

Допустимое количество ошибок распознавания, %	3
Диаметр форсунки, мм	5
Рабочее давление в пневмосистеме, кПа	500
Время открытия воздушного клапана, с	0,6
Расстояние от сопла форсунки до середины вальца, мм	80
Производительность, т/ч	2,5

Проведены экспериментальные исследования, которые позволили определить оптимальные параметры основных модулей макетного образца: рабочее давление в пневмосистеме 500 кПа, время открытия воздушного клапана 0,6 с, расстояние от сопла форсунки до середины вальца 80 мм, при этом точность сортирования составила 99 %.

#### **Заключение**

Разработан макетный образец автоматической сортировальной машины, в основу работы которого положена концепция интеллектуального анализа данных, согласно которой полученные с видеокамеры изображения клубней картофеля обрабатываются и формируются в образы с последующим распознаванием и выдачей сигнала исполнительному устройству системы автоматической инспекции, в виде единичного импульсного сигнала при определении клубня как некондиционного.

#### **Список использованных источников**

1. Картофель свежий для переработки на продукты питания. Технические условия : ГОСТ 26832-86-2010. – Введ. 06.01.1987. – М. : Стандартинформ, 2010

УДК: 631.415.1

Поступила в редакцию 27.07.2020  
Received 27.07.2020

**Э.В. Дыба, В.В. Микульский**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: [dibua-18@mail.ru](mailto:dibua-18@mail.ru)*

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЫРОМОЛОТОГО ДОЛОМИТА  
И ДЕФЕКТА ПРИ ИЗВЕСТКОВАНИИ ПОЧВ**

В статье рассмотрены основные способы известкования почв в Республике Беларусь, их достоинства и недостатки, а так же перспективы применения сыромолотого доломита и дефеката при известковании почв в условиях республики.

**Ключевые слова:** доломитовая мука, кислотность, известкование, сыромолотый доломит, дефекат, механизация, неравномерность.

**E. V. Dyba, V.V. Mikulski**

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»*

*Minsk, Republic of Belarus*

*e-mail: [dibua-18@mail.ru](mailto:dibua-18@mail.ru)*

## **PROSPECTS FOR THE USE OF RAW GOLD DOLOMITE AND DEFECATE IN SOIL LIMING**

The article considers the main methods of soil liming in the Republic of Belarus, their advantages and disadvantages, as well as the prospects for the use of raw ground dolomite and defecate in liming soils in the conditions of the republic.

**Keywords:** dolomite flour, acidity, liming, raw-ground dolomite, defecate, mechanization, unevenness.

### **Введение**

Химизация сельского хозяйства, проводимая путем использования минеральных, органических удобрений и известкования кислых почв, является основным путем повышения эффективного и потенциального плодородия почв Беларуси. Географическое положение Республики Беларусь предопределяет преимущественное распространение дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболоченных почв, которые являются зональными для территории республики. Они занимают около 87,2 % пашни и 71,4 % общей площади сельскохозяйственных угодий. Как и большая часть интразональных почв (торфяно-болотные, дерново-болотные, аллювиальные), они генетически бедны питательными веществами, отличаются плохими физическими свойствами и высокой кислотностью [1].

### **Основная часть**

Из-за повышенной кислотности почв в Республике Беларусь только на пашне ежегодный недобор урожая составляет около 1 млн. т кормовых единиц. Особенно высокий недобор урожая отмечается на сильнокислых почвах (рН менее 4,5) – 12...14 ц/га корм. ед. и среднекислых почвах (рН 4,6...5,0) – 6...8 ц/га. Кроме того, по данным агрохимической науки эффективность минеральных удобрений на среднекислых почвах снижается на 20–30 %, а на сильно кислых – более чем наполовину [2].

Единственным путем повышения плодородия кислых почв является их известкование. По обобщенным данным большого количества опытов, каждая тонна  $\text{CaCO}_3$  за ротацию севооборота обеспечивает прибавку урожая от 3 до 7 ц/га зерна [3]. По расчетам специалистов ФРГ, увеличение рН кислых почв на 1,0 приводит в среднем к повышению урожаев сельскохозяйственных культур на 5–6 ц/га ежегодно в пересчете на зерно. При известковании почв, сильно нуждающихся в этом, прибавки урожая составляют (ц/га): пшеницы – 4, ржи – 5...8, картофеля – 50, сахарной свеклы – 60, кукурузы на зеленую массу – 80, а на почвах, слабо нуждающихся в известковании, – соответственно 2, 3, 20, 35 и 40 [4].

