, но препятствующей слипанию семян.

Определенная порция семян, подаваемая в камеру смешивания для дражирования, выражалась

через коэффициент загрузки камеры смешивания:

$$v = \frac{V_{\text{сем}}}{V_{\text{дн}}},$$

(1)

где $V_{\text{сем}}$ – объем семян, подаваемых в камеру смешивания, м^3 ; $V_{\text{дн}}$ – объем вращающегося дна камеры смешивания дражиратора.

Необходимое количество связующей жидкости для заданной порции семян определялось через коэффициент предельного увлажнения (ξ), который можно определить как

$$\xi = \frac{V_{\text{жс}}}{V_{\text{сем}}},$$

(2)

где $V_{\text{жс}}$ – объем жидкости, при котором семена начинают слипаться, м^3 .

Эксперимент проводили следующим образом: отмеренная порция семян помещалась в камеру смешивания дражиратора. На различных режимах движения вращающегося дна на семена через распылитель наносилась вода до тех пор, пока семена не начинали слипаться между собой и прилипать к стенкам камеры смешивания. Данное значение количества воды фиксировалось. После того как было определено необходимое количество воды, определялось необходимое количество бленды. После подачи воды на семена подавалась бленда до тех пор, пока вся поверхность семян не покрывалась частичками порошка и он уже не прилипал к семенам, а двигался в общем потоке с семенами. Данный параметр фиксировался на предельном значении. После проведения одного цикла обработки (подачи жидкого и сухого компонентов) проводили еще несколько циклов до получения семенного драже необходимого размера. При этом также фиксировалось значение расходуемого количества воды и бленды на разных циклах обработки. После определения необходимого количества связующей жидкости на определенную порцию семян и оптимального соотношения бленды со связующей жидкостью стояла задача в определении числа циклов обработки семян и их продолжительности для получения семенного драже определенного размера.

Время обработки семян определяли по зависимости:

$$t_{\text{об}} = (t_{\text{ж}} + t_{\text{н}}) \cdot n_{\text{ц}},$$

где $t_{\text{ж}}$ – время ввода связующей жидкости, с; $t_{\text{н}}$ – время ввода сухих компонентов и их накатывания на поверхность семян, с; $n_{\text{ц}}$ – количество циклов обработки, шт.

Время ввода связующей жидкости зависит от расхода жидкости $Q_{\text{ж}}$, следовательно, зная необходимое количество жидкости для создания одного слоя оболочки, можно определить время ее ввода за один цикл:

$$t_{\text{ж}} = \frac{V_{\text{жс}}}{Q_{\text{ж}}}.$$

(4)

Для варьирования времени обработки в экспериментальных исследованиях определяли число циклов обработки (подачи жидких и сухих компонентов на поверхность семян).

Число циклов определяли из расчета общего количества бленды, необходимого для создания оболочки определенного размера, и количества бленды, вносимого за один цикл:

$$n_{\text{ц}} = \frac{V_{\text{б}}}{V_{\text{б}}},$$

(5)

где $V_{\text{б}}$ – объем бленды для создания оболочки семенного драже, м^3 ; $V_{\text{б}}$ – объем бленды на один слой оболочки, м^3 .

Объем бленды, необходимый для создания семенного драже определенного размера, определялся по зависимости:

$$V_{\text{б}} = V_{\text{сем}} \cdot (k_{\text{об}} - 1) \cdot k_{\text{б}},$$

(6)

где $k_{\text{об}}$ – коэффициент изменения объема дражированных семян; $k_{\text{б}}$ – коэффициент изменения объема бленды.

Коэффициент изменения объема дражированных семян ($k_{\text{об}}$) представляет собой отношение эквивалентного объема получаемого семенного драже к эквивалентному объему семени:

$$k_{об} = \frac{V_{дэ}}{V_{сэ}},$$

(7)

где $V_{дэ}$ – эквивалентный объем семенного драже, m^3 ; $V_{сэ}$ – эквивалентный объем семени, m^3 .

Коэффициент изменения объема бленды (k_6) представляет собой отношение объема сухой бленды к объему получаемой оболочки на семенах. Данный параметр определялся экспериментально из условий протеканий процесса дражирования.

