

## **Секция 4**

# **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ**

---

УДК 664.1: 633.63

### **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ЖИДКИМИ КОНСЕРВАНТАМИ**

*Кузьмицкий А.В., Ладутько С.Н., Бычек П.Н. (БГАТУ)*

*Хранение корнеплодов в кагатах более или менее длительный период связано с большими ее потерями от кагатной гнили. Предлагаемое оборудование позволяет провести обработку корнеплодов сахарной свеклы жидкими препаратами непосредственно на свеклоуборочном комбайне. Для обеспечения минимальных потерь рабочей жидкости была разработана, изготовлена и испытана протравочная камера, монтируемая на свеклоуборочный комбайн SF10-2 Kleine.*

*Также проведены исследования распылителей с круглым факелом распыла Albiz ATR 80.*

#### **Введение**

В последние годы в РБ значительно возросло производство сахара, что стало возможным благодаря повышению урожайности и расширению площадей под сахарную свеклу [1]. Однако производственные мощности сахарных заводов не позволяют в сжатые сроки переработать поступающие из хозяйств корнеплоды. Значительную их долю приходится складывать на хранение в кагаты в хозяйствах и на сахарных заводах.

При таком хранении корнеплоды, как правило, подвергаются воздействию кагатной гнили. А это приводит к неоправданным потерям сахароносной массы.

Поэтому вопрос обработки корнеплодов сахарной свеклы защитными препаратами перед закладкой их на хранение является актуальным.

Задача усложняется тем, что расход рабочей жидкости не должен быть слишком большим, так как из-за этого в кагате во время хранения корнеплодов может возникнуть высокая влажность, что отрицательно скажется на сроках хранения. Поэтому расход препарата должен быть на уровне 3 л/т и менее.

#### **Основная часть**

Известен ультрамалообъемный протравливатель для обработки семенных клубней картофеля перед закладкой их в хранилища или при посадке [2, с. 215]. Камеру протравливания, снабженную дисковыми распылителями, устанавливают на транспортере-загрузчике или на сортировальном пункте. Рабочая жидкость, приготовленная в блоке подачи и дозирования, поступает к распылителям, дробится на капли размером 40...80 мкм и наносится на клубни, движущиеся с лентой транспортера через камеру протравливания.

Однако данный протравливатель предназначен только для обработки клубней картофеля и непригоден для корнеплодов сахарной свеклы в связи с существенными отличиями их физико-механических свойств. Кроме того, клубни, движущиеся с лентой транспортера через камеру протравливания, не могут быть равномерно обработаны аэрозолем рабочего раствора со всех сторон.

Известна также установка для жидкостной обработки корнеклубнеплодов [3], содержащая резервуар, в котором расположена наклонная решетка, под которой установлены дисковые распылители жидкости на горизонтальной поперечной оси вращения в резервуаре, а между решеткой и дисковыми распылителями на четверть окружности со стороны вращения установлен рассекатель.

Предполагается, что дисковые распылители захватывают раствор и под действием центробежных сил выбрасывают крупнокапельный аэрозоль раствора в сторону решетки на рассекатель, на котором происходит разбивание капель аэрозоля в пылевидную мелкокапельную фракцию, которая проходит сквозь наклонную решетку, по которой скатываются корнеклубнеплоды и покрываются пленкой аэрозоля.

Однако, в связи с тем, что корнеклубнеплоды всегда имеют некоторое количество прилипшей к ним почвы, то раствор, находящийся в нижней части резервуара, будет сравнительно быстро загрязняться за счет смывания почвы и стекания крупных капель вниз.

Кроме того, крупные капли не могут дробиться на более мелкие за счет их удара о неподвижную поверхность рассекателя, который будет обильно смачиваться жидкостью, которая затем будет стекать вниз. Кроме того, гарантированное скатывание корнеклубнеплодов с решетки вниз без ее встряхивания может быть обеспечено при угле ее наклона не менее  $35^\circ$ , а не  $15^\circ$ , как показано на чертеже патента.

Кроме того, подобное устройство должно иметь приспособление для очистки решетки от налипающих на нее увлажненных частиц почвы. Данная установка не может быть смонтирована на мобильной машине.