Ежегодно в стране необходимо известковать около 550 тыс. га, внося при этом 2,82 млн. т известковых удобрений в пересчете на  $\text{CaCO}_3$ . В настоящее время основным мелиорантом в Республике Беларусь является пылевидная доломитовая мука производства Витебского комбината «Доломит». Для ее внесения используют пневматические машины РУП-8 и АРУП-8, а также центробежные разбрасыватели (МВУ-8, МВУ-12, МХА-7). Все эти машины не только морально устарели, но физически изношены. Ни одна из них не способна качественно и в соответствии с современными экологическими требованиями вносить пылевидные известковые удобрения.

Многочисленные испытания показали, что даже в идеальных условиях (наличие ровной площадки, отсутствие ветра) машина РУП-8 вносит известковые удобрения с неравномерностью, превышающей 50 %. При такой высокой неравномерности внесения прибавка урожая от известкования снижается на 20...25 %. Машины АРУП-8, численность которых составляет более 60

% от всего парка машин для внесения химвелиорантов, не могут обработать большинство полей по причине низкой проходимости.

Центробежные машины вообще не предназначены для внесения пылевидных удобрений. Более того, при работе всех этих машин образуется облако пыли длиной свыше 500 м и высотой до 70 м. Длина гона в республике находится в пределах 300-800 м, а около 15 % площадей составляют участки размером от 3 до 10 га. В этих условиях значительная часть известковых материалов уносится за пределы обрабатываемого поля, загрязняя природную среду. По данным Прибалтийской МИС при работе разбрасывателей РУП-8, АРУП-8 концентрация пыли за пределами санитарной зоны (200 м), превышает допустимую в 5 раз [2].

Для повышения качества внесения пылевидных известковых материалов и снижения запыленности окружающей среды в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработаны и поставлены на производство две принципиально новые машины для транспортировки и внесения известковых материалов: прицепная – МШХ-9 и самоходная машина химизации

МХС-10. Данные машины оснащены механическими штанговыми распределяющими рабочими органами шнекового типа с высевающими отверстиями в нижней части кожуха шнека, через которые осуществляется внесение пылевидных известковых материалов. По данным ГУ «Белорусская МИС» неравномерность внесения мелиорантов данными машинами по ширине захвата не превышает 20 %, что значительно ниже, чем у выше приведенных машин. Кроме того, применение данных машин значительно улучшают экологическую ситуацию за пределами санитарной зоны, сокращают потери пылевидных мелиорантов [5, 6].

Однако данный тип штанговых распределителей весьма чувствителен к качеству пылевидных известковых материалов. Он обеспечивает высокую равномерность высева только хорошо текучих мелиорантов стандартной влажности до 1,5 %. Кроме того они не могут обеспечить внесение заданной дозы материала в расчете на гектар. Так, машины для внесения мелиорантов в зависимости от гранулометрического состава почвы исходной степени его кислотности, содержания гумуса и плотности загрязнения территории радионуклидами должны обеспечивать дозы в пределах от 3 до 20 т/га [7], в то время как штанговые машины способны обеспечить всего до 6 т/га, а пневматические и центробежные – до 10 т/га.

Таким образом, следует констатировать, что техническая сторона применения известковых материалов в настоящее время ни количественно, ни качественно не соответствует требуемым объемам работ. Кроме того, при многих достоинствах доломитовой муки она отличается высокими энергозатратами на производство и применение, а за частую ежегодно выделяемых средств из республиканского бюджета Республики Беларусь на известкование почв в необходимых объемах попросту не хватает. Во многом именно всё это является причиной того, что за последнее десятилетие реально известкуется только около половины подкисленных земель от необходимого объема.

Важным способом уменьшения реальных энергетических затрат может стать применение менее энергоемких по сравнению с доломитовой мукой видов известковых мелиорантов, например, сыромолотого доломита и дефеката. Сыромолотый доломит получают при размоле доломита. Это очень ценное и более дешевое известковое удобрение. По государственному стандарту он должен соответствовать следующим требованиям: содержания углекислого кальция и магния в пересчете на  $CaCO_3$  – не менее 90 %; влажность не выше 10 %; содержание частиц размером 5 мм не менее 3 %, 3 мм – 6 и 1 мм – не более 19 %.