После определения количества циклов обработки семян, изменяя общее время обработки, определяли время одного цикла:

$$t_{ц} = (t_{ж} + t_{н}) = \frac{t_{об}}{n_{ц}}.$$

(8)

Время подачи бленды и ее накатывание на поверхность семян определяли как

$$t_{н} = \frac{t_{об}}{n_{ц}} - t_{ж}.$$

(9)

Таким образом, при изменении времени обработки семян для определенной их порции при заданном коэффициенте изменения объема изменялось только время накатывания сухих компонентов на их поверхность.

В результате проведенных исследований наносимых компонентов были определены: объемная масса бленды – $610 \text{ кг}/m^3$, размер частиц порошка бленды – от 80 до $125 \cdot 10^{-6} \text{ м}$. В качестве связующей жидкости использовали воду с параметрами: кинематической вязкостью $\nu_{ж} = 1,004 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, плотностью $\rho_{ж} = 1000 \text{ кг}/m^3$ и коэффициентом поверхностного натяжения $\sigma_{ж} = 72,86 \cdot 10^{-3} \text{ Н}/m$.

В результате проведенных исследований по увлажнению семян были получены экспериментальные данные, позволяющие описать зависимость угловой скорости вращения дна от коэффициента предельного увлажнения семян водой. Полученные данные были аппроксимированы логарифмической кривой (рис. 2).

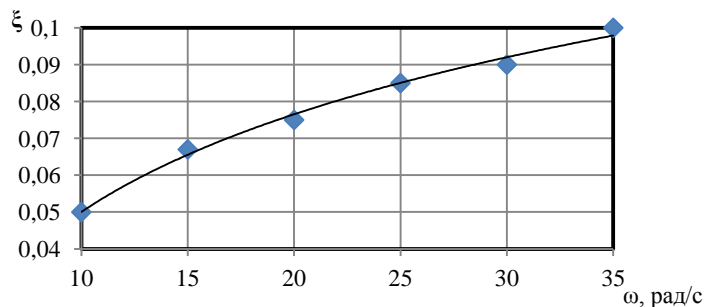


Рис. 2. Зависимость коэффициента предельного увлажнения ξ от угловой скорости вращения ω дна

Представленная зависимость позволяет определить условия прилипания семян друг к другу и к стенкам камеры смешивания. Повышение угловой скорости вращения дна с 10 до 35 рад/с влечет за собой увеличение значения коэффициента предельного увлажнения в 2 раза. Это обусловлено тем, что с увеличением угловой скорости возрастает действующая на семена центробежная сила, которая преодолевает силы адгезии воды. Было отмечено, что с увеличением угловой скорости вращения дна и количества наносимой на семена жидкости они начинают двигаться в более плотном потоке и плохо разделяются между собой. После определения значения коэффициента предельного увлажнения семян было определено соотношение сухой бленды с водой, при котором все частички сухого порошка бленды прилипали к увлажненной поверхности семян, образуя один слой оболочки. Оно составило 4:1. В результате исследований было также установлено значение коэффициента изменения объема бленды (k_6), которое составило 1,2. Для получения семенного драже требуемого размера необходимо совершить несколько циклов обработки семян водой и блендой.

После определения количества бленды, необходимого для получения семенного драже определенного размера, а также количества бленды, вносимого за один цикл, было определено необходимое количество циклов для конкретного коэффициента изменения объема семян (рис. 3).

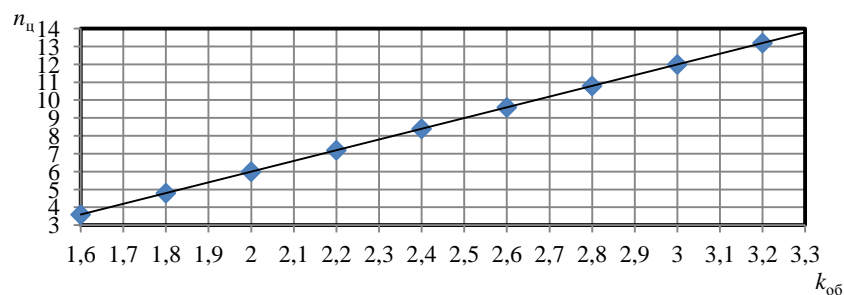


Рис. 3. Зависимость числа циклов $n_{ц}$ обработки от коэффициента изменения объема $k_{об}$ семян

Коэффициент изменения объема для дражированных семян диаметром 3,5...4,5 мм варьирует в пределах от 1,6 до 3,3. При эквивалентном диаметре семени 3,1 мм его эквивалентный объем составит 15,6 мм³, если сформировать из него семенное драже диаметром 4 мм, то его эквивалентный объем составит 33,51 мм³. При этом коэффициент изменения объема ($k_{об}$) будет равен 2,15. Тогда из полученной зависимости (рис. 3) можно установить число циклов обработки, равное 7.