Некоторые из отмеченных выше недостатков устранены в малообъемном протравливателе картофеля [3], который содержит смеситель рабочей жидкости с насосом и дозатором, камеру протравливания с роликовым транспортером-рольгангом и дисковым распылителем с вентиляторными лопатками, размещенными на периферии диска.

Передняя и задняя поверхности камеры протравливания снабжены лепестковыми шторками из синтетического непромокаемого материала для предотвращения выноса частиц взвеси рабочего состава в окружающее пространство. Количество рабочей жидкости, поступающей на распылитель, регулируется дозатором. Частота вращения распылителя более 10 тыс. мин<sup>-1</sup>. Сходящий с распылителя тонкий слой жидкости дробится на мелкие капли, которые в виде тонкодисперсной взвеси воздушным потоком осаждаются на движущийся по рольгангу картофель.

Однако наличие рольганга усложняет конструкцию протравливателя, увеличивает его массу, делает непригодным для использования в полевых условиях, например для установки на подборщик-погрузчик сахарной свеклы. Кроме того, наличие дискового распылителя с отогнутыми по его периметру лопатками не приводит к повышению дисперсности распыла, так как медианно – массовый диаметр капель (ММД) при работе таких распылителей зависит от частоты их вращения и диаметра диска. При одинаковой частоте вращения диаметр капли обратно пропорционален квадратному корню из диаметра диска [5].

Известен малообъемный протравливатель клубней картофеля, который обрабатывает клубни защитно-стимулирующими составами перед посадкой или закладкой на хранение. Состоит из камеры обработки клубней, блока приготовления и дозирования рабочего состава распылителя, пульта управления и электрических коммуникаций [6, с. 388...394].

Однако данный протравливатель непригоден для обработки корнеплодов во время уборки сахарной свеклы, его конструкция не позволяет смонтировать протравливатель на современном свеклоуборочном комбайне с бункером-накопителем корнеплодов. Кроме того,

производительность такого протравливателя значительно ниже, чем производительность свеклоуборочного комбайна.

Для решения поставленной задачи был приобретен модуль дозирования раствора МДР-3,5, выпускаемый ООО НПП «Белама Плюс», г. Орша, который запитывается от электросети 380 В и пригоден для стационарного протравливания семян зерновых и технических культур.

#### Подготовка модуля МДР-3,5 к монтажу на свеклоуборочный комбайн.

Модуль дозирования раствора МДР-3,5 предназначен для приготовления и дозированной подачи жидких компонентов и может быть использован для модернизации самоходных или стационарных протравливателей семян [7].

Однако данный модуль без соответствующей переделки нельзя установить на свеклоуборочный комбайн и использовать для обработки жидкими препаратами корнеплодов свеклы во время работы комбайна. Основные причины непригодности заключаются в следующем:

- запитка модуля производится от электросети 380 В, которую невозможно осуществить в полевых условиях;
- низкое давление подаваемой жидкости, 0,06 МПа, которое нужно для работы дисковых распылителей, например протравливателя семян ПС-10А при его модернизации, совершенно непригодно для работы щелевых или вихревых распылителей, которые работают при давлении не ниже 0,2 МПа.

Переоборудование модуля было начато с подробного изучения электропривода насоса, в результате составлена соответствующая электросхема, рисунок 1, где  $Tr_1$  – трансформатор ОСМІ-016УЗ, 0,16 кВА;  $u_1 = 380$  В;  $u_2 = 24$  В;  $C_1$  – конденсатор CapXon, 10000 $\mu$ F – 50 В;  $D$  – выпрямитель;  $M$  – электродвигатель с насосом.

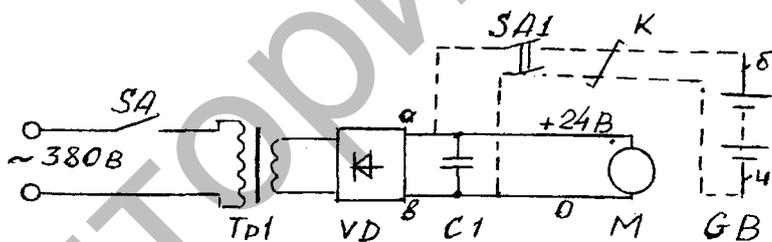


Рисунок 1 - Схема электропривода модуля МДР-3,5.  
Справа – вариант запитки от аккумулятора

В лабораторных условиях проведены испытания модуля МДР-3,5 при включении в электрическую сеть 380 В, для чего в научной лаборатории сделана специальная розетка. Для работы в полевых условиях необходимо запитку электродвигателя с насосом производить от аккумуляторных батарей свеклоуборочного комбайна.