Дефекат – отходы свеклосахарного производства. Сухой дефекат содержит: 60–75 %  $CaCO_3$ ; 10–15 % органического вещества; 0,2–0,7 % N; 0,2–0,9 %  $P_2O_5$  и 0,3–1,0 %  $K_2O$ . Влажность сухого дефеката 25–30 %.

В Германии, например, практически полностью перешли на технологию известкования известковых мелиорантов из твердых горных пород в сыромолотом виде [8]. По влиянию на свойства почвы и урожайность сельскохозяйственных культур, особенно на слабообеспеченных магнием почвах, сыромолотый доломит приближается к доломитовой муке, хотя энергозатраты на его производство на 50–55 % ниже энергозатрат, связанных с производством доломитовой муки, а дефекат вообще (поскольку является отходом свеклосахарного производства) отпускается бесплатно. При использовании этих мелиорантов чистый доход с 1 га возрастает в среднем до 23 и 29 долларов США, а рентабельность возрастает до 29 и 39 % [1].

В Беларуси были проведены исследования, показывающие целый ряд технологических преимуществ сыромолотых форм известковых материалов, в частности, доломита. Главное

преимущество сводится к упрощению системы транспортировки, облегчению хранения (известковые материалы влажностью 6–12 % не смерзаются), понижению себестоимости мелиоранта. Так, в сравнении с доломитовой мукой, даже с учетом пониженной нейтрализующей способности и повышенной влажности, общие энергозатраты на весь комплекс работ по использованию сыромолотого доломита на 30 % ниже. Кроме того, сыромолотый доломит имеет несомненные экологические преимущества, так как не образует пыли и позволяет избежать резких скачков кислотности почвы, что важно в целях предотвращения переизвесткования при проведении поддерживающего известкования [1].

Однако с точки зрения механизации внесения сыромолотых форм известковых материалов существуют определенные трудности, связанные с повышенной их влажностью. Известно, что применяемые в настоящее время распределяющие рабочие органы существующих пневматических машин, работоспособны только на внесение пылевидных известковых материалов, влажность которых не превышает 3 %.

Поэтому известковые материалы с влажностью, даже незначительно превышающей вышеназванную, налипают внутри дозирочных каналов и в пневмотукопроводах, что приводит к резкому увеличению неравномерности, а при влажности свыше 10 % машина попросту неработоспособна.

Применение разработанных штанговых распределяющих рабочих органов шнекового типа также невозможно, в силу тех же недостатков. Дело в том, что принцип работы этих машин заключается в разделении общего потока известковых материалов, поступающего из кузова, на максимально большое количество малых потоков, чтобы принудительно обеспечить равномерное разделение по всей рабочей ширине. А поскольку в качестве дозирующих элементов выступают высевные отверстия с шириной от 10 до 30 мм, через которые не может быть устойчивого истечения сыромолотых форм известковых материалов по причине их высокой влажности то данные машины признать работоспособными нельзя.

Что касается центробежных распределяющих рабочих органов, то исследованиями установлено, что они менее чувствительны к влажности при внесении сыромолотых форм известковых материалов и на сегодняшнее время это единственный способ их внесения. Однако процесс распределения сыромолотых форм известковых материалов данными распределяющими рабочими органами не изучен. Кроме того, дозирующие устройства данных машин не приспособлены к настройке необходимого диапазона доз их внесения. Так существующие машины данного типа обеспечивают дозы внесения лишь до 10 т/га, при необходимых до 20 т/га. Кроме того, из-за высокой влажности вносимого материала существует высокий риск сводообразования в кузове машины, так как стенки кузова имеют уклон 50–60 град. Также всем известно, что при высокой влажности известковых материалов его сыпучесть становится низкой, образуется слеживаемость и, как следствие, происходит забивание дозирующих устройств. Поэтому совершенно очевидно, что дозирующие устройства должны дополнительно выполнять функцию измельчения слежавшегося материала.

В этой связи, учитывая недостатки существующих центробежных машин, их несовершенство как с точки зрения дозирования, так и с точки зрения распределения сыромолотых форм известковых материалов, становится абсолютно очевидной актуальность в проведении исследований по изучению процесса их внесения с целью обоснования параметров и режимов работы дозирующих и распределяющих рабочих органов, обеспечивающие качественное внесение известковых материалов.