Время ввода бленды за один цикл не оказывает существенного влияния на протекающий процесс.

Заключение

В результате экспериментальных исследований была получена зависимость коэффициента предельного увлажнения ξ от угловой скорости вращения ω дна позволяющая определить условия прилипания семян друг к другу при дражировании. Установлено значение коэффициента изменения объема бленды ($k_{б}$) 1,2. Определено соотношение сухой бленды с водой при формировании одного слоя оболочки 4:1. Получена зависимость числа циклов $n_{ц}$ обработки от коэффициента изменения объема $k_{об}$ семян, позволяющая определить число циклов обработки исходя из увеличения объема семени на конкретную величину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курзенков, С. В. Прогрессивные технологии и оборудование для дражирования семян / С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 21–22 октября 2015 г.): в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск, 2015. – Т. 2. – С. 123–129.
2. Михеев, Д. А. Дражирование, как перспективный метод предпосевной обработки семян / Д. А. Михеев // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 10–11 октября 2012 г.): в 3 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск, 2012. – Т. 2. – С. 261–264.
3. Михеев, Д. А. Дражирование семян сахарной свеклы центробежным дражиратором с лопастным отражателем: монография / Д. А. Михеев; под ред. Д. А. Михеева. – Горки, 2017. – 180 с.
4. Михеев, Д. А. Перспективы предпосевной обработки семян / Д. А. Михеев // Молодежь и инновации – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (г. Горки, 29–30 мая, 2013 г.): в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2013. – Ч. 2. – С. 16–18.
5. Михеев, Д. А. Способы дражирования семян / Д. А. Михеев // Молодежь и инновации – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (г. Горки, 29–30 мая, 2013 г.): в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2013. – Ч. 2. – С. 19–21.
6. Михеев, Д. А. Исследования нанесения жидких компонентов на поверхность семян с помощью дискового распылителя в камере смешивания дражиратора / Д. А. Михеев // Молодежь и инновации – 2015: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (г. Горки, 27–29 мая, 2015 г.): в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2015. – Ч. 2. – С. 243–245.
7. Пурка литровая с падающим грузом модели ПХ-1М. Паспорт [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: www.labvtn.ru/docs/Pasport%20purka.doc. – Дата доступа: 02.03.2016.
8. Червяков, А. В. Динамика движения капли связующей жидкости при ее отрыве с дискового распылителя в камере смешивания дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2013. – № 1. – С. 120–124.
9. Червяков, А. В. Динамика движения семенного материала по неподвижной цилиндрической части камеры дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2012. – № 4. – С. 123–128.
10. Червяков, А. В. Обоснование границ варьирования конусности и угловой скорости вращения днища камеры дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2014. – № 2. – С. 207–210.
11. Червяков, А. В. Обоснование границ варьирования параметров лопастного отражателя камеры смешивания центробежного дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2016. – № 3. – С. 128–131.
12. Червяков, А. В. Обоснование интервалов варьирования факторов при дражировании семян сахарной свеклы в центробежном дражираторе с использованием лопастного отражателя / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев //

Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 4. – С. 136–141.

13. Червяков, А. В. Повышение посевных качеств семенного материала методом дражирования / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 19–20 октября 2010 г.): в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск, 2010. – Т. 1. – С. 70–74.

14. Червяков, А. В. Теоретические исследования движения семян по поверхности камеры смешивания центробежного дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2011. – № 1. – С. 146–153.

15. Червяков, А. В. Изучение динамики движения семенного материала по вращающейся конической части камеры дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2012. – № 2. – С. 131–137.

16. Червяков, А. В. Исследование движения семенного материала по лопасти отражателя центробежного дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2016. – № 3. – С. 132–134.