Поскольку на комбайнах, как правило, нет специальной розетки для подключения дополнительной аппаратуры, то при испытаниях нами было произведено подключение насосного агрегата модуля МДР-3,5 непосредственно от аккумуляторных батарей. Так как аккумуляторные батареи GB расположены сзади комбайна, а сам модуль был расположен на площадке у его кабины, то соединение было осуществлено кабелем К, причем провод б соединялся с плюсовой клеммой аккумулятора, а провод ч с минусовой. Соответствующее соединение сделано через тумблер SA1 с соответствующими проводами кабеля, подсоединенного к насосному агрегату М, причем выходы выпрямителя VD в точках «а» и «в» были рассоединены. Для улучшения работы электропривода конденсатор «d» большой емкости оставлен в данной схеме. Тумблер SA1 закреплен к раме модуля в зоне доступа до него комбайнера.

Переоборудование модуля МДР-3,5 заключалось в удалении мерного стакана и установленного на модуле регулятора с манометром (0,06 МПа) совместно с дозатором. Вместо

этих узлов установлен регулятор давления РД со штангового опрыскивателя.

На рисунке 2 показана схема модуля МДР-3,5 после его переоборудования. Модуль имеет бак 1 на 120 л, всасывающий фильтр 2, насосный агрегат 3, включающий электродвигатель постоянного тока на 24 В и насос. Сверху модуля на раме смонтирован регулятор давления РД, включающий фильтр 4, редукционный клапан 5, манометр 6, заполненный глицерином, кран 7 переключения потоков «штанга-гидромешалка», а также секционных переключателей 8, причем в модуле задействован только один из них.

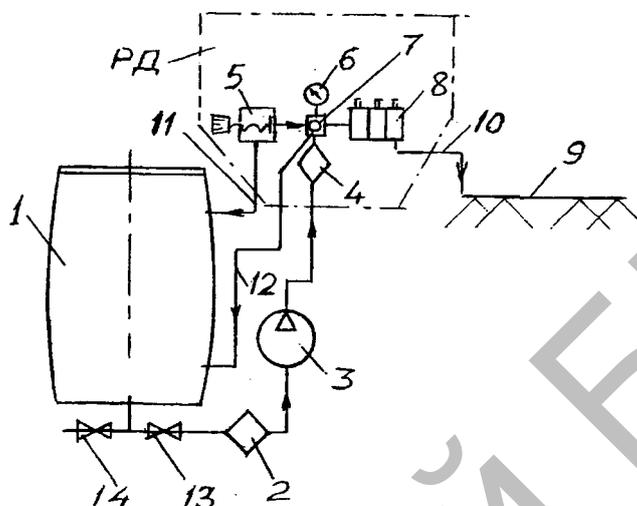


Рисунок 2 - Схема модуля МДР-3,5 после его переоборудования

Через соединительный шланг 10 длиной 5 м рабочая жидкость поступает в штангу с распылителями. Излишки жидкости по рукаву 11 из отвода редукционного клапана 5 переливаются в верхнюю часть бака 1. При повороте рукоятки крана 7 по часовой стрелке поток жидкости от насоса направляется по рукаву 12 в нижнюю часть бака 1, где может быть смонтирована гидравлическая мешалка; манометр 7 при этом показывает пониженное давление.

Чтобы жидкость поступала в насос, кран 13 должен быть открыт. Для слива остатков жидкости из бака 1, а также его промывки, открывают кран 14.

На штанге 9 длиной 0,6 м расположено 4 распылителя Albus ATR 80 с круглым факелом распыла

На модуле МДР-3,5 установлен насос диафрагменного типа (Diaphragm pump) производительность 11,3 л/мин (3,0 GPM). Давление 45 PSI, т.е. фунтов на квадратный дюйм. Учитывая, что 1 PSI = 0,0068 МПа, получим давление насоса равным 0,3 МПа или 3,0 бара (Bar), так как манометры часто градуированы в барах.