В качестве базовой машины для изучения процесса внесения сыромолотых форм известковых материалов может быть использована ранее разработанная в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» система транспортно-технологическая СТТ-25 для внесения твердых органических удобрений, так как её элементная и пооперационная схема идентична центробежным дисковым разбрасывателям [9]. Кроме того у данной машины стенки кузова вертикальные что исключает риск сводообразования. Дозирующий элемент машины оснащен горизонтальными битерами со сменными ножами, расположенными по винтовой линии, что является очень важным элементом при исследовании измельчения слежавшегося мелиоранта.

### **Заключение**

Таким образом, следует констатировать, что техническая сторона применения известковых материалов в настоящее время ни количественно, ни качественно не соответствует требуемым объемам работ. Кроме того, при многих достоинствах доломитовой муки она отличается высокими

энергозатратами на производство и применение, и за частую ежегодно выделяемых средств из республиканского бюджета Республики Беларусь на известкование почв в необходимых объемах попросту не хватает. Во многом именно всё это является причиной того, что за последнее десятилетие реально известкуется только около половины подкисленных земель от необходимого объема.

Важным способом уменьшения реальных энергетических затрат может стать применение менее энергоемких по сравнению с доломитовой мукой видов известковых мелиорантов, например сыромолотого доломита и дефеката. Однако с точки зрения механизации внесения сыромолотых форм известковых материалов существуют определенные трудности, связанные с повышенной их влажностью. В этой связи, учитывая недостатки существующих центробежных машин, их несовершенство, как с точки зрения дозирования, так и с точки зрения распределения сыромолотых форм известковых материалов, становится абсолютно очевидной актуальность в проведении исследований по изучению процесса их внесения с целью обоснования параметров и режимов работы дозирующих и распределяющих рабочих органов, обеспечивающих качественное внесение известковых материалов.

### Список использованных источников

1. Клебанович, Н. В. Известкование почв Беларуси / Н. В. Клебанович, Г. В. Василюк. – Мн. : БГУ, 2003. – 322 с.
2. Степук, Л.Я. Решение проблемы эффективного применения пылевидных химвелиорантов / Л.Я. Степук, В.В. Барабанов // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» - Минск, 2009. – Вып. 43. – Т1. – С. 25–31.
3. Шильников, И.А. Известкование почв / И.А. Шильников, Л.А. Лебедева // ВАСХНИЛ. – М. : Агропромиздат, 1987. – С. 4.
4. Известкование кислых почв нечерноземной полосы СССР / Под ред. Н.А. Сапожникова и М.Ф. Корнилова. – Л. : Колос. Ленингр. отд-ние, 1971. – 141 с.
5. Протокол № 70-2004 государственных приемочных испытаний штанговой машины для внесения химвелиорантов МШХ-9 / Белорусская МИС. – Минск, 2004. – 42 с.
6. Протокол №141 Б ½ -2008 государственных приёмочных испытаний опытного образца машины химизации самоходной МХС-10 / ИЦ ГУ «Белорусская МИС» – Минск, 2008. – 65 с.
7. Инструкция по известкованию кислых почв сельскохозяйственных земель / В.В. Лапа [и др.]. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2019. – С. 18–22.
8. Galler Y. Trocken oder feucht? Blick ins Land. 2000. № 9. S. 28–29.
9. Протокол №062 Б ½ -2019ИЦ государственных приёмочных испытаний системы транспортно-технологической СТТ-25 / ИЦ ГУ «Белорусская МИС» – Минск, 2019. – 88 с.

УДК 631.171:633/635

Поступила в редакцию 25.06.2020  
Received 25.06.2020

**В.И. Передня, Е.Л. Жилич, А.А. Кувшинов, А.М. Злотник**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: [nrc\\_mol@mail.ru](mailto:nrc_mol@mail.ru)*

## ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЛЕГКОУСВОЯЕМОГО КОНЦЕНТРАТА

Продуктивность взрослого крупного рогатого скота находится в прямой зависимости от качества кормления телят в молочный период. В первые дни после рождения теленок может питаться только жидкими кормами, поскольку у них работает только кишечное пищеварение, а рубцовое находится только зачаточном состоянии. Возраст перехода от кишечного к желудочному пищеварению можно и нужно ускорить за счет введения в рацион кормления растительных кормов.