#### Исследование распылителей Albus ATR 80

Лабораторные испытания распылителей проведены при включении модуля МДР-3,5 в электросеть и повторены при работе от двух последовательно соединенных аккумуляторов по 12 В. Средний расход жидкости при давлении 0,23 МПа составил 0,88 л/мин. В таблице 1 приведены полученные расчетным путем данные о производительности распылителей Albus ATR 80, исходя из соотношения:

$$q_2 = q_1 \sqrt{\frac{p_1}{p_2}},$$

где  $q_1$  – расход жидкости при давлении  $p_1$ ;  $q_2$  – расход жидкости при давлении  $p_2$ .

Таблица 1 - Зависимость расхода жидкости от давления для распылителей Albus ATR 80

$p$ , МПа	0,2	0,22	0,23	0,24	0,26	0,28	0,3	0,35	0,4
$q$ , л/мин	0,82	0,86	0,88	0,90	0,94	0,97	1,00	1,08	1,16

**Секция 4: РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ**

Превышать давление свыше 0,35 МПа в модуле МДР-3,5 нежелательно, хотя во время испытаний, поджав регулировочный винт в торце насоса, было получено давление 0,4 МПа и расход  $q = 1,15$  л/мин, что близко к расчетному.

Для определения структуры распыла делался впрыск капельной жидкости в чашки Петра со слоем машинного масла на их днище. На разделе «масло-воздух» капли длительное время сохраняют шарообразную форму. Затем под микроскопом с окулярной сеткой, цена деления которой 70 мкм, производилось измерение диаметра 100 капель. После чего определялась структура распыла жидкости [8, с. 41].

Результаты опытов по структуре распыла распылителей Albus ATR 80 приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Структура распыла распылителей Albus ATR 80

$d_i$	мкм	до 70	140	210	280	350	420	490	560	мчд ммд
$p = 0,21$ МПа	$\Delta n_i, \%$	3	11	3,1	13	17	11	10	4	230
	$\Delta v_i, \%$	0,001	0,7	7,1	7,1	18,1	20,3	29,2	17,5	400
$p = 0,4$ МПа	$\Delta n_i, \%$	17	15	30	22	12	3	1	-	190
	$\Delta v_i, \%$	0,002	1,66	11,36	19,96	52,76	9,15	4,89	-	280

Из таблицы 2 видно, что с увеличением давления с 0,21 до 0,4 МПа распыл становится более тонким, так как медианно-численный диаметр (мчд) капель уменьшается с 230 до 190 мкм, а медианно-массовый (ммд) уменьшается с 400 до 280 мкм.

**Устройство камеры протравливания**

Для предотвращения сноса препарата ветром была разработана, изготовлена и испытана протравочная камера, монтируемая на комбайне SF10-2 Kleine.

Для более качественного покрытия корнеплодов препаратом, нами предложено штангу с распылителями 1 рисунок 3 располагать в камере протравливания над циркуляционным элеватором сверху комбайна Kleine. Высота штанги порядка 0,5 м и может регулироваться. Штанга 1 крепится скобами 2 к поперечине 3, которая в свою очередь хомутами 4 с соответствующими гайками и накладками крепится к верхним левым звеньям 5 раздвижных рамок ABCDE, в шарнирах которых установлены болты 8 размером М6х65, всего 10 шт. В шарнирах А и Е закреплены стойки 7 из трубы 25х25 мм, которые с помощью болтов 8 размером М6х80 и пластин 9 сечением 4х30 мм через деревянные распорки 10 толщиной 38 мм прижимаются к раме 11 циркуляционного элеватора из квадратных труб 43х43 мм. В левой передней части данная рама переходит в стальной лист, прижим к которому в шарнире А стойки 2 производится без деревянной распорки более коротким болтом.

Звенья 5, всего 10 шт, изготовлены из квадратной трубы 25х25 мм. Расстояние АВ = ВС = CD = DE = 450 мм. При монтаже на раму 11 расстояние АЕ выдерживается равным 900 мм. Так как шарнир С возвышается над рамой примерно на 800 мм, то при передвижении по дорогам и улицам населенных пунктов указанную конструкцию надо повернуть по часовой стрелке в шарнирах А и Е, чтобы уменьшить габарит комбайна по высоте, который не должен превышать 4 м.

Поперечина 3 может быть в виде деревянного бруска сечением 35х35 мм, длиной 1,2 м. Такие же поперечины следует установить вблизи шарниров А, В, С, D и Е – для качественного монтажа поверх указанной конструкции полиэтиленовой пленки, которая обеспечит герметичность камеры протравливателя и защитит капли аэрозоля от сноса воздушными потоками. Осевшие же на пленке капли будут стекать вниз, в сторону факелов распыла, что исключит напрасные потери препарата и загрязнение окружающей среды.

Капли распыленной жидкости из протравочной камеры направляются вниз и сквозь просветы циркуляционного элеватора обрабатывают движущиеся корнеплоды.

Подвод рабочей жидкости к штанге 1 производится через шланг 12 сечением 12,5х3 длиной 5 м, которая должна быть уточнена при монтаже приспособления. Шланг рассчитан на давление 1,5 МПа.

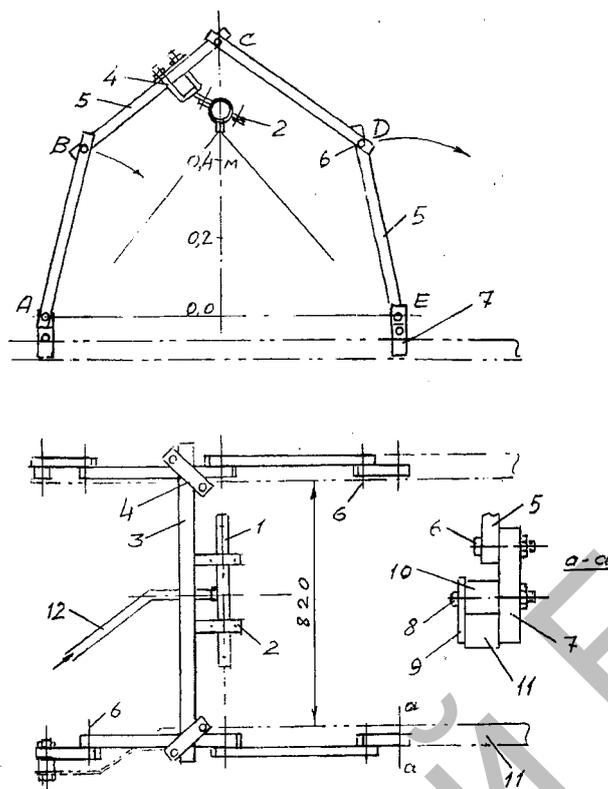


Рисунок 3 - Схема протравочной камеры

Данная камера протравливания монтируется без сварки или сверления рамы комбайна, что запрещено делать условиями гарантийной его эксплуатации и в результате чего время установки оборудования значительно сокращается.

Разработка и изготовление деталей и узлов протравочной камеры производилась в научной лаборатории кафедры механизации сельскохозяйственного производства УО «ГГАУ». Там же производилось испытание насосного агрегата модуля МДР-3,5 и переоборудование нагнетательной системы модуля.

Во время работы перед включением электронасоса рукоятку регулятора давления необходимо установить на минимум. После установившейся работы насоса нужно плавно заворачивать рукоятку регулятора учитывая, что максимальное давление насоса модуля МДР-3,5 не должно превышать 0,35 МПа.

В октябре-ноябре 2007 г. были проведены производственные испытания разработанного приспособления для протравливания выкапываемых корнеплодов в УО СПК «Путришки» Гродненского района и в СПК «Занеманский» Мостовского района.

Во время работы свеклоуборочного комбайна, нами установлено, что бункер заполняется корнеплодами при урожайности 500...600 ц/га в среднем за 7,5...8,5 мин. Средняя загрузка бункера – это 7 т, т.е. в среднем производительность комбайна составляла 1 т/мин.

Для протравливания корнеплодов был использован наработанный в институте микробиологии НАН Беларуси штамм бактерии-антагониста *Bacillus subtilis* М-22 (бетапротектин), с расходом препарата – 0,5 л/т, а рабочей жидкости – 3 л на 1 т корнеплодов.

В этой связи и регулировалась производительность приспособления для протравливания корнеплодов на 3 л/мин, чтобы выдержать заданный режим – 0,5 л препарата плюс 2,5 л воды на одну тонну корнеплодов сахарной свеклы. После монтажа на штанге 9 рисунок 2 четырех распылителей Albus ATR 80 при давлении 0,35 МПа это расход получился.

Опыты, проведенные в лабораторных условиях на чистой воде, показали, что при давлении 0,35 МПа расход жидкости через 1 распылитель составил 1,08 л/мин, т.е. через 4 распылителя 4,32 л/мин. Однако при использовании биопрепарата указанной концентрации те-

кучесть жидкости снижается в  $4,32 / 3,00 = 1,44$  раза.

21 октября был произведен монтаж приспособления на комбайн Kleine, который работал вблизи ТЭЦ-2 Гродненского района в УО СПК «Путришки».

2 ноября в течение 15 минут уже обкатанное приспособление было смонтировано на комбайн, работающий на поле свеклы в СПК «Занеманский».

Опыты показали, что наиболее целесообразна обработка корнеплодов во время их уборки непосредственно на комбайне. В этом случае биологическая эффективность механической обработки препаратом при хранении корнеплодов в кагатах ОАО «Скидельский сахарный комбинат» составила 27,6%, при уровне хозяйственной эффективности 5,13% на гибриде Кораб. В случае обработки корнеплодов этим же препаратом спустя некоторое время эффективность протравливания резко снизилась - биологическая эффективность составила 2,4%, хозяйственная - 0,17%.

### **Заключение**

Внедрение приспособления к свеклоуборочному комбайну для протравливания выкапываемых корнеплодов защитными препаратами, в том числе микробиологическими, в производство позволит значительно снизить потери сахароносной массы корнеплодов от кагатной гнили при их хранении, что в итоге уменьшит себестоимость производимого в Республике Беларусь сахара.

### **Литература**

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник/ Министерство статистики и анализа Республики Беларусь.- Мн.: 2005.
2. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины.- М.:КолосС, 2003.-624с.
3. Установка для жидкостной обработки корнеплодов: а.с. 2239970 RU, МПК7 А 01 С 1/06 / Р.Р. Камалетдинов, Э.Р. Хасанов, М.А. Варисов; заявитель Башкирский государственный аграрный университет.- № 2002122047/12; заявл. 12.08.2000; опубл. 20.11.2004
4. Протравливатель картофеля малообъемный: пат. 1634 Респ. Беларусь, МПК А 01С 1/08, А.Л. Рапинчук, Л.Ф. Ханко, А.Н. Антоненко; заявитель Республиканское унитарное научно-исследовательское предприятие «Институт механизации сельского хозяйства Национальной академии наук Беларуси».- № и 20040092; заявл. 03.03.2004; опубл. 30.12.2004// Официальный бюл./ Нац. центр интеллект. собственности : -2004.- №4.- с.95
5. Рукавишников Б.И. Сверхмалообъемное опрыскивание инсектицидами. Сб. «Итоги науки. Защита растений», т. 1. Ред. Л.П. Балашев. М.: ВИНТИ, 1972.
6. Степук Л.Я. Машины для применения средств химизации в земледелии: учеб. пособие / Л.Я. Степук, В.Н. Дашков, В.Р. Петровец. – Мн.: Дикта, 2006. – 448 с.: ил.
7. Инструкция по эксплуатации модуля дозирования раствора МДР-3,5. ООО НПП «Белама Плюс», г. Орша, 2007 г.
8. Ладущька С.М. Метадъчныя ўказанні па вывучэнню машын для хімічнай аховы раслін. Для студэнтаў ВНУ і навучэнцаў тэхнікумаў. ВМЦ, Мінск, 1996. – 103 с.

УДК 636.085.62

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО КОНСЕРВАНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА Кузьмицкий А.В., Авраменко П.В. (БГАТУ)**

*В данной статье приведены результаты экспериментальных исследований внесения жидкого консерванта в силосопровод кормоуборочного комбайна с применением электростатического эффекта. Представлен анализ влияния дозы внесения и высокого напряжения на неравномерность распределения жидкого консерванта в измельченной растительной массе.*